سال اول
شماره ۳
بهار
۱۴۰۳
۳
۱-۱۲۶

سرزمین‌های پارس آرین

مجله علمی-تحلیلی و
پژوهشی علوم زمین
دوره انتشار: فصلنامه
شاپا الکترونیکی: ۳۴۴۴-۳۰۴۱

مرکز پژوهشی آرین زمین (صنع شناسی پارس)
انجمن زمین شناسی ایران
GEOLOGICAL SOCIETY OF IRAN
کرسی یونسکو در مخاطرات زمین‌شناختی ساحلی
unesco Chair

به نام خداوند جان و خرد

سرزمین‌های پارس آرین

jPAT

OPEN ACCESS

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

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

اهداف مجله مجله سرزمین‌های پارس آرین نشـــریه علمی است که به انتشـــار نویافته ها یا مقالات مروری در طیف گسترده ای از موضوعات علوم زمین می پردازد. مقالاتی که در حوزه فرهنگی ایران و در محدوده ســـــرزمین های بین النهرین تا ماوراءالنهـر اهمیت منطقه ای و بین المللـی دارد. این مجله از مقالات، مـــرورها و گزارشهای فنی محققان و دانشـمندان علوم زمین در زمینه‌های مختلف و همچنین مطالعات بین‌رشته‌ای که رشته‌های متعدد علوم زمین را برای کشف نویافته ها به هم پیوند می‌دهند، استقبال می‌کند.

اطلاعات نشـــریه مجله سرزمین های پارس آرین نشـــریه 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 تضـــمین می کند. هیئت تحریریه مجله پس از دریافت مطالب ارسالی، نخســـت 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 مســـتقیماً 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 کوشـا، پلاک ۶۵، طبقه دوم، واحد سوم غربی. کد پسـتی 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 سوم، بهار ۱۴۰۳

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
شاپا الکترونیکی ISSN 3041-9344

فهرست مطالب

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

این شماره از مجله «سرزمین‌های پارس آریان» شامل مجموعه‌ای متنوع از مقالات در حوزه علوم زمین است که با ارایه مطالعات کلیدی بینش‌های ارزشمندی در مورد پدیده‌های زمین‌شناسی و باستان‌شناسی منطقه ای را ارائه می‌دهند. در حالی که بسیاری از این مقالات مطالعات موردی هستند، پیامدهای گسترده‌تر و سهم آنها در تعمیم‌های منطقه‌ای، انتشار آنها را در اولویت قرار داده است و هدف آن پر کردن شکاف‌های تحقیقاتی موجود است.

در میان این مقالات می توان به مقاله ارغایی و همکارانش با عنوان شیمی معدنی سنگ‌های بازالتی کرتاسه در شمال البرز، اشاره کرد. مطالعه آنها از آنالیز ریزکاوش الکترونی برای ارزیابی ترکیب کلینوپیروکسن، مگنتیت، پلاژیوکلاز و فلدسپار قلیایی استفاده می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کلینوپیروکسن‌ها از اوژیت تا دیوپسید متغیر هستند و غنی‌سازی قابل توجهی از Ti دارند. زمین‌دماسنجی و فشارسنجی دمای تبلور ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد و فشارهای ۱ تا ۸ کیلوبار را نشان می‌دهند که نشان‌دهنده قرارگیری محفظه ماگما در پوسته بالایی تا میانی است. علاوه بر این، پلاژیوکلاز منطقه‌بندی نرمال را نشان می‌دهد و از بیتونیت به الیگوکلاز تغییر می‌کند، در حالی که سانیدین بر فلدسپار قلیایی غالب است. نمونه‌های تیتانومگنتیت از جواهر دشت نشان‌دهنده شرایط دمای بالا (۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد) است که از فعالیت تکتونیکی کششی در طول کرتاسه پشتیبانی می‌کند.

حسن‌زاده و همکارانش تپه خانیله را بررسی می‌کنند: شواهد جدید از سکونتگاه‌های عصر مس و سنگ از شمال غربی دشت کرمانشاه، زاگرس مرکزی. تحقیقات آنها تأیید می‌کند که تپه خانیله، در نزدیکی روانسر و کرمانشاه، از دوره مس و سنگ تا دوران اسلامی به طور مداوم مسکونی بوده است. کاوش‌ها در تپه‌های متعدد، سفال‌هایی را نشان داد که قدمت آنها به هزاره‌های چهارم و اول قبل از میلاد می‌رسد، در حالی که کشف کوزه‌های نئوآشوری (قرن هفتم قبل از میلاد) نشان دهنده وجود یک گورستان یا سکونتگاه در منطقه است.

هژبری و همکاران یک چارچوب روش‌شناختی برای تعیین عرصه و حریم غارهای کوهین در شهرستان تفرش ارائه می‌دهند و رویکردی مبتنی بر کارست را برای حفاظت زمین‌شناسی و مدیریت سایت اتخاذ می‌کنند.

دو مقاله در این شماره به پدیده‌های زمین‌شناسی نادر جهانی با جذابیت بالقوه ژئوتوریسم می‌پردازند. مقاله رئیسی با عنوان «عوامل مؤثر بر دمای سطح گندم بریان: گرم‌ترین نقطه روی زمین»، گندم بریان، یک تپه بازالتی در کویر لوت ایران است که به دلیل دمای سطحی بسیار بالای خود شناخته می‌شود. این تحقیق با استفاده از سنجش از دور حرارتی و مطالعات میدانی، حداکثر دما ۷۶ درجه سانتیگراد را شناسایی می‌کند که تحت تأثیر عواملی مانند ارتفاع کم، شرایط خشک و ترکیب سنگ بازالتی قرار دارد. مناطق جنوبی با بازالت دست‌نخورده، گرمای بیشتری را نسبت به بخش‌های شمالی تکه‌تکه شده منعکس می‌کنند. با ارائه این مطالعات مهم، این شماره با هدف پیشبرد گفتمان علمی، تعمیق درک سیستم‌های دینامیکی زمین و تقویت کاوش بیشتر در مناظر زمین‌شناسی و باستان‌شناسی ایران منتشر شده است.

مقاله زمین‌اسطوره‌شناسی و جنبه‌های تقدسی غارهای جم و ریز، استان بوشهر، جنوب ایران نوشته عبدی، زمین‌اسطوره‌شناسی و ارتباط آن با چشم‌انداز فرهنگی ایران را بررسی می‌کند. این مطالعه به مقایسه موارد مشابه در مکان‌های تاریخی و مقدس ایران می‌پردازد. به عنوان بخشی از تمرکز موضوعی این شماره، به مشارکت‌های دانشمند مشهور ایرانی، ابن سینا، نیز پرداخته و دیدگاه‌های او را در مورد علوم زمین به نمایش می‌گذارد.

فتحی در مقاله بررسی جامع منابع آب ایران: چالش‌ها، بهره‌برداری و نیاز فوری به مدیریت مبتنی بر حوزه آبخیز، بحران آب جاری ایران را بررسی می‌کند و وخامت اوضاع آن را به رشد جمعیت، شهرنشینی، خشکسالی، تغییرات اقلیمی و توسعه ناپایدار نسبت می‌دهد. در طول دهه گذشته، میزان بارندگی سالانه ۶ درصد کاهش یافته است، در حالی که رواناب سطحی بیش از ۴۶ درصد کاهش یافته است. منابع آب زیرزمینی همچنان به شدت بیش از حد مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و ۲۹۱ دشت به عنوان ممنوعه طبقه‌بندی شده‌اند. کشاورزی که ۹۰ درصد از منابع آب کشور را مصرف می‌کند، با استفاده بیش از حد از آب، استخراج آب‌های زیرزمینی و چاه‌های غیرمجاز، این مشکل را تشدید کرده است. در نتیجه، فرونشست زمین و تخلیه سفره‌های آب زیرزمینی همچنان امنیت آبی ایران را تهدید می‌کند. رسیدگی به این بحران نیازمند اصلاحات فوری ملی در مدیریت آب است که بر برنامه‌ریزی یکپارچه حوزه آبخیز، توسعه پایدار و یک چارچوب قانونی جامع برای همسوسازی سیاست‌های بین بخشی تأکید دارد.

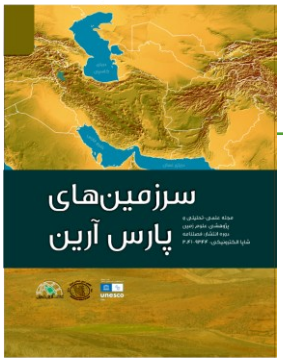
منصور قربانی
مدیرمسؤل
تهران
بهار ۱۴۰۳

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۲۱-۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.1

مقاله پژوهشی

تعیین عرصه و حریم حفاظتی غارهای کوهستان کوهین شهرستان تفرش با رویکردی کارست محور

علی هژبری[1]، حبیبه نوروزی، سید علی فاضلی، مریم محب علی، قاسم عیسی آبادی، سعید فتحعلی



چکیده

تعیین عرصه و حریم در حفاظت از میراث فرهنگی جزو اصلی ترین فعالیتهای اجرایی-قانونی برای حفاظت از این میراث است. غارهای کارستی یکی از جذابترین و در عین حال مهیج ترین بخشهای ژئومورفولوژی-زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی نواحی کارستی است که علاوه بر اهمیت گردشگری و جاذبه های تاریخی-فرهنگی می تواند به عنوان آرشیوی از داده های دیرینه اقلیمی، باستان شناسی، زمین شناسی و تغییرات محیطی برای اکتشاف بسیاری از ناشناخته ها مورد بررسی قرار گیرند. در این نوشتار غارهای کوهستان کوهین شهر تفرش برای تعیین عرصه و حریم حفاظتی با رویکردی کارست محور مورد بررسی قرار گرفت. غارهای تفرش از نوع غارهای کارستی بوده که در اثر فعل و انفعالات شیمیایی بین آبهای جوی و فرورو با سنگهای کربناته تشکیل شده اند. زمان تشکیل این غار در کواترنری و بعد از فرایندهای کوهزایی و زمین جنبایی و قطعاً بعد از ائوسن تشکیل شده اند. وجود سنگ آهکهای سازند نایبند به عنوان میزبان آبهای سیال عمل کرده و فرایند گسل خوردگی باعث تشکیل غارهای منطقه شده است. اثرات گسلش به ویژه گسل عزالدین-راهجرد و گسل تفرش باعث جابجایی های لیتولوژیکی و تسهیل نفوذ آب در خلل و فرج و شکستگی های سنگهای آهکی شده و باعث گسترش فضاهای غاری درون توده سنگهای سازند نایبند شده است. همزمانی فعالیتهای آتشفشانی و تکتونیکی، تنوع ساختارهای سنگی، سیمای دشت و کوهستان، وجود قنات و چشمه های کوچک کارستی، معادن تراورتنی و همبودی انسان و طبیعت در دوران پیش از تاریخ در منطقه تا دوران متاخر تاریخی نشاندهنده اهمیت زمین گردشگری شهر تفرش و به ویژه غارهای کارستی آن است. برای تعیین عرصه و حریم حداقل چهار لایه رقومی مختلف و موثر شامل ارتفاع منطقه، زمین شناسی، ژئومورفولوژی (حوضه های آبریز) و گسل ها تهیه و رقومی گردید. در مرحله بعد با نظرات کارشناسی ارتفاع توپوگرافی، زمین شناسی و چگالی گسلها هرکدام به ۵ رده و حوضه های آبریز در سه حوضه اصلی دسته بندی گردید. نقشه های وزندار چهارگانه با استفاده از منطق بولین مطابق و عملگر AND روی هم قرار گرفته و با تصحیح کارشناسی محدوده عرصه و حریم به ترتیب با ۴۲.۴ کیلومتر مربع و حریم با ۸۲.۳ کیلومتر مربع تعیین گردید. بر مبنای محدوده عرصه و حریم و شرایط محلی ضوابط عرصه و حریم برای حفاظت قانونی این میراث زمین شناسی پیشنهاد گردید.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۹/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۱/۱۲
انتشار برخط:۱۴۰۳/۵/۱

واژگان کلیدی
عرصه و حریم
غارهای کارستی
غارهای تفرش
علیخورنده

وابستگی سازمانی نویسنده
پژوهشگاه میراث فرهنگی، تهران، ایران

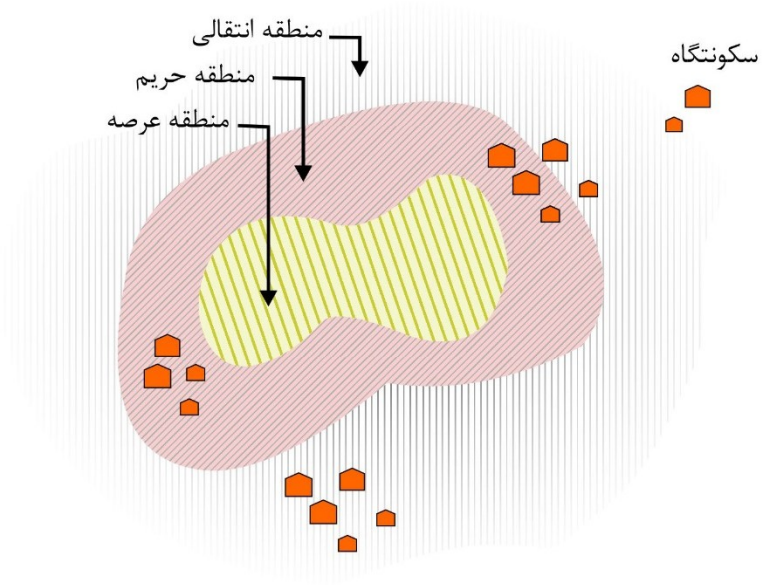
استناد: هژبری، علی؛ نوروزی، حبیبه؛ فاضلی، سیدعلی؛ محبعلی، مریم؛ عیسی آبادی، قاسم؛ فتحعلی، سعید، (۱۴۰۳). تعیین عرصه و حریم حفاظتی غارهای کوهستان کوهین شهرستان تفرش با رویکردی کارست محور، *سرزمین های پارس آرین* ۳ (۲۱-۱)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.1
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

[1] ali.hozhabri2011@gmail.com

مقدمه

تعیین عرصه و حریم در حفاظت از میراث فرهنگی جزو اصلی ترین فعالیتهای اجرایی–قانونی برای حفاظت از این میراث است. بنا به تعریفی کلی محدوده ای که در آن آثار و بقایای مواد فرهنگی باستانی وجود دارد و با کمال اطمینان می توان گفت با بررسی و کاوش آن می توان به این بقایا دست یافت، عرصه Core zone محوطه باستانی نامیده می شود. از منظر قانونی هرگونه دخل و تصرف در عرصه محوطه های باستانی ممنوع است. علاوه بر عرصه، باستان شناسان در اطراف محوطه های باستانی، منطقه دیگری به نام حریم buffer zoneرا پیشنهاد می دهند. حریم محوطه های باستانی در ارتباط با عرصه تعریف می گردند و بستگی به شرایط محیطی، وضعیت توپوگرافی، ژئومورفولوژی و عناصر وابسته به محوطه دارد. به عبارتی کلی، حریم محوطه ای است که به منظور حفاظت از اثر، جلوگیری از عملیاتی که موجب تزلزل بنیادی اثر یا خرابی و لطمه (کالبدی–منظری) به اثر گردد(معیارهای تعیین حریم آثار تاریخی ۱۳۸۳) .

اهمیت حفاظت از میراث جهانی موجب رشد مفاهیم مرتبط با عرصه و حریم در تحقیقات پژوهشگران مختلف شده است. منطقه حریم به عنوان ناحیه ای که بیرون از اثر یا میراث طبیعی/باستانی قرار دارد و می تواند تهدیدات عمده بیرونی را کاهش داده و از یکپارچگی اثر حفاظت کند تعریف می شود .(Shafer 1999; Zhang et al., 2022) منطقه حریم همه مناطق همجوار و غیرمرتبط خارج از عرصه میراث است که توسط عناصر بصری، فرهنگی، اکولوژیکی و سایر عناصر شناسایی شده‌اند که تهدیدهای خارج از میراث را برای محافظت از یکپارچگی میراث جهانی و ارزش‌های مختلف کاهش می‌دهند .(UNESCO 2021) با این حال، منطقه حریم نه تنها یک منطقه مکانی جغرافیایی بلکه یک روش، استراتژی و وسیله ای برای مدیریت میراث است. به عنوان یک ابزار مدیریت ضروری در تقویت کنترل و حفاظت از انتقال بین میراث جهانی و قلمرو اطراف، مناطق حریمی می توانند محدودیت هایی را برای محافظت از چشم انداز، محیط زیست، کاربری زمین و سایر جنبه ها تعیین کنند. با این حال، می توانند به طور فعال توسعه ای را تشویق کنند که به نفع جامعه سایت است، استفاده پایدار از منابع پیرامون میراث و حفظ منافع اساسی ساکنان محلی (WHC 2009) یکی از دشواری‌های مناطق حریم، چگونگی ایجاد تعادل بین حفاظت و توسعه، جستجوی بهترین ترکیب حفاظت از آب و ساخت مناطق اطراف، دستیابی به اهداف اتصال اکولوژیکی، یکپارچگی بصری و تداوم فرهنگی و تمرکز بر حفظ منافع عمومی است. و استفاده از منابع پایدار. بیشتر آنها مطالعاتی در مورد میراث فرهنگی هستند و کمتر بر میراث طبیعی تمرکز دارند.



شکل ۱: سیستم منطقه بندی ذخیره گاه زیست کره (یونسکو۱۹۹۵)

مفهوم منطقه حریم اولین بار در دهه ۱۹۳۰ مطرح شد، اما در دهه ۱۹۷۰ زمانی که به بخشی جدایی ناپذیر از رویکرد مدیریت در برنامه انسان و زیست کره یونسکو تبدیل شد (یونسکو، ۱۹۷۴؛ ۱۹۹۵) به عنوان یک ابزار حفاظتی مطرح شد. در واقع، یونسکو مفهوم ذخیره‌گاه زیست‌کره را با سلسله‌مراتب دو سطحی برای حفاظت از مناطق حفاظت‌شده معرفی کرد: «منطقه حریم» که در آن استفاده از زمین به فعالیت‌هایی محدود می‌شود

که با آن سازگار است و یک «منطقه انتقالی» که در آن فعالیت های اقتصادی مناسب با مدیریت منابع پایدار بلامانع بوده و روش هایی را می توان توسعه داد که امروزه اغلب به آنها "مناطق استفاده پایدار" یا "مناطق همکاری" می گویند(Bennett & Mulongoy 2006). منطقه حریم را برخی محققین به این صورت نیز تعریف کرده اند"محدوده یا حصاری از زمین که بتواند تأثیرات نامناسب فعالیت‌های اطراف را فیلتر کند»(Reid and Miller 1989).

مناطق کارستی، مناطقی از جهان هستند که از سنگهای انحلالپذیری همچون کربناتها و تبخیری ها تشکیل شده و در اثر فعل و انفعالات سیالی مانند آب، پدیده انحلال در آن توسعه یافته و علاوه بر ایجاد ساختارهای ژئومورفولوژی سطحی ناشی از انحلال، فضاهای انحجلالی درونی مانند غارها و کانالها و مجاری انحلالی توسعه یافته ای نیز در توده کارستی (عمدتاً سنگهای آهکی) تشکیل شده است. این فضاهای انحلالی می توانند با ذخیره کردن آب تشکیل انواعی از آبخوانهای آبرفتی را بدهند و. یا خشک بوده و غارها و معهابر زیرزمینی را بسازند. علاوه بر این زمانی که سیالات نفتی در این معابر و فضاهای متخلخل انحلالی تجمع یابند کارست می تواند منبع خوبی بری ذخایر نفتی و ایجاد تله های نفتگیر باشد. مناظر داخلی کارست از متنوع ترین محیط های هیدروژئولوژیکی زمین هستند که در تعاملی چند سویه با اتمسفر، هیدروسفر و بیوسفر، و همچنین تاریخ و فعالیتهای انسانی دارند (طاهری و رئیسی ۱۳۸۹). .

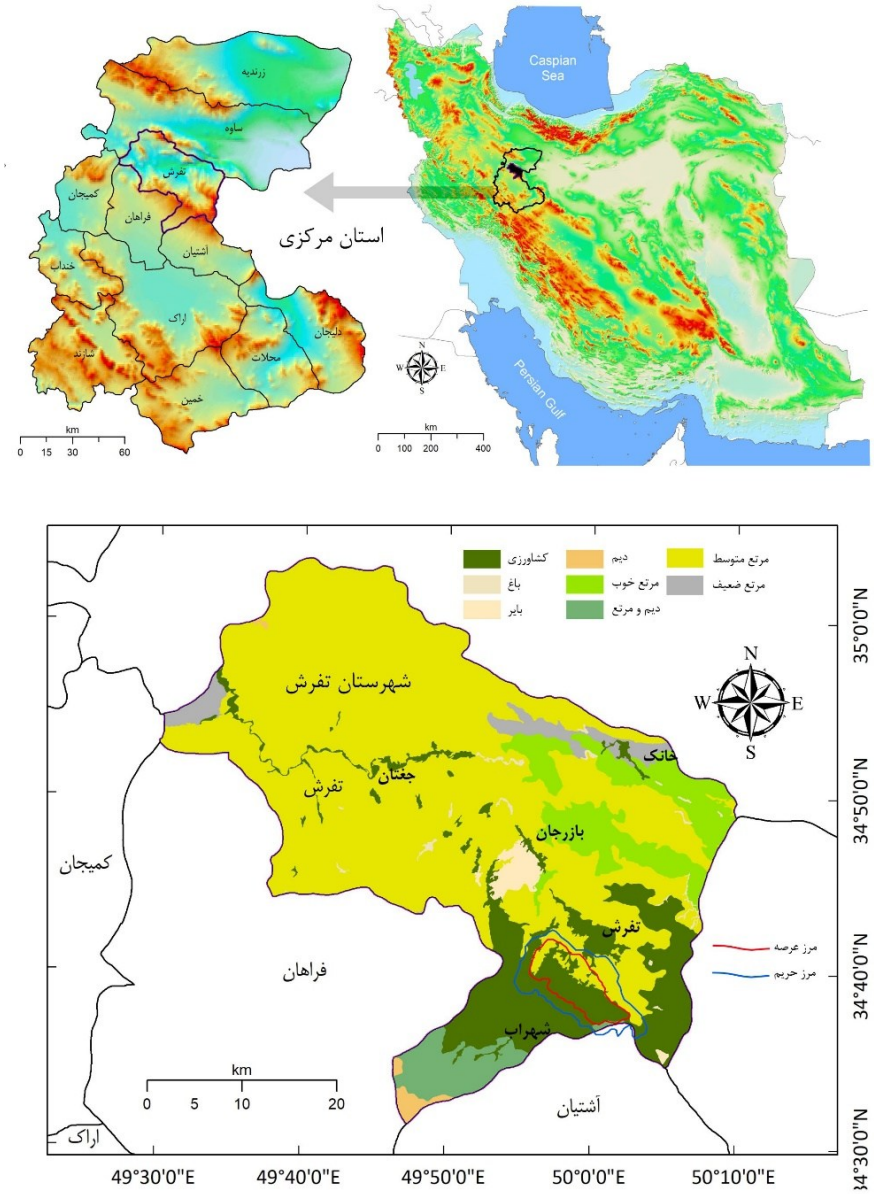
انواع منابع طبیعی با ارزش مانند آب (Goldscheider et al., 2020)، مصالح ساختمانی، انرژی هیدروکربنی، تنوع زیستی و زیبایی شناسی گردشگری در این محیطها به وفور یافت می شوند. ارزش های فرهنگی و زیبایی زمین شناسی یا ژئومورفولوژی و طبیعی، مناطق کارستی را به یکی از چشمگیرترین مناظر تگردشگری و باستانی جهان تبدیل کرده است. در حال حاضر ۳۰ سایت میراث جهانی کارستی در فهرست میراث جهانی یونسکو ثبت شده است که با ارزشهای طبیعی و فرهنگی خود، موجبات توسعه گردشگری و رونق اقتصاد محلی را فراهم ساخته اند. غارهای کارستی یکی از جذابترین و در عین حال مهیج ترین بخشهای ژئومورفولوژی-زمین شناسی و هیدروژئولوژیکی نواحی کارستی است که علاوه بر اهمیت گردشگری و جاذبه های تاریخی-فرهنگی می تواند به عنوان آرشیوی از داده های دیرینه اقلیمی، باستان شناسی، زمین شناسی و تغییرات محیطی برای اکتشاف بسیاری از ناشناخته ها مورد بررسی قرار گیرند.

در این نوشتار غارهای کوهستان کوهین شهر تفرش برای تعیین عرصه و حریم حفاظتی با رویکردی کارست محور مورد بررسی قرار گرفته است. برای تعیین عرصه و حریم با استفاده از مفاهیم کارست، پیمایش صحرایی و قلمرو عوامل تاثیرگذار در محیط GIS عرصه و حریم تعیین و بر اساس ماهیت شکنندگی کارست و اهمیت زمین شناسی-باستان شناسی و اکولوژیکی این غارها ضوابط عرصه و حریم برای تسهیل در مبانی قانونی حفاظت از این میراث کارستی پیشنهاد شده اند.

منطقه مورد بررسی

شهرستان تفرش از توابع استان مرکزی در فاصله ۱۰۰ کیلومتری مرکز استان (شهر اراک) واقع است. تفرش دشتی میانکوهی است که ارتفاع متوسط آن از آبهای آزاد ۱۹۰۰ متر بوده و بلندترین کوههای اطراف شهر به طور تقریبی ۲۵۰۰ متر ارتفاع دارند. این شرایط ژئومورفولوژی باعث امنیت نسبی منطقه شده به گونه ای که قرارگیری در کنار شاهراه شمال به جنوب که از حاشیه کویر می‌گذرد باعث شده تا در دوران مختلف تاریخی تفرش مورد توجه باشد. در دوره ساسانی این ناحیه جزئی از ایالت جبال بوده و راههایی که جنوب و جنوبغرب و غرب ایران را به نواحی شمالی و شمالشرق متصل می کرد، از این منطقه عبور می کرد. گواه این تاثیر زمین ریختی قلعه ها متعددی است برای حفاظت از راههایی که از این ناحیه رد می شد (نورالهی). به دلیل شرایط جغرافیایی شهرستان تفرش و فرونشینی توده های هوایی، این شهر جزو مناطق خشک بوده و تحت جریانهای پرفشار جنب حاره ای قرار دارد. این شهرستان دارای آب و هوای خشک، تابستانهای گرم و زمستانهای معتدل با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلیمتر درسال است. بارش این منطقه نسبت به مناطق کوهستانی کم بوده و به همین دلیل منابع آبی شهرستان تفرش از جمله قناتها و چاهها تقریباً سطحی و در دامنه کوهها و حاشیه رودخانه ها قرار دارند. طولانی ترین رودخانه تفرش رودخانه کبوران است که بعد از طی مسیری به طول ۴۵ کیلومتر به رودخانه قره چای (وفرقان) می ریزد. این رودخانه از کوههای بلند اطراف تفرش سرچشمه گرفته و در مسیر خود اراضی حاشیه رودخانه تفرش را سیراب می کند. در طول مسیرگسلهای متعددی این رودخانه را قطع می کنند که در تغذیه و گردش آب در سیستم درزه ها و شکافها بسیار موثراست. در حوضه آبریز تفرش، بارشهای جوی در زمین نفوذ کرده و از چشمه های منطقه تخلیه می گردد، این آبها بعد از بهم پیوستن به سوی غرب و به سمت روستای بازرجان جاری می شود. چشمه ها و قناتها مهمترین منابع آبهای زیرزمینی منطقه هستند که عمدتاً از سیستم درز و شکاف کوههای اطراف تغذیه می گردند. در شکل ۱ موقعیت شهرستان تفرش در ایران و استان مرکزی نشان داده شده است.

علاوه بر این پارامترهای اقلیمی نیز در شکل ۱ ارایه شده است. در این نوشتار غارهای تفرش برای تعیین عرصه و حریم بر اساس شرایط زمین شناسی–ساختاری مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. این غارها شامل غارهای الیخورنده (یا علی خورنده)، گاوخور و نوویی است. این غارها در نزدیکی روستایی به نام کوهین قرار گرفته اند. غار علی خورنده و گاوخور کم عمق و نزدیک به سطح زمین هستند. .فاصله بین دهانه غارعلیخورنده تا سطح زمین حدود ۴۶ متر است. غار نویویی نیز در نزدیکی دو غار علیخورنده و گاو خور بزرگ قراردارد و برای بازدید باید به فنون غارنوردی تسلط داشت. برای ورود به غار نیاز به یک فرود ده متری است. نقشه برداری از این غارها در مهر ماه سال ۱۴۰۲ توسط تیم نقشه برداری باشگاه اوج اراک با دعوت علی هژبری) عضو پژوهشکده میراث فرهنگی ایران تیم انجام گردید. در این گزارش به تناسب از تصاویر و نقشه های این گروه با اجازه از سرپرست گروه غارنوردی اوج استفاده شده است.



شکل۲: نقشه محدوده مورد بررسی در ایران(الف) در استان مرکزی (ب) و نقشه کاربری اراضی شهرستان تفرش و محدوده مورد مطالعه (ج)

زمین شناسی

از نظر زمینشناسی این منطقه در غرب کمربند آتشفشانی ارومیه– دختر قرار گرفته است و به تبع این زون واحدهای سنگی آن بیشتر از سنگهای آتشفشانی دوران سوم تشکیل شده است. این منطقه واحدی ولکانیکی–رسوبی و پلوتونیکی است که با شکستگی های متعدد در آن توده های آتشفشانی متعددی دیده می شود. روند این شکستگی ها مشابه زون ایران مرکزی است. فعالیت آتشفشانی یادشده بیشتر انفجاری بوده و در اثر این فعالیت واحدهای آذرآواری ضخیمی از نوع ایگنیمبریت، توفهای سنگی، توفهای بلوری و توفهای شیشه ای به مراه سنگهای آتشفشانی تراکی آندزیت، ریولیت، بازالت، تراکی بازالت در منطقه تفرش جایگزین شده اند. سنگهای آذرین درونی منطقه شامل دیوریت، کوارتز دیوریت، تونالیت و گرانودیوریت است(نصیری بزنجانی و همکاران ۱۳۸۳، محبعلی ۱۳۹۲). دایکهای متعددی در منطقه دیده می شود که ناشی از فعالیت کششی بعد از کوهزایی لارامید است(محبعلی ۱۳۹۲).

از نظر چینه شناسی نهشته های قبل از تریاس میانی در تفرش رخنمون ندارد. ماسه سنگهای ژوراسیک که نشانه یک محیط کم ژرفا است از دیگر وا حدهای چینه شناسی منطقه بوده و علاوه بر آن برونزدگی سنگهای کرتاسه با سنگهای آهکی و ماسه سنگ آهکی نیز در منطقه رخنمون دارند. در سنوزوییک می توان از لایه های ائوسن (سنگهای رسوبی، آذرآواری و جریان گدازه)، الیگومیوسن آهک، آهک ماسه ای، مارن ماسه ای و مارن و نهشته های کولابی– قاره ای میوسن نام برد.

از نظر زمین جنبایی منطقه تفرش تحت تاثیر فازهای کوهزایی متعددی قرار گرفته است. این فعالیتها موجب شده تا آثار ناشی از کوهزایی بعد از تریاس در این منطقه قابل ردیابی باشد. گسلهای ناشی از فعالیتهای زمین ساختی در منطقه عموماً هم روند با گسلهای اصلی زاگرس یعنی شمال غربی–جنوب شرقی بوده که بیشتر ناشی از فعالیتهای تکتونیکی بعد از تریاس است. گسل رانده تفرش و گسل تلخاب نمونه ای از این گسلها هستند که در تکوین ساختار ژئومورفولوژی محلی نیز نقش مهمی داشته اند. راندگی بزرگ تفرش به طول ۸۰ کیلومتر با شیب به سمت جنوب از منطقه جنوب شرقی تفرش شروع و تا نزدیکی آزادراه ساوه–همدان ادامه می یابد.

چینه شناسی

باتوجه به اهمیت جنس و ساختار سازندهای زمین شناسی در تکوین غارهای منطقه تفرش در این نوشتار با مروری بر اصلی ترین سازندهای منطقه به بیان جایگاه چینه نگاری آنها پرداخته می شود. همچنانکه که گفته شد در محدوده مورد بررسی سازندهای با سن تریاس قدیمی ترین واحدهای سنگی منطقه را تشکیل می دهند. به هم ریختگی تکتونیکی و گسل خوردگی به همراه فعالیتهای کوهزایی و ماگماتیسم کواترنری باعث شده است تا در محدوده ای با وسعت کم انواعی از سازندهای زمین شناسی رخنمون یافته باشند.

سازند نایبند قدیمی ترین واحد چینه ای ناحیه مورد بررسی سازند نایبند است. این سازند با سن تریاس بالایی جزو مهمترین سازندهای بخش شرقی ایران مرکزی است. این سازند عمدتاً از شیلهای دگرسان شده، ماسه سنگ و رسوبات آهکی با ضخامت کلی ۲۲۲۰ متر تشکیل شده و مقطع تیپ آن در پهلوی چپ کوه نایبند در ۲۰ کیلومتری شمال غرب نایبند و در ۲۲۰ کیلومتری جنوب شهر طبس معرفی شده است (Cirilli et al., 200) این سازند به شکل ناپیوستگی بر روی سازند آهکی شتری با سن تریاس میانی قرار گرفته ودر زیر سازند شمشک قرار می گیرد. مطالعات زمین شناسی مختلفی بر روی این سازند انجام شده است که منجر به تقسیم این سازند به بخشهای مختلفی همچون بخش گلکان (شامل ماسه سنگ ریزدانه و شیلهای مدادی به رنگ سبز تا خاکستری تیره همراه با لایه های ماسه سنگی در بخش بالایی)، بخش بیدستان (با رخساره های شیل و ماسه سنگ با میانلایه های آهکی و مارنی دارای فسیل هتراستریدیوم) و بخش حوض شیخ (شامل سنگهای آهکی، شیل و ماسه سنگ) تقسیم شده است(علوی نایینی۱۳۸۸). لایه های آهکی بخش بیدستان بین بخش گلکان و حوض شیخ قرار گرفته و در نواحی وسیعی از شرق ایران رخنمون دارد. ضخامت آن در مقطع تیپ بخش، ۴۵۰ متر است که تا ۸۲ متر در بخشهای شمال مقطع تیپ ضخامت آن کاهش می یابد. بخش بیدستان را به سن نورین میانی دوره تریاس نسبت می دهند.

سازند نایبند در نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ تفرش و فرمهین با علامت اختصاری Trn نمایش داده شده است. این سازند به عنوان بخشی از نهشته های زغالدار تریاس بالایی ایران ناشی از رسوبات حوضه های کم عمقی است که متحمل فرونشینی زیاد شده اند. سنگ آهکهای اوولیتی خاکستری رنگ با تناوبی از شیلهای تیره بخش دیگری از سازند نایبند است که با علامت اختصاری Trn1در نقشه زمین شناسی تفرش معرفی شده است. سنگهای آهکی با قطعات فسیل که با نماد Tr1در نقشه فرمهین معرفی شده اند نیز بخش آهکی سازند نایبند را نشان می دهد. این بخش به واسطه آهکی بودن و ارتفاعات منطقه مستعد کارست شدگی است.

سازند شمشک سازند شمشک که در نقشه با علامتهای اختصاری Jssh و Js, Jss معرفی شده با داشتن زغالسنگ، سنگواره های جانوری و گیاهی فراوان به خوبی قابل شناسایی است. در محل برش الگو این سازند به چهار ناحیه سنگی تقسیم شده که از بالا به پایین شامل سری زغالدار بالایی، ماسه سنگ بالایی، سری زغالدار پایینی و ماسه سنگ پایینی است. باتوجه به ماهیت ماسه سنگی این سازند گزارش چندانی از توسعه انحلال در این سازند در دسترس نیست و از نظر تئوری احتمال کارست شدگی آن بسیار پایین است. این سازند در منطقه تفرش عمدتاً در بخش جنوبی و در مجاورت سازند نایبند برونزد دارد. این سازند می تواند به عنوان منشایی برای آبهای آلوژنیک به سیستم کربناته سازند نایبند عمل کند.

سازندهای کرتاسه سازندهای کرتاسه در منطقه مورد بررسی با واحدهای مختلف K در روی نقشه تفرش و فرمهین نشان داده شده اند. در کرتاسه پایینی واحد کنگلومرایی، ماسه سنگی، ماسه سنگ دولومیتی، ذولومیت و آهک دولومیتی در لایه های قاعده ای برونزد دارند. در این بخش واحد سنگ آهک اوربیتولین و اگزوژیرا دار از دیگر واحدهای کرتاسه پایینی هستند که امکان توسعه کارست را دارند. شیل ماسه ای–آهکی با میانلایه های آهکی و مارنی فسیلدار با فسیلهای اینوسراموس، آمونیت و اکینوید به سن کرتاسه پایانی تعلق دارد. این واحد در نقشه فرمهین با علامت K12 معرفی شده است از میانلایه های آهکی قابلیت توسعه انحلالی دارند اما مارنهای این بخش و شیلهای ماسه ای از عوامل محدود کننده توسعه کارست هستند. واحد مارنی گلوبوترانکانا دار خاکستری روشن که در بخشهای پایینی دارای اکینوید و اینوموسراموس است از دیگر واحدهای کرتاسه بالایی در منطقه است.

سازندهای ائوسن رسوبات ائوسن به شکل ناهمسازی بر روی سنگهای قدیمی تر به ویژه سنگهای کرتاسه قرار گرفته و از سنگهای رسوبی، آذرآورای و جریانهای گدازه ای تشکیل شده است. این واحدها با علامت کلی E روی نقشه های سازمان زمین شناسی و با اندیسهای مختلف برای توصیف هر واحد نشان داده شده اند. این رسوبات در منطقه تفرش ضخامتی بیش از ۳۰۰۰ متر دارند. ولکانیسم اسیدی به شکل ایگنمبریت، توف و ماگمای بازیک به صورت شیشه–آواری و یا دایک تشکیل شده است. واحدهای آهکی، توف و رسوبات سبز رنگ از دیگر نهشته ائوسن منطقه هستند.

سازندهای اولیگوسن–میوسن شامل سازند قرمز پایینی است که در بخشهای پایینی از کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل و عدسی ها و لایه های گچ به رنگ قهوه ای مایل به قرمز تیره تشکیل شده است. بخشه، رسی و مارنی گچدار است.بخشهای بالایی شامل شیلهای سیلتی، رسی و مارنی گچدار به همراه میانلایه هایی از ماسه سنگ قرمز تیره و سبز روشن است. سازند قم با سن اولیگومیوسن با ضخامتی در حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر از سنگ آهک، آهک ماسه ای، ماسه سنگ، مارن و کنگلومرا تشکیل شده است.

سازند قرمز بالایی این سازند از دو رخساره متفاوت شامل رسوبات تخریبی مانند کنگلومرای درشت دانه و رسوبات کولابی و یا آواری شامل رسوبات رسی، مارنی، تبخیری همراه با ماسه سنگ تشکیل شده است.

واحدهای پلیو–پلئیستوسن این واحدها شامل گنبدها، دایکها و گدازه های داسیتی–ریوداسیتی است که به رنگ خاکستری روشن و یا صورتی رنگ نمایان بوده و رسوبات آواری متمایل به قرمز رنگ سازند قرمز پایین، سنگهای آهکی ئ ماسه سنگی سازند قم و سنگهای آتشفشانی میوسن پایین–میانی را بریده ایت. سن این واحد به احتمال میوسن بالایی–پلیوسن است.

سازندهای کواترنری رسوبات تراورتنی به همراه سنگهای تراورتن به رنگ خاکستری روشن به ضخامت ۵ تا ۱۰ متر از مهمترین واحدهای کواترنری با قابلیت کارستی در منطقه هستند. معدن تراورتن تفرش نمونه بارزی از این برونزد است. نهشته های آبرفتی قدیمی، نهشته های رودخانه ای، پادگانه های آبرفتی، پهنه های رسی، سیلتی و ماسه ای، مواد سنگی سخت نشده ریگ، ماسه و قلوه سنگ بستر رودخانه های کنونی از اصلی ترین رخساره های کواترنری در محدوده مورد بررسی هستند.

زمین شناسی ساختاری

ساختارهای اصلی منطقه را می توان به گسلها (بزرگ و کوچک) و چینها (تاقدیسها و ناودیسها) تقسیم کرد. انواعی از گسلها اعم از گسلهای عادی (نرمال)، گسلهای معکوس و راندگی ها و چین های با راستای عمومی کمربند ارومیه–دختر (روند اصلی راگرس یعنی شمالغرب–جنوبشرق) در منطقه قابل بررسی هستند. گسله معکوس ایندس به عنوان مرز شمال و شمالشرقی منطقه تفرش با طول ۱۰۰ کیلومتر و راستای شمالغرب–جنوبشرق با شیب به سمت جنوب غرب از چند پاره گسل گسله موازی با هم تشکیل شده است. این گسل دارای توان لرزه خیزی بوده و در واحدهای آتشفشانی ائوسن و میوسن قرار دارد(). گسله راندگی عزالدین با طول ۱۵ کیلومتر و شیبی حدود ۳۰ درجه به سمت شمال شرق باعث رانده شدن سنگهای آتشفشانی ائوسن بر روی سازندهای قرمز زیرین، قم و قرمز بالایی شده است. گسله تفرش گسل رانده ای است که دارای راستای شمالغرب–جنوبشرق و طول ۵۵ کیلومتر از غرب–جنوبغرب شهرستان تفرش می گدرد. در جنوب شرق روستای زاغر خط گسله تفرش را می توان در سنگهای آهکی–ماسه ای کرتاسه و سازند نایبند مشاهده کرد.

گسل راندگی چاقر با طول ۱۵ کیلومتر و راستای شمالغرب–جنوبشرق دارای شیبی حدود ۲۵ تا ۲۰ درجه به طرف شمالشرقی است. این گسله باعث راندگی بخشهایی از سنگهای آهک، آهک ماسه ای، توف و مارن به سن ائوسن بر روی نهشته های مارن و سنگ آهک ائوسن و سنگ آهک و مارن الیگومیوسن شده است. این گسل بین گسل تفرش در شمالشرق و گسل تلخاب در جنوبغرب قرار دارد. گسله تلخاب با طول ۱۱۴ کیلومتر در بخش جنوبغربی منطقه و با روند شمالغرب–جنوبشرق و شیبی حدود ۲۰–۳۵ درجه به سوی شمال شرق باعث راندگی سنگهای آتشفشانی ائوسن و سازند قم بر روی سنگهای الیگومیوسن کرج و سازندهای شمشک و پادگانه های قدیمی شده است.

گسله عزالدین–راهجرد از روستای عزالدین آغاز و از زوستاهای دادغان، مشهد ، بازرگان، آمره و موچان و شهر تفرش می گذرد و تا نزدیکی راهجرد ادامه می یابد. این گسله توسط داودی ۱۳۹۹معرفی شده است. این گسله باعث جابجایی واحدهای کرتاسه تا واحدهای جوانتر از ائوسن شده است. گسلهای تفرش و چاقر با برخورد به این گسل محدود شده و به سمت جنوب شرق ادامه ندارند.

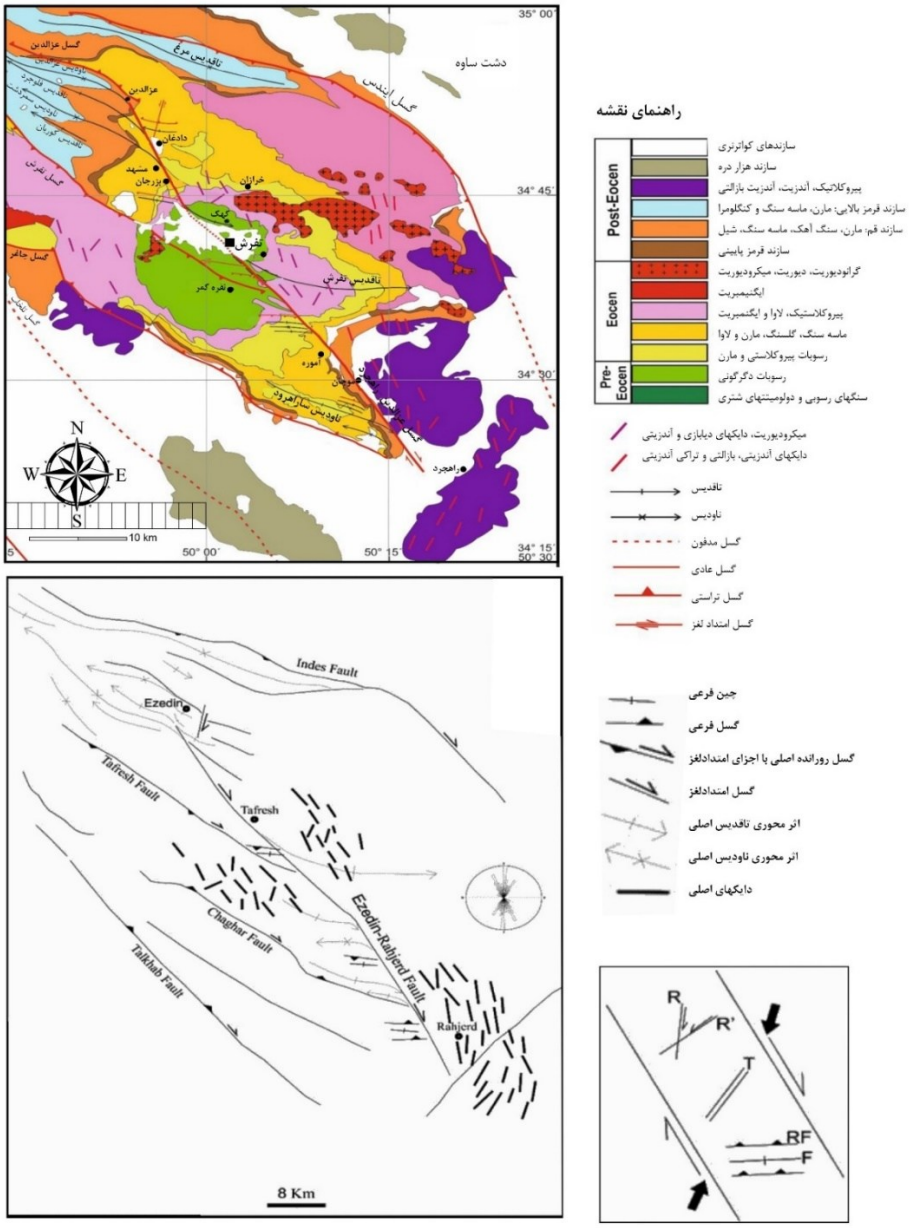
چین خوردگی های متعددی در منطقه دیده می شود. این چین خوردگی ها را می توان بر مبنای قرارگیری نسبت به گسلهای اصلی منطقه تفسیر کرد. برای مثال تاقدیسهای زورجین، فلوجرد و کوریان و ناودیسهای عزالدین، سمر دشت و جفتان در غرب پایانه شمالی گسل عزالدین–راهجرد واقع شده اند و رووند آنها تقریباً شمالغرب–جنوبشرق است. تاقدیسهای تفرش و دادغان و ناودیس جنوب کهک در شرق گسل عزالدین–راهجرد واقعند. علاوه بر این تاقدیسهای سرهرود و کوه سه دره و ناودیسهای سرهرود و کوه سه دره در غرب چایانه جنوبی گسل عزالدین –راهجرد واقع شده اند. روند این چین خوردگی ها تقریباً شمالغرب–جنوبشرق است. چینهای فرعی، گسلهای فرعی و امتدادلغز و گسلهای معکوس از دیگر ساختاری زمین شناسی منطقه است که از جنبشهای زمین ساختی منطقه شکل گرفته اند.

غارهای کارستی تفرش

غار علی خورنده، گاوخور و نویوی سه غار حاشیه شهر تفرش هستند که در سال ۱۴۰۲ توسط گروه غارنوری اوج اراک نقشه برداری[۲] گردید. غارهای علی خورنده و گاوخور حدود ۴۶ متر از زمین پایین دست کوه بلندتر بوده و برای ورود به آن باید از پلکان یا روشهای فنی کوهنوردی استفاده نمود.

---

[۲] نقشه برداری از این غارها در مهر ماه سال ۱۴۰۲ به همت تیم نقشه برداری باشگاه اوج اراک با دعوت جناب آقای دکتر علی هژبری) دکترای باستان شناسی از دانشگاه تهران و عضو پژوهشکده میراث فرهنگی موزه ملی ایران (از این تیم اجرا گردید . اعضای تیم نقشه برداری عبارت از خانم حبیبه نوروزی سرپرست برنامه و نقشه بردار وطراح ،آقای سعید فتحعلی دستیارنقشه برداری،آقای قاسم عیسی آبادی دستیار نقشه برداری و عکاس تیم بودند.همچنین برای دستیابی



شکل۳ : نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه تفرش، شکل : نقشه ساختاری منطقه به نقل از داودی ۱۳۹۹، آرایش ساختارهای اصلی و فرعی نسبت به گسل عرضی–برشی عزالدین–راهجرد، حرکت امتداد لغز راست بر این گسل را نشان می دهد. رز دیاگرام روند دایکهای نفوذی منطقه نشان داده شده است. R : گسل همسو یا ریدل و R' گسل ناهمسو یا آنتی ریدل است. :Tشکستگی کششی، RF: گسل معکوس و F: چین در یک پهنه برشی راست بر را نشان می دهد. مهمترین ساختار ژئومورفولوژی منطقه که منطبق بر ساختار گسلی است انطباق مسیر رودخانه آب کمر (تفرش) به عنوان رودخانه اصلی منطقه است. این رودخانه از بلندیهای گیان سرچشمه می گیرد و در امتداد گسل از شمال به سمت جنوب جریان دارد و از روستاهای بارزجان، دادغان و عزالدین می گذرد و بعد از گذر از شهر تفرش ئر جلایر با رودخانه قره چای یکی می شود.

به طبقه بالای غار علیخورنده و ورود به غار نویویی نیاز به رولکوبی و کارفنی بود که این کار با حمایت و پشتیبانی تیم فنی عبارت از آقای خسرو حمصی و خانم فرشته طاعتی انجام شد .در برنامه سوم به صورت اختصاصی از فضای غار و تخریب های صورت گرفته در غار توسط آقای حسین موسی رضا عکاسی انجام شد .همچنین در این برنامه آقای محمد رکنی فتوگرامتر نیز حضور داشتند

مسیر دسترسی به غار علیخورنده نیاز به سنگ نوردی حرفه ای دارد. در زمان کاوش باستان شناسی این غار و برای سهولت ورود گروه بررسی زمین شناسی و باستان شناسی در طول مدت پروژه با هماهنگی های لازم داربستی پلکانی در مقابل ورودی نصب گردید که ورود و خروج به راحتی صورت گیرد. این ستیغ ناشی از فرایند گسلش منطقه است که باعث بریدن توده های آهکی و دهانه نسبتاً مرتفع غار (نسبت به خروجی آب قنات/چشمه پایین دست). غار علی خورنده غاری دوطبقه و نیم است که دارای یک تالار بزرگ در طبقه اول است که برای دستیابی به طبقه دوم لازم است با ابزار فنی به طبقه دوم رسید. در انتهایی ترین قسمت طبقه دوم معبر بسیار باریکی وجود دارد که عبور از آن ممکن نیست و سقف آن سرشار از ابرهای غار (شکل) است. در این طبقه اشکال مثلثی شکل () بسیار زیبایی دیده می شود. داستانهای مختلفی توسط اهالی محلی برای تسمیه (سبب نامگذاری) این غارها بیان شده است. علی یا الیخورنده را به داستان فرار مردی به نام علی و افتادن او در چاه درون غار و مفقود شدنش نسبت می دهند. بر همین منوال گاوخور را نیز غاری می دانند که گاو در آن گم شده است! در غار نویویی هم چون ورودی غار به شکل یوغ است به این نام معرفی شده است. یوغ در گذشته بر روی گردن گاو ها برای شخم زدن می گذاشتند (و نو هم به معنای ناودان یامسیر آب است).

بخش های مختلف غار علیخورنده توسط مردم محلی نامگذاری شده اند که بیشتر جنبه شباهت شکلی دارد. از این نامها می توان به حمامک، محراب، مسجد، دودکش، حوض آب تمیز و حوض آب کثیف اشاره کرد. محراب برای اطلاق به بخشی از غار به کار رفته که از دهانه غار در تمام طول روز نور خورشید به آن می تابد. در غار علیخورنده بعد از صعود از بالای محراب و مسجد می توان به طبقه بالا رسید. با عبور از طبقه دوم به صورت دست به سنگ می توان به نیم طبقه بالاتر راه یافت. همچنین طبقه دوم به یک دودکش هوایی متصل است. برای دستیابی به طبقه دوم غار علیخورنده نیز لازم است از سیستم srt استفاده نمود. غار نویویی نیز در نزدیکی دو غار علیخورنده و گاو خور بزرگ قراردارد و باید با روشهای فنی به آن راه یافت. این غار با توجه به صعود فنی از گزند گنج یابان در امان بوده است. برای ورود به غار نیاز به یک فرود ده متری است. غار گاوخور یک تالار بزرگ دارد که ارتفاع سقف آن در قسمت هایی به حدود ۱۴ متر می رسد. در اطراف غار گاور خور دوغار کوچک با نام های گاورخور کوچک غربی و شرقی وجود دارد که از نظر اهمیت بررسی و مطالعه منطقه نقشه برداری از آنها نیز انجام گرفته است. نکته مهم در خصوص غار گاوخور وجود آثار حفاری در بخشهای مختلف این غار دیده می شود.

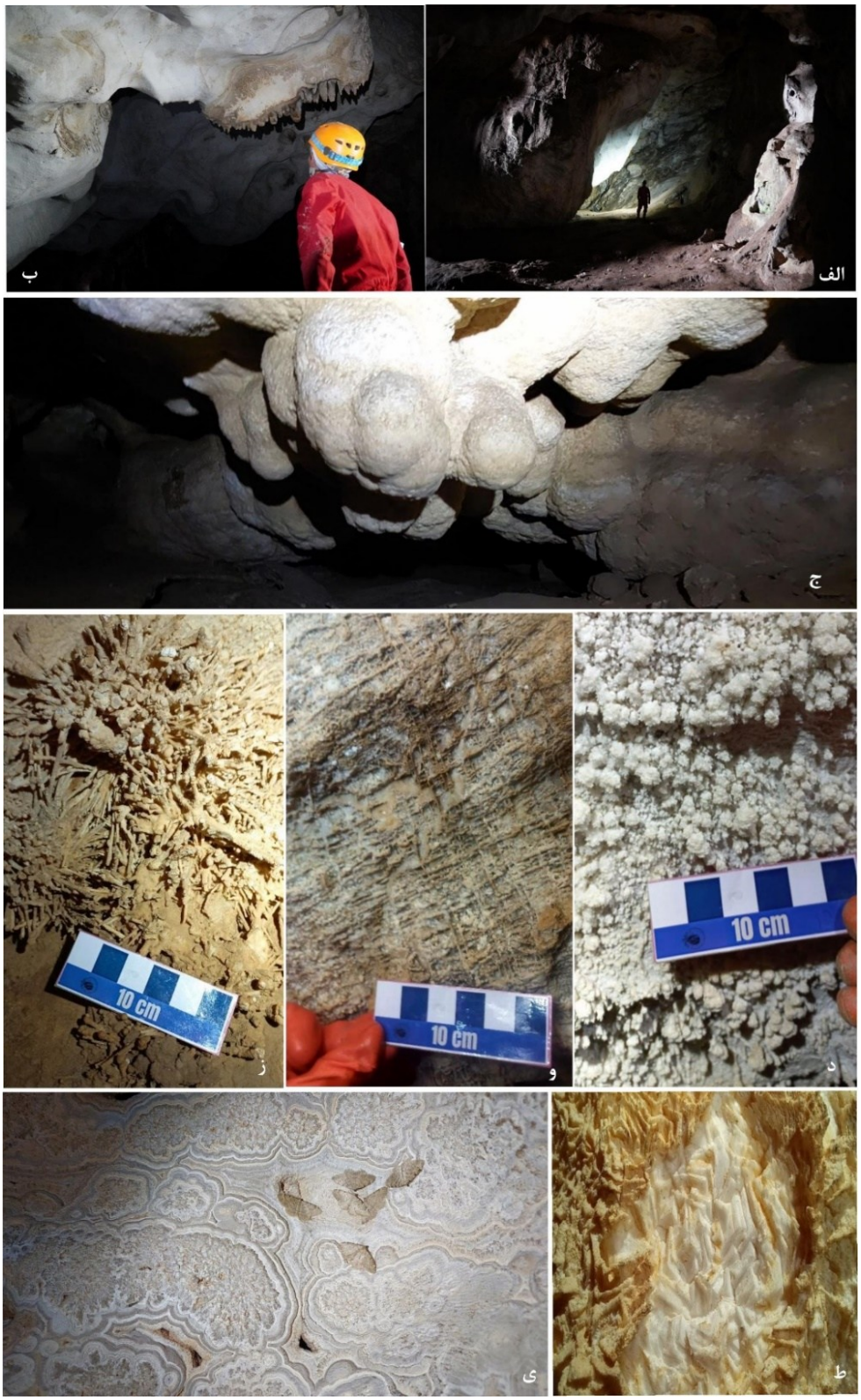
ژنز غارهای تفرش

غارهای تفرش از نوع غارهای کارستی بوده که در اثر فعل و انفعالات شیمیایی بین آبهای جوی و فرورو با سنگهای کربناته تشکیل شده اند. زمان تشکیل این غار نیازمند بررسی های دقیق سن سنجی ایزوتوپی است که به دلیل محدودیتهای مالی تاکنون انجام نشده است. با این حال این امکان وجود دارد که این غار در کواترنری و بعد از فرایندهای کوهزایی و زمین جنبایی و قطعاً بعد از ائوسن تشکیل شده است. باتوجه به زمین شناسی محلی، وجود سنگ آهکهای سازند نایبند به عنوان میزبان آبهای سیال عمل کرده و فرایند گسل خوردگی باعث تشکیل غارهای منطقه تفرش شده است. باتوجه به آنچه که گفته شد اثرات گسلش به ویژه گسل عزالدین-راهجرد و گسل تفرش باعث جابجایی های لیتولوژیکی و تسهیل نفوذ آب در خلل و فرج و شکستگی های سنگهای آهکی شده و باعث گسترش فضاهای غاری درون توده سنگهای سازند نایبند شده است.

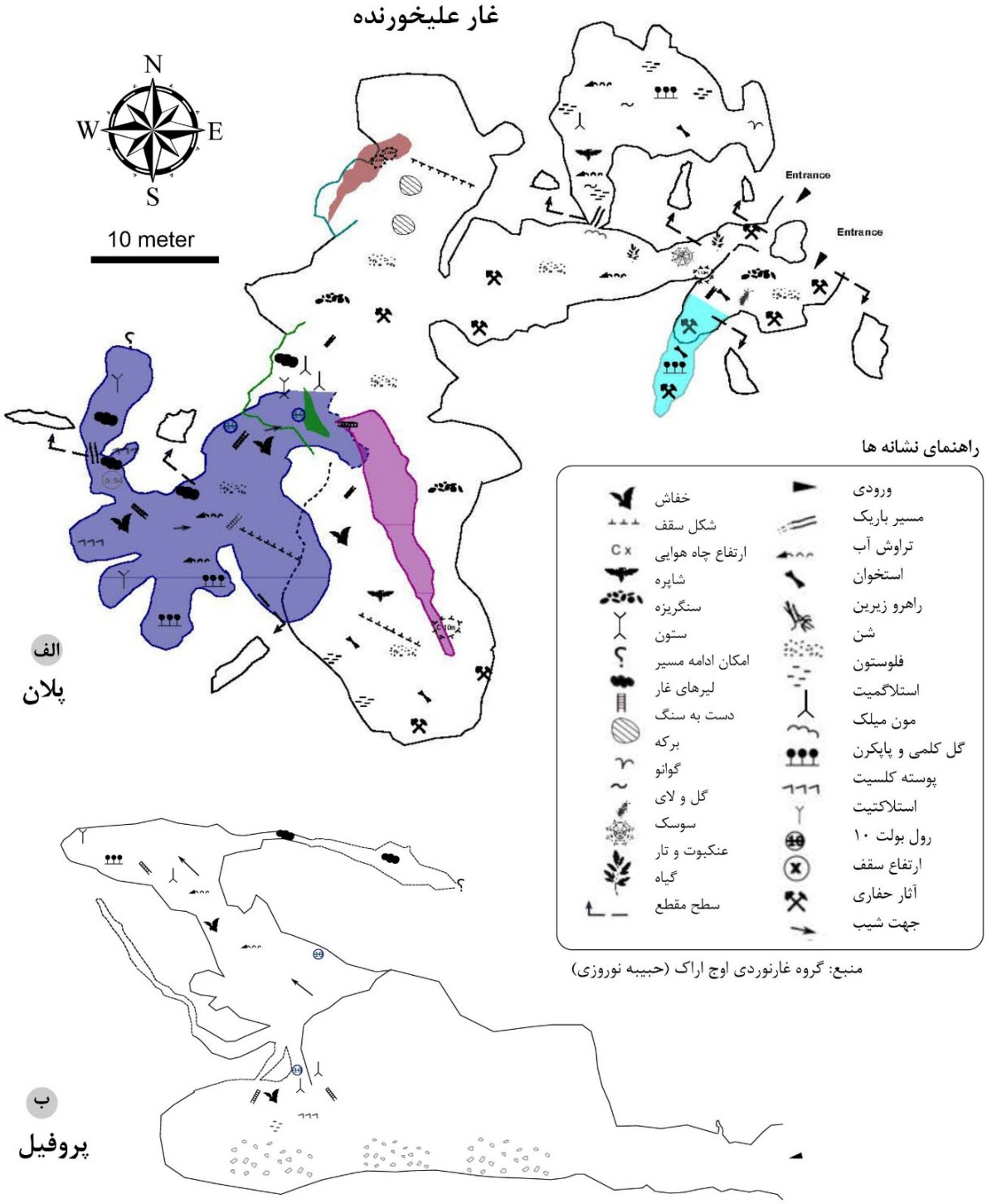
گسل رورانده تفرش باعث راندگی سازند نایبند بر روی سازند شمشک شده است. باتوجه به ماهیت انحلال پذیری سازند نایبند و با توجه به زون شکستگی که در برخی نواحی لبه کوهستان کوهین آثاری از خش گسلی دیده می شود غار علیخورنده به شکل معابری نامشخص و غاری تقریباً ساده با انشعابات کم است(شکل). با این حال دو روند شمالی-جنوبی و شمالشرقی-جنوب غربی در معابر اصلی غار دیده می شود که می تواند اثرات گسلش و شکستگی های ناشی از فشارهای تکتونیکی و بالاآمدگی دایکهای ائوسن بر توده آهکی باشد.

غار گاوخور و نوویی به طور آشکاری از روند گسلی منطقه تبعیت کرده و به شکل غارهای خطی ساده با روند تقریباً شمالی-جنوبی گسترش یافته اند. در انتهای غار گاوخور دالانی زیرزمینی با پهنای نسبتاً کم گسترش یافته که می توان از آن با نام کانیون زیرزمینی یاد کرد. این کانال مشخصاً ناشی از گسلش بوده و در اثر بازشدگی گسلی که بر روی نقشه گسلش منطقه به خوبی مشهود است انحلال و فرایند کارستی شدن توسعه یافته است. باتوجه به ماهیت سنگهای آهکی و دایکهای متعدد و نیز ناخالصی ماسه ای در رخنمونهای آهکی، این واحد سخت و صلب بوده و توسعه کارست عمدتاً در راستای معابر و شکستگی ها رخ داده است.

شکل۴ : الف: ورودی غار گاوخور و وجود ساختار گسلی، ب: دهانه غار گاوخور، ج: کانیون غاری در انتهای غار که مشخصاً ساختار گسلی در تکوین غار را نمایش می دهد، د، نمای چشمه/قنات کوهین از غار علبیخورنده، اشکال انحلالی سقف غار و نهشته های غار گاوخور (و ، ز)

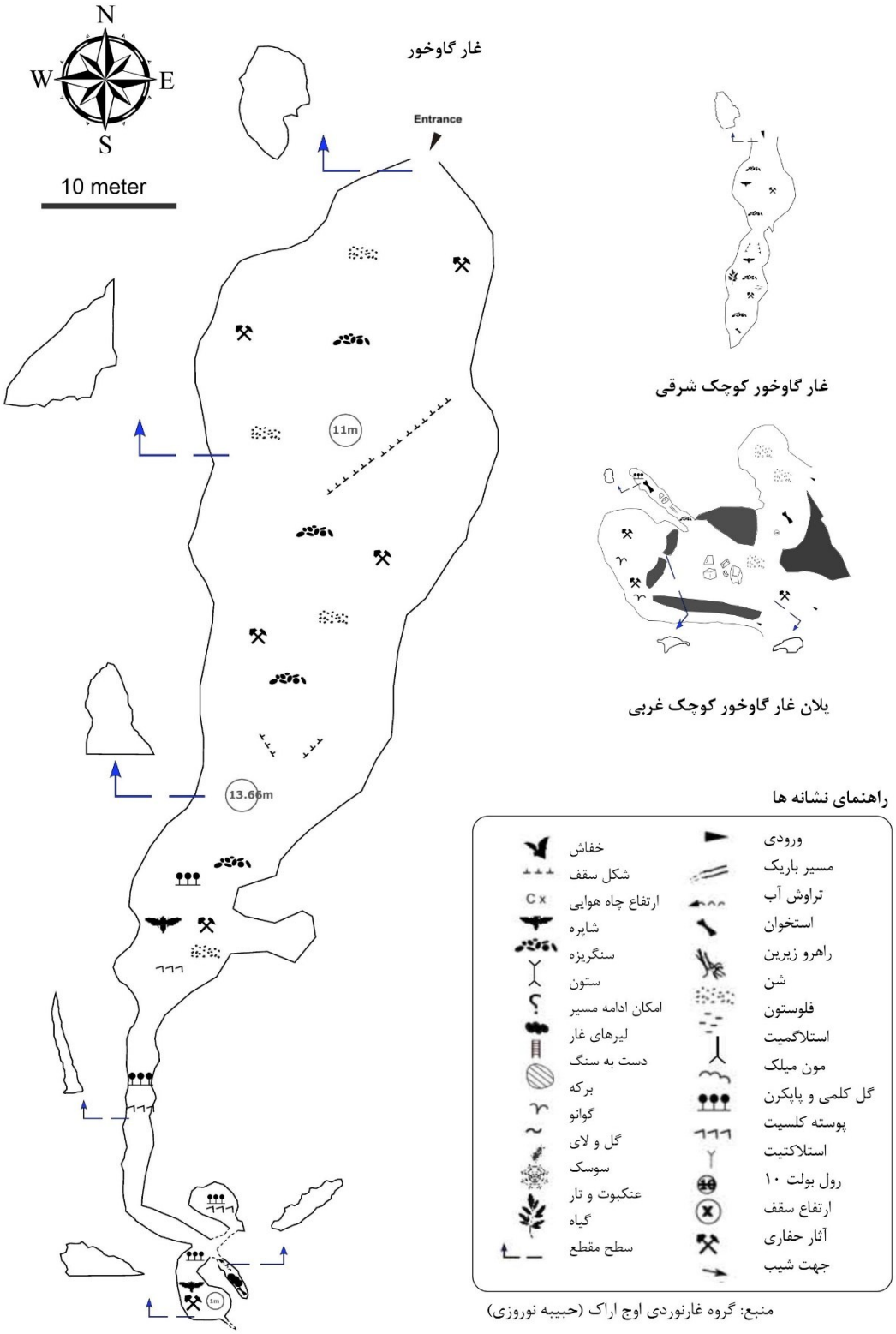


شکل ۵: نمایی از اشکال درون کارست غارهای تفرش: الف: معبر غار ب: استالاگتیتهای کوچک ج: ابرهای غار د: پُفکِ غار و: شمشاد غار، ز: آنتودیت ط: اَشکالِ مثلّثی ی:اشکال گل کلمی، عکسها از حبیبه نوروزی



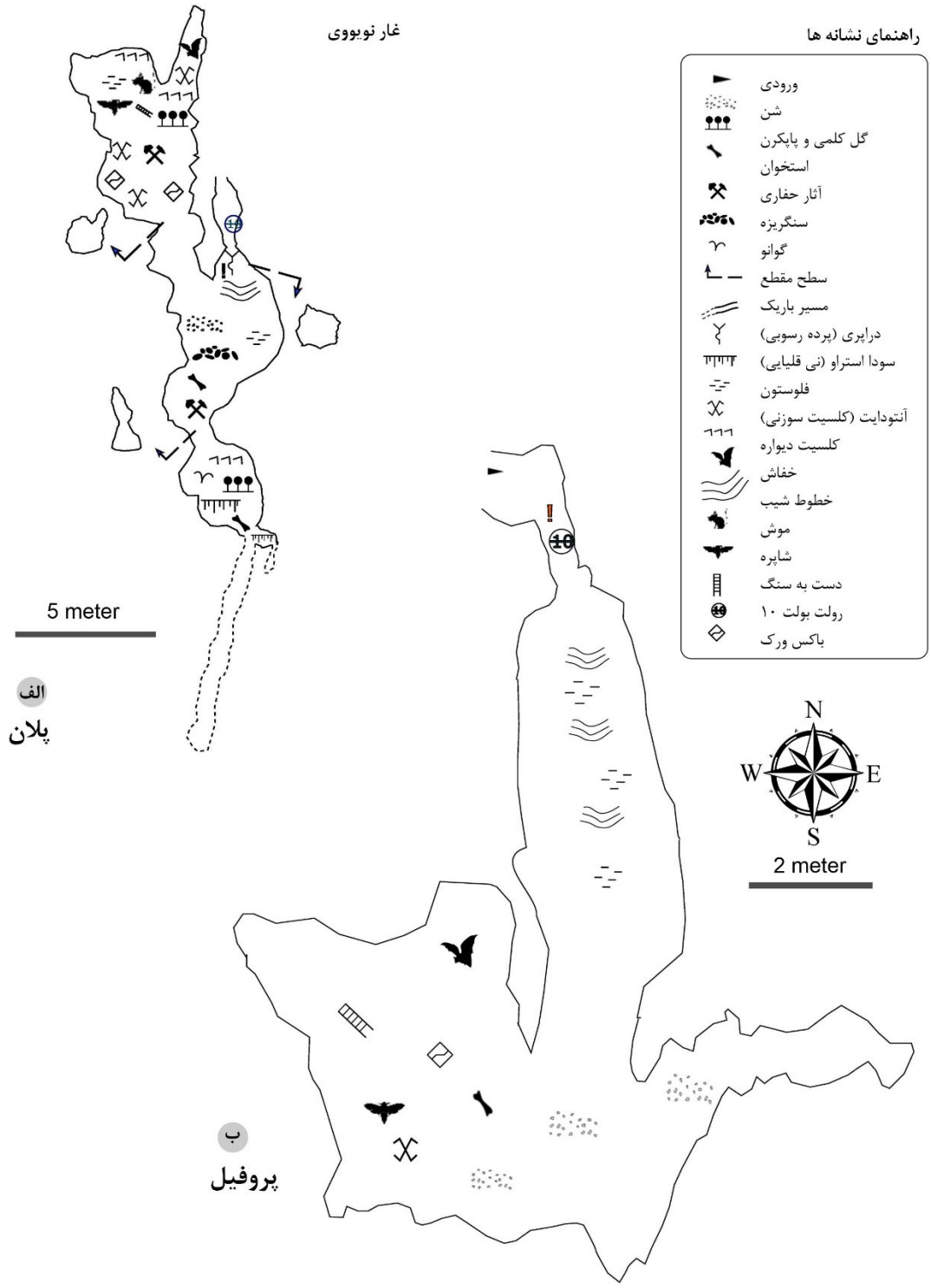
منبع: گروه غارنوردی اوج اراک (حبیبه نوروزی)

شکل ۶: پلان و پروفیل غار علیخورنده (منبع: گروه غارنوردی اوج اراک–حبیبه نوروزی)



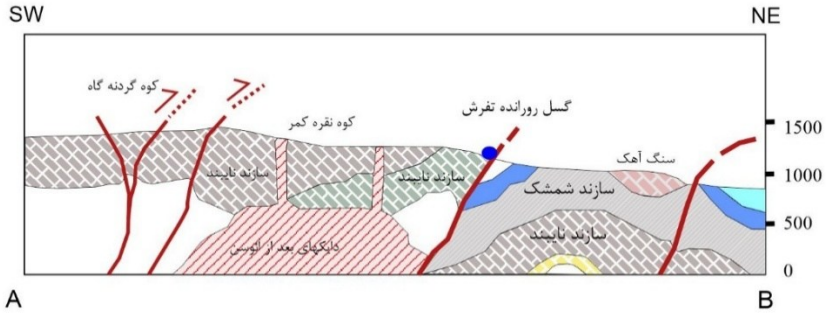
منبع: گروه غارنوردی اوج اراک (حبیبه نوروزی)

شکل ۷ : غار گاور خور اصلی و گاوخور کوچک شرقی



شکل۸ : پلان و پروفیل غار نویووی

در شکل ۹ مقطع زمین شناسی منطقه به نقل از نقشه زمین شناسی فرمهین (سازمان زمین شناسی کشور) ارایه شده است. همچنانکه از این شکل پیدا است فشار ناشی از دایکهای آتشفشانی بعد از ائوسن و فعالیتهای گسلش همزمان باعث دگرگونی خفیف و شکستگی های اصلی در توده های آهکی سازند نایبند شده اند. کوه نقره کمر به عنوان توده میزبان کارست غار عمل کرده و توسعه انحلال در راستای راندگی اصلی و تقریباً محدود به فرایند گسلش–ماگماتیسم بعد از ائوسن اتفاق افتاده است.



شکل۹ : مقطع زمین شناسی کوهستان نقره کمر و کوهین در جنوب شهر تفرش (دایره رنگی محل نسبی قرارگیری غارهای مورد مطالعه را نشان می دهد).

اهمیت اکولوژی غارهای تفرش

غارهای کارستی می توانند زیستگاه طبیعی بسیاری از جانداران از مهره داران و پستانداران بزرگ گرفته تا خزندگان و جوندگان کوچک باشند. یکی از مهمترین فونای غاری خفاش ها هستند که به شدت به اثرات انسانی و دستکاری های محیطی حساس هستند. غار علیخورنده کنام خفاشهای نعل اسبی کوچک است که کوچکترین خفاش نعل اسبی است و شباهت زیادی به خفاش نعل اسبی بزرگ دارد، ولی جثه آن بسیار کوچکتر است. این گونه هنگام زمستان خوابی اغلب تنها است و گاهی خیلی نزدیک به زمین می خوابد و می تواند این روند با رفت و آمد انسان در غار به هم خورده و اختلال در زیست این گونه پدید آید. غار نویویی زیستگاه خفاش های نعل اسبی کوچک است. در غار گاوخور کوچک نیز فضولات خفاش یافت گردید که نشان از اهمیت این غار دارد. مهمترین عوامل تهدید زیستی خفاشهای غارزی شامل مزاحمت غیر طبیعی، از بین رفتن زیستگاههای زیرزمینی، گسترش کشاورزی، چندپاره شدن زیستگاه و استفاده از آفتکش در زمینهای کشاورزی است. هرگونه طرح توسعه ای باید بتواند اهمیت اکولوژی غارهای تفرش را حفظ کند. باید به این نکته توجه کرد کاربری هایی که برای توسعه گردشگری غار تعریف می شود باید بر مبنای ظرفیت اکولوژی غار مورد ارزیابی قرار گیرد.

شکل ۱۰ : نمونه ای از خفاش غاری در غار گاوخور (عکس از قاسم عیسی آبادی)

اهمیت زمین شناسی گردشگری غارهای تفرش

قرارگیری غارهای کارستی تفرش در آهکهای ماسه ای و نزدیکی آن به دایکهای متعدد آتشفشانی و توالی های ضخیم تراورتن به همراه آب و

هوای مطبوع شهر تفرش در یک منطقه گرم و خشک می تواند جذابیتهای فراوانی برای تورهای زمین شناسی گردشگری داشته باشد. همزمانی فعالیتهای آتشفشانی و تکتونیکی، تنوع ساختارهای سنگی، سیمای دشت و کوهستان، وجود قنات و چشمه های کوچک کارستی، معادن تراورتنی و همبودی انسان و طبیعت در دوران پیش از تاریخ در منطقه تا دوران متاخر تاریخی همه و همه نشاندهنده اهمیت زمین گردشگری شهر تفرش و به ویژه غارهای کارستی آن است. تعریف ژئوتریلهای غار–کارست–دایکهای آتشفشانی و معدن تراورتن به همراه وجود موزه های محلی و جاذبه های مردم شناسی می تواند غارهای کارستی تفرش را به یک مقصد جذاب ژئوتوریسم تبدیل کند.

تعیین عرصه و حریم غارهای تفرش

روش شناسی

تعیین عرصه و حریم در مناطق کارستی و غارها به واسطه پیچیدگی های ساختاری و عدم قطعیتهای فراوان بسیار پیچیده است. باتوجه به اینکه در کارست انتظار هر پدیده غیر منتظره ای را می توان داشت() هرگونه تعیین محدوده بدون بررسی های تفصیلی می تواند با خطا همراه باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که مطالعات تفصیلی در کارست زمانبر و هزینه بر است. بنابراین برای حفاظت از میراث کارست باید نخست بر مبنای شرایط در دسترس و واقعیتهای هیدروژئولوژی عرصه پیشنهادی را ترسیم و متعاقباً در صورت نیاز یا وجود عوامل تهدیدگر مانند معدنکاری، تغییر کاربری اراضی و...نسبت به مطالعات تفصیلی اقدام نمود.

در این بررسی برای تعیین عرصه غارهای کارستی تفرش از اصول زیر استفاده شده است:

- حساس بودن سیستم کارستی به لرزه های القایی در محدوده گسلی کارست و غار
- قابلیت انحلال توده سنگی در برگیرنده
- حوضه آبریز سطحی بدون در نظر گرفتن سیستم کارست درونی
- وضعیت شبکه انحلالی کارست درونی
- سیماهای هیدروژئولوژی منطقه و منابع آب کارستی اعم از چشمه و قنات
- ساختار عمومی و ژئومورفولوژی منطقه

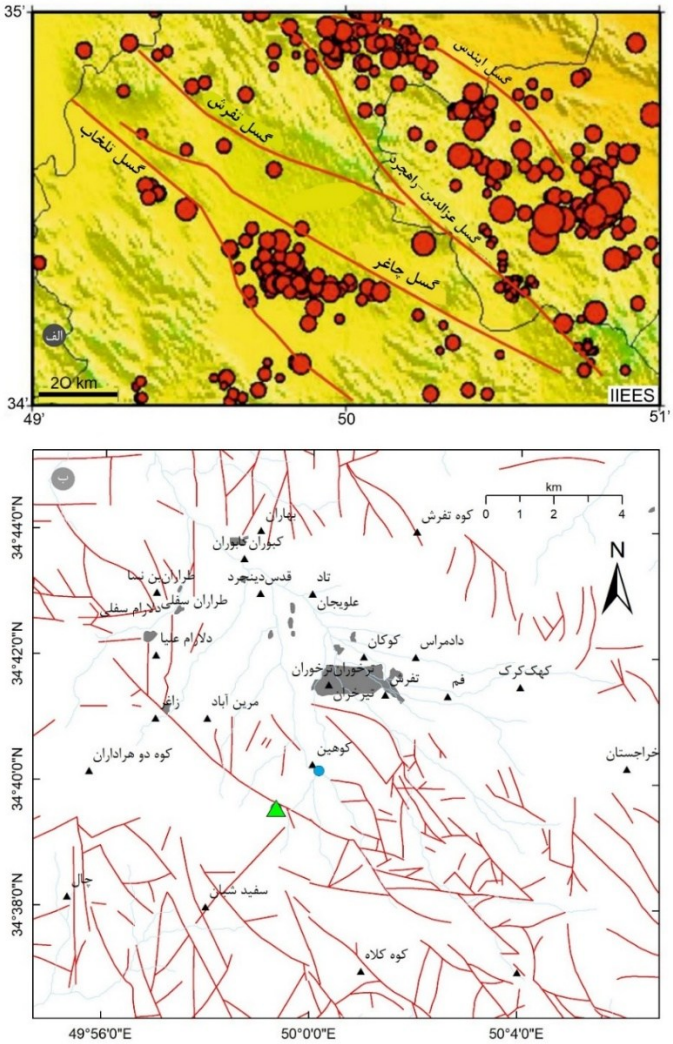
باتوجه به مطالعات لرزه خیزی در منطقه، نقشه گسترش گسلها و زمین لرزه های تاریخی زونهای خطر احتمالی تهیه گردید (شکل). بر اساس بررسی های انجام شده تفرش در ایالت لرزه خیزی ایران مرکزی واقع است. باتوجه به لرزه های تاریخی و تراکم گسلهای منطقه، امکان لرزه خیزی منطقه بالا بوده و احتمال فعالیت گسلی در زمان حال نیز وجود دارد. در شکل...نقشه تراکم گسل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS تهیه گردید. غارهای منطقه در ناحیه با تراکم متوسط قرار می گیرند().

تمام واحدهای کارستی با قابلیت انحلال به شکل تئوری در منطقه اطراف غارهای مورد بررسی با استفاده از نقشه زمین شناسی رقومی منطقه تهیه گردید. باتوجه به وجود ناخالصی های ماسه ای، مجاورتی دایکهای آتشفشانی، واحدهای شیلی و غیرکربناته از نظر تئوری سنگهای میزبان غار توان کارستی کمتری نسبت به سنگهای کربناته با خلوص بالا دارند. با این حال با در نظر گرفتن ارتفاع محل غار (دمای کمتر نسبت به دشت)، درز و شکافها و به ویژه محل تقاطع دو دسته گسل اصلی و رورانده و نیز اقلیم سرد، توسعه کارست عمدتاً تکتونیک محور بوده و در راستای شکستگیهای اصلی منطقه قابلیت گسترش دارد.

در بخش ارزیابی حوضه سطحی، باید به این نکته توجه کرد که علیرغم عدم الزام انطباق حوضه زیرسطحی با حوضه سطحی در سرزمینهای کارستی، گاهی حوضه آبریز سطحی در متمرکز کردن جریانهای سطحی به طرف نواحی شکسته و خردشده و معابر گسلی اهمیت بالایی دارند. برای ارزیابی این بخش با استفاده از نرم افزار GIS از دستور ArcHydro حوضه های مختلف و اصلی منطقه ترسیم گردید.

درباره وضعیت شبکه درونی یا آبخوان کارست با توجه به عدم دسترسی به آمار بلند مدت چشمه های کارستی یا قنات/چشمه کوهین نمی توان با قاطعیت ادعایی را مطرح نمود. با این حال باتوجه به سیمای درونی غارهای منطقه و روند خطی گسترش آنها، سیستم کانالی قابل پذیرش تر است. تنها منبع قابل روئت در بخش شمالی غارهای تفرش چشمه/قنات کوهین است که می تواند چشمه ای کارستی–کنتاکتی باشد.

با بررسی مدل رقومی ارتفاعی منطقهDEM نقشه سایه–روشن و حوضه آبریز منطقه مورد بررسی تهیه گردید. از نظر ژئومورفولوژی دو واحد بارز کوهستان و دشت در منطقه دیده می شود که در دشت توده های مخروطی مانند دایکهای آتشفشانی به خوبی قابل روئیت است. علاوه بر آن ستیغ گسلی در دامنه غار و همبری رسوبات ائوسن با رسوبات قدیمی تر نشاندهنده تکتونیک فعال در منطقه است. دره های گسلی، ستیغها، دایکها و تاقدیس و ناودیسهای متعدد از جمله چشم اندازهای اصلی ژئومورفولوژی منطقه هستند.



شکل ۱۱: مرکز سطحی زمینلرزه های دستگاهی در بازه زمدانی ۱۹۴۵ تا ۲۰۱۸ با بزرگای ۲ تا ۶.۲ (به نقل از داودی ۱۳ (الف)، توزیع گسلهای منطقه و محل قرارگیری غارهای منطقه تفرش(مثلث سبز) و قنات کوهین(دایره).

یکپارچه کردن داده ها و منطق بولین

باتوجه به آنچه که گفته شد برای تعیین عرصه و حریم بهینه لازم است داده های گردآوری شده با هم تلفیق و نتایج برای تهیه زونهای عرصه و حریم یکپارچه گردند. برای این منظور حداقل چهار لایه رقومی مختلف و موثر ارتفاع منطقه، زمین شناسی، ژئومورفولوژی (حوضه های آبریز) و گسل ها تهیه و رقومی گردید. در مرحله بعد با نظرات کارشناسی ارتفاع منطقه به ۵ رده، زمین شناسی به ۵ رده، حوضه های آبریز در سه حوضه اصلی و چگالی گسلهای خطی در ۵ رده دسته بندی گردید (شکل الف تا ج).

منطق بولین از جمله مدلهایی است که به دلیل ساده بودن محاسبات، روش آسان و سریعی تلقی شده و در بسیاری از پژوهشهای کاربردی مورد استفاده قرار می گیرد(مانند زارعی و کرد ۱۴۰۱). در این مدل دو وزن صفر و یک به کاربرده می شود: وزن صفر (نامناسب) و وزن یک (مناسب)

است. به جز یک و صفر وزن دیگری اختصاص نمی یابد و به عبارتی بهتر حالت بینابینی وجود ندارد (Updegrove al et 2016) . برای دستیابی به نتیجه نهایی در همپوشانی لایه های اطلاعاتی با این روش، عملگرهای مختلف AND، ORو NOT در سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS وجود دارد. این عملگرها دو یا چند عبارت رابطه ای را به یک عبارت تبدیل می نمایند. در این پژوهش نخست از عملگر ANDبرای تلفیق لایه های مختلف استفاده شد و نقشه نهایی با تجارب کارشناسی تصحیح گردید. مدل بولین از رابطه زیر قابلمحاسبه است (Malczewski 1999; Shahabi et al., 2013):

$$C = \{1 \text{ if class } A > \text{or} < X\} \text{ and } C = \text{class } A > \text{or} < X$$

نتایج

باتوجه به آنچه که گفته شد نقشه های وزندار چهارگانه با استفاده از منطق بولین مطابق شکل...تهیه گردید. بعد از تهیه لایه های موضوعی با استفاده از عملگر AND لایه ها روی هم قرار گرفته و با تصحیح کارشناسی محدوده عرصه و حریم مطابق نقشه شکل...تهیه گردید. باتوجه به شرایط انتخابی عرصه با ۴۲.۴ کیلومتر مربع و حریم با ۸۲.۳ کیلومتر مربع مطابق نقشه شکل... تعیین گردید. بر مبنای محدوده عرصه و حریم و شرایط محلی ضوابط عرصه و حریم به شرح زیر پیشنهاد می گردد.

ضوابط عرصه

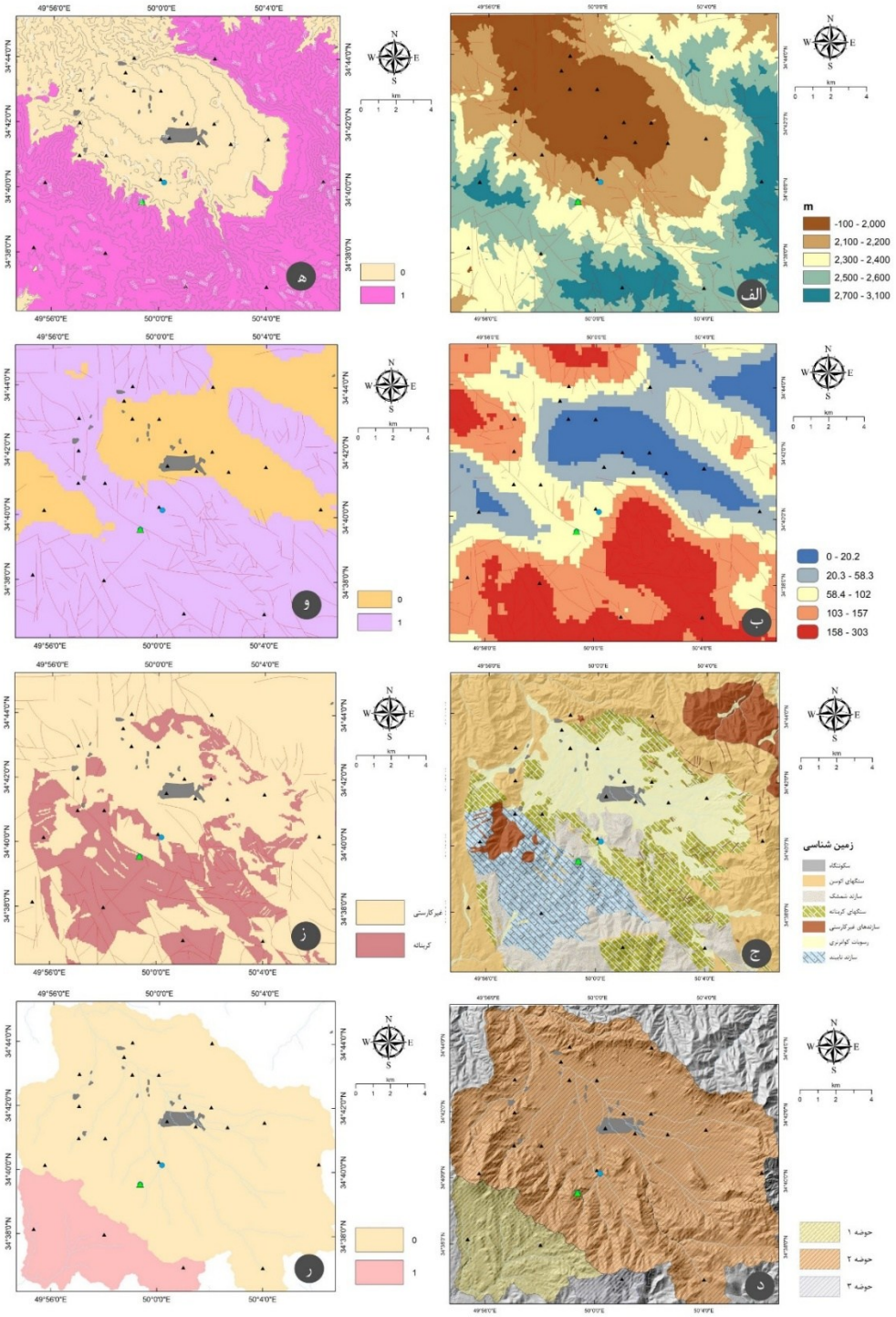
۱- هرگونه تغییرکاربری، ایجاد لرزه های القایی اعم از معدنکاری یا برداشت منابع قرضه در محدوده عرصه ممنوع است.
۲- ایجاد راه دسترسی باید مطابق شرایط فیزیکی توده کوهستان بوده و بدون استفاده از مصالح سنگین یا آتشباری ایجاد گردد.
۳- درختکاری، کشاورزی دیم و سایر فعالیتهای معمول در عرصه با تایید شورای فنی وزارت میراث فرهنگی و بدون استفاده از ماشین آلات سنگین یا حفاری چاههای عمیق در عرصه ممنوع است.
٤- ایجاد زیرساختهای ارتباطی جدید، گسترش کمپهای گردشگری و سازه های موقت در عرصه با تهیه شرح خدمات تفصیلی و بررسی در کمیته فنی وزارت میراث و اخذ بلامانعی محیط زیست استان مرکزی بلامانع است.
٥- هرگونه دستکاری سیستم غار برای توسعه معابر با ماشین آلات حفاری یا دستی بدون مجوز از دستگاههای ذیربط ممنوع است
٦- ایجاد سایتهای دفن زباله، توسعه گورستانها، کمپای اجتماعی که با ایجاد آلودگی و به ویژه شیرابه ها همراهند در عرصه ممنوع است.

ضوابط حریم

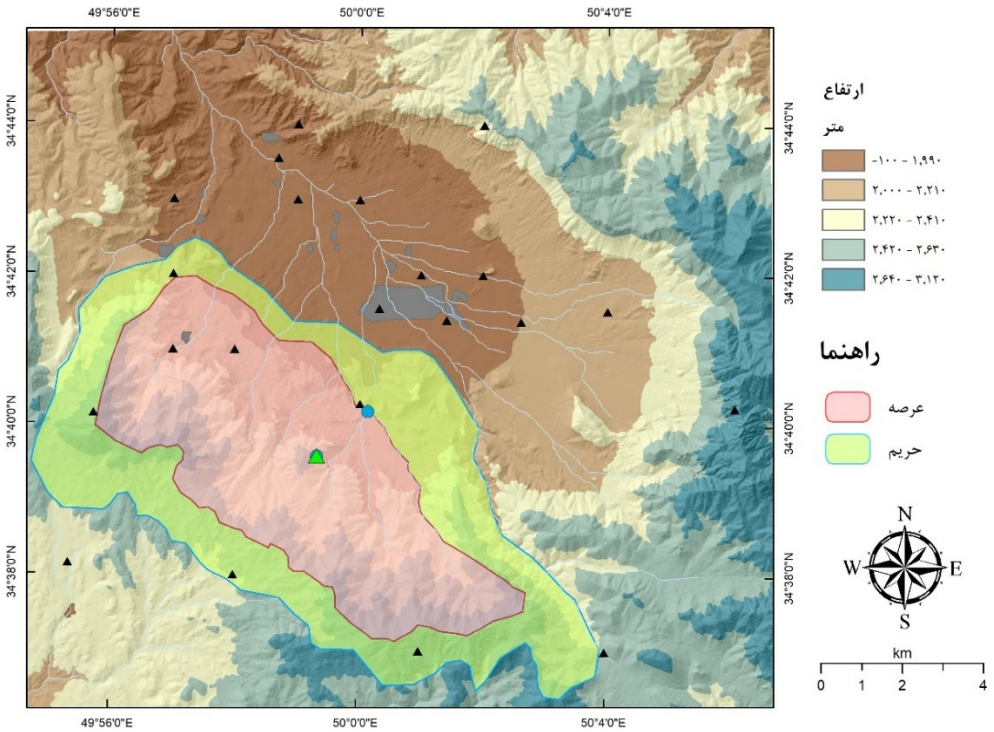
۱- هرگونه معدنکاری، ساخت و سازی که باعث تغییر در نمای منظر و ساختار فیزیکی منطقه شود، خاکبرداری و تامین منابع قرضه، دستکاری در پوشش گیاهی و ایجاد لرزه های القایی در محدوده حذیم ممنوع است.
۲- در صورت نیاز به تعریف کاربری های جدید در محدوده حریم لازم است با رعایت اصول زیست محیطیس شرح خدمات در کمیته فنی میراث فرهنگی بررسی و بیعد از تایید با نظارت کارشناسان کارست و زمین شناسان غار اجرا گردد.
۳- همه ضوابط گفته شده برای عرصضه در حریم نیز صدق می کند مگر به تشخیص کمیته فنی که با لحاظ برخی ممنوعیتها و ارایه دستورالعملها بتوان نسبت به تعریف کاربری های بدون مزاحمت برای ساختار فیزیکی منطقه اقدام کرد.

بحث و نتیجه گیری

همانگونه که گفته شد تعیین عرصه و حریم حفاظتی غارهای کارستی کاری پیچیده و چند وجهی است. تعیین همه عوامل موثر بر تغییرات یا ژنز غارهای کارستی اگرچه می تواند با بررسی های مختلف صحرایی و آزمایشگاهی تعیین گردد اما برای برخی بررسی ها مانند روشهای ایزوتوپی و پایش منابع آب روزانه یا هفتگی و حداقل ماهیانه به زمان و اعتبارات کافی نیاز است.



شکل۱۲ : نقشه های دسته بندی شده ارتفاع، چگالی گسل، زمین شناسی و حوضه آبریز (الف تا د)، اعمال روش بولین برای چهار لایه دسته بندی شده (ه تا ر).



شکل۱۳: محدوده عرصه و حریم غارهای تفرش بر اساس نتایج این بررسی

در این بررسی ضمن بازدید از منطقه مورد بررسی با امکانات موجود و داده های در دسترس تلاش گردید عرصه و حریم غارهای تفرش تعیین گردد. برای این کار توسعه و محدوده احتمالی گسترش کارست به عنوان یکی از اصلی ترین معیار مدنظر قرار گرفت. به عبارتی بهتر وجود کارست، شرط اصلی برای تعیین عرصه قلمداد گردید. ارتباط فضایی توده های کارستی، احتمال برهم کنش کارست درونی و انقطاعهای گسلی، ژئومورفولوژی و حوضه آبریز سطحی معیارهای دیگری است که در قالب نقشه گسلش و حوضه آبریز قابل ارزیابی هستند. علاوه بر این ارتفاع نیز به عنوان عاملی مهم در تسریع کارستی شدن(بواسطه برودت هوا و وجود احتمالی برف در ارتفاعات) در بررسی ها مدنظر قرار گرفت.

همپوشانی این لایه ها با استفاده از منطق بولین منجر به تعیین محدوده عرصه با تکیه بر کارست و گسل و ارتفاع گردید. در مرحله نهایی با توجه به مدل ارتفاعی رقومی منطقه و تهیه نقشه حدود آبریز محلی با نرم افزار GIS, ArcHydro تهیه و زون عرصه تهیه شده با محدوده های آبریز و تصاویر هوایی تدقیق گردید و نهایتاً زون حریم با در نظر گرفتن همه عوامل و به ویژه امکان احتمال برهم کنش عوامل چندگانه محیطی، زمین شناسی و کاربری اراضی تعیین گردید. این روش برای نخستین بار در این پژوهش با معیارهای محدود برای تعیین عرصه غارهای کارستی به کار رفته و می توان با بسط و گسترش لایه های دخیل بیشتر و اضافه کردن مدلهای سیستم تصمیم گیری چند معیاره با دقت بیشتری به تعیین عرصه و حریم حفاظتی غارهای کارستی پرداخت.

منابع

داودی. زینب (۲۰۲۰). معرفی و بررسی ساختاری پهنه گسلی عرضی-برشی عزالدین-راهجرد؛ یکی از ساختارهای با توان فعالیت در گستره شهرستان تفرش .فصلنامه علوم و مهندسی زلزله ۷(۱) صص ۳۲-۵۷

زارعی، نگین و کرد، مهدی (۱۴۰۱). مکان یابی احداث سد زیرزمینی با به کارگیری روش های منطق بولین و تحلیل سلسله مراتبی به‌وسیله سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبریز حسن آباد در استان کرمانشاه). هیدروژئولوژی، سال هفتم، شماره ۲، صص. ۱۸۶-۱۷۲

نوراللهی. (۱۴۰۲). استقرارهای ساسانی حوضه رودخانه قره چای شهرستان تفرش استان مرکزی .پیام باستان‌شناس. 10.30495/PEB.2023.1997760.1033

References

Bennett, G., & Mulongoy, K. J. (2006). Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. In Secretariat of the convention on biological diversity, Montreal, Technical Series (Vol. 23, p. 100). Montreal, QC, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Cirilli, S., BURATTI, N., SENOWBARI-DARYAN, B. A. B. A., & FÜRSICH, F. T. (2005). Stratigraphy and palynology of the Upper Triassic Nayband Formation of east-central Iran. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 111(2).

Goldscheider N, Chen Z, Auler AS, Bakalowicz M, Broda S, Drew D, et al. Global distribution of carbonate rocks and Karst water resources. Hydrogeol J. 2020;28(5):1661–77.

Reid, W. V., and K. R. Miller. 1989. Keeping options alive: The scientific basis for conserving biodiversity. World Resources Institute, Washington, DC, 128 pp.

Shafer, C. L. (1999). US national park buffer zones: historical, scientific, social, and legal aspects. Environmental management, 23(1), 49.

UNESCO (1995). The Seville Strategy and the Statutory Framework of the World Network of Biosphere Reserves. Paris: UNESCO.

UNESCO. Operational guidelines for the implementation of the world heritage convention. Fuzhou: UNESCO World Heritage Centre (WHC);2021. p. 34.

WHC. Position paper, world heritage papers 25-world heritage and buffer zones. Paris: WHC; 2009.

Zhang, J., Xiong, K., Liu, Z., & He, L. (2022). Research progress on world natural heritage conservation: Its buffer zones and the implications. Heritage Science, 10(1), 102.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۴۴-۲۳
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.2

مقاله مروری

مروری بر منابع، مصارف و چالشهای منابع آب ایران: لزوم احیای مدیریت مبتنی بر حوضه‌آبریز

تورج فتحی[1]

چکیده

علاوه بر افزایش جمعیت، مهاجرت و شهرنشینی، در دهه اخیر پدیده خشکسالی، توسعه ناپایدار و تغییر اقلیم محرک تشدید فشار بر منابع آب ایران بوده است. مقدار متوسط بارش با ۲۲۸ میلی‌متر طی دهه اخیر، نسبت به میانگین بلندمدت (۲۴۲ میلی‌متر) نزدیک به ۶ درصد کاهش نشان می‌دهد. میانگین درازمدت رواناب سطحی کشور حدود ۸۵ میلیارد مترمکعب است، با احتساب میانگین ۱۴ ساله اخیر آن به حدود ۵۷ میلیارد مترمکعب، این منابع بیش از ۴۶ درصد کاهش یافته است. مقایسه حجم کل مخازن در حال ساخت و بهره‌برداری با حجم آب قابل تنظیم در سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که در حدود ۱۵۱۲۵ میلیون مترمکعب نسبت به ظرفیت پیش‌بینی‌شده کمبود آب وجود دارد. در بخش آبهای زیرزمینی از مجموع ۶۰۹ دشت کشور ۲۹۱ دشت ممنوعه و یا ممنوعه بحرانی اعلام‌شده است. بخش کشاورزی با سهم ۹۰ درصدی بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده آب در کشور است افزایش چشم‌گیر سطح زیرکشت ازجمله عوامل رشد بی‌رویه مصرف آب در چند دهه اخیر است. نیاز آب کشاورزی ایران در دهه اخیر بالغبر ۷/۵ درصد رشد داشته است. برداشت‌های بی‌رویه، حفر چاه‌های غیرمجاز، استقرار صنایع آب‌بر در مناطق خشک و کم آب، عدم نظارت کافی بر میزان برداشت‌های فراتر از میزان پروانه بهره‌برداری موجب افت سطح و کاهش کیفیت آب زیرزمینی، فرونشست زمین در تعداد روزافزونی از دشت‌ها و پایین آمدن محسوس آبدهی چاه‌ها شده است. اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی و به‌تبع آن کاهش تغذیه آبخوان‌ها، مصرف آب چشمه‌ها قبل از تغذیه رودخانه‌ها است. اثرات خشک‌سالی‌های اخیر بسیار شدیدتر از خشک‌سالی‌های مشاهداتی اواخر دهه ۳۰ هجری شمسی است. برای تاب‌آوری شرایط بحران آب، مدیریت ملی آب باید بر اساس مدیریت توأمان عرضه و تقاضا، جامع‌نگری در کل چرخه آب و اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز کشور و مهمتر از آن بازنگری در قوانین و مقررات تغییر یابد. برای تحقق مدیریت یکپارچه منابع آب در حوضه‌های آبریز، لازم است که نظام هماهنگی بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیربنایی و خدماتی با بخش آب ایجاد گردد. نظر به ماهیت فرابخشی آب، لازم است تا کلیه قوانین و سیاست‌های تمامی دستگاه‌ها با چشم‌انداز و سیاست‌های کلان بخش آب و در سطوح مجلس، هیات دولت و یا شورای‌عالی‌آب مطرح و تصویب گردد.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۹/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۳/۱/۱۲
انتشار برخط:۱۴۰۳/۵/۱

واژگان کلیدی
منابع آب
خشکسالی
چالشهای مدیریت آب
مصارف آب در ایران

وابستگی سازمانی نویسنده
سازمان حفاظت محیط زیست
ایران، تهران، ایران

استناد: فتحی، تورج، (۱۴۰۳)، مروری بر منابع، مصارف و چالشهای منابع آب ایران: لزوم احیای مدیریت مبتنی بر حوضه‌آبریز *سرزمین های پارس آرین* ۳(۴۴-۲۳)

شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.2
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

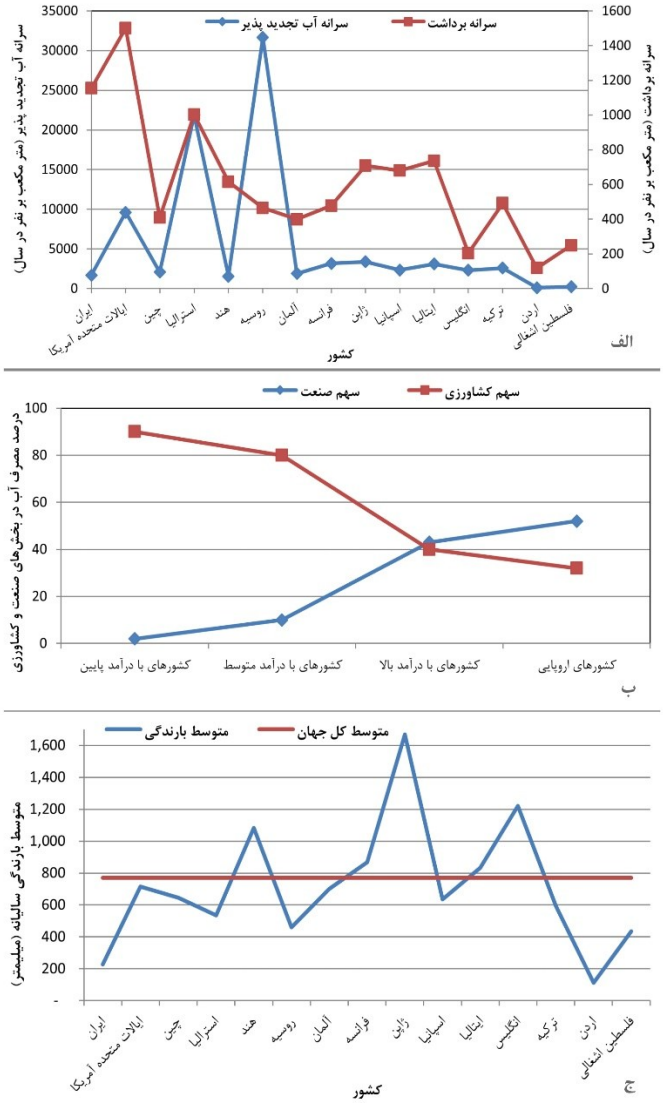
[1] fathi.touraj@gmail.com

مقدمه

ایران با مساحت تقریبی ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع دارای بارش متوسط ۲۴۳ میلی‌متر در سال است. این مقدار تقریباً معادل یک‌سوم مقدار بارش در جهان بوده و به‌این‌ترتیب ایران ازجمله کشورهای خشک جهان محسوب می‌شود. ایران با بارش تقریباً یک‌سوم کشور فرانسه و نصف کشور آلمان دارای سرانه برداشت تقریباً دو و نیم برابری است (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲). این حقیقت نشان‌دهنده تنش آبی چشمگیر و شدید در کشور ایران است. مطابق تقسیم‌بندی‌های هیدرولوژیکی شرکت مدیریت منابع آب ایران، منابع آب کشور به ۶ حوضه آبریز اصلی به نام‌های دریای خزر، خلیج‌فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، فلات مرکزی، مرزی شرق و قره قوم و همچنین ۳۰ حوضه آبریز فرعی با نام حوضه‌های آبریز درجه ۲ تقسیم می‌شود (شکل ۱). در دهه‌های اخیر، مسائل و مشکلات مرتبط با آب از قبیل توسعه ناپایدار، کمبود منابع و آلودگی آن‌ها و افزایش خسارات ناشی از سیل و خشک‌سالی در قسمت‌های مختلف جهان و مخصوصاً درکشورهای درحال‌توسعه و از جمله ایران، شدت یافته است. رشد روزافزون جمعیت، افزایش شهرنشینی، گسترش و استقرار نامناسب و بی‌رویه صنایع، توسعه اراضی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان باعث افزایش نیاز به آب پاک و در نتیجه افزایش برداشت از منابع آب شده است. علاوه بر این‌ها تشدید دخالت بشر در محیط‌زیست و استقرار فعالیتهای انسانی آب‌بر به ویژه در نقاط خشک و فلات مرکزی کشور (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۴) و همچنین عوامل تغییر اقلیم، «فشارهای فزاینده‌ای را بر کمیت و کیفیت منابع محدود آب» وارد نموده است. این عوامل نه‌تنها بر سلامت عمومی انسان‌ها و اکوسیستم‌های خشکی و آبی تأثیرات منفی دارد، بلکه حفظ منابع طبیعی برای نسل‌های آتی را نیز مورد تهدید بسیار جدی قرار داده است.

محدودیت منابع آب از لحاظ کمی و مشکلات صیانت کیفیت آن، تأمین آب مطمئن را در بسیاری از کشورها به یکی از چالش‌های اساسی قرن حاضر تبدیل نموده است. توجه به این امر در کشورهایی مانند ایران که با کمبود منابع آب مواجه هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. ایران با سرانه تجدید پذیر نزدیک به ۱۲۰۰ مترمکعب در روز به ازای هر نفر همانند بسیاری از کشورهای خاورمیانه در آستانه تنش آبی قرار گرفته است. علیرغم سرانه پایین آب تجدیدپذیر ایران، میزان برداشت و مصرف آن چشمگیر بوده و حتی بسیار بالاتر از کشورهای پرآبی همچون روسیه و استرالیا قرار دارد. سهم کشاورزی از آب مصرفی و میزان توسعه‌یافتگی و درآمد کشورها یک رابطه معکوس وجود دارد. در اغلب کشورهای توسعه‌یافته و با درآمد بالا، سهم بخش کشاورزی زیر ۵۰ درصد و سهم صنعت عموماً بیشتر از ۴۰ درصد است. برعکس در کشورهای کم‌درآمد، سهم بخش صنعت و کشاورزی به ترتیب به‌طور متوسط ۲ و ۹۰ درصد است. در اغلب کشورهای واقع در خاورمیانه و شمال آفریقا بیش از ۷۰٪ از آب موجود در بخش کشاورزی مصرف‌شده و متأسفانه این رقم در ایران بیش از ۹۰ درصد است (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲) (FAO, 2003).

شکل ۱: حوضه‌های آبریز درجه ۱ و ۲ در ایران

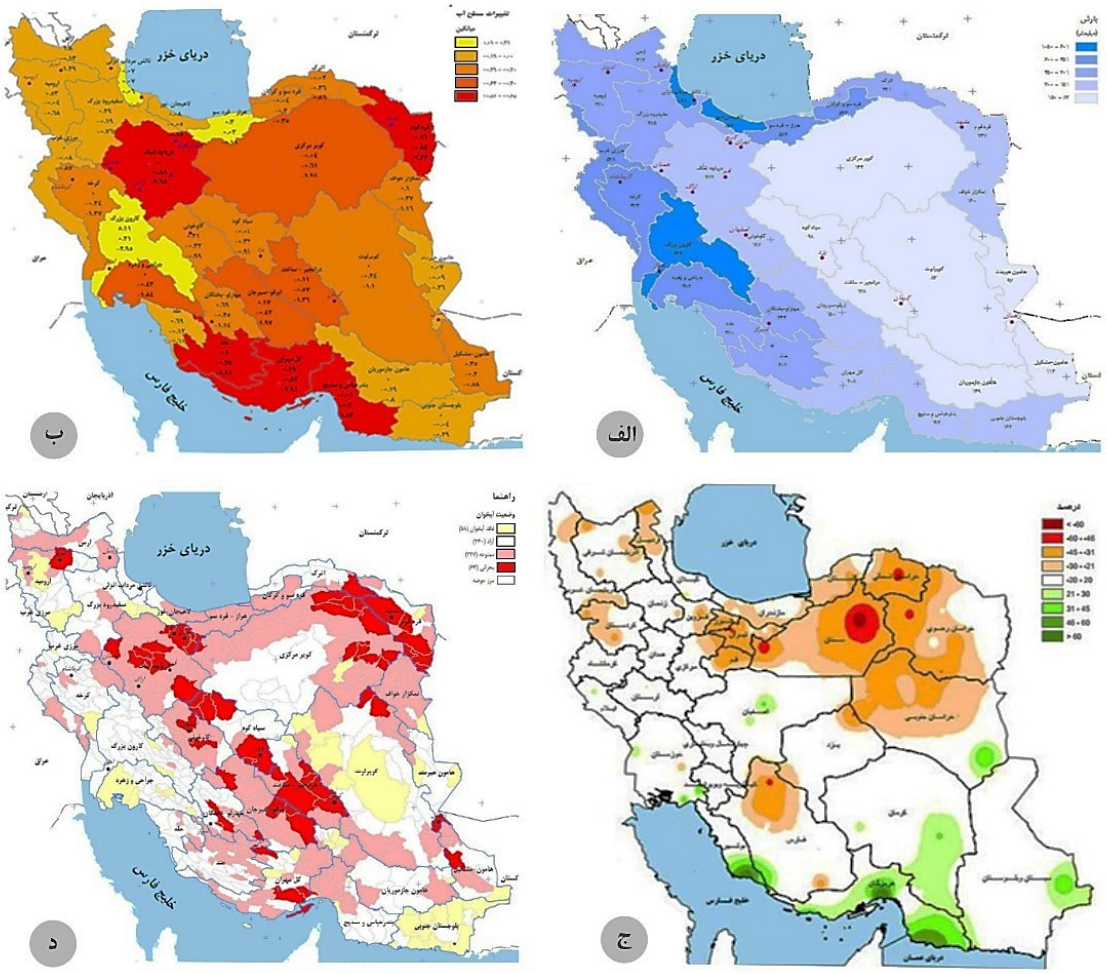


شکل۲ : الف) مقایسه وضعیت منابع و مصارف آب در ایران و جهان، ب) رابطه سهم آب مصرفی در بخش‌های کشاورزی و صنعت با میزان درآمد و توسعه‌یافتگی کشورها، ج)مقایسه متوسط بارندگی سالانه در ایران و کشورهای جهان (FAO, 2003) (وزارت نیرو،ب، ۱۳۹۲).

وضعیت منابع آب ایران

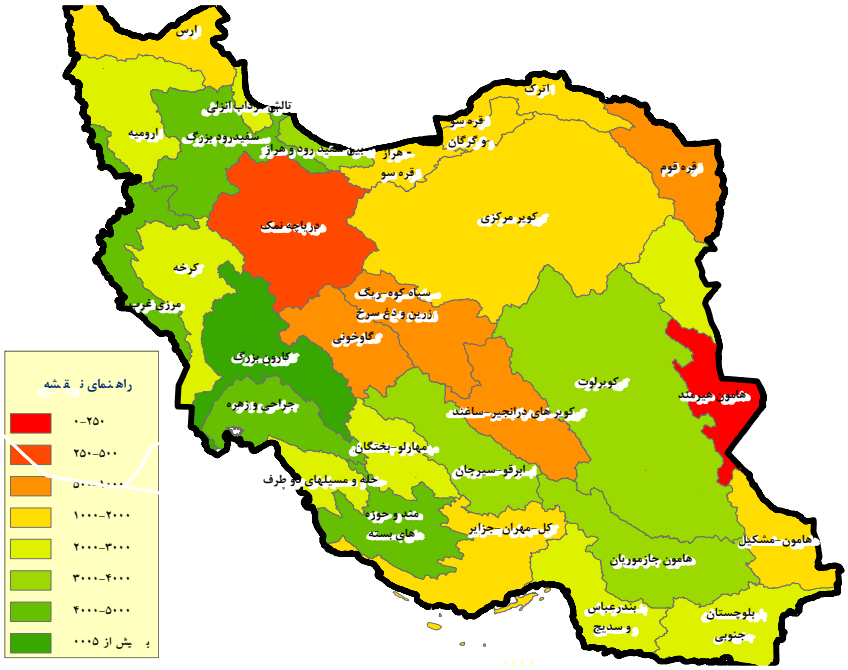
بارش و حجم آب تجدیدپذیر

مقدار متوسط بارش طی سال‌های آبی ۱۳۹۲-۱۳۸۰، ۲۲۸ میلی‌متر است که نسبت به میانگین بلندمدت (۲۴۲ میلی‌متر) نزدیک به ۶ درصد کاهش را نشان می‌دهد. بررسی بارش‌ها نشان می‌دهد به‌جز یک سال نسبتاً خشک ۸۶-۸۷ مابقی سال‌ها نسبتاً سال نرمالی ازلحاظ بارش بوده و خشک‌سالی به‌طور متوسط در کشور نداشته‌ایم. علیرغم نرمال بودن بارش کل کشور نوساناتی در بارش حوضه‌های شش‌گانه رخ داده است (شکل۲) (وزارت نیرو، ۱۳۹۲). حوضه‌های آبریز مرکزی، خلیج‌فارس و دریای عمان و همچنین هامون دچار کمبود بارش هستند و در مقابل حوضه‌های دریای خزر و تا حدودی دریاچه ارومیه ازنظر حجم بارش وضعیت مناسبی دارند. مقدار بارش در حوضه‌های مختلف دارای تغییرات زیادی بوده و از توزیع مناسبی در سطح کشور برخوردار نیست. بر اساس مطالعات طرح جامع آب کشور، مقادیر بارندگی متوسط۴۰ ساله (۱۳۸۶-۱۳۴۷) در حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور بین ۱۰۲ میلی‌متر در حوضه‌های آبریز مرزی شرق تا ۴۰۴ میلی‌متر در سواحل جنوب غربی دریای خزر و ارتفاعات زاگرس متغیر است (شکل ۲) (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲).



شکل ۳: الف) مقادیر بارندگی متوسط۴۰ ساله (۸۶–۴۷) در حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور ، ب) تغییرات سطح آب زیرزمینی در سطح حوضه‌های درجه ۲ کشور، ج) پهنه‌بندی درصد انحراف مجموع بارش دریافتی کشور در سال ۱۳۹۳–۱۳۹۲ در مقایسه با بازه زمانی مشابه در بلندمدت و د) وضعیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در محدوده‌های مطالعاتی کشور (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲).

درباره برآورد حجم آب تجدیدپذیر کشور ارقام مختلفی گزارش‌شده است. در گزارش‌های وزارت نیرو عدد ۱۳۰ میلیارد مترمکعب (مطالعات بهنگام سازی طرح جامع آب کشور) ذکرشده ولی با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر این رقم تا حدود ۱۲۰ میلیارد مترمکعب (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲) نیز بیان‌شده است. حجم کل بارش‌های کشور ۴۰۰ میلیارد مترمکعب در سال است که از این میزان ۲۸۵ میلیارد مترمکعب (بالغبر ۷۰ درصد) تبخیر می‌شود. در بازه ارقام اعلام‌شده و با قضاوت مهندسی می‌توان حجم آب تجدیدپذیر در کشور را در حدود ۱۱۵ میلیارد مترمکعب در نظر گرفت. از این میزان ۲۵ میلیارد مترمکعب در سال نفوذ کرده و ۹۰ میلیارد مترمکعب در سال باقیمانده به‌صورت رواناب سطحی در رودخانه‌های کشور جاری است. چنانچه جمعیت کشور در سال ۱۳۹۰ تقریباً ۷۵ میلیون نفر و میزان آب تجدیدپذیر (۱۱۵ میلیارد مترمکعب در سال) در نظر گرفته شود، سرانه آبی کشور در حدود ۱۵۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال خواهد بود. این مقدار بر اساس شاخص‌های جهانی (مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۳) نشان‌دهنده آن است که ایران در آستانه تنش آبی قرار دارد (وزارت نیرو ۱۳۹۳). سرانه آبی در حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور از توزیع مکانی مناسبی برخوردار نیست. سرانه آبی در بیش از نیمی از مساحت کشور کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال بوده و بر اساس شاخص‌های جهانی وضعیت منابع آب در این نواحی بحرانی است (شکل ۳).



شکل ۴: توزیع مکانی سرانه آبی در ۳۰ حوضه آبریز درجه ۲ کشور (اعداد برحسب مترمکعب به ازای هر نفر در سال) (وزارت نیرو، ۱۳۹۳).

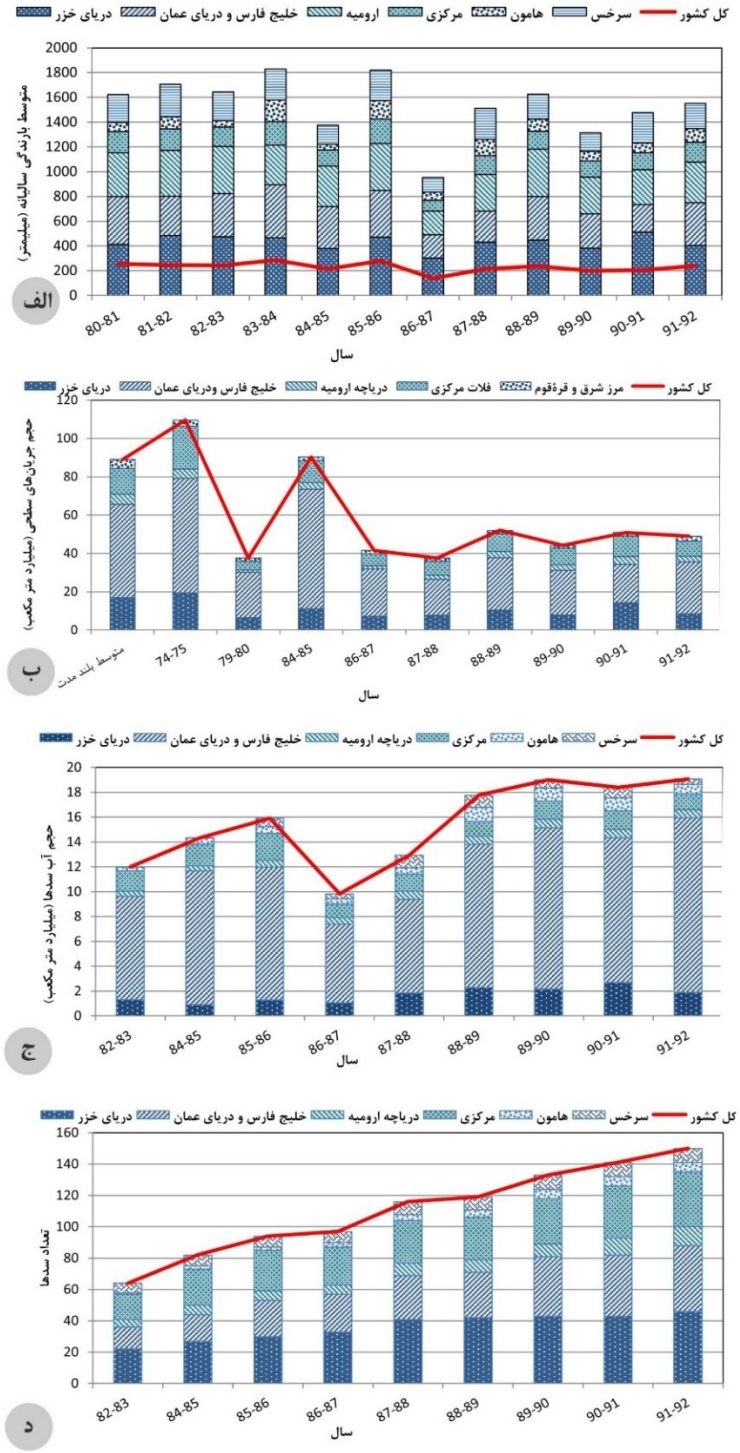
حجم آب مخازن سدهای در حال ساخت و بهره‌برداری

در سال ۱۳۹۲، حجم کل مخازن در حال ساخت و بهره‌برداری ۶۹۸۵۴ میلیون مترمکعب بوده که برای تنظیم ۴۸۱۲۵ میلیون مترمکعب در سال در نظر گرفته‌شده بود. اما حجم آب قابل تنظیم در سال‌های آبی ۱۳۹۲-۱۳۸۲، ۳۳۰۰۰ میلیون مترمکعب بود که حاکی از کمبود حدود ۱۵۱۲۵ میلیون مترمکعب نسبت به اهداف برنامه‌ریزی‌شده است. همچنین مخازن سدهای در دست مطالعه دارای حجمی بالغبر ۴۶۵۸۵ میلیون مترمکعب با ظرفیت تنظیم طراحی‌شده برابر با ۱۳۶۵۶میلیون مترمکعب در سال است (شکل ۵) (وزارت نیرو ۱۳۹۳). متأسفانه تاکنون مطالعات گسترده‌ای درباره تغییرات کیفی مخازن کشور انجام نشده و اندک سدهایی را می‌توان یافت که مطالعات محیطزیستی کاملی چه در مرحله طراحی و چه بعد از بهره‌برداری داشته باشند. از نگرانی‌های کیفیت مخازن در کشور در حال حاضر، می‌توان به نگرانی‌های ناشی از شور شدن آب پشت مخازن (مانند سد گتوند علیا، سد پانزده خرداد، سد میمه، سد رئیس‌علی دلواری، ...)، تغذیه گرایی (سد لتیان، سد ساوه، ...) و ایجاد طعم و بوی آب در مخازن (سد میناب، سد کمال‌صالح، سد قشلاق، سد سردشت، سد بوکان، ...) اشاره نمود (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲).

تالاب‌ها

برحسب تعریف پیمان‌نامه تالاب‌های بین‌المللی، تالاب‌ها مناطقی هستند عبارت از مرداب‌ها، باتلاق‌ها، لجن‌زارها یا آب‌های طبیعی و مصنوعی اعم از دائمی و موقت که آب‌های شیرین، لب‌شور و شور در آن‌ها به‌صورت راکد و جاری وجود داشته و یا آب‌های سطحی که عمق آن‌ها در پایین‌ترین نقطه جزر از ۶ متر تجاوز ننماید. ایران با ۲۲ تالاب بین‌المللی ثبت‌شده (جمعاً به مساحت ۱/۴۸۱/۱۴۷ هکتار) در کنوانسیون رامسر در جایگاه هجدهم جهان قرار دارد. از مهم‌ترین تالاب‌های داخلی ثبت‌شده در کنوانسیون به ترتیب مساحت می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: شادگان ۲- دریاچه ارومیه ۳- نی‌ریز و کمیجان ۴- هامون صابری و هیرمند ۶- گاوخونی- ۷- دریاچه پریشان. متأسفانه تالاب‌ها و دریاچه‌های ایران مانند ارومیه، انزلی، گاوخونی، پریشان، هامون، چغاخور، شادگان، طشک- بختگان، گندمان، هورالعظیم و ...، یا خشک‌شده‌اند و یا با بحران کم‌آبی و افت شدید کیفیت شیمیایی آب مواجه‌اند. به دلیل برداشت‌های غیرمجاز و خارج از ظرفیت آبخوان‌ها و حوضه‌های آبریز پیکره‌های آبی کشور به‌ویژه تالاب‌ها و دریاچه‌ها رو به تخریب و نابودی می‌باشند. برخی اطلاعات تالاب‌ها مشتمل بر توصیف کلی تالاب، موقعیت جغرافیایی و حفاظتی در منابعی مانند سایت بانک اطلاعات تالاب ایران (http://www.wetlandsproject.ir) و سالنامه آماری آب کشور (تارنمای

وزارت نیرو: https://isn.moe.gov.ir) گردآوری‌شده است. لیکن اطلاعات منابع آب شامل (حجم، عمق و سطح) تالاب‌ها نیازمند اندازه‌گیری میدانی و احداث شبکه پایش است. تاکنون اقدامات اندکی دراین‌ارتباط انجام‌شده و لذا اطلاعات مندرج در بانک اطلاعات تالاب‌های ایران ناقص و در حال تکمیل شدن است.

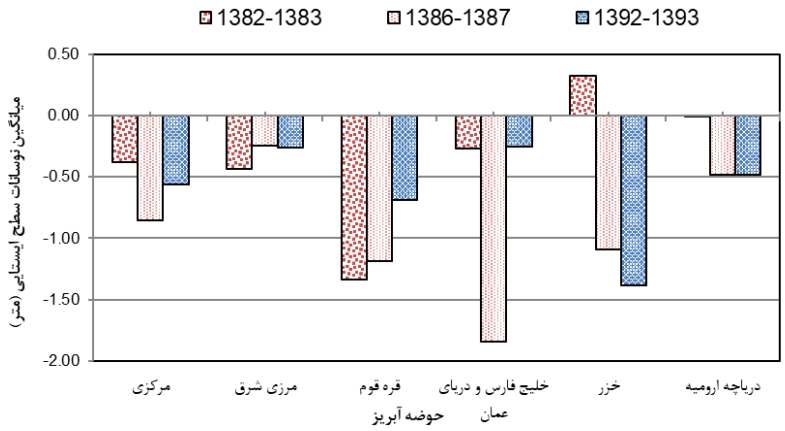


شکل ۵: متوسط بارندگی سالیانه در ۶ حوضه اصلی کشور در سالهای آبی ۱۳۹۲-۱۳۸۰ (وزارت نیرو، ۱۳۹۳).

حجم تخمینی جریان سطحی حوضه‌های آبریز اصلی و متوسط بلندمدت آن‌ها در دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۴ (۱۰) حجم آب موجود سدها در ۶ حوضه اصلی کشور در پایان شهریور سال‌های۱۳۹۲-۱۳۸۲ (وزارت نیرو، ۱۳۹۳) تعداد سدهای در حال بهره‌برداری در ۶ حوضه آبریز اصلی کشور در سال‌های آبی ۱۳۹۲-۱۳۸۲ (وزارت نیرو، ۱۳۹۳، وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲).

وضعیت منابع آب زیرزمینی

به علت محدودیت شدید منابع آب سطحی در مناطق خشک مانند نواحی مرکزی و شرق ایران، بهره‌برداری و استفاده از منابع آب زیرزمینی از گذشته ضروری بوده و موجب ابداع روش‌های متعددی برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب زیرزمینی ازجمله حفر قنات شده است. طی ۴۰ سال اخیر با ورود فنّاوری حفر چاه‌های عمیق بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی افزایش داشته است. بهره‌برداری از آب زیرزمینی از طریق حفر چاه‌های عمیق به دلیل اینکه کمتر تحت تأثیر نوسانات اقلیمی و بارش قرار می‌گیرد موردتوجه بوده و طبیعتاً برداشت از آب زیرزمینی در سال‌های خشک افزایش خواهد یافت. در سال آبی ۸۷-۱۳۸۶ بیشترین برداشت از آبخوان انجام‌شده و وضعیت منابع آب زیرزمینی در بحرانی‌ترین حالت قرارگرفته بود (شکل ۶).



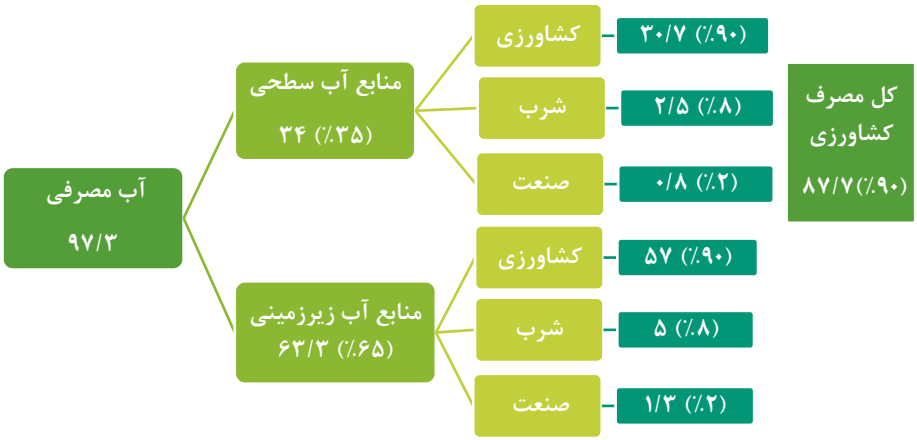
شکل ۶: میانگین نوسانات سطح ایستایی آبخوان‌های ۶ حوضه آبریز اصلی کشور در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۲ (وزارت نیرو، ۱۳۹۳).

برداشت از منابع آب زیرزمینی تابع میزان پتانسیل آب سطحی و جمعیت ساکن در سطح حوضه‌های آبریز کشور است. در این راستا بیشترین میزان افت آبخوان مربوط به حوضه‌های آبریز دریاچه نمک، کل مهران و قره‌قوم بوده و در حوضه‌های تالش، هراز قره‌سو و سفیدرود هراز نیز افت چشم‌گیری رخ نداده است (وزارت نیرو، الف، ۱۳۹۲). در دهه های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ برداشت‌های بی‌رویه، حفر چاه‌های غیرمجاز، عدم نظارت کافی بر میزان برداشت‌های فراتر از میزان پروانه بهره‌برداری و عدم توجه به قوانین بالادستی در خصوص اجرای طرح‌های تعادل بخشی مؤثر برای احیای آبخوان‌ها، موجب افت سطح و کاهش کیفیت آب زیرزمینی، نشست زمین در تعدادی از دشت‌ها و پایین آمدن محسوس آبدهی چاه‌ها شده و باعث در معرض نابودی قرار گرفتن تعدادی از آبخوان‌های کشور شده است (وزارت نیرو، الف، ۱۳۹۲). برداشت غیر صیانتی از منابع آب زیرزمینی باعث شده تا بخش عمده‌ای از دشت‌های کشور در نواحی مرکزی و شرق کشور ممنوعه و یا ممنوعه بحرانی باشند.

وضعیت نیازها و مصارف آب

طبق نتایج آخرین آماربرداری کل کشور بالغبر ۸۲ درصد از منابع آب تجدیدپذیر کشور مصرف می‌شود که بخش کشاورزی با سهم ۹۰ درصدی بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده آب در کشور است. میزان مصرف آب در بخش شرب و صنعت در حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب در سال است که سهم آن تنها کمتر از ۱۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر ایران بوده و تأمین آن به‌جز کلان‌شهرهای کشور چندان مشکل نیست. کل حجم آب مصرفی کشور در حدود ۹۷ میلیارد مترمکعب است که ۳۴ میلیارد مترمکعب آن از منابع آب سطحی و ۶۳ میلیارد مترمکعب آن از منابع آب

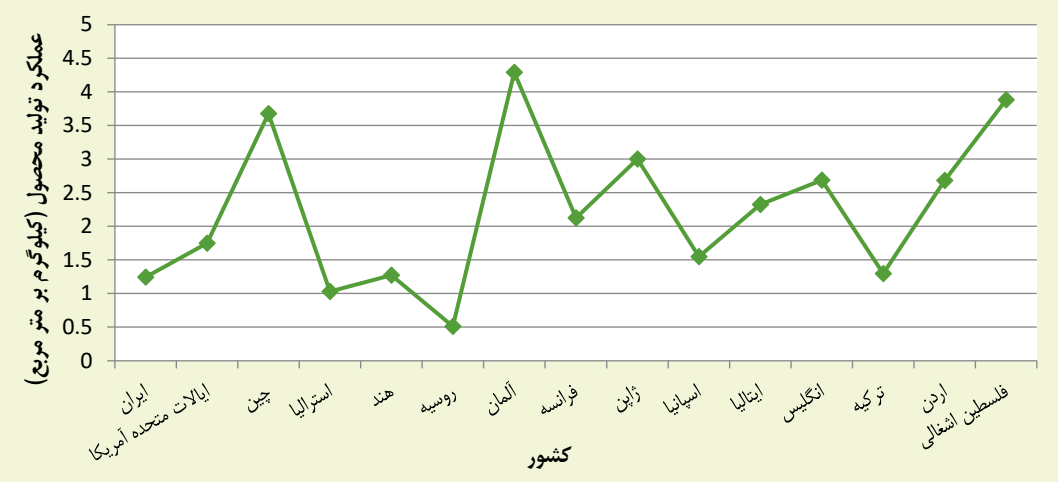
زیرزمینی تأمین می‌گردد (شکل ۷) (مهاب قدس، ۱۳۹۲). با توجه به پراکنش بارش در کشور، سهم برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی در حوضه‌های آبریز کشور متفاوت است. عمده‌ترین مصرف‌کننده آب، در بخش کشاورزی است به‌طوری‌که این بخش در سال ۱۳۹۲ نیاز آبی خود را که قریب به ۹۰ درصد منابع استحصالی بود، ۳۵ درصد از آب‌های سطحی و ۶۵ درصد از آب‌های زیرزمینی تأمین کرده است (شرکت مدیریت منابع آب، ۱۳۹۳). از سوی دیگر استفاده غیر بهینه از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها سبب ورود حجم زیادی پساب کشاورزی از طریق رودخانه‌ها و زهکش‌ها به منابع کشور شده و زمینه آلودگی و شور شدن بسیاری از منابع آب کشور را فراهم نموده است.



شکل۷: وضعیت مصارف آب کشور (اعداد برحسب میلیارد مترمکعب) (مهاب قدس، ۱۳۹۲)(سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

علیرغم سهم بالای بخش کشاورزی در مصرف آب، عملکرد این بخش در تولید محصولات و بازدهی مناسب اقتصادی در مقایسه با دیگر کشورها ضعیف است. کشاورزی ایران با تولید محصول ۱/۲ کیلوگرم به ازای هر مترمربع دارای عملکرد تقریباً نصف در مقایسه با کشورهایی همچون فرانسه، اردن و ... با تولید محصول دو کیلوگرم بر مترمربع است (وزارت نیرو، ۱۳۹۳). بر اساس منابع مختلف راندمان کل آبیاری و متوسط شاخص بهره‌وری، مصرف آب محصولات کشاورزی در کشور به ترتیب برابر ۴۰ درصد و ۰/۸ الی ۱/۰ کیلوگرم محصول کشاورزی تولیدی بر مترمکعب آب مصرفی است. با نگاهی به این ارقام درمی‌یابیم هنوز مقدار این شاخص‌ها در کشور از متوسط‌های جهانی پایین‌تر است. به‌عبارت‌دیگر در ایران برای تولید هر یک کیلوگرم محصول حدود ۱/۲–۱ مترمکعب آب مصرف می‌شود و این در حالی است که برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد کشور، مقدار کارایی مصرف آب تا سال ۱۴۰۰ باید به حداقل ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب یعنی ۱۰۰–۶۰ درصد مقدار فعلی افزایش یابد. مصرف آب کشاورزی در دنیا از ۸۰۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۹۴۰ به حدود ۲۵۰۰ میلیارد مترمکعب در سال ۲۰۰۰ میلادی رسید. در ایران نیز همین روند وجود داشته است و مصرف آب کشاورزی از ۴۴ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به بیش از ۸۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۰ رسیده است. یعنی طی حدود ۴۰ سال مصرف آب کشاورزی در کشور دو برابر شده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

مقدار آبی که مصرف‌کنندگان از شبکه‌های توزیع آب برداشت می‌کنند با عنوان آب مصرفی یا فروش آب شناخته می‌شود. این میزان از طریق آماربرداری از کنتورهای مصرف در شبکه‌های توزیع آب قابل‌اندازه‌گیری است. به‌جز حوضه بلوچستان جنوبی در مابقی حوضه‌های آبریز کشور سهم مصرف شرب شهری بسیار بیشتر از سهم مصرف روستایی است. در حوضه‌های آبریز دریاچه نمک، گاوخونی و قره‌قوم به دلیل وجود کلان‌شهرهایی همچون تهران، کرج، قم، اصفهان و مشهد آب شرب شهری دارای سهم نسبتا زیادی است (شکل ۹). حجم کل فروش آب شهری و روستایی در کل کشور حدود ۴۳۱۷ میلیون متر مکعب برآورد شده است. که از این مقدار حدود ۳۵۳۸ میلیون متر مکعب (۸۲ درصد) توسط جوامع شهری و ۷۷۹ میلیون متر مکعب (۱۸ درصد) توسط جوامع روستایی به مصرف رسیده است. لازم به ذکر است بیشترین و کمترین میزان مصرف بین حوضه‌های آبریز کشور را، به ترتیب حوضه دریاچه نمک (۱۴۴۳ میلیون مترمکعب) و حوضه هامون– ماشکیل (۱۱ میلیون مترمکعب) به خود اختصاص داده است (رشیدیان، ۱۳۹۱).



شکل۷: مقایسه عملکرد کشاورزی ایران و کشورهای مهم جهان در تولید محصول (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۴).

بر اساس مطالعه طرح شاخص‌های چندگانه سلامت و جمعیت، درصد افرادی که از منابع بهبودیافته[2] آب آشامیدنی استفاده می‌کنند در کل کشور برابر با ۹۶/۸۱ است که این مقدار در جوامع شهری ۹۸/۵۷ و در جوامع روستایی برابر با ۹۲/۹۱ است (اتاق بازرگانی ایران، ۱۳۹۲). عمده سهم عدم برخورداری جوامع شهری و روستایی از منابع بهبودیافته آب آشامیدنی مربوط به استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان است (تجریشی، ۱۳۸۰).

به آن بخش از آب تأمین‌شده که به ازای آن درآمدی نصیب شرکت آب و فاضلاب نشده، "آب به‌حساب نیامده" اطلاق می‌شود. بر این اساس میزان آب به‌حساب نیامده در کل کشور ۲۰۱۸ میلیون مترمکعب برآورد شده است که این مقدار ۳۱/۹ درصد از کل حجم آب استحصال‌شده است. از کل حجم آب به‌حساب نیامده، ۱۶۰۵ میلیون مترمکعب سهم جوامع شهری و ۴۱۲ میلیون مترمکعب سهم جوامع روستایی است. بررسی میزان آب به‌حساب نیامده در حوضه‌های کل کشور نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین درصد به ترتیب مربوط به حوضه‌های هامون جازموریان (۴۳ درصد) و کویر درانجیر (۲۵ درصد) است (رشیدیان، ۱۳۹۱).

میزان پساب‌های شهری و روستایی در کل کشور ۴۷۸۶ میلیون مترمکعب برآورد شده است که از این مقدار ۱۲۱۲ میلیون مترمکعب سهم جوامع شهری و ۸۲۸ میلیون مترمکعب سهم جوامع روستایی است. حوضه دریاچه نمک با ۱۵۶۰ میلیون مترمکعب بیشترین میزان پساب تولیدی و حوضه هامون- ماشکیل با حدود ۱۲ میلیون مترمکعب کمترین میزان پساب تولیدی را در بین حوضه‌های کشور به خود اختصاص داده‌اند (رشیدیان، ۱۳۹۱).

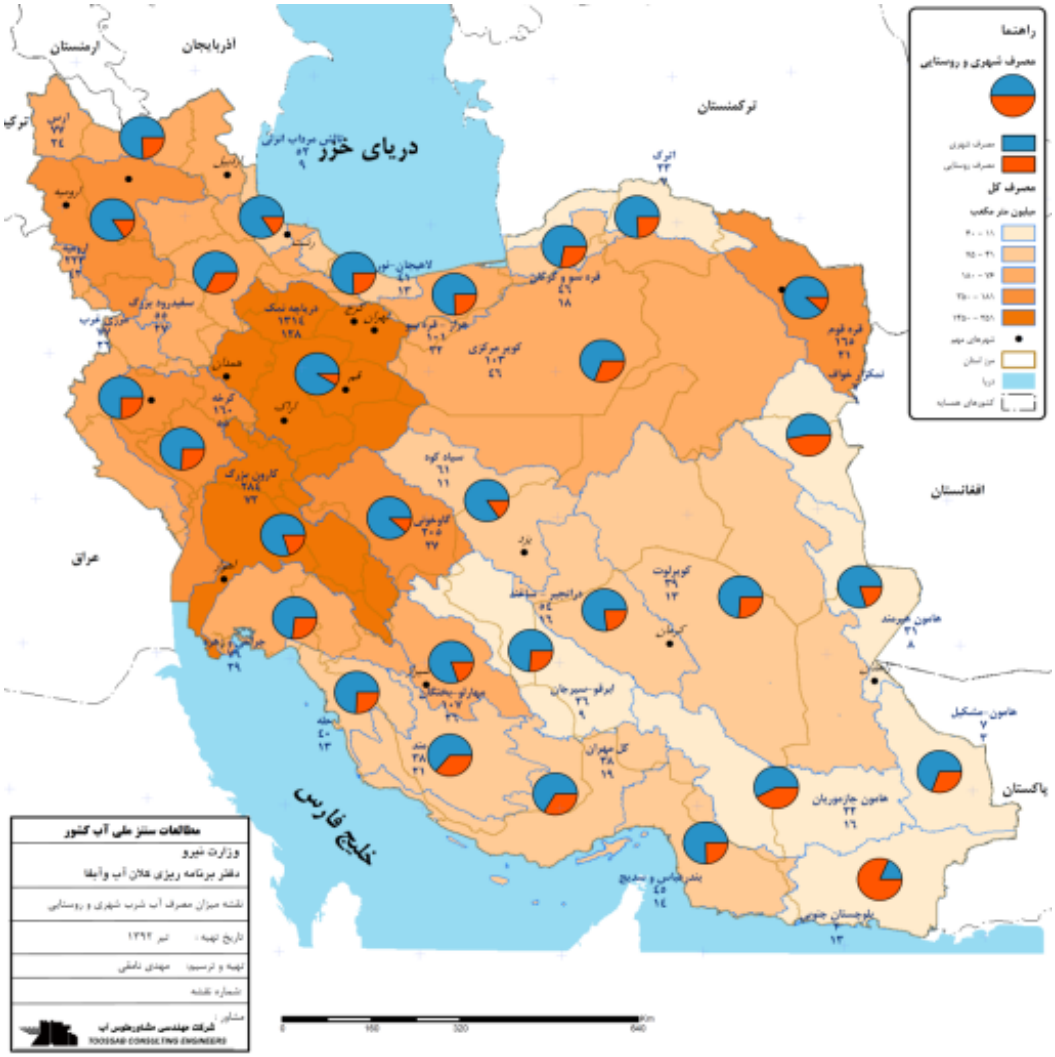
مجموع آب مصرفی برای گروه‌های صنعتی و معدنی در کل کشور حدود ۱۵۰۸ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۵ برآورد شده است. لازم به ذکر است از کل حجم مصارف آب صنعت، ۸۰ درصد توسط منابع زیرزمینی و ۲۰ درصد توسط منابع سطحی تأمین‌شده است. بیشترین و کمترین میزان مصرف صنعتی به ترتیب مربوط به حوضه‌های دریاچه نمک (۴۰۴ میلیون مترمکعب) و هامون- ماشکیل (۱/۷ میلیون مترمکعب) است. مصارف آب بخش صنعت و معدن در کل کشور بر مبنای منابع آب زیرزمینی است. به‌طوری‌که ۸۰ درصد از میزان مصارف در این بخش توسط منابع زیرزمینی برداشت می‌شود (اتاق بازرگانی ایران، ۱۳۹۲).

مؤلفه‌های فشار

بر اساس مطالعات طرح جامع، کل نیاز آب شرب کشور در جوامع شهری در سال ۱۳۸۵ معادل ۵/۲ میلیارد مترمکعب بوده که این رقم در سال ۱۳۹۰ به ۵/۷ میلیارد مترمکعب رسیده است و پیش‌بینی می‌شود این مقدار در سال ۱۴۲۰ به حدود ۹ میلیارد مترمکعب افزایش یابد (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲).

[2] Improved

مصرف آب در بخش کشاورزی ایران رو به افزایش است و از ۴۴ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۴۰ به ۸۰ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۸۰ (حیدری، ۱۳۹۳) و به حدود ۸۶/۵ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است (وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲). در شرایط فعلی معادل ۹۲ درصد از آب کشور در بخش کشاورزی مورداستفاده قرار می‌گیرد، درحالی‌که متوسط جهانی آن ۷۰ درصد و در آسیا ۸۱ درصد است (فائو، ۲۰۰۳). مطالعه تغییرات سطح زیر کشت آبی و دیم در کشور، حاکی از افزایش سطح زیر کشت آبی از حدود ۷۰۰۰ هزار هکتار به حدود ۸۸۰۰ هزار هکتار در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ است که رشد ۲۰ درصدی در طی این دوره را نشان می‌دهد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

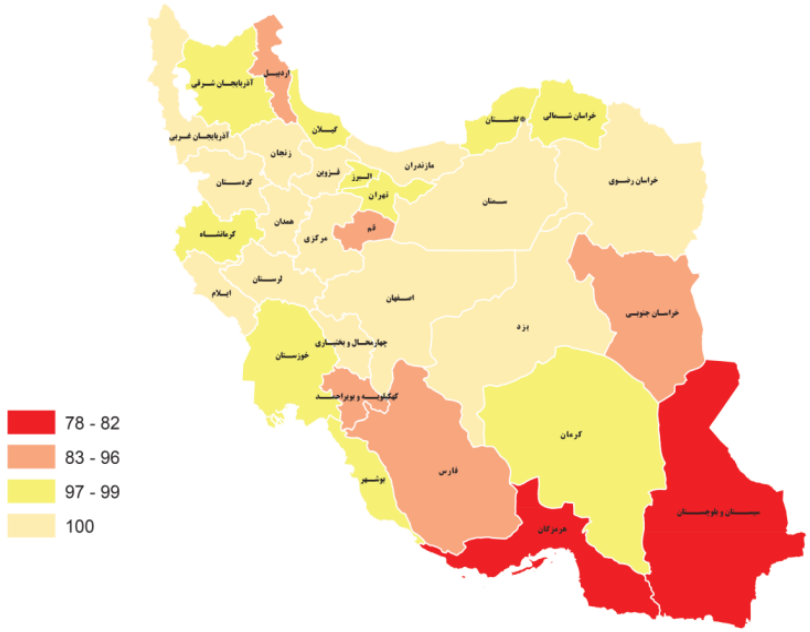


شکل ۸: میزان مصرف آب شرب شهری و روستایی (وزارت نیرو، الف، ۱۳۹۲).

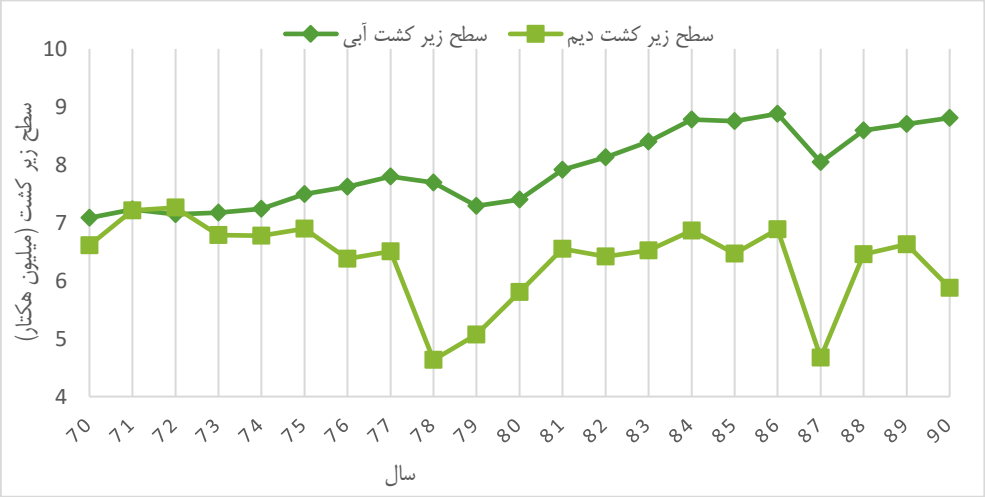
بر اساس مطالعات طرح جامع، حجم آب موردنیاز آب بخش صنعت و معدن در سال ۱۳۸۵ حدود ۱/۴ میلیارد مترمکعب در سال بوده است. این مقدار در سال ۱۳۹۲ به میزان ۵۰۰ میلیون مترمکعب افزایش داشته (رشدی معادل ۳۵ درصد) و بین ۱/۵ تا ۲/۱ میلیارد مترمکعب گزارش‌شده است که حدود ۶۰ الی ۷۰ درصد آن به‌صورت فاضلاب‌های صنعتی در محیط‌زیست تخلیه می‌شود. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۱۴۲۰ مقدار حجم آب بخش صنعت در حدود ۲ میلیارد مترمکعب افزایش داشته و بالغبر ۳/۹ میلیارد مترمکعب شود (اتاق بازرگانی ایران، ۱۳۹۲).

تغییر اقلیم

بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، متوسط دما در ایران طبق سناریوهای مختلف، در اواسط قرن بیست و یکم از حدود ۲ تا ۲/۸ درجه سانتی‌گراد و در انتهای قرن از ۲/۷ تا ۴/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش نسبت به دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ میلادی نشان می‌دهد. همچنین برآورد می‌شود متوسط بارش در میانه قرن به‌طور متوسط از ۵/۲ تا ۸/۶ درصد کاهش یابد، که این کاهش در برخی نقاط به ۱۰/۶ تا ۱۷/۶ درصد می‌رسد. خلاصه پارامترهای مربوط به تغییر دما و بارش در کشور تحت سه سناریوی رهاسازی گازهای گلخانه‌ای و در دو افق زمانی میانه و انتهای قرن در جدول ۱ نشان داده‌شده است. در سناریوهای بررسی‌شده از میان سناریوهای تعریف‌شده بین‌المللی (IPCC)، درصد کاهش بارش در انتهای قرن به‌طور متوسط حدود ۹/۳ تا ۱۱/۴ درصد خواهد بود که در برخی نقاط مقدار این کاهش به ۲۰/۴ تا ۲۲/۱ درصد می‌رسد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).



شکل ۹ : درصد افرادی که از منابع بهینه آب آشامیدنی استفاده می‌کنند (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).



شکل ۱۰: روند تغییرات سطوح زیر کشت (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

جدول ۱: تغییر دما در ایران در سناریوهای A2، A1B و B1 از تولید گازهای گلخانه‌ای در بازه‌های زمانی میانه و انتهای قرن بیست و یکم نسبت به متوسط دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ و تغییر بارش در ایران در بازه‌های زمانی میانه و انتهای قرن بیست و یکم نسبت به متوسط دوره ۱۹۶۱ تا ۱۹۹۰ (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

بازه زمانی	سناریو	تغییر دما (درجه سانتی‌گراد)			
		حداقل	متوسط	حداکثر	انحراف معیار
میانه قرن (۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹)	A2	۲/۳	۲/۷	۲/۹	۰/۱
	A1B	۲/۴	۲/۸	۳/۱	۰/۱
	B1	۱/۸	۲/۰	۲/۲	۰/۱
انتهای قرن (۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹)	A2	۴/۰	۴/۶	۵/۰	۰/۲
	A1B	۳/۳	۳/۹	۴/۳	۰/۲
	B1	۲/۳	۲/۷	۳/۰	۰/۱

بازه زمانی	سناریو	تغییر بارش (درصد)			
		حداقل	متوسط	حداکثر	انحراف معیار
میانه قرن (۲۰۴۰ تا ۲۰۶۹)	A2	−۱۶/۰	−۷/۰	۱/۴	۳/۱
	A1B	−۱۷/۶	−۸/۶	−۰/۴	۲/۹
	B1	−۱۰/۶	−۵/۲	۰/۳	۲/۱
انتهای قرن (۲۰۷۰ تا ۲۰۹۹)	A2	−۲۰/۴	−۹/۳	۳/۹	۴/۵
	A1B	−۲۱/۷	−۱۱/۴	۴/۹	۴/۲
	B1	−۲۲/۱	−۱۰/۵	−۰/۶	۳/۶

خشکسالی

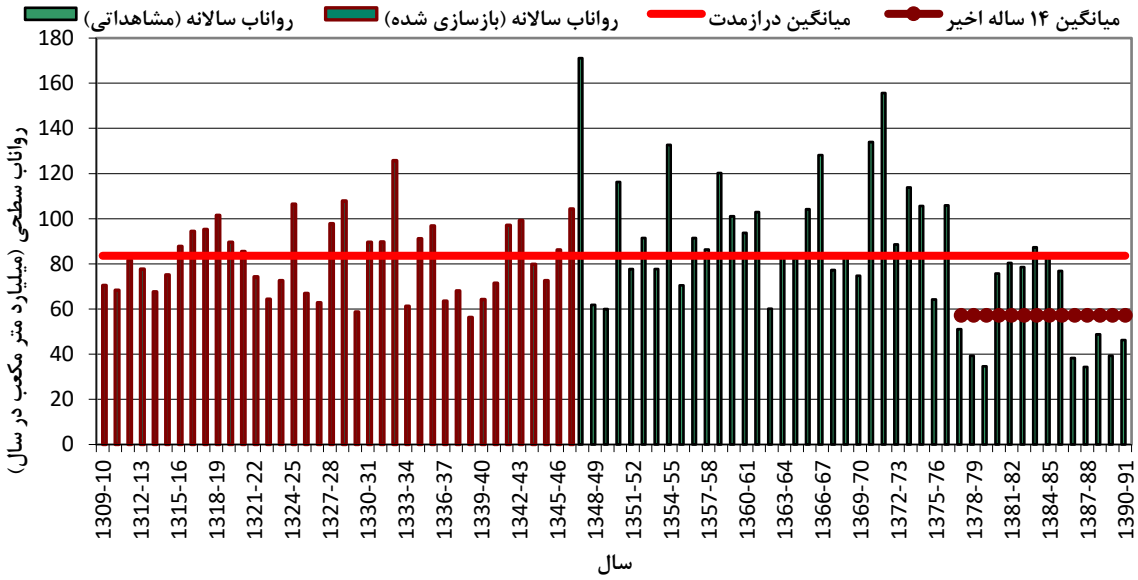
آمار و ارقام و هشدارهای مسئولین و دست‌اندرکاران آب کشور حکایت از آن دارد که هم‌اکنون ۱۱ کلان‌شهر ایران با جمعیتی بالغبر ۳۷ میلیون نفر در مرحله تنش آبی قرار دارند و خطر جیره‌بندی آب در پایتخت ۸/۵ میلیون نفری ایران که بیشتر توان ذخیره سدهای مورداستفاده آن از آب خالی مانده بسیار جدی است. حفر هزاران حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق غیرمجاز، بسیاری از دشت‌های کشور را با تراز منفی آب مواجه ساخته و احداث صدها سد و آب‌بند در مسیر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها در کنار خشک‌سالی‌های اقلیمی، بسیاری از تالاب‌ها و رودخانه‌های کشور را خشکانده است. به‌طوری‌که بستر خشکیده این تالاب‌ها منبع تغذیه ریزگردهایی شده‌اند که بسیاری از شهرها و روستاهای کشور را درنوردیده و در سیطره خود گرفته‌اند.

برای سنجش میزان بحران آب در کشورها شاخص‌ها و مدل‌هایی به کار گرفته می‌شود که سه شاخص فالکن مارک، شاخص سازمان ملل و موسسه بین‌المللی مدیریت آب از معتبرترین آن‌هاست. بر اساس شاخص فالکن کشورهایی که دارای سرانه سالانه آب تجدیدپذیر بیش از ۱۷۰۰ مترمکعب هستند، مشکل بحران آب ندارند و کشورهایی که دارای سرانه آب بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب هستند جزو کشورهای با تنش آبی محسوب می‌شوند. سرانه آب ایران در حال حاضر و بر اساس شاخص فالکن مقدار ۱۵۶۰ مترمکعب است که نشان‌دهنده قرار گرفتن در مرحله تنش آبی است (وزارت نیرو، ۱۳۹۳). از طرفی محاسبه انجام‌شده توسط شاخص سازمان ملل نیز نشان می‌دهد که نسبت آب مصرف‌شده به آب تجدیدپذیر کشور معادل ۰/۸ است. یعنی سالانه ۸۰ درصد از منابع آب تجدیدپذیر کشور برداشت می‌شود. این اعداد نشان‌دهنده بحران چشمگیر و شدید آب در ایران است.

مؤلفه‌های اثر

تأثیر بر رودخانه‌ها

بررسی آمار جریان سطحی در ایستگاه‌های آب‌سنجی و ورودی سدهای مخزنی کشور حاکی از کاهش چشم‌گیر جریان سطحی در رودخانه‌های کشور طی دو دهه اخیر است. میانگین درازمدت رواناب سطحی کشور در حدود ۸۵ میلیارد مترمکعب است که مقدار آن طی ۱۴ سال اخیر به حدود ۵۷ میلیارد مترمکعب کاهش پیداکرده است (شکل 11). این کاهش ناشی از اضافه برداشت از آب‌های زیرزمینی و به‌تبع آن کاهش تغذیه آبخوان‌ها، مصرف آب چشمه‌سارها قبل از اتصال آن‌ها به رودخانه‌ها و همچنین برداشت آب در بالادست حوضه است. این موضوع باعث شده تا خشک‌سالی‌های اخیر علی‌رغم یکسان بودن بارش بسیار شدیدتر از خشک‌سالی‌های مشاهداتی اواخر دهه ۳۰ هجری شمسی باشد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).



شکل ۱۱: نوسانات و میانگین‌های رواناب سطحی کشور (وزارت نیرو، ۱۳۹۳)

تأثیر بر منابع آب زیرزمینی

استفاده از آب‌های زیرزمینی در مناطقی نظیر ایران که در کمربند خشک و نیمه‌خشک کره زمین واقع‌شده‌اند از دیرباز به‌عنوان یک ذخیره حیاتی و استراتژیکی موردتوجه بوده است. بر اساس آمار سال۱۳۹۱، در کشور ۶۵۰ هزار حلقه چاه (مجاز و غیرمجاز)، ۳۹ هزار رشته قنات و ۱۴۶ هزار دهنه چشمه وجود دارد که درمجموع سالانه ۷۶ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی را تخلیه می‌نماید. روند افزایش تعداد دشت‌های ممنوعه کشور در ۴۰ ساله گذشته صعودی بوده و از ۲۵ دشت به ۲۹۱ دشت رسیده است که معادل رشدی برابر ۹۱ درصد است (وزارت نیرو، ۱۳۹۳، سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

فرونشست زمین

بهره‌برداری بیش‌ازحد باعث خالی شدن خلل و فرج آبرفت‌ها از آب و ایجاد فضای خالی بین‌دانه‌ای می‌گردد. ازآنجاکه هوا مانند آب تحمل وزن لایه‌های بالایی را ندارد، در نتیجه خالی شدن پیوسته فضای بین دانه‌های آبرفتها، کم‌کم فضای بین ذرات خاک براثر عملکرد نیروی ثقل ناشی از وزن طبقات بالایی زمین بسته‌شده و خاک متراکم می‌گردد. با توجه به ناهمگن بودن بافت خاک سفره‌های آب، معمولاً نشست زمین در همه جهات یکسان نیست که می‌تواند باعث ایجاد درز و شکاف‌های وسیع و عمیق در اراضی کشاورزی، ساختمان‌ها، تأسیسات شهری و روستایی و

آسیب دیدن تأسیسات زیر بنائی نظیر راه‌ها، پل‌ها، ریل‌های راه‌آهن و خطوط لوله انتقال آب و حامل‌های انرژی شود. این نشست ممکن است به‌صورت فروریزش محلی چاه‌ها (فروچاله[3]) در نواحی که زیر آبخوان سنگ‌آهک، دولومیت و دیگر سنگ‌های قابل انحلال قرار دارد، به وقوع بپیوندد. متأسفانه، این پدیده در بخش‌های مهمی از کشور ایران نیز نظیر دشت‌های استان‌های کرمان (شکل 12)، یزد، همدان و خراسان رضوی قابل‌مشاهده بوده و پایداری بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و تأسیسات این مناطق را با خطرات جدی مواجه کرده است.

شکل ۱۲: آبخوان اختیارآباد کرمان و پدیده فرونشست.

انتشار ریزگردها

بر اساس مطالعات سازمان هواشناسی کشور بر پایه آمارها و تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۰۱ لغایت ۲۰۱۱، تعداد ۵۲۹ طوفان مستقل روانه مرزهای غربی کشور شده که از کانون‌های مختلف و مجزا نشأت‌گرفته بودند. بر اساس این مطالعات، ۶ کانون اصلی تولید گردوخاک شناسایی‌شده که در طی ۱۰ سال گذشته حداقل ۱۰ طوفان از آن کانون‌ها روانه ایران شده است. منشاء ریزگردهای استان‌های خوزستان و ایلام عمدتاً ناشی از بخش‌های خشک‌شده تالاب بزرگ هورالعظیم در عراق و ایران و همچنین گاهی ریزگردهای ناشی از جنوب غرب ایران است. از دلایل اصلی خشک شدن تالاب هورالعظیم و همچنین بیابانی شدن نواحی مرکزی و غرب عراق، سدسازی و مهار آب در قالب پروژه گاپ ترکیه بوده که در آن با احداث سدهایی با حجم مخزن بالغبر دو برابر آورد رودخانه‌های دجله و فرات بسیار محدودشده است. علاوه بر این فعالیت‌ها، دولت وقت عراق به‌منظور توسعه اراضی کشاورزی، سرکوب بهتر نواحی شیعه‌نشین جنوب عراق و همچنین اتصال مستقیم شهر بصره به آب‌های آزاد، بخش عمده‌ای از تالاب هورالعظیم و دیگر تالاب‌های جنوب شرقی عراق را خشک کرده بود که اثرات آن همچنان باقی است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۳).

تأثیر بر معیشت و جامعه انسانی

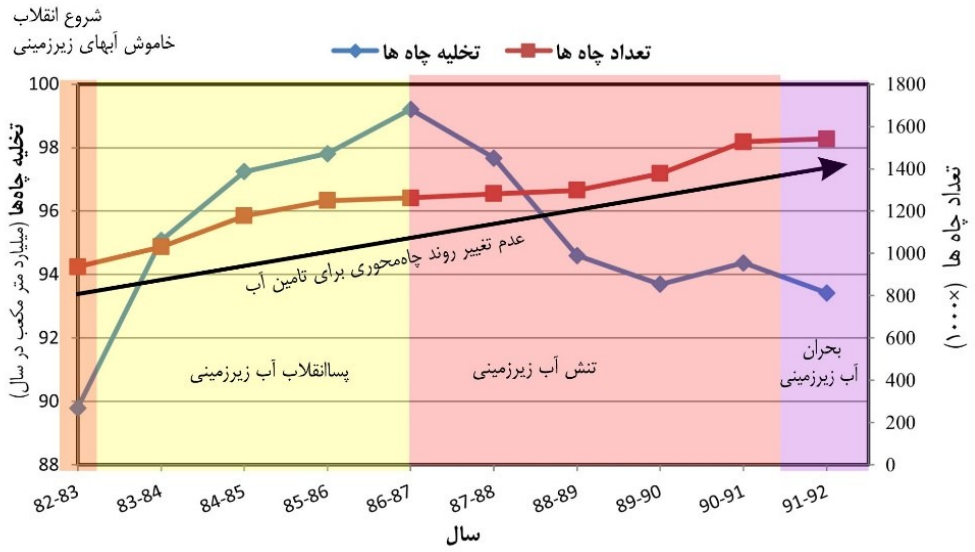
افزایش مناقشات بهره‌برداران

اقدامات و فعالیت‌هایی که درزمینه کاربری و کنترل منابع آب میان مصرف‌کنندگان و در مصارف مختلف صورت می‌گیرد می‌تواند با یکدیگر تقابل و تناقض داشته و بالقوه مسائل و پیچیدگی‌های زیادی را به وجود آورد. برخی از منابع آب در شرایطی در دسترس جامعه قرار می‌گیرند که حقوق بهره‌برداران را نمی‌توان از تعرض دیگران به‌راحتی مصون داشت و تعرض موجب کاهش منابع در دسترس و آثار و پیامدهای منفی بر صاحبان حقوق و جامعه می‌شود. معمولاً ممکن است مقامات مسئول صدور مجوز بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، برای صدور مجوزهای جدید در مناطقی که تعادل تغذیه و برداشت آب آن‌ها برقرار نیست، تحت‌فشار باشند و یا برداشت غیرقانونی از این سفره‌ها انجام پذیرد. این اضافه برداشت‌ها موجبات اضرار به حقوق بهره‌برداران موجود را فراهم می‌سازد. در مناطقی که جریان‌های سطحی از منابع آب زیرزمینی تغذیه می‌شوند، کاهش در

[3] - Sinkhole

جریان پایه آب سطحی درنتیجه کاهش ذخایر آب زیرزمینی، تأمین حقابه‌های موجود آب سطحی را نیز با مشکلات زیادی روبرو می‌کند. خشک‌سالی نیز می‌تواند تأثیرات ماندگاری بر شرایط آبخوان باقی بگذارد. ازجمله یک عکس‌العمل معمول در دوره‌های خشک‌سالی حفر چاه‌های بیشتر است که تداوم بهره‌برداری از این چاه‌ها ازجمله تغییرات دائمی در شرایط سفره است که موجبات افزایش مناقشات در حقوق بهره‌برداری از منابع آب باقیمانده را فراهم می‌کند.

کاهش آبدهی و عمر چاه‌ها: از آنجائی که عمق چاه‌های حفرشده اغلب تنها بخشی از منطقه اشباع را شامل می‌شود، با افت سطح ایستابی عملاً میزان بهره‌برداری به‌تدریج کاهش‌یافته و صاحبان چاه‌ها به‌منظور جبران آبدهی چاه مرتباً درخواست جابجایی چاه و حفاری اضافی (کف‌شکنی) را برای تأمین آبدهی به میزان قبلی می‌نمایند. درنتیجه کج شدن جدار چاه‌ها، خارج شدن تجهیزات آبکشی از حالت تراز و بروز نقص فنی در چاه‌ها، موجبات کاهش عمر آن‌ها فراهم می‌شود. افزایش املاح در اثر برگشت آب‌شور به آبخوان نیز خورندگی و رسوب‌گذاری در تأسیسات بهره‌برداری را به دنبال دارد. افت مداوم سطح آب علاوه بر تحمیل هزینه و انرژی بیشتر برای بهره‌برداری به میزان ثابت، به تخلیه و نهایتاً کاهش ظرفیت کل آبخوان می‌انجامد. علی‌رغم افزایش تعداد چاه‌ها در سال‌های اخیر میزان تخلیه آبخوان‌ها (یا برداشت از چاه‌ها) ثابت مانده است (شکل ۱۳). این موضوع نشان‌دهنده رو به افول بودن پتانسیل دشت‌ها و کاهش آبدهی چاه‌ها با عمق فعلی است.

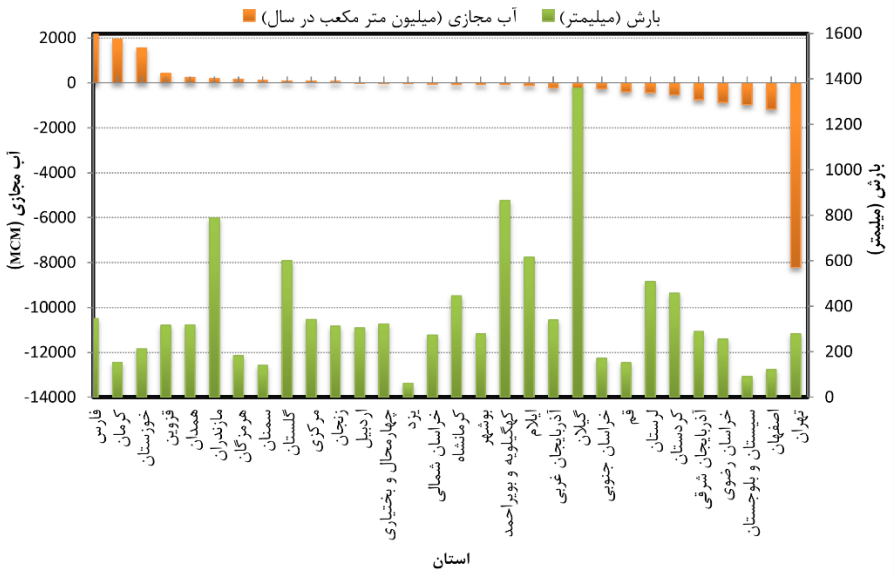


شکل ۱۳: روند افزایش تخلیه و تعداد چاه‌ها (وزارت نیرو، ۱۳۹۳، سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۹۸)

عدم تطابق توسعه و منابع آب

پس از یک وقفه ۱۰ ساله (۱۳۵۸ تا ۱۳۶۸)، برنامه‌های کاملا ناپایدار توسعه در کشور آغاز شد ولیکن این برنامه‌ها متوازن نبوده است. این الگوی نامتوازن و ناپایدار توسعه باعث شده تا فشار بر منابع طبیعی کشور به‌ویژه منابع آب تشدید یافته و منجر به خشک شدن تالاب‌ها، نشست زمین و شور شدن اراضی حاصلخیز و دیگر پیامدهای درازمدت محیط زیستی و ایجاد بحران آب در کشور شده است. در دهه اخیر نیز سرمایه‌گذاری‌های زیادی برای مهار آب‌های سطحی در قالب طرح‌های سدسازی انجام‌شده که اغلب حجم آن‌ها بیش از آورد رودخانه‌ها است. علاوه بر پیش‌بینی نادرست از ظرفیت منابع آبی، سرمایه‌گذاری برای نگهداری و بهره‌برداری در حد لازم انجام‌نشده که موجب افت ظرفیت و فرسودگی زودرس تأسیسات آبی شده است. از سوی دیگر سرمایه‌گذاری برای طرح‌های بازچرخانی و استفاده مجدد آب استحصالی و مصرف صحیح آن در سطح مزرعه و مراکز جمعیتی بسیار اندک بوده است (ناپایداری توسعه). هزینه‌های تأمین خدمات به لحاظ مالی، اقتصادی و محیط زیستی رو به افزایش است که موجب گسترش محدودیت‌ها و افزایش مناقشات آبی شده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸).

"آب مجازی" مقدار آبی است که یک کالا و یا یک فراورده کشاورزی طی فرایند تولید مصرف می‌کند تا به مرحله تکامل برسد و مقدار آن معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان است. تراز مثبت آب مجازی در یک استان نشان‌دهنده صادرات آب در قالب محصولات کشاورزی به استان‌های دیگر و یا خارج از کشور است. استان کرمان که از استان‌های خشک کشور است، دومین صادرکننده آب مجازی در ایران بوده! و در مقابل استان‌هایی از قبیل گیلان، مازندران و استان‌های غربی کشور واردکننده آب مجازی و یا صادرکننده ناچیز آب مجازی می‌باشند (شکل ۱۴) (کیانی، ۱۳۹۳). این شکل نشان‌دهنده توزیع نامتوازن سرمایه‌گذاری و توسعه ناپایدار در بخش آب و کشاورزی در سطح کشور است.



شکل۱۴: تراز آب مجازی و بارش استان‌های کشور به نقل از کیانی(۱۳۹۳).

تأثیر بر تولیدات کشاورزی و دامداری

بر اساس گزارش‌ها در سال ۱۳۸۰ حدود ۲/۶ میلیون هکتار زراعت آبی و ۴ میلیون هکتار زراعت دیم و ۱/۱ میلیون هکتار از باغات تحت تأثیر خشک‌سالی قرارگرفته‌اند. خسارت ناشی از خشک‌سالی بر باغات در این سال بالغبر ۵۲۰ میلیون دلار بود. بر اساس تحقیقات انجام‌گرفته در کشور، اثر مستقیم خسارت ناشی از کاهش هر ۱ میلی‌متر بارندگی برابر ۹۸ میلیارد ریال می‌باشد. با فرض آنکه تفاوت میزان آب استحصالی در ترسالی در مقایسه با خشک‌سالی ۱۳ میلیارد مترمکعب باشد، خسارت کاهش سطح زیر کشت ناشی از آن بالغبر ۱۲۷۴ میلیارد ریال می‌گردد (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸). با نگاهی به این ارقام می‌توان گفت طی دست کم سه تا چهار دهه پیش تاکنون توسعه کشاورزی و صنعت کشور از منظر مدیریت منابع آبی بصورتی «کاملا ناپایدار رخ داده است» و این بر خلاف روندهای شناخته شده جهانی در توسعه پایدار است.

مؤلفه‌های پاسخ

در دهه‌های اخیر، دیدگاه‌های متنوعی تحت عنوان توسعه پایدار منابع آب مطرح‌شده‌اند. در دسته نگرش‌های مبتنی بر کلی‌نگری برای دستیابی به اهداف کلان مدیریت آب، استفاده از رویکرد مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب و نیز حرکت از مفهوم کارایی به مقوله اثربخشی در تصمیم‌گیری‌ها امری الزامی است. در نگرش جدید بر رویکردهای غیرسازه‌ای و مدیریتی تأکید می‌شود اما به همراه آن‌ها، استفاده از رویکردهای سازه‌ای درست و مؤثر برای برنامه‌ریزی و تنظیم منابع محدود آب در کشور پهناور ایران همچنان اهمیت دارد. در این بخش، اهم قوانین و سیاست‌گذاری‌های مربوط به مدیریت منابع آب کشور ازنقطه‌نظر کمی (منابع و مصارف) مطرح می‌شوند. سپس طرح‌ها و اقدامات عملی و نهایتاً ظرفیت‌سازی، آموزش و آگاهی‌رسانی عمومی ارائه خواهد شد.

سیاست‌گذاری‌ها

چند عامل مهم در سیاستگذاریها مهم هستند که باید در مورد آن بررسی لازم صورت پذیرد از جمله تغییرات ساختاری در مدیریت دولتی منابع آب و محیط زیست. منظور تلفیق و یکپارچه شدن مدیریت کلان منابع آب در کشور از چند دستگاه به یک دستگاه است. تصویب قوانین جدید و مترقی برحسب مشکلات و چالشهای محیط زیست و منابع آبی کشور. یکی از مهم‌ترین سندهای سیاست‌های کلان کشور درزمینه منابع آب، "راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب" است که در سال ۱۳۹۷ و سیاستهای کلی نظام در محیط زیست در سال ۱۳۹۷به تائید مقام معظم رهبری رسیده است.

مطابق با این اسناد، مدیریت ملی آب و محیط زیست کشور باید بر اساس مدیریت توأمان عرضه و تقاضا، جامع‌نگری در کل چرخه آب و اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز کشور باشد. به‌منظور تحقق مدیریت یکپارچه (جامع) منابع آب در حوضه‌های آبریز، لازم است که نظام هماهنگی بخش‌های مختلف اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی، زیربنایی و خدماتی با بخش آب ایجاد گردد.

سیاست‌های کلی مرتبط با بخش آب در برنامه پنجم توسعه در راستای سند چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور عبارت‌اند از: یکپارچگی در سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، ارزشیابی، نظارت و تخصیص منابع عمومی (بند ۱۹ امور اجتماعی ۱۹–۱) و ایجاد ساختارهای مناسب برای ایفای وظایف حکومتی نظیر سیاست‌گذاری، هدایت و نظارت (بند ۲۵ امور اقتصادی ۲۵–۲). در قانون برنامه پنجم توسعه که برخی از تعهدات انجام‌نشده برنامه‌های قبلی را نیز در بردارد و موعد اتمام آن پایان سال ۱۳۹۳ است، مهم‌ترین جهت‌گیری‌های اصلی در بخش آب عبارت‌اند از: مدیریت جامع (به‌هم‌پیوسته) و توسعه پایدار منابع آب (ماده ۱۴۰)، ساختار سه سطحی مدیریت به‌هم‌پیوسته حوضه‌های آبریز کشور (موضوع جزء ۵ بند الف ماده ۱۴۰)، افزایش بهره‌وری آب کشاورزی، صدور سند بهره‌برداری آب، تهیه و اجرای همزمان طرح‌های تأمین آب و طرح‌های مکمل (ماده ۱۴۱)، تقویت بازارهای محلی، منطقه‌ای و توجه به ارزش آب (ماده ۱۴۲) و مشارکت بنگاه‌ها و نهادهای عمومی غیردولتی و بخش‌های تعاونی و خصوصی (موضوع‌بند ب ماده ۱۴۲).

از مهم‌ترین الزامات تحقق اهداف بالادستی فوق‌الذکر می‌توان به اعتلای جایگاه مدیریت آب در نظام برنامه‌ریزی کشور، اصلاح ساختار مدیریت عرضه و تقاضای آب در بخش‌های مختلف به‌صورت به‌هم‌پیوسته در سطح حوضه‌های آبریز اشاره نمود. ازجمله قوانینی که در دوره موردبررسی به تصویب رسید و درروند مدیریت صحیح آب کشور اختلالات اساسی ایجاد نمود، می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

۱- قانون تأمین مالی برای جبران خسارات ناشی از خشک‌سالی یا سرمازدگی (مصوب ۲۶ خرداد ۱۳۸۳ مجلس شورای اسلامی) که منجر به عدم دریافت حق‌النظاره آب از فعالیت‌های کشاورزی شد.

۲- قانون تبدیل ادارات کل امور آب استان‌ها به شرکت‌های آب منطقه‌ای استان و تبدیل شرکت‌های آب منطقه‌ای که بیش از یک استان را در برمی‌گیرد به شرکت آب منطقه‌ای استان ذی‌ربط (مصوب ۲۶ اسفند ۱۳۸۳ مجلس شورای اسلامی). این قانون با اصل مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب در سطح حوضه آبریز در تعارض بوده و رقابت بر سر تخصیص و بهره‌برداری از منابع محدود آب در استان‌های واقع در یک حوضه را تشدید نموده است.

۳- قانون تعیین تکلیف چاه‌های آب فاقد پروانه بهره‌برداری (مصوب ۱۲ مرداد ۱۳۸۹ مجلس شورای اسلامی) که منجر به افزایش بهره‌برداری و تشدید بحران آب زیرزمینی شده است. عدم اثرگذاری «آئین نامه جلوگیری از آلودگی آب» را نیز باید به این موارد افزود.

طرح‌ها و اقدامات عملی

در این قسمت به برخی از مهم‌ترین طرح‌ها و اقدامات عملی که در دوره اخیر برای تأمین و مصرف آب اجرا و یا مدنظر قرارگرفته‌اند به تفکیک موضوع اشاره شده‌اند (جدول ۲).

جدول ۲: طرحها و اقدامات عملی در توسعه پایدار و مدیریت یکپارچه منابع آب کشور.

ردیف	طرح‌ها و اقدامات عملی
۱	تدوین الگوی کشت متناسب با میزان منابع آب موجود در هر حوضه آبریز یا محدوده مطالعاتی در کشور نیز از جمله مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد.
۲	تعادل بخشی آبخوان‌ها
۳	انجام طرح‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب، سازمان‌دهی شرکت‌های حفاری،نصب کنتورهای هوشمند آب و برق،ایجاد گروه‌های گشت و بازرسی در دشت‌های کشور.
۴	ارتقاء راندمان آبیاری و بهره‌وری آب
۵	افزایش مکانیزاسیون کشاورزی و استقرار سیستم آبیاری قطره فشار، احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی اصلی و فرعی، تبدیل شبکه‌های سنتی به شبکه‌های مدرن، پوشش انهار یا کانال‌های آب‌رسانی، تحویل حجمی آب، تجهیز و نوسازی مزارع.
۶	تعیین نرخ واقعی آب‌بها
۷	قیمت‌گذاری و دریافت آب‌بهای کشاورزی بر اساس قانون تثبیت آب‌بهای زراعی، دریافت حق‌النظاره آب در بخش صنعت، خدمات، شرب و آبزی‌پروری، تدوین شیوه‌نامه هزینه‌های جبرانی آب‌های زیرزمینی، تدوین آیین‌نامه اجرایی حق النظاره کشاورزی و شیوه‌نامه محاسبه حق‌النظاره.
۸	تدوین برنامه‌های توسعه و آمایش با محوریت آب
۹	تدوین راهنمای انجام مطالعات آمایش توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، بررسی‌های آمایشی در مورد توسعه محور شرق و غرب، یا محور خوزستان و حاشیه جنوب.
۱۰	مدیریت تقاضا
۱۱	تدوین سند ملی الگوی مصرف بهینه آب کشاورزی، تدوین قانون تحویل حجمی آب، اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، نصب ادوات کاهنده مصرف آب، آگاهی‌رسانی عمومی و اقدامات ترویجی برای کاهش مصرف آب.
۱۲	تکمیل شبکه‌های اندازه‌گیری و سیستم مدیریت اطلاعات
۱۳	بازنگری قوانین و مقررات حوزه آب (مثلا قانون توزیع عادلانه آب، مصوب ۱۳۶۱)

در این قسمت به برخی از مهم‌ترین طرح‌ها و اقدامات عملی که در دوره اخیر برای تأمین و مصرف آب اجرا و یا مدنظر قرارگرفته‌اند به تفکیک موضوع اشاره شده‌اند (جدول ۳).

جدول ۲: ظرفیت‌سازی، آموزش و آگاهی‌رسانی عمومی در توسعه پایدار و مدیریت یکپارچه منابع آب کشور.

ردیف	ظرفیت‌سازی، آموزش و آگاهی‌رسانی عمومی
۱	برگزاری تعداد اندکی جلسات شورای عالی آب به‌صورت نامنظم
۲	تهیه گزارش ملی طرح بهنگام سازی مطالعات جامع منابع آب کشور که مستلزم تداوم و پیاده‌سازی است.
۳	اجرای طرح حفاظت از تالاب‌های کشور توسط سازمان حفاظت محیطزیست و با حمایت برنامه عمران ملل متحد (UNDP) و تسهیلات جهانی محیطزیست (GEF). این طرح می‌بایستی اجرا و به‌تمامی تالاب‌های کشور تعمیم داده شود.
۴	ایجاد تعداد اندکی تشکل‌های آب‌بران با اختیارات ناکافی
۵	نظارت بر عملکرد فعالیت‌های شرکت‌های آب منطقه‌ای در اجرای پروژه‌ها
۶	تدوین دستورالعمل‌ها، راهنماها و استانداردهای مدیریت، حفاظت و بهره‌برداری منابع آب
۷	اجرای طرح تحقیقات کاربردی در بخش منابع آب کشور توسط وزارت نیرو و شرکت‌های تابعه که نیازمند تخصیص اعتبارات بسیار بیشتری است.
۸	انجام فعالیت‌های پژوهشی آبخیزداری در سطح کشور که مستلزم پیاده‌سازی و گسترش است.
۹	تشکیل مراکز پژوهشی درزمینهٔ منابع آب در دانشگاه‌های کشور
۱۰	ایجاد رشته‌های تحصیلات تکمیلی مرتبط با مدیریت منابع آب در دانشگاه‌های کشور
۱۱	برگزاری دوره‌های آموزشی ضمن خدمت برای مدیران و کارکنان بخش آب
۱۲	آگاهی‌رسانی عمومی و جلب مشارکت مردمی در بهره‌برداری از منابع آب که نیازمند تخصیص اعتبارات بسیار بیشتری است.
۱۳	اجرای طرح ملی دانش‌آموزی نجات آب (داناب)

چشم‌انداز

رشد سریع جمعیت جوان ایران دردهای ۸۰ و به‌تبع آن افزایش نیاز به آب به همراه خشک‌سالی‌های پی در پی و توسعه ناپایدار کشور باعث ایجاد تنش آبی در سطح کشور شده است. در برخی از نواحی کشور به دلیل تراکم جمعیت بالا و همچنین پتانسیل مناسب برای توسعه اراضی کشاورزی، این تنش به مسائل و مشکلات محیطزیستی و تنش‌های اجتماعی تبدیل‌شده است. مسائل محیطزیستی در قالب خشک شدن تالاب‌ها (از قبیل دریاچه ارومیه، دریاچه مهارلو، دریاچه پریشان و ...) و یا افت شدید آب زیرزمینی و فرونشست زمین در دشت‌های ایران نمود یافت. بهره‌برداری غیر حفاظتی از منابع آب بویژه منابع آب زیرزمینی بیش از اثر تغییر اقلیم، منشاء انسانی و مدیریتی داشته که از آن جمله می‌توان به مصرف بالغبر ۹۰ درصد آب در بخش کشاورزی و بازده پایین اقتصادی آن اشاره نمود. برنامه‌ریزی بخشی بدون مدنظر قرار دادن ارکان توسعه پایدار موجب شده که علیرغم دستاوردهای مهم و چشمگیری که در رابطه با تأمین مواد غذایی و حفظ امنیت غذایی کشور به‌دست‌آمده، محیطزیست و همچنین ذخایر دینامیک آب زیرزمینی به شدت به مخاطره بیفتد.

بدون بازبینی اساسی در قوانین و مقررات، سیاست‌ها و راهبردهای موجود، مسائل و مشکلات مدیریت منابع آب نه‌تنها در آینده کاهش نمی یابد، بلکه ابعاد گسترده‌تری نیز خواهد یافت. این مسائل به‌ویژه در برخی از حوضه‌های آبریز (مانند حوضه‌های آبریز دریاچه نمک، کرخه، سفیدرود، ارومیه، مهارلو، بختگان، قره‌قوم، هریرود، گاوخونی و جازموریان) با شدت بیشتر و ابعاد گسترده‌تر خواهد بود. حتی در صورت تداوم خشکسالی و اثرات تغییر اقلیم بر منابع محدود آب ایران، چنانچه سیستم حکمرانی و مدیریت منابع آب کشور اصلاح گردد، این امید وجود دارد که با مشارکت مردم وضعیت رو به کاهش فعلی تا مرحله تاب آوری تعدیل شود. مدیریت صحیح منابع آب شامل اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای بوده که منجر به افزایش بهره‌وری آب به‌ویژه در بخش کشاورزی شود. علاوه بر این اقدامات لازم است از تمرکز حکمرانی آب از دولت کاسته شده و به سمت حکمرانی محلی و توجه به مشارکت مردمی تغییر یابد.

بحث و نتیجه گیری

علاوه بر افزایش جمعیت، مهاجرت و شهرنشینی، توسعه ناپایدار در همه ابعاد آن، به ویژه در دهه اخیر پدیده خشکسالی و تغییر اقلیم محرک تشدید فشار بر منابع آب کشور بوده است. مقدار متوسط بارش با ۲۲۸ میلی‌متر طی دهه اخیر، نسبت به میانگین بلندمدت (۲۴۲ میلی‌متر) نزدیک به ۶ درصد کاهش نشان می‌دهد. توزیع بارش در کشور یکنواخت نبوده به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۲ ارتفاع بارندگی در حوضه‌های مرزی شرق ۱۰۲ میلی‌متر و در سواحل جنوب غربی دریای خزر و ارتفاعات زاگرس ۴۰۴ میلی‌متر متغیر بوده است. حجم جریان‌های سطحی در حوضه‌های آبریز شش‌گانه بالغ بر ۴۶ میلیارد مترمکعب برآورد شده که در مقایسه با متوسط درازمدت ۴۶ درصد کاهش یافته است. درحالی‌که میانگین درازمدت رواناب سطحی کشور در حدود ۸۵ میلیارد مترمکعب است، میانگین ۱۴ ساله اخیر آن به حدود ۵۷ میلیارد مترمکعب کاهش پیداکرده است. مقایسه حجم کل مخازن در حال ساخت و بهره‌برداری با حجم آب قابل تنظیم در سال ۱۳۹۲ نشان می‌دهد که در حدود ۱۵۱۲۵ میلیون مترمکعب نسبت به ظرفیت پیش‌بینی‌شده کمبود آب وجود دارد. در ۴۰ ساله گذشته، تراز آب سفره‌های زیرزمینی هموار نزول داشته و این روند در دهه اخیر تشدید یافته به‌طوری‌که تا مقدار ۱/۸۴(حوضه خلیج‌فارس و دریای عمان) متر کاهش داشته است. با توجه به خشکسالی‌های اخیر و افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی، در حال حاضر ۲۹۱ دشت از مجموع ۶۰۹ دشت کشور ممنوعه و یا ممنوعه بحرانی اعلام‌شده که بخش عمده‌ای از آن‌ها در نواحی مرکزی و شرق کشور قرار دارند. افزایش چشم‌گیر سطح زیرکشت محصولات کشاورزی ازجمله عوامل رشد بی‌رویه مصرف آب در چند دهه اخیر بوده است. روند فعلی برداشت از منابع آب زیرزمینی در کشور یک‌روند غیر صیانتی بوده و دارای آسیب‌های جبران‌ناپذیر جدی بر کمیت و کیفیت آبخوان‌ها است. با در نظرگیری همه این عوامل می‌توان به‌صراحت بیان نمود که ادامه این روند، عوارض محیطزیستی و اقتصادی و اجتماعی بسیار شدید و چشمگیری برای کشور به همراه خواهد داشت. سرانه آب ایران در حال حاضر و بر اساس شاخص فالکن مقدار کمتر از ۱۵۶۰ مترمکعب است که نشان‌دهنده قرار گرفتن در مرحله تنش آبی است. بالغبر ۸۲ درصد از منابع آب تجدید پذیر کشور مصرف می‌شود. مقایسه این عدد با معیارهای جهانی نشان‌دهنده بحران شدید آبی در ایران است. بخش کشاورزی با سهم ۹۰ درصدی بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده آب در کشور است. نیاز آب کشاورزی کشور در دهه اخیر بالغبر ۷/۵ درصد رشد داشته است. این عدد برای نیازهای شرب در جوامع شهری و صنعت به ترتیب برابر با ۸ و ۳/۵ درصد است. برداشت‌های بی‌رویه، حفر چاه‌های غیرمجاز، عدم نظارت کافی بر میزان برداشت‌های فراتر از میزان پروانه بهره‌برداری موجب افت سطح و کاهش کیفیت آب زیرزمینی، نشست زمین در تعدادی از دشت‌ها و پایین آمدن محسوس آبدهی

چاه‌ها شده و باعث در معرض نابودی قرار گرفتن تعدادی از آبخوان‌های کشور شده است. کاهش چشم‌گیر جریان سطحی کشور در طی دو دهه اخیر را تنها نمی‌توان به خشکسالی دوره‌ای نسبت داد. دراین‌ارتباط، اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی و به‌تبع آن کاهش تغذیه آبخوان‌ها، مصرف آب چشمه‌سارها قبل از اتصال آن‌ها به رودخانه‌ها و همچنین برداشت آب در بالادست حوضه نقش بسزایی دارد.

این امر باعث شده تا اثرات خشک‌سالی‌های اخیر بسیار شدیدتر از خشک‌سالی‌های مشاهداتی اواخر دهه ۳۰ هجری شمسی باشد. به دنبال بحرانی‌تر شدن مشکلات منابع آب در کشور ازجمله افزایش مصرف، خشک‌سالی و به‌تبع آن مشکلات محیطزیستی به وجود آمده، مسئولین اجرایی کشور به دنبال تدوین قوانین و سیاست‌گذاری‌هایی برای رفع بحران و یا تخفیف مشکلات ناشی از کمبود آب افتاده‌اند. این اقدامات با بحرانی‌تر شدن وضعیت منابع آب در دهه اخیر پررنگ‌تر شده و حالت جدی‌تر و مصمم‌تری به خود گرفته است. مدیریت ملی آب کشور باید بر اساس مدیریت توأمان عرضه و تقاضا، جامع‌نگری در کل چرخه آب و اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین در حوضه‌های آبریز کشور باشد. به‌منظور تحقق مدیریت یکپارچه (جامع) منابع آب در حوضه‌های آبریز، لازم است که نظام هماهنگی بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیربنایی و خدماتی با بخش آب ایجاد گردد. از مهم‌ترین الزامات تحقق اهداف بالادستی در بخش آب می‌توان به اعتلای جایگاه مدیریت آب در نظام برنامه‌ریزی کشور، اصلاح ساختار مدیریت عرضه و تقاضای آب در بخش‌های مختلف به‌صورت به‌هم‌پیوسته در سطح حوضه‌های آبریز اشاره نمود. نظر به ماهیت فرابخشی آب، لازم است تا کلیه قوانین و سیاست‌های تمامی دستگاه‌ها با چشم‌انداز و سیاست‌های کلان بخش آب و در سطح هیئت دولت و یا شورای عالی آب مطرح و تصویب گردد.

این واقعیت که ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان ازنظر اقلیمی واقع‌شده قابل‌تغییر نبوده و لازم است خود را با این شرایط وفق داد کما آنکه نیاکان ما در هزاره‌های گذشته خود چنین نموده‌اند. لیکن مشکلات آب کشور در طی دو دهه اخیر را تنها نمی‌توان به خشک‌سالی دوره‌ای و یا تغییر اقلیم نسبت داد. در دهه اخیر، مدیریت منابع آب در سطح کلان برنامه‌ریزی کشور کارآمد نبوده که از اثرات آن توزیع سرمایه‌گذاری و توسعه در بخش آب و کشاورزی در سطح کشور نامتوازن است. تجدیدنظر در قانون‌گذاری مدیریت آبی کشور برای پیاده‌سازی مدیریت‌های استانی و منطقه‌ای در یک حوضه آبریز به‌جای نگاه ملی و مدیریت کلان ملی، امری ضروری به‌نظر می‌رسد.

راهکارهای پیشنهادی

با تحلیل شرایط موجود،راهکارهای زیر برای مدیریت استراتژیک منابع آب کشور به شرح زیر پیشنهادشده است:

تدوین چشم‌انداز و اهداف مشترک برای فرابخش آب: نظر به ماهیت فرابخشی آب، لازم است تا کلیه قوانین و سیاست‌های تمامی دستگاه‌ها با چشم‌انداز و سیاست‌های کلان بخش آب و در سطح مجلس شورای اسلامی، هیات دولت و یا شورای‌عالی‌آب مطرح و تصویب گردد.

برنامه‌ریزی برای حکمرانی مناسب آب: برای دستیابی به این مهم، اصلاحات ساختاری زیر به‌عنوان پیش‌نیاز ضروری می‌باشند:

- تمرکززدایی، تقویت و توسعه ظرفیت‌های حکمرانی محلی آب
- رسمیت دادن به حضور متشکل بخش خصوصی و جامعه مدنی در فرایندهای مدیریت آب
- تنوع بخشیدن به سازوکارهای حکمرانی (مثلاً توافق، بازار و نهادهای خودکنترل کننده)
- تدوین برنامه‌های توسعه و آمایش با محوریت آب: الگوی نامتوازن توسعه باعث شده تا فشار بر منابع طبیعی کشور به‌ویژه منابع آب شدید بوده و خود را در قالب بحران‌های آب در سطح کشور نشان دهد. یکی از نمونه‌های بارز این عدم توازن تراز آب مجازی بخش کشاورزی در استان‌های مختلف کشور است.
- اصلاح قوانین و مقررات: ابهامات در جایگاه قانونی و حیطه مسئولیت‌های وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مرتبط با بخش آب برطرف شده و نحوه ارتباط و هماهنگی آن‌ها برای دستیابی به اهداف و برنامه‌های مشترک تبیین گردد. همچنین خلأها و ابزارهای قانونی برای برخورد با متخلفان بهره‌برداری غیرمجاز از منابع آب برطرف گردد.
- تأمین امنیت غذایی کشور: میزان مصرف آب در بخش کشاورزی از مقدار ۹۲ درصد فعلی به‌شدت کاهش یابد. در این راستا، توجه به مواردی همچون افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، استفاده از منابع آب غیرمتعارف و شورورزی، تجارت آب مجازی، کشت فراسرزمینی حائز اهمیت است. همچنین برنامه‌ریزی برای تغییر رژیم غذایی (تبدیل صد کالری از رژیم غذایی حیوانی به گیاهی) ازلحاظ

صرفه‌جویی کاهش فشار بر منابع آب کشور، تأمین امنیت غذایی و ارتقاء سطح سلامت عمومی جامعه می‌باید در دستور کار وزارتخانه‌های مربوطه ذی‌ربط قرار گیرد.

- سازگاری با شرایط اقلیمی و مدیریت تقاضا و مصرف آب: ازآنجاکه قسمت عمده منابع قابل استحصال برای عرضهٔ آب قبلاً بهره‌برداری شده‌اند، افزایش بیشتر عرضه محدود بوده و با هزینه بسیار همراه است، لذا به نظر می‌رسد مدیریت تقاضا به‌منظور کنترل مصرف و بهره‌برداری کارآمد از نهاده آب مناسب‌تر خواهد بود.
- اصلاح نظام تعرفه و قیمت‌گذاری آب: هدف اولیه اصلاح قیمت‌ها، تأمین مالی و بازپرداخت تمام یا قسمتی از هزینه‌های واقعی است. در مرحله بعدی اهداف اقتصادی همانند کارایی مصارف و سپس اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار باید در قیمت‌گذاری لحاظ شوند.
- بهبود نظام تأمین منابع مالی: اختصاص منابع مالی به طرح‌های توسعه منابع آب با اولویت تکمیل پروژه‌های نیمه‌تمام و با جلب مشارکت بخش خصوصی انجام شود.
- ارتقای منابع انسانی؛ تأمین و ارتقای نیروی انسانی متخصص در سطح استانی و ستاد با توجه به محدودیت‌های بودجه‌ای و قانونی، توانمندسازی کارکنان کلیدی درزمینه صیانت از منابع آب، بهبود سیستم‌های انگیزش و ارزیابی عملکرد، همکاری با متخصصین بیرون سازمانی در قالب مشاوره و پژوهش‌های کاربردی.
- جلب مشارکت عمومی و آگاهی‌رسانی: جذب مشارکت سازمان‌های مردم‌نهاد، توسعه همکاری با رسانه‌های همگانی، استفاده مؤثر از ظرفیت شبکه‌های مجازی و اینترنت.
- بهبود نظام‌ها و سیستم‌ها: برنامه‌ریزی و طراحی مدیریت سیستم‌های اطلاعات موردنیاز برای مدیریت آب و محیط زیست.
- بهبود امکانات و تجهیزات: اولویت‌بندی امکانات موردنیاز با توجه به ضرورت‌ها و برنامه‌ریزی برای تأمین منابع و تهیه تجهیزات.
- تغییر یا افزودن شرح وظایف «شورای عالی آب» در مباحث مدیریت کلان و سیاستگذاریهایی که به چند دستگاه مختلف در دولت مربوط میشود. در دستور کار قرار گرفتن این مسائل میتواند در ایجاد هماهنگی بیشتر بین دستگاههای دولتی و غیردولتی برای اجرای بهتر برنامه ها و راهبردها موثر واقع شود.

منابع

- سازمان حفاظت محیط زیست،۱۳۸۴، دومین گزارش وضعیت محیط زیست ایران، معاونت آموزش و برنامه‌ریزی.
- وزارت نیرو، الف، ۱۳۹۲، گزارش میانکاره بیلان منابع و مصارف حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور، سنتز ملی طرح بهنگام سازی مطالعات جامع منابع آب کشور، دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا، تهران.
- وزارت نیرو، ب، ۱۳۹۲، گزارش میانکاره آب زیرزمینی حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور، سنتز ملی طرح بهنگام سازی مطالعات جامع منابع آب کشور، دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا، تهران.
- وزارت نیرو، ۱۳۹۳، خشک‌سالی در ایران، به نقل از: غفاری، ۱۳۸۶.
- شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۳، دفتر مطالعات پایه، تهران.
- مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۳، برنامه‌ریزی کلان منابع آب کشور: ضرورت اقدامات سازه‌ای در کنار برنامه‌ریزی‌های غیرسازه‌ای، امور مطالعه یکپارچه منابع آب، خاک و محیطزیست، بخش منابع و مصارف آب تهران.
- تجریشی، م.، ۱۳۸۰، نگرانی‌های کیفیت منابع آب در کشور، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، تهران.
- حیدری، ن.، ۱۳۹۳، ارزیابی شاخص بهره‌وری آب کشاورزی و عملکرد سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت آب کشور در این زمینه، فصلنامه مجلس و راهبرد.
- وزارت نیرو، ۱۳۹۲، الف، گزارش میانکاره مصارف آب شرب و صنعت حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور، سنتز ملی طرح بهنگام‌سازی مطالعات جامع منابع آب کشور، دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفا، تهران.
- رشیدیان، آ.، ۱۳۹۱، گزارش نخست دیده‌بانی سلامت کشور، مطالعه شاخص‌های چندگانه سلامت و جمعیت- سیمای سلامت و جمعیت در ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت، تهران.

- اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی ایران. آمایش سرزمین، آب و توسعه پایدار کشاورزی، ۱۳۹۲، دفتر کشاورزی و آب اتاق ایران تهران.
- سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۳، تحلیل خطرپذیری گردوخاک کشور طی ۲۳ سال گذشته، مرکز ملی خشک‌سالی و مدیریت بحران، تهران.
- مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۲، پیشنهاد طرح مطالعاتی بازنگری و ارزیابی طرح‌های توسعه منابع آب در گستره حوضه‌های آبریز درجه ۲ کشور، امور مطالعه یکپارچه منابع آب، خاک و محیطزیست، بخش منابع و مصارف آب، تهران.
- سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۸، استراتژیهای زیست محیطی مدیریت منابع آب و تغییر اقلیم در کشور. گزارش داخلی، دفتر آب و خاک.
- کیانی، غ.، ۱۳۹۳، وضعیت تجارت داخلی و بین‌المللی آب مجازی در ایران، دانشگاه شهید بهشتی، معاونت پژوهشی و فناوری تهران.
- FAO, 2003, Review of World Water Resources by Country, Food And Agriculture Organization of The United Nations, Rome
- UNESCO, 2015, Water for a sustainable world, The United Nations World Water Development Report 2015.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۵۲-۴۵
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.3

گزارش فنی

ژئومیتولوژی و جنبه های تقدس‌نمایی غارهای جم و ریز استان بوشهر، جنوب ایران

عبدالرضا دشتی زاده[1]

چکیده

غارها با داشتن چند ویژگی طبیعی برای بشر همواره دارای اهمیت بوده اند؛ ساختار آن چون پناهگاه ای است که با داشتن تنها یک راه ورودی به مکانی ایمن برای سکونت تبدیل شده است. سرپناهی محکم و مطمئن که در ارتفاع کوه قرار دارد. از نگاهی دیگر به نظر در غارها انگار زمان می ایستد و این مکانها با داشتن محیطی امن و ساکت به مکانی برای تجسم ذهنی بشر از دنیای اطراف خویش و به دنبال آن تصویر پردازی مبدل گشتند. در سده اخیر این مکانها مورد توجه کوهنوردان، غارنوردان ماجراجو، باستان شناسان، زمین شناسان، زیست شناسان و همچنین جویندگان گنج قرار گرفت. در میان آنها باستان شناسان بقایای جوامع پارینه سنگی و بقایای دوره های متاخرتر و همچنین بقایای جانوران هزاران سال پیش را در این محوطه ها را مطالعه می کنند. در این‌جا با مروری بر جایگاه تقدّس غارها در اساطیر ایران به دلایل اهمیت آن در برخی ادوار تاریخی پرداخته می‌شود. نگارنده منطقه مورد مطالعه‌ی پژوهش خویش را دشت جم و ریز در استان بوشهر انتخاب کرده، منطقه‌ای که با داشتن بقایای پارینه‌سنگی در شمال خلیج‌فارس شناخته می‌شود. بررسی غارهای این منطقه از لحاظ مردم‌نگاری مذهبی هدف اصلی این پژوهش می باشد. از میان بیش از ۳۰ غار و پناهگاه صخره ای منطقه مورد مطالعه، تنها دو غار دارای تقدس در میان جامعه محلی شناسایی شد. "پیر بیراهه" و "اشکفت دَس شور" که تقریبا هر دو دارای روایت مشترکی بودند؛ محل ظهور مردانی مقدس. هر دوی این غارها محل ادای نذورات مردم منطقه می باشد و در کنار این مکانها چشمه و درخت مقدس نیز وجود دارد.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۶/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۸
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵

واژگان کلیدی
ژئومیتولوژی، جم و ریز، استان بوشهر

رییس اداره میراث فرهنگی سازمان منطقه ازاد قشم وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی

استناد: دشتی زاده، عبدالرضا (۱۴۰۳) ژئومیتولوژی و جنبه های تقدس‌نمایی غارهای جم و ریز استان بوشهر، جنوب ایران، فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین، سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۵۲-۴۵

شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.3
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

[1] adashtizadeh@gmail.com

مقدمه

غارها با داشتن چند ویژگی طبیعی برای بشر همواره دارای اهمیت بوده اند؛ ساختار آن چون پناهگاه ای است که با داشتن تنها یک راه ورودی مکانی ایمن برای سکونت تبدیل شده است. سرپناهی محکم و مطمئن که در ارتفاع کوه قرار دارد. از نگاهی دیگر به نظر در غارها انگار زمان می ایستد و این مکانها با داشتن محیطی امن و ساکت به مکانی برای تجسم ذهنی بشر از دنیای اطراف خویش و به دنبال آن تصویر پردازی مبدل گشتند (ستوده، غلامرضا ۱۳۷۱). در سده اخیر این مکانها مورد توجه کوهنوردان، غارنوردان ماجراجو، باستان شناسان، زمین شناسان، زیست شناسان و همچنین جویندگان گنج قرار گرفت. در میان آنها باستان شناسان به دنبال بقایای جوامع پارینه سنگی و بقایای دوره های متاخرتر و همچنین بقایای جانوران هزاران سال پیش را در این محوطه ها مطالعه می کنند (هول،۱۳۵۲؛ سولکی، ۱۳۸۷؛ آنژلا مینزونی، ۱۳۷۸؛ بیگلری، ۱۳۸۹ ؛۱۳۹۱و Rosenberg,1985) البته توجه باستان شناسان علاقمند به مطالعه دنیای ماوراء الطبیعه نئاندرتالها و انسانهای مدرن پس از کشف نقاشی های پارینه سنگی و شیوه های خاص تدفین ، به این مکانهای کهن استقرار بشری معطوف گشت (گوران، آندره ۱۳۷۰؛ سولکی، ۱۳۸۷الف و ب).(Nadel et all, 2013)

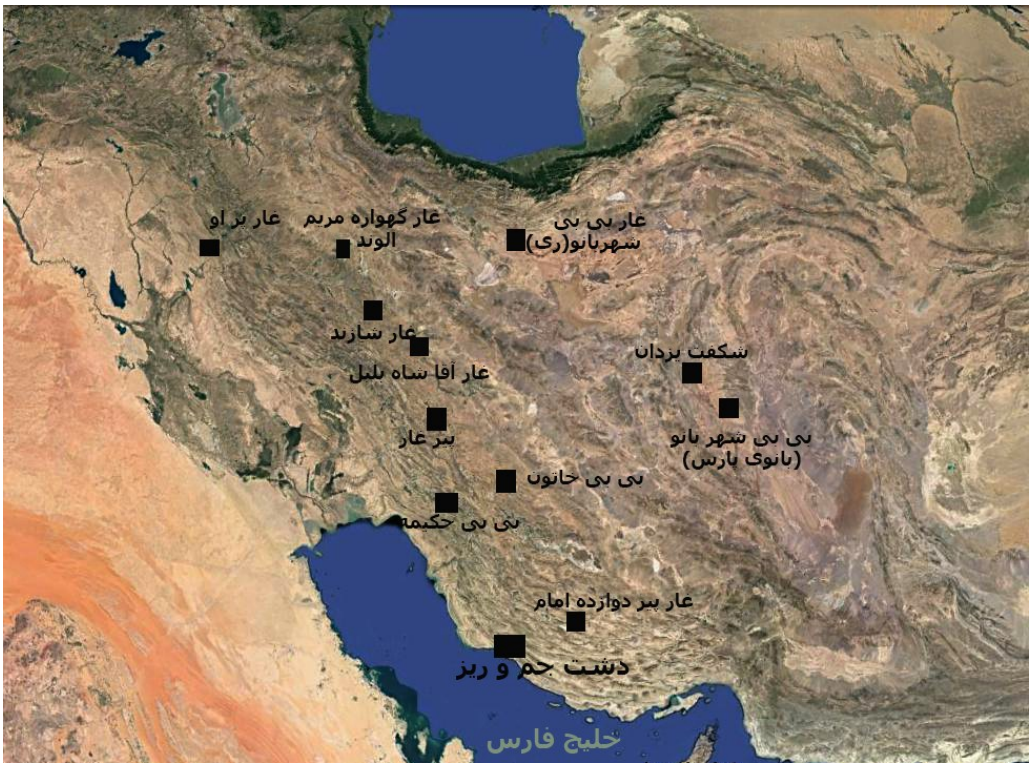
آنچه روشن است تداوم استفاده بشر از غارها است و می توان جنبه های مختلف بن مایه های فرهنگ بشری را در این مکانها مطالعه کرد. ولی با این وجود به نظر، باستان شناسان ایرانی بیشتر از مردم شناسان علاقمند به مطالعه این مکانهای با ارزش میراث بشری می باشند (بنگرید به روستایی و دیگران،۱۳۸۰؛ شیدرنگ، ۱۳۸۳؛ بیگلری و دیگران،۱۳۹۳). در کل با مروری بر مطالعه بر روی غارهای ایران متوجه خواهیم شد به غارها بیشتر از جنبه زمین شناسی و گاهی باستان شناسی پارینه سنگی تا حدی توجه شده و از لحاظ مردم شناسی مذهبی مغفول مانده است.

در بررسی پارینه سنگی غارها و پناهگاه های صخره ای در دشت های کازرون، سعادت شهر ، مرودشت، کُهمره سرخی در زاگرس جنوبی در استان فارس، سعی شد از جنبه مردم شناسی نیز این مکانهای باستانی بوسیله نگارنده مستند نگاری شوند (دشتی زاده،۱۳۸۴؛ دشتی زاده، ۱۳۸۵؛ دشتی زاده و محمدی۱۳۹۰؛ دشتی زاده، ۱۳۹۱؛ دشتی زاده، منتشر نشده). (Dashtizadeh, 2006 A, B). به طور کلی دامداران محلی و عشایر دامدار دو گروه اصلی استفاده کننده از این مکانها در زاگرس جنوبی می باشند که تمرکز بیشتر مطالعات مردم شناسی را می طلبد. مقاله حاضر نتیجه بررسی میدانی پارینه سنگی دشت جم و ریز است که با مجوز پژوهشکده باستان شناسی کشور در مرداد ۱۳۸۶ انجام شد و همزمان با آن مطالعات مردم نگاری نیز صورت گرفت (Dashtizadeh, 2009) . (دشتی زاده، ۱۳۸۷). البته در اولین بررسی مردم نگاری از غارهای دشت جم و ریز تنها به جنبه های الگوی معیشتی دامداران و عشایر و تغییرات بوجود آمده در این مکانها توجه شد. ولی مقاله حاضر به اهمیت غارها و پناهگاه های صخره ای از جنبه تقدس آنها در باور جامعه محلی می پردازد. بدین ترتیب این منطقه چندین بار به صورت شخصی مورد مطالعه قوم باستان شناسی قرار گرفت که مهمترین آن پاییز۱۳۹۴ بود. بررسی میدانی و مصاحبه های متعدد مردم نگاری مهمترین شیوه گردآوری داده در پژوهش حاضر است.

تقدس غارها از دوران پارینه سنگی تا دوران متاخر در ایران

روشن است که غارها در محیطهای صخره ای و اغلب انحلالی کوهستانی شکل می گیرند و از این رو پیش از پرداختن به آنها به عنوان یک "مکان" باارزش در بن مایه های فرهنگ بشری، ضرورت پرداختن به کوه الزامی است. کوه، مرتفع ترین نقطه زمین و پیوند دهنده آسمان و زمین (اساطیر بین النهرین)، مقر خدایان (اساطیر یونان) و در مرکز زمین (اساطیرهند) قرار دارد (کورجی کویاچی، ۱۳۸۰). در شاهنامه فردوسی ، کوه مقر "کیومرث"، نخستین شاه و یا "ایزد سروش" است که در بلندای البرز قرار دارد (جعفری کمانگیر و محمود ، ۱۳۸۲). تقدس کوه با نور خورشید پیوند خورده و "فریدون "در کوه دماوند"ضحاک" را به بند می کشد (راشد محصل و دیگران، ۱۳۹۱). در اندیشه های زرتشتی گری کوه به نیکوترین مکان در ارتباط با پروردگار است و بدین سو بسیاری از آتشکده ها بر بلندای کوه ها برپا می شوند (جعفری کمانگیر و مدیری، ۱۳۸۲). در واقع در دین مزدیسنا کوه نماد گذر روح از دنیا می شود و به محل دفن مردگان تبدیل می گردد (راشد محصل و دیگران، ۱۳۹۱). شاید بتوان نقطه اوج اهمیت کوه را در اندیشه های مهر آیینی نگریست که به همراه آب و گیاه مقدس آورده می شود (کومن، ۱۳۸۰). به طور کلی کوه در آثار شاعران ایرانی چون فردوسی، مولوی، خاقانی، سنایی، عطار و سهروردی به مکانی دست نیافتنی و سر به فلک کشیده و جایگاه پای مردان مقدس تبدیل می شود (همان منبع، ۱۳۹۱). برخی از کوه ها به شکل بشر تجسم می یابد و روایت های مختلفی در میان مردم آفریده می شود که در برخی از نوشته های مردم نگاری به چشم می خورد (محسنی مطلق و ایزدی جیران، ۱۳۹۳).

آنچه روشن است غارها با تغییر اقلیم و بدنبال آن نیازهای بشر در دوران تاریخی تغییر کاربری می دهند و به عنوان مکانهای دفاعی- نظامی، تبدیل می شوند. ولی هنوز نقش آیینی خود را از دست نمی دهند و بدین دلیل غارهایی با کتیبه های مربوط به ادوار مختلف تاریخی در نقاط مختلف ایران ثبت و بررسی شده اند. از این میان می توان غارهای مربوط به دوره دالمایی، غار کانی میکائیل کردستان (موچشی امیر ساعد و علیرضا آذر شب، ۱۳۹۲؛ روستایی و رضوانی، ۱۳۸۱) ، اِشکفت فرهاد صایین دژ (شکاری نیری، ۱۳۷۴)، اشکفت شاه در منطقه چرام کهکلویه و بویر احمد (دوره اسماعیلی) (تقوی بهبهانی، ۱۳۸۸)، اشکفت گَل گَل در مجاورت ایلام (دوره آشوریان) (مظاهری، ۱۳۸۵)، نقش برجسته های الیمایی اشکفت سلمان ایذه (رضایی نیا، ۱۳۸۶)، کتیبه و آتشگاه های ساسانی در غارهای شاپور کازرون و حاجی آباد مرودشت (ابوالقاسمی، ۱۳۸۴)، غار آتشگاه کرمانشاه و ده ها نمونه دیگر اشاره کرد. به طور کلی در دین زرتشتی غارها چنان مقدس می شوند که اشو زرتشت در غار کوه اشیدر (اوشیدر) به پیامبری مبعوث می شود و بسیاری از آتشکده ها در غارها بنا می شوند (جعفری کمانگیر و مدیری، ۱۳۸۲). "شکفت یزدان" در نزدیکی اردکان یزد از این نمونه است. زرتشتیان براین باورند که کیخسرو در روز محشر از "غار شازند" بیرون می آید و به عدل و داد می پردازد (نظمی افشار، ۱۳۸۳).



شکل ۱: موقعیت دشت جم و ریز و برخی از غارهای مقدس در سطح کشور.

همانطور که پیش از این اشاره شد غارها در آیین میترائیسم مکانهای بسیار مقدسی می باشند و میترا برای نخستین بار گاو مقدس را در غار می کشد (کومن، ۱۳۸۰؛ جلالی و همتی، ۱۳۹۲؛ هژبری، ۱۳۹۲). به دلیل تقدس غارها پیروان آیین مهر در ساختار این مکانها نیز تغییراتی بوجود می آورند و معماری صخره ای را ادامه می دهند؛ سازه های صخره ای دستکند مانند "معبد مهر ورجویی۲" در مراغه (؛ مرشدی و خاتمی، ۱۳۹۲)، "قدمگاه آذر شهر"، "کوگان" خرم آباد (آزاد، ۱۳۸۳)، غار "خَربس" جزیره قشم (قسیمی و پیرمرادی، ۱۳۹۲)، "کلات" خورموج و.... از این نمونه اند. در آیین مانویت (سده سوم میلادی) نیز غارها به محل عبادت و انجام اعمال مذهبی تبدیل می شوند که می توان به غارهای منطقه تورفان در ترکستان چین نام برد (کونگ جیان، ۱۳۸۵). البته در دوران معاصر نیز از برخی از این معابد (غارهای دستکند) و یا استودانها بوسیله برخی اقوام ایرانی از جمله لرهای بختیاری استفاده می شد (احمدی، ۱۳۶۸). در کل کوه ها و غار هر دو به عنوان یک مکان مقدس در دین اسلام اهمیت

خود را از دست نمی دهد؛ به گونه ای که در چند آیه از قرآن مجید به غار حرا به عنوان محل بعثت پیامبر اعظم (ص) و یا غار کهف اشاره می شود. همچنین تقدس کوه قاف در برخی از احادیث اسلامی آورده می شود (راشد محصل و دیگران، ۱۳۹۱).

مروری بر شناخت غارهای مقدس

غار ها در بسیاری از ادیان با داشتن محیطی بسیار ساکت به صورت مکانهایی مناسب جهت اندیشیدن و دل شستن از امیال انسانی تعریف می شوند. غار در جاهایی به رحم در بدن زن تمثیل داده شده که زاهد با تزکیه به نطفه حرکت می کند و به کمال دست پیدا می کند (دهقانی و خوش نظر، ۱۳۹۰). در حال حاضر نیز از برخی از غارهای کشور به ویژه در غرب و جنوب زاگرس در کرمانشاه،۳ کردستان، خوزستان و فارس، به عنوان محل چله نشینی دراویش و برخی نیز محل ادای نذر بوسیله مردم محلی استفاده می شوند. غار بهلول کوه دالاهو ، شکفت یزدان و شازند اراک ، پیر سبز پوشان فارس، اشکفت سلمان ایذه، غار عابد در کوه الوند همدان، غار ایوب کرمان و پیر غار ده چشمه چهارمحال بختیاری از این جمله اند۴ (رجایی زمزه ای، ۱۳۵۳؛ قریب، ۱۳۷۱؛ حودسن، ۱۳۷۱؛ جهان پور، ۱۳۸۷). بسیاری از غارها نیز فاقد مقبره می باشند و به صورت قدمگاه مقدس می باشند که مردم محلی در کنار آن شمع روشن می کنند و نذر خود را ادا می دارند. از غارهای قدمگاهی در جنوب ایران می توان به پیر دوزاده امام در مجاور قریه حیاتی و امامزاده پیر غیب در قیر کارزین استان فارس، اقلید فارس نام برد.۵

غارها و پناهگاه های صخره ای در گویش جنوب ایران "اِشکَفت"خوانده می شوند. به طور کلی این مکان ها گاه به محل عبادت فردی مقدس، گاه به عنوان قدمگاه و گاهی نیز به عنوان محل دفن، که در باور بومیان به صورت یک زیارتگاهی محسوب می شوند.

همچنین این مکان جایگاه بی بی ها یا زنان مقدسی است که پس از گریختن از دست متجاوزان در شکاف کوه غیب می شوند. آنچه روشن است بی بی ها همواره مظهر پاکدامنی و یاری رسان دردمندان بوده اند (یارقین، ۱۳۶۱). این روایت ها مربوط به اماکن مقدسی مربوط به دوره ساسانی و اسلامی می باشد و با تغییرات اندکی در بیشتر مناطق ایران رواج دارد (مری بوییس، ۱۳۶۴؛ مهرشاهی، ۱۳۷۹؛ دهقانی یزدلی و امیری، ۱۳۸۹؛ کرمی و دیگران، ۱۳۹۲). همانطور که شرح داده شد بی بی از دست دشمنان به کوه پناه می برد و کوه دهان باز می کند و ایشان با خانواده ستم دیده خود وارد غار می شوند. زمانی که دهانه غار بسته می شود بخشی از لباس بی بی جا می ماند و قسمتی از کوه سبز می شود. این روایت در زیارتگاه "بانوی پارس" نزدیک یزد و زیارتگاه "بی بی شهربانو" که برای مسلمانان نیز مقدس است وجود دارد (مری بوییس، ۱۳۶۴؛ مهرشاهی، ۱۳۷۹؛ دهقانی یزدلی و امیری، ۱۳۸۹). در کنار آن بقعه متبرکه بی بی حکیمه خواهر امام رضا(ع) در نزدیکی گچساران (باستانی پاریزی، ۱۳۸۰, کرمی و دیگران، ۱۳۹۲)، بی بی خاتون در پیر اشکفت نور آباد ممسنی فارس، بی بی شاه زینب در یزدل کاشان (دهقانی یزدلی و امیری، ۱۳۸۹) و بی بی فردوس (باستانی پاریزی، ۱۳۸۰) غار پلنگ آرن در قالهر دلیجان اشاره کرد (محسنی مطلق و ایزدی جیران، ۱۳۹۳). به نظر غارها و یا اشکفت های مقدس دارای چند ویژگی ساختاری هستند:

قرار داشتن در کنار یک چشمه تقریباً در مجاور یا داخل برخی غارهای مقدس چشمه ای وجود دارد. آب این چشمه ها شفا دهنده هستند، به گونه ای که در فرهنگ لرهای بختیاری به "آب مراد" خوانده می شوند. آب چشمه آبادانی ایزدی را در مقابل خشکی و قحطی اهریمنی را نشان می دهد (محسنی مطلق و ایزدی جیران، ۱۳۹۳). پیر چَک چَکوی یزد (باستانی پاریزی، ۱۳۸۰)، پیرغار ده چشمه و غار آقا سید در فارسیان چهارمحال بختیاری، بی بی حکیمه در نزدیکی گچساران، غار (حضرت)ایوب در دهج کرمان، بی بی شهربانو در شهر ری، غار آقا شاه بلبل در دلیجان و .. از جمله غارهای مقدس که دارای چشمه هستند(مری بوییس، ۱۳۶۴؛ یارقین، ۱۳۶۲؛ مهرشاهی، ۱۳۷۹؛ دهقانی یزدلی و امیری، ۱۳۸۹؛کرمی و دیگران، ۱۳۹۲؛ محسنی مطلق و ایزدی جیران، ۱۳۹۳).

قرار داشتن یک درخت مقدس در کنار برخی از اشکفت ها درخت مقدسی وجود دارد که محل بستن دخیل بوسیله اهالی می باشد. در جنوب ایران درخت کُنار یا صدر (باستانی پاریزی، ۱۳۸۲؛ جوادی،۱۳۸۶؛نوبان، ۱۳۸۰) و یا گیاه "مورد"۶ از جمله رستنی های مقدس که هم در ایذه بختیاری و هم دشت جم و ریز می باشند.

در دسترس نبودن بیشتر غارهای مقدس در محل های صعب العبور کوه ها دیده می شوند. این خود می تواند بیانگر این موضوع باشد که شخص متوفی و یا غیب شده که مظلومیت و پاکدامنی از مهم ترین ویژگی های آن هاست، با پیمودن رنج های فراوان و به جهت دوری از ظلمات و تاریکی جوامع انسانی این مکان ها را انتخاب کرده اند. غارها معمولاً محل اختفای مردان مقدسی هستند که مورد تعقیب قرار گرفته اند به عنوان مثال می توان به امامزاده ابراهیم در نزدیکی روستای تکیه سپهسالار در منطقه آسارا و یا پیر غیب در مجاور روستای کُهنار در منطقه قیر کارزین استان فارس و سی جن(جوان) در دلیجان اشاره کرد (محسنی مطلق و ایزدی جیران، ۱۳۹۳)۷.

یکی دیگر از تفاسیر مهم در مورد غارها این است که این مکانها محل زندگی دیوان، اجنه، مار ، اژدها و یا ارواح نفرین شده و شیاطین هستند و این مکانها طلسم شده اند. البته ناگفته نماند مار و اژدها همیشه شخصیت منفی ندارند و گاهی به عنوان نگهبان برای برخی از امامزاده ها و نگهبان دفینه ها یاد می شوند۸. دراساطیر ایرانی در شاهنامه نیز دیوان و اژدها در غارها و اعماق زمین زندگی می کنند و بدین ترتیب واژه "غار زندان" شکل می گیرد (یاقوتی،۱۳۸۰؛ نامور مطلق، ۱۳۸۴). همچنین تاریکی و سکوت آن می تواند تعبیری ترسناکی داشته باشد. این امر حتی در نامگذاری غارها نیز تاثیر گذاشته است؛ غار اژدها در نایین اصفهان، تو دیو بندر گناوه (دشتی زاده، ۱۳۸۲)، غارهای طلسم شهر ایوان (جلالی و همتی، ۱۳۹۲)،

موقعیت جغرافیایی و زمین ریخت شناسی

دشت میانکوهی جم و ریز با جهت شمال غربی–جنوب شرقی با ارتفاع بیش از۵۵۰ متر در جنوب شرقی استان بوشهر و کرانه شمالی خلیج فارس قرار دارد (شکل شماره: ۱). یکی از مهمترین راه های ورود به این دشت با طول ۶۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۵ کیلومتر از سوی بندر عسلویه و کنگان می باشد. جهت شیب این دشت از جنوب شرق به شمال غرب است و تقریبا بین دو رشته کوه دیواره ای محصور شده است. کوه بیخو، نار و کبوتری در شمال و پدری، گلوکلات و پا کمر در جنوب این دشت واقع اند. رودخانه جم و ریز با طول ۵۴ کیلومتر مهمترین منبع آبی این دشت است. در بررسی باستان شناسی از این دشت تعداد ۲۲ محوطه (غار، پناهگاه صخره ای و محوطه باز) شناسایی شد که تعداد ۱۶ محوطه دارای بقایای پارینه سنگی میانی، جدید بودند (Dashtizadeh, 2009). غارها و پناهگاه های صخره ای شناسایی شده شامل؛ پناهگاه های صخره ای موردستون (پدری)، غار تِل سِه، گُرگَدان (گُرگلان)، پلنگی، غار کوچِکو، دومِنی، نارَک و غار کمر هوا است. به طور کلی ابزارهای سنگی مربوط به پارینه سنگی میانی، جدید و فراپارینه سنگی هستند و از یافته های مهم این محوطه ها محسوب می شوند (Ibid,2009).

به طور کلی نام شناسی این گونه محوطه ها برگرفته از نام گیاهان منطقه (موردستون و غار نارک)، برخی حیوانات (غار پلنگی و اشکفت های گرگلان، گاوی، پازنی) و یا ویژگی وسعت و موقعیت جغرافیایی محوطه (اشکفت گپو، کوچکو، دومنی و شی گدار تنگو، اشکفت پس گلی)، ویژگی ساختمانی (غار تل سه، سیَهی، اَفتویی، کمر هوا) و یا شخصیت های مقدس (پیر بیراهی و دَس شور) می باشد (دشتی زاده، ۱۳۸۸). از برخی از غارها و پناهگاه های صخره ای در این دشت به صورت آغل گوسفندان و برخی مشترک برای نگهداری گوسفندان و سکونتگاه عشایر و دامداران به مدت چهار ماه (اواخر آبان تا اسفند) استفاده می شوند (دشتی زاده، ۱۳۸۷). دامداران محلی و یا عشایر در محوطه داخلی غارها و پناهگاه های صخره ای سکونت دارند. این الگو در غارها و پناهگاه های صخره ای اشکفت پس گلی، غارهای افتویی، سِهی و گُرگلان مشاهده شد. به طور کلی مهمترین ویژگی این غار و پناهگاه صخره ای جهت نگهداری گوسفندان عبارتند از: وسعت زیاد، ارتفاع مناسب، دسترسی آسان، نزدیکی به منابع آبی، مرتع، آفتابگیر بودن و باد پناه بودن محوطه داخلی بود.

از میان بیش از ۳۰ غار و پناهگاه صخره ای منطقه مورد مطالعه تنها دو غار که دارای تقدس در میان مردم محلی مستندنگاری شدند. پیر بیراهه یا "امامزاده جعفر"در حدود ۲/۵ کیلومتری غرب روستای آب گرمک قرار دارد (شکل شماره:۱). این مکان مقدس که در تنگه ای قرار دارد که یک

غار در آن قرار دارد (تصویر شماره: ۱). در واقع تنگ به غاری ختم می شود که پس از صعود در قسمت انتهایی آن، آبشاری کوچک دیده می شد (تصویر شماره:۲و۳). در این محل هوا بسیار خنک می باشد و در فصل تابستان مردم منطقه به آنجا می روند. مردم محلی براین باورند که شخص متوفی "جعفر" از نوادگان امام موسی کاظم (ع) است که وقتی گروهی وی را تعقیب می کنند ایشان در این تنگه غیب می شود. در کنار این تنگه درخت کُناری نیز وجود دارد که مردم به آن دخیل بسته اند. به طورکلی این زیارتگاه دارای گیاه مقدس و آب می باشد. روایت دیگر در مورد این غار و پیر مقدس آنکه وجود ماری است که نگهبان این مکان است. مردم محلی از جم و ریز به زیارت این امامزاده می آیند و این مکان به صورت یک محوطه گردشگری مذهبی است. زمانی که جنگ های طایفه ای در منطقه رخ می دخد مردم به این مجموعه تنگ و امامزاده پناه می آورند. وجود یک چهارطاقی که کاملا تغییر کاربری و فرم داده به همراه چند چاه و سازه های آبی محوطه را قابل انتساب به دوره ساسانی قابل توجه می باشد. مردم محلی بر این اعتقادند که برخی از شبها در این تنگه هاله های نوری را می دیدند و وقتی به آنجا می آمدند اثری از آن نمی یافتند.

شکل ۲: الف) نمای کلی تنگ پیر بیراهه، ب) نمای کلی از اشکفت پیر بیراهه

"اشکفت دَس شور" از دیگرغارهای زیارتگاهی دشت جم و ریز محسوب می شود که در ۵ کیلومتری روستای قایدی و ۳ کیلومتری روستای چَم دره واقع شده است. اشکفت دَس شور در گویش محلی به معنی غاری که در آن دست را می شورند. این محوطه برای نخستین بار بوسیله خانم

شقایق حیدری کارشناس ارشد جامعه شناسی و در فروردین ۱۳۹۵ بررسی شد و گزارش ایشان در اینجا قید می شود. نام دیگر این محوطه "گلدسته"و در گذشته به عنوان آغل بوسیله دامداران محلی مورد استفاده قرار می گرفته است. این غار صعب العبور بوده و اهالی روستاها آنرا مقدس می شمارند و زنان در آن دخیل می بستند. زنان دخیل ها را به دور استلاگمیت های غار می بندند (تصویر شماره:۵). نقل است زنی به نام "بُگس گلار" در خواب مردی نورانی را می بیند که سرانجام در این غار غیب می شود. امروزه زنان محلی با نیت شفاعت دخیل های درون اشکفت را پس از مدتی به دستان بیماران خود می بندند. در گذشته مردم صبح زود با پای پیاده و قاطر و اسب پس از ساعت ها پیاده روی که تا ظهر به این محوطه می رسیدند. ولی امروزه با اتومبیل تقریبا به نزدیکی اِشکفت می رسند. آب درون غار را امروز آب مراد می خوانند. مردم در کنار این اشکفت گوسفندی ذبح و غذایی تدارک می چینند (تصویر شماره:۴) . مردم تمامی وسایل پذیرایی شامل انواع ظروف آشپزخانه را در کنار اشکفت می گذاشتند و می رفتند. در جلوی اشکفت سکوی سنگ چین جهت نشستن زوار بوسیله مردم ساخته شده است (تصویر شماره:۴و۶).

شکل ۳: الف) آبشار موجود در مجاور اشکفت پیر بیراهه. ب) ساخت سکو با استفاده از قلوه سنگ جهت نشستن دراشکفت دس شور) دخیل بستن به استلاگمیتها و ظروف آشپزخانه جهت تهیه غذاهای نذری در اشکفت دس شور (عکس: شقایق حیدری،۱۳۹۴).

بحث و نتیجه گیری

از میان بیش از ۳۰ غار و پناهگاه صخره ای منطقه مورد مطالعه تنها دو غار در اعتقادات مردم محلی دارای تقدس بودند. پیر بیراهه و اشکفت دست شور که تقریبا هردو دارای یک روایت مشترک بودند؛ محل از دیدگان ناپدید شدن مردی مقدس. البته در پیر بیراهه که نام آن بیانگر اتفاقی که در آن افتاده است، مردی مقدس از دست دشمنان به تنگه ای که غار در آن قرار دارد از دیدگان غیب می شود. ولی در اشکفت دست شور زنی خواب مرد مقدسی را می بیند که غار را به آن نشان می دهد. هر دو این غار محل ادای نذورات مردم منطقه می باشد. واژه های " غیب شدن"، "بی گناهی و مظلومیت" و "کفار" به عنوان نیروی های شر در تمام گفتگوهای مردم شناسی در مورد این دو غار مشترک می باشد. همچنین "آب مراد"، ""گیاه مقدس"، "غیب شدن" و"زن" مهمترین مفاهیم تقدس در دو غار بررسی شده می باشند. دو غار مقدس دشت جم و ریز در باور اهالی به صورت مکانهایی نفرین شده و یا طلسم شده و ترسناک نبودند بلکه مکانهای بسیار مقدس به شمار می رفتند. در کنار این مکانها چشمه آب نیز وجود دارد و به صورت مکانهایی برای تفریح و گشت و گذار مردم محلی می باشند. این دو محوطه برای تمام مردم مقدس بوده

ونه به گروه خاصی بود. پیر بیراهی در محلی زیبا قرار دارد که مردم به راحتی می توانند به آن دسترسی پیدا کنند ولی اشکفت دس شور در محلی صعب العبور قرار دارد.

در روایت پیر بیراهه مار را به عنوان یک نگهبان می یابیم و از سوی دیگر در اشکفت دست شور دخیل بستن بر روی استالاگمیت غار می بینیم. دخیل بستن بر روی درختان موضوعی جالب برای مطالعه انسان شناسان مذهبی و در بسیاری از نقاط در ایران گزارش داده شده ولی کمتر مدارک مردم نگاری از بستن دخیل در غارها گزارش نشده است. نکته دوم آنکه به دلیل تقدس شمردن اشکفت دست شور در جلوی این محوطه تغییراتی بوسیله مردم بوجود آمده است. این تغییرات جهت اسکان مردم محلی در هنگام زیارت و همچنین نگهداری وسایل آشپزخانه ای بود. البته در ایران دامداران محلی و عشایر برای نگهداری گوسفندان تغییراتی بر روی دامنه و داخل غارها و پناهگاه های صخره ای ایجاد می کنند.

سپاسگزاری

با تشکر از دکتر فریدون بیگلری رییس بخش پارینه سنگی موزه ملی ایران که راهنمایی سودمند را ارایه داد. شقایق حیدری کارشناس ارشد جامعه شناسی به خاطر ارایه گزارش مردم شناسی از اشکفت دس شور و فضل الله محمدزاده کارشناس باستان شناسی از دانشگاه آزاد مرودشت اهل جم و ریز و مصطفی نصیری دهیار روستای آب گرمک به خاطر همراهی در بررسی اشکفت پیر بیراهه تشکر دارم. همچنین از دکتر فخری دانشپور پرور، اکبر پیرمرادی، محمد پرویز، مرتضی صالحی فرد، فرامرز بدری کللو به خاطر برخی مصاحبه های شفاهی و ارایه اطلاعات تشکر می نمایم. در نهایت از برادرم علی رضا دشتی زاده و خانواده ایشان به خاطر مهمان نوازی در طول مدت بررسی تشکر دارم.

منابع

حسین زاده، سید رضا و قاسم نژاد، مریم (۱۳۹۳). ابن سینا و یونیفرمیتاریانیسم. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی, ۲۵(۳) ۴۳-۶۲.

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.

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

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۵۹-۵۳
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.4

یادنامه ناموران

پورسینا؛ مشهورترین فیلسوف و پزشک جهان و دیدگاههای او در علوم زمین

منصور قربانی✉[1]

چکیده

پورسینا، مشهور به ابن سینا، یکی از برجسته‌ترین فیلسوفان، پزشکان و دانشمندان دوران طلایی اسلام است که تأثیر او بر فرهنگ فکری اسلامی و جهانی با تأثیر افلاطون، ارسطو و کانت قابل مقایسه است. او در سال ۹۸۰ میلادی در افشنه، نزدیک بخارا (در ازبکستان امروزی) به دنیا آمد و از کودکی به یادگیری علوم مختلف پرداخت. ابن سینا در جوانی به دلیل هوش سرشار و حافظه قوی خود، در علوم گوناگون مانند منطق، ریاضیات، فلسفه و پزشکی به مهارت رسید. او در ۱۸ سالگی موفق به درمان امیر سامانی شد و به همین دلیل به کتابخانه سلطنتی بخارا دسترسی یافت، جایی که دانش خود را گسترش داد. پورسینا در طول زندگی پربار خود بیش از ۴۵۰ کتاب و رساله در زمینه‌های مختلف از جمله پزشکی، فلسفه، نجوم، ریاضیات، موسیقی و علوم طبیعی نوشت. دو اثر مشهور او، «شفا» (یک دانشنامه فلسفی جامع) و «قانون» (دائرةالمعارف پزشکی)، از مهم‌ترین منابع علمی جهان اسلام و اروپا در قرون وسطی بودند. کتاب «قانون» به مدت چند قرن به عنوان مرجع اصلی آموزش پزشکی در دانشگاه‌های اروپا مورد استفاده قرار می‌گرفت و پس از انجیل، یکی از پرچاپ‌ترین کتاب‌ها در اروپا بود. ابن سینا در فلسفه نیز تأثیری عمیق داشت. او با تلفیق فلسفه ارسطو و افلاطون با اندیشه‌های اسلامی، نظام فلسفی جدیدی ایجاد کرد که به «فلسفه مشایی» معروف شد. نظریات او در مورد متافیزیک، روان‌شناسی و کیهان‌شناسی بر فلاسفه بعدی مانند ملاصدرا، توماس آکوئیناس و حتی دکارت تأثیر گذاشت. ابن سینا همچنین در علوم طبیعی و زمین‌شناسی نظریاتی ارائه کرد که پیش‌درآمدی برای مطالعات بعدی در این زمینه‌ها بود. او به وجود فسیل‌ها و فرآیندهای زمین‌شناسی مانند فرسایش و تشکیل کوه‌ها توجه داشت و نظریاتی در این زمینه ارائه کرد. ابن سینا در سال ۱۰۳۷ میلادی در همدان درگذشت، اما میراث فکری و علمی او تا به امروز زنده است. او نه تنها در جهان اسلام، بلکه در غرب نیز به عنوان یکی از بزرگ‌ترین اندیشمندان تاریخ شناخته می‌شود. تأثیر او بر فلسفه، پزشکی و علوم طبیعی به حدی بود که برخی او را «پدر پزشکی مدرن» و «فیلسوف بزرگ جهان اسلام» می‌نامند. ابن سینا نمادی از شکوفایی علمی و فرهنگی دوران طلایی اسلام است و آثار او همچنان الهام‌بخش دانشمندان و فیلسوفان در سراسر جهان است.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۰
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۱۰/۲۵

واژگان کلیدی
پورسینا، بوعلی سینا، ابن سینا
ابوعلی سینا،
حوزه فرهنگی ایران،
پزشک فیلسوف

✉

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.

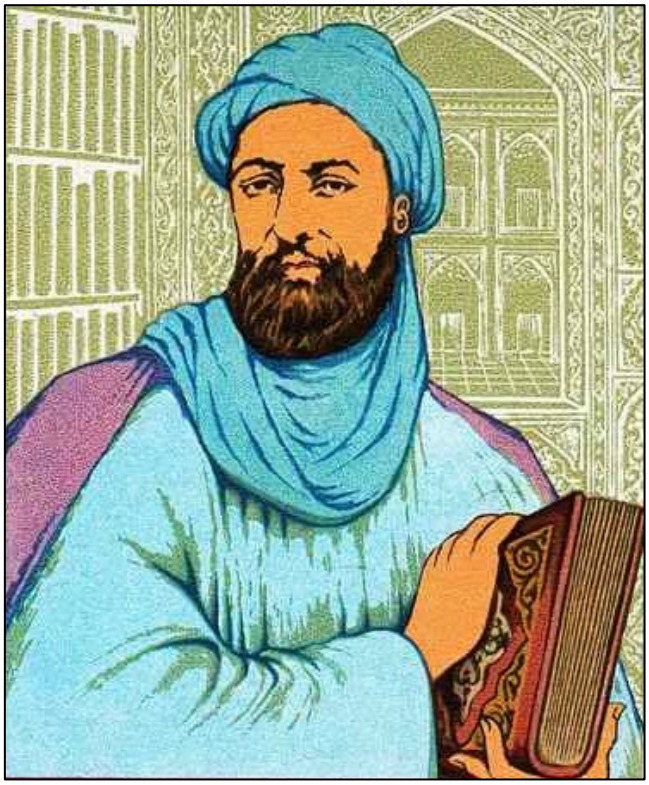
استناد: قربانی، منصور (۱۴۰۲). پورسینا؛ مشهورترین فیلسوف و پزشک جهان و دیدگاههای او در علوم زمین، *سرزمین های پارس آرین*، سال اول، شماره ۳ (۵۹-۵۳)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.4
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

[1] m_ghorbani@hotmail.com

مقدمه

ابوعلی حسین بن عبدالله بن سینا که غالباً در زبان انگلیسی «اوه سنا » نامیده می‌شود، مهم‌ترین و تأثیرگذارترین فیلسوف ایرانی در دوران طلایی جهان اسلام بود. تأثیر او بر فرهنگ فکری اسلامی را می‌توان با تأثیر افلاطون و ارسطو در دوران باستان کلاسیک یا کانت در فلسفه مدرن اروپایی مقایسه کرد، چرا همه متفکران بعدی باید به او پاسخ مثبت یا نامطلوب، صریح یا ضمنی، مستقیم یا غیرمستقیم بدهند. او جای ارسطو را به عنوان شخصیتی گرفت که بیش از هر شخص دیگری نمایانگر «فلسفه» بود. ما می‌توانیم این را از تعریف و تمجیدی که معروف‌ترین منتقد او یعنی غزالی متکلم (متوفی ۱۱۱۱) وقتی نقدی بر ابن سینا نوشت و اظهار داشت این صرفاً عدم انسجام فیلسوفان (تهافت الفلاسفه) است دریابیم چراکه به نظر می رسد نقد ابن سینا نقد خود فلسفه بود. پورسینا در اول شهریورماه سال ۳۵۹ خورشیدی (۹۸۰ میلادی) در افشنه نزدیک شهر بخارا مرکز حکومت وقت سامانیان (در ایران قدیم) به دنیا آمد[۲].

حدود پنجاه سال قبل از تولد ابن سینا، امپراتوری عباسی شروع به فروپاشی کرد، اگرچه عباسیان مدتها پس از آن عنوان «خلیفه» را حفظ کردند اما آن قدرت سابق را نداشتند. در سال ۹۴۵، آل بویه شیعه، بغداد را تصرف نمود و خلیفه عباسی، المستکفی (۹۴۴–۹۴۶) را به یک حاکم دست نشانده مجازی تبدیل کردند. سقوط بغداد با تکه تکه شدن روزافزون امپراتوری با ژنرال های مختلف، اربابان خرده پا و امثال آن در تعدادی از ایالت های خودمختار محلی همراه شد، البته اغلب در ظاهر ادای احترام به خلیفه عباسی را داشتند. یکی از این سلسله ها، سلسله سامانیان بود که بر منطقه خراسان تسلط داشتند. در زمان آخرین امیر بزرگ سامانی، نوح، ابن منصور (۹۷۶–۹۹۷) پدر ابن سینا را به عنوان فرماندار روستای خرمیثان یکی از روستاهای مهم اطراف بخارا مشغول به خدمت نمود. پدرش عبدالله والی محل و مادرش ستاره نام داشت. پدر پورسینا از مردمان بلخ و مادرش، ستاره، زاده روستای افشنه از روستاهای بخارا بود. پورسینا آموختن را در بخارا شروع کرد.



شکل ۱: تصویری خیالی از ابوریحان بیرونی بر روی تمبر پستی الجزایر به مناسبت هزاره پورسینا و کتاب قانون که مشهور کتاب پورسینا است که توسط عبدالرحمن شرفکندی(هژار) نویسنده و شاعر بزرگ کرد به فارسی ترجمه و در هشت جلد توسط انتشارات سروش به چاپ رسیده است.

[۲] زادروز پورسینا در تقویم ایران روز پزشک نامگذاری شده است.

پورسینا تا ده‌سالگی قرآن و صرف و نحو را آموخت و سپس به فراگرفتن منطق و ریاضیات پرداخت. استاد او در علم ریاضیات "ابوعبدالله ناتلی" بود. پورسینا منطق و هندسه را از ناتلی آموخت اما برخی از علوم، ازجمله علوم طبیعی را با مطالعه و مشاهدات شخصی پیش گرفت. در طبیعیات و مابعدالطبیعه و علم طب استادش ابوسهیل مسیحی بود. شاگرد بوعلی از قول او نقل می‌کند که منطق و هندسه را از ابوعبدالله ناتلی فراگرفت و در منطق از او چنان پیشی می‌گیرد که استاد اذعان می دارد دیگر چیزی برای آموختن به او ندارد. با عزیمت ناتلی از بخارا پورسینا به مطالعه طب و طبیعیات پرداخت و چون طب را آسان یافت در کوتاه‌ترین زمان تمام آثار آن را خواند و در طبابت موفقیت‌هایی به دست آورد و شاگردانی برای آموزش طب به او رجوع کردند. پورسینا همچنان از علوم دیگر غافل نبود و ضمن مطالعه منطق، بیشتر به فلسفه می پرداخت. در بیان این روزگار پورسینا اظهار داشت که در طول یک سال و نیم که صرف این کار شد کمتر شبی را بدون بیداری گذراندم و کمتر روزی جز به مطالعه گذشت.
پورسینا بعد از منطق و فلسفه به الهیات کشیده شد و تنها مشکل اش در این راه ناتوانی در فهم کتاب مابعد الطبیعه ارسطو بود که آن را چهل بار خواند ولی بدون فهم معنی، بر تک‌تک جزئیات نوشته آن آگاه بود. ابن سینا در توصیف این مرحله می گوید روزی اتفاقی و به اصرار کتاب‌فروش دوره‌گردی رساله‌ای از فارابی با عنوان "اغراض ما بعد الطبیعه" در توصیف نوشته ارسطو را می خرد و به محض رسیدن به خانه آن را می خواند که در کمال اعجاب به حقیقت رساله مابعدالطبیعه ارسطو پی می‌برد و از این توفیق به حدی شادمان می‌گردد که فردای آن صدقه بسیار به درماندگان می‌دهد.

شکل ۲: انواعی از تمبرهای کشورهای مختلف که منقش به تصویری خیالی از پورسینا است.

به دنبال سقوط دولت سامانی به دست خاندان غزنوی و با تغییر شرایط بخارا و خوارزم، پورسینا به‌ناچار خوارزم را ترک و در سختی ایام جنگ‌زده از طریق خراسان خود را به گرگان رساند (۳۹۱ خورشیدی). پس از چندی، پورسینا گرگان را به مقصد ری ترک کرد. حاکم ری مجدالدوله دیلمی از خاندان آل‌بویه در آن زمان بیمار بود. پورسینا به مداوای او پرداخت، ولی چون احتمال می‌داد که محمود غزنوی به ری هجوم بیاورد از طریق قزوین به همدان رفت. در همدان مورد احترام شمس الدوله دیلمی قرار گرفت و چندی وزیر او شد. در این زمان پور سینا کتاب قانون (مهم‌ترین اثرِ پزشکی زمان) را نوشت و نوشتن کتاب شفا را نیز در همین ایام آغاز کرد. ابن سینا در سال ۴۱۶ خورشیدی در شهر همدان چشم از جهان

فروبست. از پورسینا ۴۵۰ کتاب در زمینه‌های گوناگون نگاشته شده است که بیشتر آن ها در پزشکی و فلسفه است. جورج سارتن در کتاب تاریخ علم، او را یکی از بزرگ‌ترین اندیشمندان و دانشمندان پزشکی و مشهورترین دانشمند دیار ایران می‌داند که یکی از معروف‌ترین‌ها در همه زمان‌ها و مکان‌ها و نژادها است. پورسینا در زمره فیلسوفان بزرگ جهان قرار دارد به گونه ای که دانشنامه فلسفه دانشگاه تنسی ابن سینا را تأثیرگذارترین فیلسوف جهان پیش از دوران مدرن معرفی می‌کند. تقریرهای فلسفی وی بسیار بر فلاسفه بزرگ بعدی از جمله ملاصدرا، توماس آکوئیناس و دکارت مؤثر بوده است.

نویسنده کتاب "ابن سینا[۳]" در مجموعه کتابهای *مقدمه ای خیلی کوتاه* از انتشارات دانشگاه آکسفورد درباره او چنین نوشته است"از شبه جزیره ایبری[۴] و جزایر بریتانیا در غرب تا آسیای مرکزی در شرق، هیچ فیلسوف قرون وسطی تأثیری قابل مقایسه با ابن سینا نداشت. چرا که هیچ شخصیت دیگری به اندازه او شکاف های فرهنگی را در بر نگرفت. پورسینا به طور مستقیم یا غیرمستقیم به مدت هزار سال پس از مرگش فلسفه را در جهان اسلام شکل داد. او در مسیحیت اروپا نیز برای حدود نیم هزاره بسیار تأثیرگذار بود، از اولین ترجمه‌های لاتین آثارش در قرن دوازدهم تا اوایل دوره مدرن، زمانی که او چهره اصلی در ادبیات پزشکی باقی ماند و همچنان مرتبط بود. برای متفکرانی مانند دکارت، لایب نیتس و اسپینوزا. برخلاف جایگاه او در میان روشنفکران مسلمان و مسیحی، متفکران یهودی او را به عنوان یک شخصیت اصلی پذیرفتند. اما حتی در اینجا ایده های او، اگر اغلب غیرمستقیم، منتشر شد. در کوزاری یهودا هالوی[۵] (متوفی ۱۱۴۱)، گفتگویی که در آن یک پادشاه بین نظام های اعتقادی یهودیت، مسیحیت، اسلام و «فلسفه» یکی را انتخاب می کند، آخرین گزینه به طرز شگفت انگیزی به خلاصه ای از فلسفه ابن سینا نزدیک است. این بازتاب راهی است که ابن سینا برای تعریف فلسفه در جهان اسلام آمده است. البته حلوی فلسفه را به عنوان مجموعه صحیح آموزه ها توصیه نمی کند و این نیز غیر معمول نیست. ابن سینا به همان اندازه در برانگیختن مخالفت ها مهم بود که در جلب طرفداران.

شکل: آرامگاه پورسینا در شهر همدان

پورسینا و کیهان شناسی

در دوران باستان، کیهان شناسان بر سر این موضوع که آیا فضا نامتناهی یا حدی است اختلاف داشتند، رواقیون و اپیکوریان دیدگاه اول را اتخاذ کردند و نوافلاطونیان و ارسطویان دیدگاه دوم را باور داشتند. ابن سینا با گزینه دوم پیش می‌رود و جهان را به‌عنوان کیهانی کروی تصور می‌کند که در آن سوی آن هیچ چیزی، حتی فضای خالی وجود ندارد. تقریباً تمام این کیهان با کره‌هایی احاطه شده است که به طور متحدالمرکز مرتب شده‌اند که حول یک نقطه مرکزی می‌چرخند. بر روی این کره های شفاف، سیارات مرئی قرار گرفته اند، که حرکت آنها امکان مطالعه نجومی چرخش کره ها را فراهم می کند. هر کره دارای روحی است که کره را به حرکت در می آورد و عقلی مرتبط با آن روح دارد. بنابراین، برای پورسینا، مطالعه چیزهای احاطه شده تا لبه جهان امتداد می یابد: او حتی بهشت را «حیوان» یا «موجود زنده» می نامد. در نهایت خداوند تبیین کل این

[3] Peter Adamson
[4] Iberian Peninsula
[5] Kuzari of Judah Hallevi (d. 1141)

نظام است، هم به این دلیل که سلسله عقول آسمانی در زنجیره ای از او نازل می شوند و هم به این دلیل که هر نفس آسمانی از روی میل به تقلید از تعمق ابدی عقل مرتبط خود، حرکتی ایجاد می کند. به خدا فکر می کند. ملکوت آسمانی برای ابن سینا کامل است و به استثنای چرخش کرات تغییر ناپذیر است. هیچ چیز در آنجا تولید یا نابود نمی شود. چیزها در فضای نسبتا کوچک اطراف نقطه مرکزی جهان، جایی که ما خود را پیدا می کنیم، متفاوت است. زیر پایین‌ترین کره ماه، قلمروی «فرعی» است که در آن به جای ماده غیرقابل انحطاط و تخریب ناپذیر، اشیا از چهار عنصر هوا، زمین، آتش و آب ساخته شده‌اند. صورت‌های این عناصر، و مواد پیچیده‌تری که در هنگام ترکیب به دست می‌آیند، توسط پایین‌ترین عقول آسمانی، یعنی «صور ساز» یا «عقل فعال» که در فصل‌های پیشین با آن آشنا شدیم، اعطا می‌شود. این عقل همچنین منبع ماده اولیه است، بستری بی خاصیت که حتی زیربنای چهار عنصر ابتدایی است. ابن سینا علاوه بر صورت و ماده که علل «درونی» یک شیء جسمانی هستند، از ارسطو در شناخت دو نوع «خارجی» دیگر، یعنی کارآمد (منبع وجود، صورت یا حرکت) و نهایی پیروی می کند. (هدف تغییر). توجه داشته باشید که خداوند هم منبع غایی هستی و هم هدف غایی حرکت است، بنابراین او هم علت کارآمد و هم علت نهایی برای همه چیز است، هرچند بیشتر غیرمستقیم.

ابن سینا در کتابخانه سلطنتی سامانیان[۶]

پورسینا و علوم‌زمین

پورسینا همچنانکه گفته شد در زمینه های متعددی از دانش، از جمله پزشکی، فلسفه و علوم طبیعی مشارکت داشته است، اما او اساساً به دلیل کارش در زمین شناسی به عنوان یک رشته متمایز شناخته شده نیست. با این حال، نوشته‌های او جنبه‌های مختلف فلسفه طبیعی را شامل می‌شد که شامل عناصر مرتبط با علوم زمین و مطالعه جهان طبیعی بود. پورسینا در آثار خود مفاهیمی مانند ماهیت کانی ها و طبقه بندی مواد را مورد بحث قرار می دهد که می توان آنها را پیش درآمدی برای تفکرات زمین شناسی بعدی دانست. او بر مشاهده و طبقه بندی در درک جهان فیزیکی تأکید کرد که با رویکردهای تجربی دیده شده در زمین شناسی همسو است. علاوه بر این، روش‌ها و اندیشه‌های پورسینا از طریق تأثیر او بر مطالعات اسلامی و غربی، به درک گسترده‌تر علوم طبیعی، از جمله زمین‌شناسی کمک کرد، هرچند که مستقیماً به عنوان یک رشته مطالعاتی اختصاصی در زمان خود نبود. آثار او زمینه‌ای را برای تکامل تحقیقات علمی فراهم کرد که در نهایت زمینه‌های تخصصی مانند زمین‌شناسی را در بر گرفت. برخی از محققین بر اساس منابع موجود اعتقاد پورسینا را به مفاهیم ژئومورفولوژی و یکنواخت گرایی بیان کرده اند(حسین زاده و قاسم نژاد ۱۳۹۳). بر مبنای آنچه که حسین زاده و قاسم نژاد(۱۳۹۳) ارایه کرده اند پورسینا معتقد بود که بسیاری از خشکی ها در گذشته در زیر آب قرار داشته و رسوبات به صورت لایه لایه درون آب روی هم قرار گرفته اند. پورسینا برای اثبات این لایه لایه بودن سرزمین های مصر و نجف

[6] https://georgekokkos.com/2021/07/31/avicenna-and-the-islamic-golden-age/

قدیم را مثال می زند و معتقد است که این سرزمین ها در گذشته دریا بوده اند. ابن سینا ارتفاع یافتن کوه ها را به عوامل درونی و بیرونی زمین نسبت می دهد و بیان می دارد که سیل و یاد بخشهای نرم سنگها را فرسوده و پستی ها و دره ها را ساخته و بخش های سخت آنها به شکل ستیغ و ارتفاعات باقی مانده است. ابن سینا همچنین در تشکیل سنگها معتقد است سنگ به دو طریق شکافتن و سفت شدن به وجود می آید و اعتقاد دارد که شکل گیری سنگ یا یکمرتبه و ناگهانی یا به تدریج و در طی زمان است. او از نوعی خاک در شط الجیحون یاد می کند که که بعد از ۲۳ سال خود شاهد تبدیل شدن آن به سنگ بوده است.

آثار پورسینا

پور سینا از دوره جوانی نوشتن آثار پُرمایه خود را آغاز کرد و در زندگی کوتاه خود (۵۷ سال) آثار زیادی در زمینه‌های گوناگون علمی و بیشتر در زمینه های فلسفه و پزشکی نوشت. شمار آثار وی شامل کتاب، مقاله و رسالات به بیش از ۴۵۰ عنوان می‌رسد. علاوه بر پزشکی، فلسفه و علوم طبیعی در دانش زمین، سنگ‌ها و علم کیمیا (شیمی امروزی) نظریاتی داشت. در مورد هریک از عناصر اربعه (آتش، هوا، آب‌وخاک) اثری دارد. مثلاً در مورد هوا به طبقات هوا و ترکیب آن‌ها اشاره‌کرده است. پور سینا درباره سنگ‌ها، کانی‌ها و سنگواره‌ها (فسیل‌ها) و کوه‌ها و چگونگی تشکیل آن‌ها اظهارنظر کرده است. به همین دلیل در علم کانی‌شناسی یک کانی به‌افتخار پور سینا (اوسینیت TL2O3) نام‌گذاری شده است. علاوه بر مباحث علوم زمین پورسینا در ستاره‌شناسی هم نظریاتی دارد. وی در اصفهان رصدخانه‌ای بنا نهاد و ثابت کرد که نقطه اوج و ذره خورشید ثابت نیست. گفته‌شده که پور سینا در ۴ می ۱۰۳۲ میلادی پدیده نادر گذر ستاره زهره از میان قرص خورشید را با چشم مشاهده کرده است (بربریان ۱۳۷۰). این پدیده در اروپا نخستین بار در سال میلادی ۱۶۳۹ به‌وسیله ستاره‌شناس انگلیسی جرامیان هراکسی رصد شد (ورجاوند ۱۳۶۶). وی همچنین علاقه‌مند به تأثیرات اندیشه بر جسم بود و آثاری نیز در باب روان‌شناسی دارد. به نظر می‌رسد تقریبا تمام آثار ابن‌سینا باقی‌مانده و بسیاری از آن‌ها به چاپ رسیده باشد.

مشهورترین آثار ابن‌سینا کتاب‌های شفا (یک دانشنامه علمی و فلسفی جامع) و القانون فی الطب، اثری مهم در پزشکی، است. الشفا (شفا) مفصل‌ترین اثر ابن‌سینا در مباحث کلی فلسفی و در مورد برخی از نظریات ارسطو است که در چهار باب منطق، ریاضی، طبیعیات و الهیات نوشته‌شده است. بنا بر گفته ابوعبدالله جوزجانی که از شاگردانش است، پور سینا در زندان (او به دستور سماءالدوله ابوالحسن، حاکم وقت همدان، چهار ماه در قلعه‌ای در نزدیکی همدان زندانی بود) فهرست عناوین اصلی مطالب این اثر را دو روزه، بدون دسترسی به منابع این موضوعات آماده ساخت. سپس تمام مطالب مربوط به طبیعیات و الهیات (جز کتاب حیوان و نبات) و بخشی از منطق را نوشت. بعداً در اصفهان (سال ۳۹۱ خورشیدی) با نگارش مباحث منطق و ریاضیات آن را تکمیل کرد. کتاب شفای پور سینا از گذشته بسیار دور به زبان‌های زنده جهان (آلمانی، فرانسوی، لاتین) ترجمه‌شده است.

قانون یک دائرةالمعارف پزشکی، شامل مباحث طب سنتی، تشریح بدن، نشانه‌شناسی و داروشناسی و نسخه‌نویسی است. ترجمه فارسی توسط شاعر و نویسنده نامدار کرد عبدالرحمن شرفکندی در سال ۱۳۶۰ توسط انتشارات سروش منتشر شد. گفته می‌شود پس از انجیل، قانون ابن‌سینا از پر چاپ‌ترین آثار به زبان انگلیسی بوده است. ابن‌سینا به اندام‌های سه‌گانه، دل و کبد و مغز که توسط افلاطون اعضای اصلی یا رئیسه بدن نامیده بود دستگاه تولیدمثل را– به جهت نقش مهم آن در بقای نسل– اضافه می‌کند و بدین ترتیب مربع ابن‌سینا[7] جای مثلث افلاطون[8] را در طب قدیم می‌گیرد. برخی آثار مهم دیگر پور سینا عبارت‌اند از الاشارات و التنبیهات فی المنطق والحکمه این اثر یادگار اواخر حیات و پخته‌ترین اثر او درزمینه فلسفه و شامل چهار بخش منطق، طبیعیات، الهیات و عرفان است. التعلیقات شامل حواشی و توضیحات پور سینا بر آثار فلسفی پیشینیان یا آثار خود و نیز پاسخ‌های وی به پرسش‌هاست. در این کتاب درباره موضوعات منطق، طبیعت، الهیات و گاهی ریاضی بحث شده است. دانش‌نامه علایی که به درخواست و برای علاء الدوله کاکویه نوشته‌شده و گویا نخستین کتاب فلسفی است که پس از دوران تأسیس فلسفه اسلامی در زمان فارابی به فارسی نگاشته شده است. این اثر چهار بخش شامل منطق، طبیعیات، ریاضیات و الهیات دارد. النجاة که تلخیصی از الشفاء شامل مباحث منطق، ریاضی، طبیعیات و الهیات است. پورسینا غیر از دانشنامه علائی آثار دیگری، قریب ۲۰ اثر، نیز به فارسی دارد که از تسلط و علاقه وی به زبان فارسی نشان دارد. ازجمله می‌توان به رساله نبض، رساله عشق، رساله نفس، رساله در منطق، علل تسلسل موجودات، رساله اکسیر، رساله در اقسام

1.quadrangula Avicenn/ Avecena's quadrangle

2. Plato' triangle/Plato's tripod

نفوس، رساله در معرفت سموم اشاره کرد. پورسینا نیز مثل فارابی دیدگاه‌های در زمینه موسیقی دارد. او و فارابی را از بنیادگذاران نخستین پایه‌های دانش هارمونی در موسیقی نام‌برده‌اند. اشارات و دیدگاه‌های موسیقایی پورسینا در آثار دیگر وی شامل شفا نجات، اقسام العلوم ، و در دو اثر وی با تیتر موسیقی شامل المدخل الی صناعه الموسیقی و جوامع علم موسیقی آمده است.

توصیف چند درمان از پور سینا

تسلط ابن‌سینا بر طب و درمان بیماری‌ها از همان ایام جوانی معلوم بود و نقل تجربیات وی در درمان بیماران که به افسانه می‌مانند، بسیار قابل‌توجه است. چهارمقاله نظامی عروضی سمرقندی از قدیمی‌ترین آثار (۵۵۳ خورشیدی) است که از درمان‌های روایاتی دارد. ازجمله اینکه در سال ۳۶۷ خورشیدی، در دوران حکومت نوح دوم بر بخارا، پور سینای هجده‌ساله را برای مداوای امیر به دربار فرامی‌خوانند. او با پرسش از پزشک مخصوص دربار ابن خالد درمی‌یابد که امیر مدتی است دچار درد و سوزش شدید معده و حالت تهوع بوده و نیز بخشی از بدنش لمس گشته است. از عوارض بیماری و بررسی ظروف خوراک امیر بیماری وی را مسمومیت از سرب اعلام و وی را مداوا کرد. در مقابل برای پاداش به تقاضای شخصی، به استفاده از کتابخانه سلطنتی نوح بن منصور که فقط درباریان اجازه ورود و استفاده از آن داشتند، دست‌یافت.

حکایت دیگر به بیماری یکی از نزدیکان قابوس وشمگیر، پادشاه گرگان، مربوط می‌شود که اطبا از درمان وی عاجز شده بودند. قابوس به اشاره برخی که به شهرت پورسینا در شفای بیماران آگاه بودند دستور حضور وی را می‌دهد. ابن‌سینا با دیدن رخساره جوان نبض او را گرفت و ادرارش را دید. سپس گفت کسی آشنا به محلات گرگان را بیاورند. با دست نهادن بر نبض بیمار باز از مرد آشنای کوی و برزن شهر خواست یک‌به‌یک نام محلات را برشمرد تا رسید به محله‌ای که نبض بیمار جوان حرکتی غریب کرد. سپس کار را با نام بردن کوی‌ها تا دیدن حرکت غریب نبض مطابق با یکی از نام‌ها و سپس پیگیری همین روش تا رسیدن به نام سرایی در کویی معین و نام دختری در آن سرا ادامه می‌دهد. بدین ترتیب پورسینا ناخوشی جوان را از عشق بدان دختر و درمان را نیز در وصال آن دو می‌داند. دیدن حال جوان با شنیدن نام آن دختر و با استعلام آشکار می‌شود که تشخیص ابن‌سینا درست است. قابوس شگفت‌زده از این معالجه می‌گوید که این دو جوان از خواهرزادگان او هستند و با فراهم ساختن پیوند آنان جوان باحال روبه‌مرگ مداوا می‌شود. فضل‌الله صبحی مهتدی نیز در کتابی تحت عنوان افسانه‌ای بوعلی سینا (۱۳۳۳ خورشیدی) به یازده افسانه و حکایت از درمان‌های بوعلی اشاره‌کرده است.

منابع

حسین زاده، سید رضا و قاسم نژاد، مریم (۱۳۹۳). ابن سینا و یونیفرمیتاریانیسم. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی, ۲۵(۳) ۴۳-۶۲.

منابعی برای مطالعه بیشتر

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.

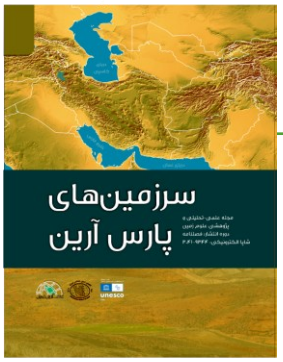
Sarton G., Introduction to the History of Science, Carnegie Institution of Washington, 1927.

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، زمستان ۱۴۰۳ صص. ۲۲-۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.5

مقاله پژوهشی

شیمی کانی سنگ‌های بازالتی کرتاسه البرز شمالی ایران (جنوب لاهیجان و غرب گیلان)

روشنک ارغایی[1]✉، تلموم. بنتو دوسانتوس، ، خوزه فرانسیسکو سانتوس، منصور قربانی، شروین ارغایی



چکیده

در طول دوره کرتاسه، فوران های آتشفشانی قابل توجهی به صورت محلی در بخش‌های شمالی البرز به خصوص در جنوب لاهیجان، جنوب آمل، ناحیه جواهردشت، چالوس و دیلمان رخ داده است. این مقاله بر روی شیمی کانی بازالت‌های کرتاسه در دو منطقه مختلف شامل روستای نارنج لنگه در جنوب لاهیجان و ناحیه جواهردشت در غرب گیلان واقع در شمال البرز که دارای رخنمون‌های بزرگی از سنگ‌های آتشفشانی کرتاسه هستند، تمرکز دارد. این پژوهش برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول انجام شده است. در مجموع ۷۵ نمونه سنگ صحرایی از بازالت‌های کرتاسه از دو منطقه، واقع در شمال البرز مطالعه شده است. از این تعداد ۶ مورد از آن‌ها برای مطالعه مقطع صیقلی در دانشگاه آویرو در پرتغال انتخاب شدند. با توجه به سنگ‌های منطقه، ۶ نوع سنگ شامل بازالت‌های آلکالن (بازانیت، تفریت) و تراکی بازالت انتخاب شد. این ۶ نمونه مقطع صیقلی برای تجزیه و تحلیل میکروپروب الکترونی کانی‌های مگنتیت جواهردشت، کلینوپیروکسن جواهردشت و نارنج‌لنگه، پلاژیوکلاز و فلدسپار آلکالن جواهردشت و نارنج‌لنگه در گروه زمین‌شناسی دانشگاه لیسبون پرتغال مورد آنالیز میکروپروب قرارگرفتند. رایج ترین بافت بازالت‌های آلکالن در نمونه‌های جواهردشت، بافت پورفیری جریانی و تراکیتی است که دارای میکرولیت و شیشه است. همچنین در این نمونه‌ها اپیدوت به عنوان کانی ثانویه ناشی از دگرسانی پلاژیوکلاز مشاهده می‌شود.کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز مشاهده می‌شود که کلینوپیروکسن عمدتاً به اکسید آهن و ایدنگزیت تبدیل شده است. افزایش میزان اکسید آهن در مقاطع نشان دهنده سطح بالای اکسیژن در ماگما است. کانی‌های پیروکسن رنگ‌های تداخلی متفاوتی، به‌ویژه بنفش (کلینوپیروکسن بنفش، مربوط به رنگ تیتانواژیت)، از خود نشان می‌دهند. برخی از کلینوپیروکسن‌ها حاشیه قهوه‌ای مایل به بنفش را نشان می‌دهند که به دلیل افزوده شدن آلومینیوم (Al) و تیتانیوم (Ti) ناشی از کاهش فشار و عمق ایجاد می‌شود. همچنین در این بازالت‌های آلکالن جواهردشت، بافت گلومروپورفیریک مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده تجمع برخی از فنوکریست‌ها مانند پیروکسن و پلاژیوکلاز است. این بافت می‌تواند نشان دهنده تفریق باشد. محققین زیادی تکامل ژئودینامیکی بازالت‌های شمال البرز و سایر سنگ‌های آتشفشانی را مورد مطالعه قرار داده‌اند که براساس اکثر گزارش‌ها از مناطق مورد مطالعه، سنگ‌های آتشفشانی کرتاسه در شمال البرز متعلق به ولکانیسم آلکالن درون صفحات قاره‌ای است و از نظر مکان و زمان با زمین ساخت کششی، به‌ویژه با رویدادهای کافتی مرتبط هستند.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۴/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۷/۱۸

واژگان کلیدی
البرز شمالی،
کلینوپیروکسن،
سنگ‌های بازالتی کرتاسه،
میکروپروب

✉وابستگی سازمانی نویسنده
دانشکده علوم زمین،
گروه زمین‌شناسی معدنی و آب،
دانشگاه شهید بهشتی،
تهران، ایران

استناد: ارغایی، روشنک، دوسانتوس، تلموم. بنتو ، سانتوس، خوزه فرانسیسکو، قربانی، منصور ، ارغایی، شروین (۱۴۰۳). شیمی کانی سنگ‌های بازالتی کرتاسه البرز شمالی ایران (جنوب لاهیجان و غرب گیلان)، *سرزمین های پارس آرین* ۳(۲۲-۱). شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.5

[1] arghaee.rk@gmail.com

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، زمستان ۱۴۰۳ صص. ۶۰-۴۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.7

مقاله پژوهشی

عوامل موثر بر دمای سطح گندم بریان: گرمترین نقطه روی زمین

داوود رئیسی[1]

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۴/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۷/۱۸

واژگان کلیدی
تپه خانیله
دوره مس و سنگ
عصر آهن
روانسر
زاگرس مرکزی

وابستگی سازمانی نویسنده
رییس گروه پژوهش
موزه ملی ایران

چکیده
منطقه گندم بریان که به شن سوخته نیز معروف است، توده ای پوشیده از ماگمای بازالتی در شمال شرقی کرمان است که در دل کویر لوت قرار دارد. این منطقه همیشه به دلیل درجه حرارت بالا شناخته شده است. در این مطالعه از سنجش از دور حرارتی و مطالعات میدانی برای اندازه‌گیری دمای سطح منطقه گندم بریان از طریق روش‌های تخمین مستقیم و غیرمستقیم استفاده شد. کوه‌های اطراف لوت در همه جهات نفوذ تصاویر TIR (عکس در ساعت ۱۰ صبح روز چهارشنبه ۷ اکتبر ۲۰۱۰) و اندازه‌گیری‌های میدانی رطوبت دریا از اقیانوس هند را محدود می‌کنند و به افزایش خشکی و کاهش جذب سطحی سنگ‌های بازالتی در منطقه کمک می‌کنند. این عوامل منجر به دمای بسیار بالا و طولانی شدن ساعات نور خورشید شده است. به طور کلی موقعیت کویر، عرض جغرافیایی کم، ارتفاع کم و ویژگی های خاص سطح گندم بریان به این شرایط کمک می کند. پس از در نظر گرفتن اصلاحات روزانه و ماهانه، دمای اندازه‌گیری نهایی به حداقل ۷۶ درجه سانتی‌گراد رسید و بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، منطقه بازالتی گندم بریان به قطب گرم بالقوه زمین تبدیل شد. توزیع دما بر روی سنگ های بازالتی تحت تأثیر عواملی مانند فرسایش و تکه تکه شدن سنگها در سطح گندم بریان است. در نتیجه، دمای سطح اندازه‌گیری‌شده در بخش جنوبی گندم بریان که توسط سنگ‌های بازالتی تیره و همگن پوشیده شده است، بازتاب حرارتی بالاتری نسبت به بخش شمالی نشان می‌دهد. بنابراین، مقایسه بین فاکتور فوتولومینسانس تولید شده و نقشه ایزوترم این منطقه نشان می دهد که مناطق با شدت شکستگی، دمای سطح پایین تری نسبت به مناطق پیرامونی خود دارند.

استناد: رئیسی، داوود (۱۴۰۳). عوامل موثر بر دمای سطح گندم بریان: گرمترین نقطه روی زمین، *سرزمین های پارس آرین* ۳(۶۰-۴۱)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.7
ناشر: مرکز پژوهشی زمین شناسی آرین زمین

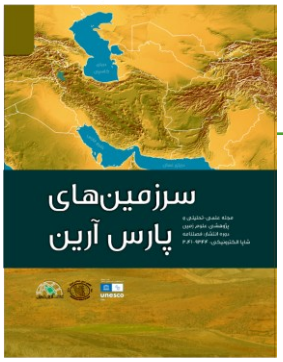
[1] Davood.raeisi@gmail.com

فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، زمستان ۱۴۰۳ صص. ۶۰-۴۱
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.7

مقاله پژوهشی

تپه خانیله: شواهدی نو از استقرارهای دورهٔ مس‌وسنگ و عصر آهن در شمال‌غربی دشت کرمانشاه، زاگرس مرکزی

یوسف حسن‌زاده[1]، محمد کرمی، فرانک بحرالعلومی، کایل اولسون، کمال طاهری و فریدون بیگلری



چکیده

تپهٔ خانیله در شش کیلومتری جنوب غرب روانسر و ۵۶ کیلومتری شمال غرب کرمانشاه قرار گرفته است. وجود چشمه‌های طبیعی مجاور و چشم‌انداز مسلط آن بر دشت، از دورهٔ مس‌وسنگ و در طول دوره‌های مفرغ، آهن تا دوران‌های تاریخی ـ اسلامی مردم را به خانیله کشانده است. در کنار روستای امروزی خانیله، دو تپه، یک گورستان احتمالی و یک تپهٔ تخریب‌شده وجود دارد. توالی باستان‌شناسی تپه بزرگتر، که در غرب روستا قرار دارد، از دورهٔ مس‌وسنگ تا عصر آهن است. این محوطه را فریدون بیگلری در سال ۱۳۶۳ و یوسف حسن‌زاده در سال ۱۳۸۳ بررسی و نمونه‌برداری کردند. تاریخ‌گذاری تعدادی از قطعات بررسی سال ۱۳۸۳ به روش ترمولومینسنس دو سری تاریخ را نشان داد: هزارهٔ چهارم و هزارهٔ اول پیش‌ازمیلاد. تپهٔ کم‌ارتفاع دیگری به نام تپه باوا در جنوب روستا بررسی شد ولی نمونه‌ای از آن برداشت نشد. ساکنان محلی دو کوزهٔ لابدار گردن‌کوتاه کف تخم‌مرغی از گونهٔ آشور نو با قدمت سدهٔ ۷ پیش‌ازمیلاد از آن به دست آوردند که نشان از وجود گورستان یا استقراری عصر آهنی در خانیله دارد. تپه خانیله با ارایه شواهدی نو از استقرارهای دورهٔ مس‌وسنگ و عصر آهن در شمال‌غربی دشت کرمانشاه، می تواند در بازخوانی شواهد باستان شناسی دوره مس و سنگ و عصر آهن در زاگرس مرکزی مورد استناد محققین قرار گیرد.

تاریخچه مقاله
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۴/۱۵
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۶/۱۷
انتشار برخط: ۱۴۰۳/۷/۱۸

واژگان کلیدی
تپه خانیله
دوره مس و سنگ
عصر آهن
روانسر
زاگرس مرکزی

وابستگی سازمانی نویسنده
رییس گروه پژوهش
موزه ملی ایران

استناد: حسن‌زاده، یوسف ، کرمی، محمد، بحرالعلومی، فرانک، اولسون، کایل، طاهری، کمال و بیگلری، فریدون (۱۴۰۳). تپه خانیله: شواهدی نو از استقرارهای دورهٔ مس‌وسنگ وعصر آهن در شمال‌غربی دشت کرمانشاه، زاگرس مرکزی، *سرزمین های پارس آرین* ۳(۶۰-۴۱)
شناسه دیجیتال: 10.61186/jpat.2024.3.7

[1] y_hassanzadeh@yahoo.com

JPAT ISSN: 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 53-59
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.4

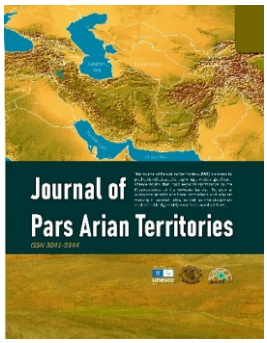
Research Paper

Avicenna: The Legendary Philosopher-Physician and His Insights into Earth Sciences

Mansour Ghorbani[1]✉

Abstract

Avicenna, known in the Islamic world as Ibn Sina, is one of the most prominent philosophers, physicians, and scientists of the Islamic Golden Age. His influence on both Islamic and global intellectual traditions is often compared to that of towering figures like Plato, Aristotle, and Kant. Born in 980 AD in Afshana, near Bukhara (in present-day Uzbekistan), Avicenna displayed exceptional intellectual abilities from a young age. Gifted with a sharp mind and an extraordinary memory, he quickly mastered diverse fields such as logic, mathematics, philosophy, and medicine. By the age of 18, his medical expertise earned him recognition when he successfully treated the Samanid emir, which granted him access to the royal library of Bukhara. This opportunity allowed him to further expand his knowledge and solidify his reputation as a scholar. Over the course of his prolific life, Avicenna authored more than 450 works and treatises spanning a wide range of disciplines, including medicine, philosophy, astronomy, mathematics, music, and the natural sciences. Among his most renowned works are The Book of Healing (a comprehensive philosophical encyclopedia) and The Canon of Medicine (a monumental medical encyclopedia). These texts became foundational sources of knowledge in both the Islamic world and medieval Europe. The Canon of Medicine, in particular, served as the primary medical textbook in European universities for centuries and was one of the most widely printed books in Europe after the Bible. Avicenna's contributions to philosophy were equally groundbreaking. By synthesizing the ideas of Aristotle and Plato with Islamic thought, he developed a unique philosophical system known as Masha'i philosophy (Peripatetic philosophy). His theories in metaphysics, psychology, and cosmology had a lasting impact on later thinkers, including Islamic philosophers like Mulla Sadra, Christian theologians like Thomas Aquinas, and even Enlightenment figures like Descartes. In addition to his philosophical and medical achievements, Avicenna made significant contributions to the natural sciences and geology. He was among the first to study fossils and geological processes such as erosion and mountain formation, proposing theories that foreshadowed later scientific advancements in these fields. His holistic approach to knowledge and his ability to bridge diverse disciplines cemented his legacy as one of history's greatest polymaths..



ARTICLE HISTORY
Received: 29 October 2024
Revised: 10 November 2024
Accepted: 10 November 2024
Published: 14 January 2025

KEYWORDS
Avicenna,
Bu-Ali Sina
Ibn Sina
Iranian Philosopher-Physician

✉**CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION**
Pars Arian Institute, Tehran, Iran

Cite this article:

Ghorbani Mansour (2024) Avicenna: The Legendary Philosopher-Physician and His Insights into Earth Sciences. *Journal of Pars Arian Territories* 3: 53-59

DOI: 10.61186/jpat.2024.3.4

Publisher: Pars Arian Insistue

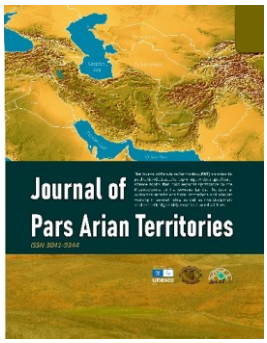
[1] m_ghorbani@hotmail.com

JPAT ISSN: 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 35-50
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.3

Research Paper

Geomythology and Aspects of Sacredness: Jam and Riz Caves, Bushehr Province, Southern Iran

Abdolreza Dashtizadeh[1]✉



Abstract

Caves have long held significant importance for humans due to their unique natural features. Their structural resemblance to shelters, often with a single entrance, has made them secure living spaces, particularly when situated in elevated mountainous regions. Beyond their physical utility, caves possess a timeless quality, offering a serene and secluded environment that has inspired humans to mentally conceptualize and artistically depict the world around them. Over the past century, caves have drawn the interest of diverse groups, including mountaineers, adventurers, archaeologists, geologists, biologists, and treasure hunters. Among these, archaeologists have focused on studying the remnants of Paleolithic societies, later historical periods, and ancient animal remains preserved within these spaces. This paper explores the sacred significance of caves in Iranian mythology and examines their cultural and historical importance across various periods. The study focuses on the Jam-o-Riz Plain in Bushehr Province, a region renowned for its Paleolithic remains in the northern Persian Gulf. The primary objective of this research is to investigate the caves of this area through the lens of religious ethnography. Among the more than 30 caves and rock shelters in the study area, only two—Pir Biraheh and Ashkfat Das-Shor—were identified as sacred by the local community. Both caves share a common narrative: they are believed to be sites where holy men appeared. These caves serve as places where locals make vows, and each is associated with a sacred spring and tree, further emphasizing their spiritual significance. This study sheds light on the enduring cultural and religious connections between humans and caves in this historically rich region.

ARTICLE HISTORY
Received:
31 August 2024
Revised:
8 December 2024
Accepted:
14 January 2025
Published:
14 January 2025

KEYWORDS
Geomythology,
Cave, Sacredness
Jam and Riz Caves
Bushehr Province
Archaeology

✉**CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION**
Head of Cultural Heritage Qeshm Island Iran

Cite this article:

Dashtizadeh Abdolreza (2024) Geomythology and Aspects of Sacredness: Jam and Riz Caves, Bushehr Province, Southern Iran. *Journal of Pars Arian Territories* 3: 35-50

DOI: 10.61186/jpat.2024.3.3

Publisher: Pars Arian Insistue

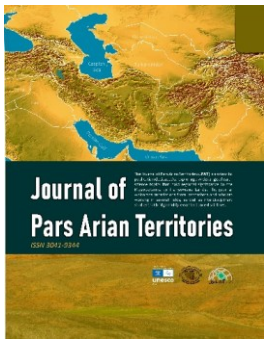
[1] adashtizadeh@gmail.com

JPAT ISSN: 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 35-50
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.2

Research Paper

A Comprehensive Review of Iran's Water Resources: Challenges, Utilization, and the Urgent Need for Watershed-Based Management

Touraj Fathi[1]✉



Abstract

In addition to population growth, migration, and urbanization, the past decade has seen drought, unsustainable development, and climate change exert increasing pressure on Iran's water resources. Over this period, average annual rainfall has been 228 mm—nearly 6% lower than the long-term average of 242 mm. Surface runoff has also significantly declined: while the long-term average was approximately 85 billion cubic meters, the most recent 14-year average stands at about 57 billion cubic meters—a reduction of over 46%. Comparing the total reservoir capacity under construction and operation with the adjustable water volume in 2013 highlights a water shortage of approximately 15,125 million cubic meters against projected capacity. Groundwater resources are also in critical condition, with 291 of Iran's 609 plains classified as prohibited or critically overexploited. The agricultural sector, which consumes 90% of the country's water, is the largest contributor to this crisis. Over the past few decades, a significant increase in cultivated land has driven excessive water usage, with agricultural water demand growing by 7.5% in the last decade. Over-extraction of groundwater, unauthorized well drilling, the establishment of water-intensive industries in arid regions, and insufficient oversight of water withdrawals have led to declining groundwater levels and quality. This has resulted in land subsidence across numerous plains and a substantial decrease in well water yields. Additionally, excessive groundwater usage has disrupted aquifer recharge cycles, reducing spring water flow to rivers. The effects of recent droughts are far more severe than those observed in the late 1930s. To address Iran's water crisis, national water management must undergo fundamental changes, focusing on both supply and demand management. A holistic approach to the entire water cycle is needed, guided by principles of sustainable development and integrated land use planning across the country's watersheds. Crucially, a thorough review of laws and regulations is required. Integrated water resource management at the watershed level necessitates establishing coordinated systems that align the efforts of economic, social, infrastructure, and service sectors with those of the water sector. Given water's cross-sectoral nature, all laws and policies across institutions should align with the overarching policies of the water sector, requiring approval and oversight at the levels of Parliament, the Government Board, or the Supreme Water Council.

ARTICLE HISTORY
Received: 31 August 2024
Revised: 8 December 2024
Accepted: 14 January 2025
Published: 14 January 2025

KEYWORDS
Geomythology,
Cave, Sacredness
Jam and Riz Caves
Bushehr Province
Archaeology

✉**CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION**
Head of Cultural Heritage Qeshm Island Iran

Cite this article:

Fathi, Touraj (2024) A Comprehensive Review of Iran's Water Resources: Challenges, Utilization, and the Urgent Need for Watershed-Based Management *Journal of Pars Arian Territories* 3: 35-50
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.2

Publisher: Pars Arian Insistue

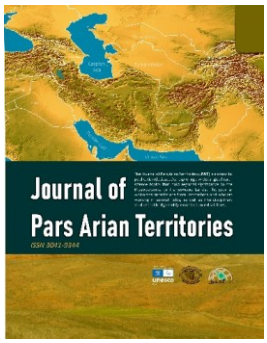
[1] adashtizadeh@gmail.com

JPAT ISSN: 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 1-21
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.1

Research Paper

Determining the Core and Buffer zones of Kouhin Mountain Caves in Tafresh County with a karst-based approach

Ali Hozhabri[1]✉, Habibeh Nawrouzi, Maryam Moheb Ali,
Ghasem Issa Abadi, Saeid Fath Ali, S. Ali Fazeli



Abstract

Determining the core and buffer area for the protection of cultural heritage is a crucial executive and legal activity. Among the most captivating aspects of geomorphology, geology, and hydrogeology are karst caves, which, in addition to their value as tourist and historical-cultural attractions, serve as archives of paleoclimatic data, archaeology, geology, and environmental changes. They provide invaluable insights for exploring numerous scientific unknowns. This study focuses on the karst caves of Kohin Mountain in Tafresh city, using a karst-oriented approach to establish their protection area and boundaries. These caves formed through chemical interactions between atmospheric and subsurface waters and carbonate rocks. Their formation dates back to the Quaternary period, following orogenic and tectonic processes, and certainly postdating the Eocene epoch. The limestones of the Nayband Formation played a pivotal role as hosts for fluid waters, while fault erosion facilitated the development of these caves. Faulting, particularly the Ezzeddin-Rahejerd and Tafresh faults, induced lithological displacements, enhancing water penetration into the pores and fractures of limestone rocks. This process expanded cave spaces within the Nayband Formation. The region's geological complexity, characterized by concurrent volcanic and tectonic activities, diverse rock structures, plains and mountain landscapes, aqueducts and karst springs, travertine deposits, and evidence of human-nature interaction from prehistoric times to the late historical period, underscores the significance of Tafresh city and its karst caves as a valuable tourist destination. To determine the area and boundaries for protection, four critical and effective digital layers were prepared and digitized: elevation, geology, geomorphology (watersheds), and faults. Expert analysis categorized elevation, geology, and fault density into five groups, while watersheds were divided into three major basins. Using Boolean logic and the AND operator, the four weighted maps were superimposed. After expert revisions, the protection area was determined to be 42.4 square kilometers, and the boundary was set at 82.3 square kilometers. Based on these findings and local conditions, criteria for the legal protection of this geological heritage were proposed. The study emphasizes the importance of safeguarding the unique natural and cultural attributes of the Tafresh karst caves for future generations.

ARTICLE HISTORY
Received: 31 August 2024
Revised: 8 December 2024
Accepted: 14 January 2025
Published: 14 January 2025

KEYWORDS
Area and Privacy
Karst Caves
Tafresh Caves
Ali Khorandeh Cave

✉**CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION**
Cultural Heritage Research Institute, Tehran, Iran

Cite this article: Ali Hozhabri, Habibeh Nawrouzi, Maryam Moheb Ali, Ghasem Issa Abadi, Saeid Fath Ali, S. Ali Fazeli (2024) Determining the Core and Buffer zones of Kouhin Mountain Caves in Tafresh County with a karst-based approach. *Journal of Pars Arian Territories* 3: 1-21

DOI: 10.61186/jpat.2024.3.1

Publisher: Pars Arian Insistue

[1] ali.hozhabri2011@gmail.com

2013 "Preliminary report on test excavations and relative dating at Tappeh Mousaei, Rawansar country, Kermanshah province", *Iranian Archaeology* 4: 77-96.

Goff, C.
1971 "Luristan before Iron Age", In: *Iran*, vol. 9, 131-152.

Hassanzadeh, Y.
2016 "A survey on an Assyrian glazed pottery type in the Zagros mountains", in *The provincial archaeology of the Assyrian empire*, edited by John MacGinnis, Dirk Wicke and Tina Greenfield, 371-383, Cambridge University publications.

Henrickson, R.
1985 "An Update chronology of the Early and Middle Chalcolethic of the central Zagros Highlands, western Iran", In: *Iran*, vol. 23, 63-108.
1986 "A regional perspective on Godin III: cultural development in central western Iran", In: *Iran*, vol. 24, 1-55.
1987 "Godin III and the Chronology of central western Iran circa 2600-1400 B.C.", In: *The Archaeology of Western Iran, Settlement and Society from Prehistory to the Islamic Conquest*, F. Hole (ed.), 205-227.
1993 "The Chalcolethic Period in the Zagros Highlands", In: *Encyclopedia Iranica*, by: Ehsan Yarshater, vol. V, 278-282.

Haerinck, E. and Overlaet, B.
2004 "The Iron Age III Graveyard at War Kabud, Pusht-I Kuh, Luristan", In: *Acta Iranica*, vol. XXVII: 31, Fig. 9.

Henrickson, E. F. and Vidali, V.
1987 "The Dalma tradition: prehistoric interregional cultural integration in the highland of western Iran", In: *Paléorient*, vol. 13, 37-46.

Hole, F.
1987 "The Archaeology of Western Iran: Settlement and Society From Prehistory to the Islamic Conquest", Edited by F. Hole, Simithsonian Series in Archaeological Inquiry, Washington, D. C., Smithsonian Institute Press.

Kargar, B.
2004 "Qalaichi / Zirtu: a Mannean Center, Period Ib", in M. Azarnoush (ed.), *Proceedings of the International Symposium on Iranian Archaeology: North-Western Region*, Tehran, Iranian Center for Archaeological Research: 229-245 [in Persian].

Levine, L. D.
1974 "Archaeological investigations in the Mahidasht-Western Iran", In: *Paléorient*, vol. 2, no. 2, 487-490.
1976 "The Mahidasht Project", In: *Iran*, vol. 14, 160-161.

Levine, L. D. and McDonald, Mary M. A.
1977 "The Neolithic and Chalcolithic Periods in the Mahidasht", In: *Iran* 15: 39-50.

Levine, L. D. and Young, T. C.
1986 "A Summary of the Ceramic Assemblages of the Central Western Zagros from the Middle Neolithic to the Late Third Millennium B.C.", *Colloques Internationaux CNRS, Prehistore De La Mesopotamie*, Paris: editions du CNRS Paris 1986, 15-53.

Miroschedji, P.
1978 "De stratigraphic de la periode Neo-Elamite á suse", In: *Paléorient*, vol. 4, 213-228.

Mo'tamadi, A.
1997 "Ziwiye 1995, Excavations, Architecture and pottery", *Archaeological Reports of Iran*, Vol. 1, Pp.: 143-170 [in Persian].

Mortensen, P.
1964 "Additional Remarks on the Chronology of Early Village forming communities in the Zagros area", In: *Sumer*, vol. 20, 28-36.
1974 "A survey of early prehistoric sites in the Holailan valley in Luristan", In: *Proceeding of the IInd Annual Symposium on Archaeological Research in Iran*, 34-52.
1976 "Chalcolithic settlements in the Holailan valley", In: *Proceeding of the IVth Annual Symposium on Archaeological Research in Iran*, 42-62.

Moshtagh Khorasani, M.
2006 *Arms and Armor from Iran: The Bronze Age to the end of the Qajar Period*, Legal press, Germany.

Parpola, S., and Porter, M.
2001 *The Helsinki Atlas of the Near East in the Neo-Assyrian Period*, Edited by: Simo Parpola & Michael Porter, The Casco Bay Assyriological Institute The Neo-Assyrian Text Corpus Project, Finland.

Renette, S., & Ghasrian, S. M.
2020 "The central and northern Zagros during the Late Chalcolithic: An updated ceramic chronology based on recent fieldwork results in western Iran". Paleorient, 46(1-2), 109-132. https://doi.org/10.4000/paleorient.366

Rezvani, H., & K. Roustaei
2007 "A Preliminary Report on Two Seasons of Excavations at Kul Tarike Cemetery, Kurdistan, Iran", *Iranica Antiqua*, Vol. XLII: 139-184.

Shidrang, Sonia
2006 "Warkaini: a new Palaeolithic Site near Kermanshah in West Central Zagros, Iran", Antiquity 80 (310), Project Gallery.

Stronach, D.
1978 *Pasargadae*. Oxford.

Taheri, K.
2001 *Rawansar: Archaeology, Geology, Geography and Culture*, Taq-bostan Publication center, Kermanshah.

Weiss, H., and Young, T. C.
1975 "The Merchants of Susa: Godin V and Plateau Lowland Relations in the Fourth Millennium B. C.", In: *Iran*, vol. 13, 1-17.

Young, T. C.
1969 *Excavations at Godin Tepe: First Progress Report*, Royal Ontario Museum, Art and Archaeology, Occasional Paper, No. 26, Toronto: The Royal Ontario Museum.

Young, T.C. and Levine, L. D.
1974 *Excavations of the Godin Project: Second Progress Report*, Royal Ontario Museum, Art and Archaeology, Occasional Paper, no. 26, Toronto: The Royal Ontario Museum.

Zagarell, A.
1975 "An archaeological survey in the northeast Baxtiari mountains", In: *Proceeding of the IIIrd annual symposium on archaeological research in Iran,* Bagherzadeh, F. (ed.), Tehran, Iranian center for archaeological Research, 145-156.

Parpola's (Parpola 2001: Map 11) theory regarding the location of the Assyrian state of Nikkur. However, since little relevant archaeological evidence was found during this initial survey, the results were ultimately disappointing. Nevertheless, given the existing evidence from the first millennium BCE in the region (Figure 5: 23 and 24), there is hope that a more focused survey or excavation could provide clearer insights into this period and location.

Targeted excavations along with the application of new analytical techniques, could help address additional questions about the technological aspects of cultural material production, subsistence strategies, and the socio-political positioning of Khanileh relative to similar cultures to the south and southeast. Based on the cultural materials discovered so far, it can be hypothesized that Khanileh played a significant role in regional networks for the production of ceramics. The presence of a permanent spring, access to fertile plains with productive pastures, and proximity to the highlands provided an ideal environment for settlement, starting as early as the Middle Chalcolithic and continuing through to the historical periods. By the first millennium BCE, the settlement at Khanileh appears to have shifted eastward to the site of the present-day village, where it remained occupied into the historic period.

Khanileh has yielded evidence that can help supplement and refine the chronology of the intermontane regions of the Central Zagros, particularly for the Chalcolithic period.

With regard to the richness of the remaining materials at Khanileh and the risk of destruction of these sites, the first steps have been taken to confirm its structural integrity and to enter it on the National Historical Register. Because of the construction of livestock and poultry pens, as well as due to agricultural activities on the surface of the mound, and the mound's use as a graveyard for the nearby village, a great deal of the surface and subsurface deposits have already been disturbed. It is imperative to generate a detailed plan for future excavations of the Iron Age Graveyard in the village and at Tappeh Khanileh itself.

REFERENCES

Abdi, A., Gharaie, M. H. M., & Bádenas, B. (2016). Radiolarian productivity linked to climate conditions during the Pliensbachian–Aalenian in the Kermanshah Basin (West Iran). Facies, 62, 1-19.

Abdi, A., Gharaie, M. H. M., & Bádenas, B. (2014). Internal wave deposits in Jurassic Kermanshah pelagic carbonates and radiolarites (Kermanshah area, West Iran). Sedimentary Geology, 314, 47-59.

Abdi, Kamyar
1999 "Report from the Field: Archaeological Research in Iran's Islamabad Plain", The Journal of the international Institute, University of Michigan, Fall 1999, Vol 7(1): 8-11.
2003 "The Early Development of Pastoralism in the Central Zagros Mountains", In: *Journal of World Prehistory*, vol. 17, No. 4, 395-448.

Alibaigi, S., & MacGinnis, J.
2022 "Clues to the Presence of an Assyrian Administration in the Mahidasht Plain, Kermanshah, Iran", *JAOS*, *142*(4), 773–788. https://doi.org/10.7817/jaos.142.4.2022.ar029

Alibaigi, S., MacGinnis, J., Brisch, N., Levine, L. D., Rezaei, I ,. &Ghanbari, B.
2023 "Sargon II in the Mahidasht: New evidence from Quwakh Tapeh, Kermanshah". *Zeitschrift für Assyriologie und vorderasiatische Archäologie*, 116(1), 1-24 https://doi.org/10.1515/za-2023-0004

Azimi, M., Mahmudy Gharaie, M. H., Mahboobi, A., & Taheri, K. (2017). Depositional Environment and Diagenetic History of the Bisotoun Carbonate Succession (Lower Cretaceous), Kermanshah Area, West Iran. Scientific Semiannual Journal Sedimentary Facies, 9(2), 87-108.

Bahrol'oloomi, F.
1999 *Dating Methods in Archaeology*, The Organization for Researching and Composing University textbooks in the Humanities (SAMT), Tehran [In Persian].

Baroud, Zh.
1977 *Geological quadrangle map of Kermanshah*, Organization of Geological survey and Mineral exploration of Iran, Tehran.

Biglari, F.
2001 "Recent finds of Paleolithic period from Bistun Central western Zagros Mountains", Iranian Journal of Archaeology and History 28: 50-60 [in Persian].

Biglari, F. and Haydari, S.
2015 "Do-Ashkaft: A recently discovered Mousterian cave site in the Kermanshah plain, Iran", *Antiquity* 75 (289): 487-488.

Biglari, F and S. Shidrang
2019 "Rescuing the Paleolithic Heritage of Hawraman, Kurdistan, Iranian Zagros", *Near Eastern Archaeology* 82 (4): 226-235. https://doi.org/10.1086/706536

Braidwood, R., Negahban, E. and Bruce Howe.
1961 "The Iranian Prehistoric Project", In: *Iranica Antiqua*, vol. 1, 3- 7.

Carter, E.
1978 "Susa: Ville Royale", In: *Paléorient*, vol. 4, 197-212.

Garavand, Morteza, Saeid Doustani, Siavash Shahbazi and Kamal Taheri

FIGURE 10. A broken animal figurine from the possible Iron Age Graveyard, Khanileh

Special find

One of the other finds recovered from the agricultural lands about 700 meters south of the village in 1986 was a bronze socketed trilobite ('three – bladed') arrowhead, 3 cm in length (Figure 11).

Its blades form a rhomboid shape. Trilobate arrowheads were once thought to be associated with the Scythians and Cimmerians, but they were also a common type during the Achaemenid period, where they became a standard form of (Moshtaq 2006: 308, 744). Similar arrowheads are reported from Pasargadae (Stronach 1978: 218–219, pl. 165: a,b)

FIGURE 11. Different views of the Trilobate arrowhead from the south of Khanileh

Concluding Remarks

The discovery of two glazed vessels at Khanileh is significant, as it suggests the presence of a site associated with the Iron III historical period.

This period witnessed many socio-political transformations in the region, characterized by the appearance of the Medes, the encroachment of the Assyrians and finally the Achaemenid occupation. Although the main goal of Louis Levine during the Mahidasht Project was to elucidate some of the uncertainties regarding the historical geography of Assyrian military campaigns, until now, this issue has not been intensively investigated. It should be noted that the original aim of surveying the Rawansar region was to assess Simu

FIGURE 9. Different views of the Glazed Iron Age vessel.

Possible Iron Age Graveyard

Among the other finds from Khanileh were two glazed vessels discovered by a villager during the clearing of abandoned ruins in the village in 1998 (Figure 11). These two glazed ceramic vessels belong to the 'Eggshell' ware type dating to Iron III (Hassanzadeh 2016). Similar examples are commonly found at sites in northwestern Iran (Hassanzadeh 2016), including Ziwiye (Mo'tamadi 1997), Changbar Cemetery, and Kultarikeh (Rezvani and Roustaei 2007) in Kurdistan, as well as at the Qelaichi in Bukan (Kargar 2004) and the Varkabud cemetery (Haerinck and Overlaet 2004: 31, Figure 9) in Lorestan.

These finds consist of small glazed cups with an average height of 9-10 cm and rim with a diameter of 4 cm, decorated with vegetal motifs on the body that resemble a layer of glass[8] (Figure 5: 23 and 24).

A broken animal figurine was found near the findspot of the two glazed vessels. It consists only of the front portion, including the head, neck, two forelegs, and the front half of the torso (Fig. 10). The animal's eyes and nostrils are formed by simple, shallow indentations, while its snout was shaped by finger pressure from both sides. The maker's fingerprints are visible on parts of the surface. The broken sections are light cream in color, while the surface ranges from dark gray to black. The figurine measures 58 millimeters in height. Based on the shape of the forward-facing ears and snout, it appears to represent a dog, though it could also represent another animal species.

The production of such animal figurines was widespread in the Zagros region during the Neolithic and Chalcolithic periods, and they remained relatively common in the later Bronze and Iron Ages.

[8] During a recent visit to the site, it was noted that a large portion had been damaged during the digging of an agricultural pit. Similar glazed wares were observed in the eastern wall of the pit.

The fine wares are mostly cream/buff colored with black painted decorations (Henrickson 1993: 278). Unfortunately it is exceedingly difficult to use these wares in a comparative framework for typological and chronological studies due to a lack of analytical results, unsystematic surveys and the small number of published excavations (Mortenson 1976).

That in mind, the similarities and differences in the production of cultural materials can be taken as differences in regional ceramic-making traditions in the intermontane Zagros valleys. However, major differences in production styles of cultural materials, especially in pottery, can be clearly exhibited even among contemporaneous sites of the same region. For example, comparison of two contemporaneous sites shows that at Tappeh Kazabad[5] B during the Late Chalcolithic ceramics with red slip and coarse sand/grit temper were produced, but at the same time at the site of Kahreh,[6] fine cream wares comparable to types similar to the lands immediately south of the site were being produced. It is worth mentioning that some scholars have argued that these fine wares at this site are related to the Early Chalcolithic period (Mortenson 1974: 37). The presence of the same kind of fine cream/buff wares with black painted decorations has caused archaeologists to draw parallels between these cultural materials in their regional, but also macro-regional context within the Zagros (Mortenson 1974, Levine 1974, Zagarell 1975).

Instead of intensive regional surveys of the intermontane valleys of the Zagros that are used to identify the various cultural periods and then excavate their layers, these surveys can be used as a key to intraregional chronological comparison. Likewise, when looking at a broader perspective, sites whose stratigraphy and chronology (both relative and absolute) have been analyzed separately can be used as comparative samples to other regions in the Zagros. Based on this, it should be possible to conceive of a relatively coordinated chronological sequence in the Central Zagros region. Now, with regards to the aforementioned materials from the site of Khanileh in the Rawansar plain, and with attention to its multi-period sequence, and not forgetting its highly favorable location in an area that a crossroads for a much larger region, Khanileh serves as a relatively suitable chronological and cultural index in the region from the Late Neolithic to the Iron Age.[7]

Other sites and unique finds

Geleh-Jana

This site, of which little remains, lies east of the village near the country road. According to locals, between the 1940s and early 1960s, soil from the mound was used for plastering house walls. It is said that each year, during this process of sediment removal, metal and ceramic would surface. A 1964 map of the area depicts the mound as significantly higher than the surrounding springs (Figure 3). In the late 1980s, parts of the mound were partially destroyed and leveled during the construction of the country road, though cultural deposits may still remain beneath roadbed.

Tappeh Bawa

This mound is located approximately 20 meters south of the village and has a height of less than one meter. It covers an area of about one hectare, and its surface is plowed annually. Numerous small ceramic fragments and broken bones, both burned and calcified, are visible on the surface. Based on the shape of the rims of several potsherds, it is possible that this settlement dated to the Historic periods, especially the Parthian period. However, the presence of straw-tempered and handmade pottery suggests the possibility of older settlements at the site, potentially from the Chalcolithic period. A pit is situated in the northern half of the site, though no pottery was found in the pit's walls.

---

[5] Tappeh Kazabad is a site related to the Chalcolithic that was identified by Aurel Stein in 1936 in the Holailan region during his surveys of Central Zagros in Western Iran. The site of Kazabad is divided into Mound A and Mound B. The oldest ceramics on the surface of KazabadA are comparable with Hajji-Firuz Tappeh in Western Azerbaijan and the oldest ceramics from the surface at Kazabad B are comparable with Susa B and C.

[6] Tappeh Kahreh is located approximately 6 kilometers south-southwest of Tappeh Gouran in Kermanshah Province. This site was surveyed for the first time by C. Goff (Goff 1971: Figure 2). The surface ceramics from Kahreh have many similarities with contemporaneous sites on the Susiana Plain (Late Susa period or Susa A).

[7] There is the possibility of ceramics of the Middle Elamite period at the site – which if confirmed would demonstrate the influence of the Elamites on the north central part of the Zagros.

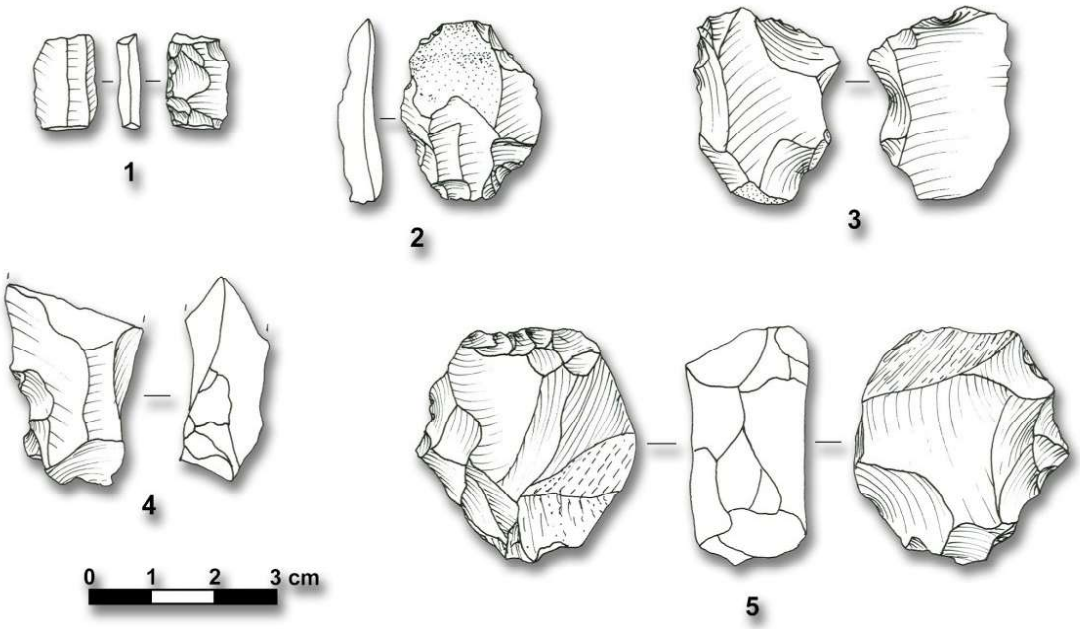


FIGURE 7. Lithic artifacts drawing from Tappeh Khanileh

FIGURE 8. Exposed Radiolarite near Tappeh Khanileh

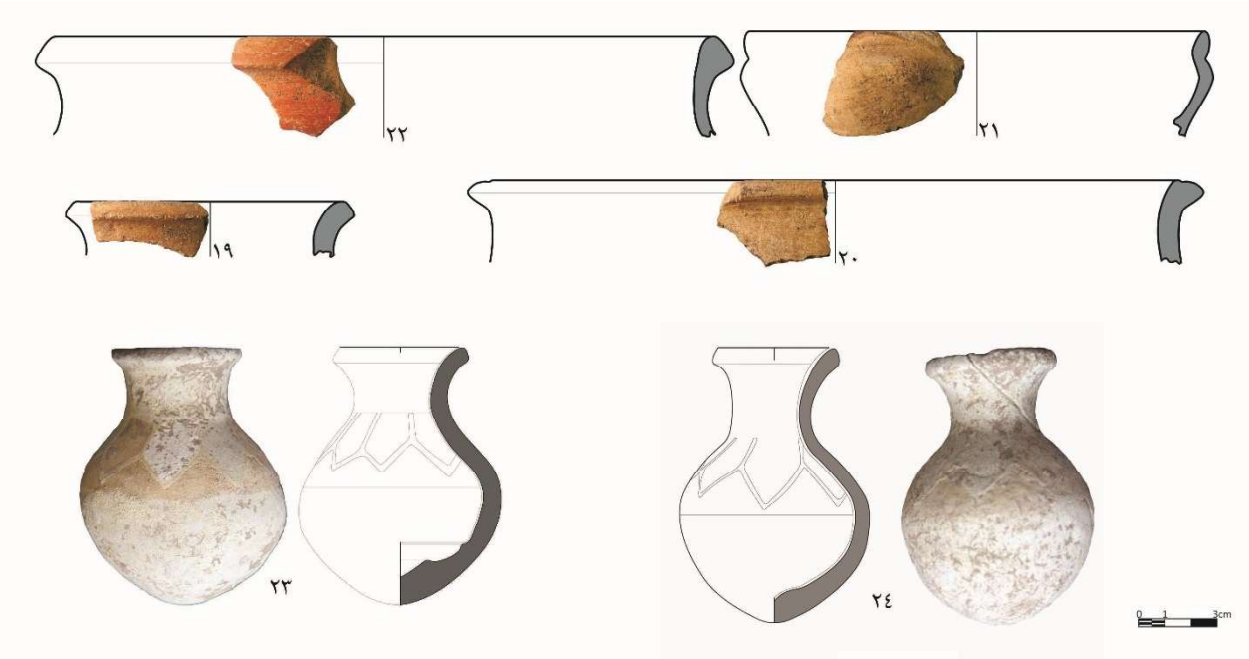


FIGURE 5b. Diagnostic Samples of Ceramics from Surface Survey at Khanileh

FIGURE 6. lithic artifacts were collected from the surface at Tappeh Khanileh

consumption. These types of wares have been identified at a number of sites in the intermontane valleys of the Zagros. The coarse wares range in color from cream to yellow or red to pink and have coarse straw tempers.

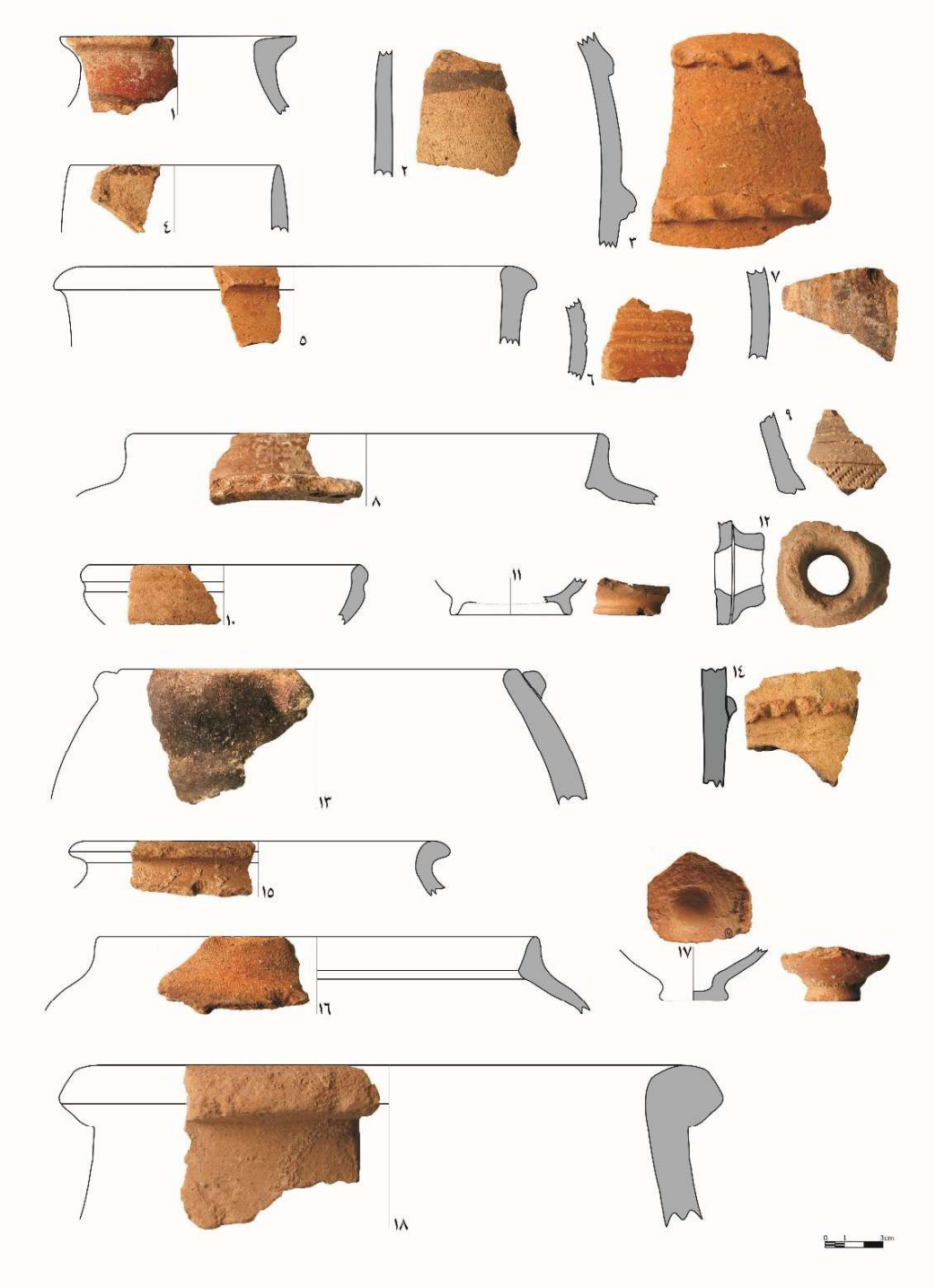


FIGURE 5a. Diagnostic Samples of Ceramics from Surface Survey at Khanileh

one awl/borer (Figure 7: 2-4). Additionally, a small broken bladelet with inverse retouch along a lateral edge was identified (Figure 7: 1).

The lithic assemblage primarily consists of locally available raw materials, which required minimal time and effort to procure. Although the collection is small, its techno-typological characteristics suggest that toolmakers at Khanileh may never have developed advanced craftsmanship in lithic tool production. Instead, they likely produced simple, ad hoc tools as needed, relying on readily accessible materials. Given that the collection originates from a surface context and is likely multi-period, this pattern appears to have persisted across different periods. It is probable that tool production was carried out at the household level on a daily basis, with minimal time investment.

In sum, assuming this observation is unbiased, lithic tool production at Khanileh was likely predominantly flake-based. The only artifact suggesting specialized production is a small broken bladelet with inverse retouch, which was detached from a prismatic bladelet core (Figure 7: 1). It is possible that this isolated specimen was produced at another settlement site in the area, such as Tappeh Mousaei[4], and transported to Khanileh.

Chronology of Khanileh

Thermoluminescence Dating

Ten potsherds were selected from a group of ceramic fragments collected from the backdirt of illicit excavations on top of Tappeh Khanileh for dating using the thermoluminescence technique. In choosing these samples, the authors aimed to select body sherds thicker than two centimeters, allowing for the removal of the surface layer to date the inner matrix of the ceramics.

After having their surfaces shaved off, these ceramics were ground to a power and treated with 5% Acetic Acid. From each sample, at least forty pellets were prepared for testing. The luminosity diagram of 15 samples was measured after they were placed in the oven on a Nickel-Chromium sheet in a pure nitrogenous environment. In the subsequent phase, different numbers of the pellets are exposed to beta streams of Strontium^{90} isotopes at different doses. Half of the samples are measured two days after the exposure, and half of the samples are measured at one month after the exposure in order to account for the loss in perceptibility of the samples. Then, 15 of the pellets are exposed to Americium^{241} in different dosages. With the use of these measurements, the amount of effective energy of the alpha radiation and sensitivity relative to the alpha radiation can be measured. In comparison to the first luminosity diagram (the thermoluminescence of the natural samples) and the luminescence of the samples exposed to beta radiation, the amount of stored energy in the samples can be calculated. The density of the trace elements Potassium, Uranium, Thorium and the lack of the gas Radon were also investigated in these samples using Photometry (Bahrol'oloomi 1999).

Given that the samples used for dating were remnants left behind by illicit smugglers, there is a possibility that the dosimeter's origin could be from the site itself. Based on this, for environmental data collection, such as annual rainfall, the Climate Research Center, located 6 km north of Khanileh in Rawansar, should be consulted. Of the 10 ceramic samples selected, only three were successfully dated. The analysis of the remaining samples was hindered by various issues, including the effects of heat and light over time on the surface of the mound. The resulting chronology of the finds can be divided into two groups: one corresponding to the mid-4th millennium BCE, and the other to the mid-first millennium BCE (Table 1).

Relative Dating (Typology)

Between the second half of the 7th millennium BCE and the beginning of the 6th millennium, a new style of decorated pottery appeared in the Central Zagros region, replacing the preceding simple undecorated style (Mortenson 1964: 33; Levine and McDonald 1977:40). Examples of this style can be found at Tappeh Gouran, Tappeh Sarab, and a number of other sites on the Holailan, Harsin, and Mahidasht (Kermanshah) plains. Following this further, during the Chalcolithic period, which encompasses 2 millennia between approximately 5500 and 3000 BCE, both fine and coarse ceramics were produced at their locus of

[4] Tappeh Mousaei is contemporaneous with Khanileh and lies 6 km distant in the middle of the city of Rawansar (Garavand et al. 2013).

This type of pottery is comparable to different types of button-base wares from other sites in southwestern Iran (Carter 1978: Figure 9, #47). Among the other diagnostic ceramics that herald the arrival of the Middle Elamite phase that were found at Tappeh Khanileh include ceramics with applique bands across the body of the vessel into which fingers were pressed. This type of pottery mostly has a brown matrix with a temper of coarse straw. Most of these wares are dark grey on the inside, and some are covered in a thick cream slip on their outer surfaces (Figure 5: 3 and 14). Other diagnostic features include the imprints left by coarse straw on both the outer and inner surfaces of the wares. Also a number of vessel rims are observed in this collection, which with attention to their form and matrix may be considered to belong to the 1st millennium BCE. The matrix of these wares is either grey or light brown and has a temper of fine sand. The outer surface of these wares is always burnished and in some cases seems to have white sand trapped inside the matrix (Figure 5: 13, 19 to 24). In a small number of cases, the inner surfaces of these wares have also been decorated with burnished designs (Figure 5: 10). Most of these vessels have wide mouths and include cup-shaped and trough-shaped vessels. Some of the types of these cup-shaped vessels are also very commonly observed during historical periods. Comparative thermoluminescence dating will help confirm the age of these samples (Figure 5: 21).

Group 4: Ceramics of the Historic and Islamic Eras

The number of ceramics relating to the Historical and Islamic Eras at Tappeh Khanileh is very small, and diagnostic pieces are rarely observed. As a result, the two periods have been lumped together into one group containing 10 samples. The samples likely related to the Historical period are mostly either light grey or terracotta colored with a temper of coarse sand. These vessels typically lack necks, but rather have a straight rim. The presence of black blotches and traces of burning suggest these wares were used as cooking vessels. Three samples which are possibly of the Clinky (Jalingi) type, and therefore related to the Parthian period, are wheel thrown and have a reddish brown appearance with an unidentifiable temper and a light grey matrix. The firing technique used has made these wares very strong and durable (Figure 5: 11). There is only one sample of a Grey Ware with a fine white sand temper, the outer surface of which is decorated with diagonal incised decorations in points and parallel lines, which could possibly be related to the Islamic period (Figure 5: 9).

Chipped stone artifacts

A small collection of 42 lithic artifacts were collected from the surface at Tappeh Khanileh (Figure 6 and 7). This collection includes cores (5 pieces), core fragments (2 pieces), simple flakes (12 pieces), broken flake (6 pieces), flake fragments (5 pieces), debitage (3 pieces) and retouched tools (10 pieces). Other than the several pieces of quartz, this collection is composed entirely of chert. The large majority of the chert is brown in color, though there is also radiolaritic green of the Kermanshah type, a vein of which lies exposed near the site. The location of the site along the northern slope of Salakan provided an easy access to lithic raw materials sources for the inhabitants of the site. The raw material is found as tabular pieces and chunks on the slopes, consisting of coarse to medium-grained, opaque cherts, as well as fine grained cherts with glossy surfaces. However, some of the cherts are not suitable for knapping as they have many veins and seams of other minerals running through them (Figure 8). The high quality reddish brown chert forms approximately 39% of the collection. Other types of chert are observed in the collection, such as matte grey chert and whitish-grey chert, as well as high quality grey translucent chert. The second type of rock present in the collection, though less abundant, is milky quartz with red veins. This material is well-suited for producing flake tools and is found in limited quantities scattered across the site. The primary source of this quartz is local, as it is readily available in the foothills surrounding the area. Approximately 22% of the artifacts collected from the site's surface exhibit cortex. The relatively low proportion of cortical pieces can be attributed to the structural properties of the chert veins in the region, which are distributed across the slopes and lack weathered cortex due to their geological characteristics.

All the cores found were of the flake core type, specifically multidirectional irregular flake cores (Figure 7: 5). Only one core exhibited flakes detached in a parallel pattern along the length of one side. Flakes made up a significant portion of the collection (approximately 75%), with 29% showing retouch. The retouched flakes, in order of frequency, include denticulated flakes (4), truncated flakes (2), partially retouched flakes (2), and

coarse plant material are visible on the surfaces of some of these ceramics and their insides are mostly light or dark grey. All of them seem to be wheel-thrown and slipped with a brick red or sometimes thick cream color. One of the diagnostic samples of this collection, which is connected to the Middle Elamite Period, has a bottom button resultant from the process of its cutting (String-cut base), a technique often seen to be used with wheel-thrown ceramics (Figure 5: 17).

Table 1: Description of the Ceramic finds from Figure 8. Numbered from top to bottom, left to right on Figure 8.

#	Relative Chron	Description	Absolute Chron	Comparanda
1	Late Chalcolithic	Light Brown Matrix, Fine sand temper, light cream slip on inner surface, red-brown slip on outer surface, black painted decorations, possibly wheel thrown		Levine & Young 1986: Fig 31. #3
2	Middle Chalcolithic	Light Brown Matrix, Coarse and Fine straw temper, Light cream slip on both surfaces, black painted decorations		Levine &Young 1986: P. 4 Fig 7 Levine & McDonald 1977: 1, Ia
3	Middle Elamite	Light Brown Matrix, Coarse straw temper, White inclusions, Grey pith, Wheel fired, wet slipped exterior		Similar to: Carter 1978: Fig 47, #9
4	Middle Chalcolithic	Light Cream matrix, Coarse straw temper, hand thrown, straw marks on inner and outer surfaces, dark brown painted decorations		Levine & Young 1986: Fig. 9, #35.2
5	Late Chalcolithic	Light Brown matrix, fine straw temper, Grey Pith, thin brick-red slip on inner surface		Wright et al. 1975, Fig. 7: F
6	Late Chalcolithic?	Brown matrix, fine straw temper, slip on outer surface, burnished inner surface, possibly wheel thrown		--
7	Middle Chalcolithic	Brick red matrix, Coarse sand temper, fine white inclusions in matrix, dark cream slip on inner surface, handmade, dark brown painted decorations		Levine & Young 1986, Fig 8: b
8	Late Chalcolithic	Brown Matrix, Coarse sand temper, Grey pith, white inclusions in matrix, wheel thrown, hand applied slip on inner and outer surfaces		Similar to: Zagarell 1975, Fig 3: 4
9	Islamic	Grey Matrix, Fine sand temper, fine white inclusions in matrix, wheel thrown		--
10	1st mill. BCE	Light Brown Matrix, coarse sand temper, white nodules in matrix, both surfaces grey with burnishing, wheel thrown		
11	Parthian	Grey Matrix, Unidentifiable temper, Brick red slip on inner surface, wheel thrown		--
12	Middle Chalcolithic	Dark Cream matrix, Coarse sand temper, Light cream slip	3600 ± 165 BCE	--
13	1st Mill. BCE	Light Brown Matrix, Coarse sand temper, wheel thrown, black blots on outer surface, black pith		--
14	Middle Elamite	Brown Matrix, Coarse Straw temper, incompletely fired, wheel thrown, cream slip on both surfaces, straw impressions visible on both surfaces		--
15	Late Chalcolithic	Light brown matrix, Fine straw temper, white inclusions, light grey pith, slip on outer surface, wheel thrown	3520 ± 290 BCE	Zagarell 1975, Fig. 3: 2
16	Late Chalcolithic	Dark cream matrix, coarse sand temper, white inclusions, slipped on both surfaces		Zagarell P. 15b, Fig 3: 4
17	Middle Elamite	Brick red matrix, fine straw temper, wheel thrown, slip on outer surface		Similar to: Miroschedji 1978, Fig 50: b
18	Late Chalcolithic	Dark Cream matrix, Fine Sand temper, Brick Red slip on inner surface, wheel thrown		Wright et al. 1975, Fig. 7: F
19	1st Mill. BCE	Light Brown matrix, fine sand temper, wheel thrown, white inclusions, completely fired, fine straw impressions visible on both surfaces, both surfaces seem to be burnished		--
20	1st Mill. BCE	Light brown matrix, fine sand temper, white inclusions, completely fired, outer surface burnished		--
21	Mid-Late 1st mill BCE	Light grey matrix, fine sand temper, wheel thrown, completely fired, outer surface burnished, white inclusions in matrix	450 ± 180 BCE	
22	Possible Early 3rd Mill BCE	Light Brown matrix, Fine sand and straw temper, wheel thrown, completely fired, outer surface slipped with thick brownish red, outer surface burnished over the paint		--
23	Iron III (8th – 7th Century BCE).	Diameter of mouth 4.9, Height 9.8, body diameter 7.7 cm; glazed small pitcher, decorated, completely figred, wheel thrown, matrix light cream		
24	Iron III (8th – 7th Century BCE).	Diameter of mouth 4.6, Height 10.5, body diameter 7.6 cm; glazed small pitcher, decorated, completely figred, wheel thrown, matrix light cream		

Ceramics

In terms of the chronology of the Central Zagros, the ceramics collected from the surface at Tappeh Khanileh can be divided into four groups, the earliest of which is related to the Chalcolithic, and the most recent of which belongs to the Islamic era (Figure 5 and Table 1).

Group 1: Middle Chalcolithic

Seven pieces of decorated ceramics were identified as part of this group. The paste of these wares is cream and brick red with a very fine vegetal inclusions. The decorations on the ceramics are all geometric, and include horizontal lines, vertical lines, and cross hatched patterns, executed in either dark brown or black. None of the sherds is decorated on the inner side. This type of pottery is comparable to the monochrome wares of Dalma and Godin VIII and IX (Mortensen 1976: 55, Levine and Young 1986: 21), (Figure 5: 2, Table 1, Figures 4 and 7).

Group 2: Late Chalcolithic

The largest percentage of ceramics (39% or 23 sherds) belongs to the group of Late Chalcolithic wares. The ware color varies from dark cream, brick red to light brown, and the temper is either straw or fine sand. Most of the potteries of group 2 seem to be wheel made. Vegetal inclusions sometimes create spongy surface on the sherds. Often the outer surface of the potteries had thin slip or wash. Only two cases of thick red slip are observed (Figure 5: 1 and 18). One example, of which there is doubt in its Late Chalcolithic attribution, is a decorated ware with a thick red slip with a musk-colored band on the lip and neck of the vessel (Figure 5: 1). There was also a specimen with a short spout, the surface of which was slipped as well (Figure 5: 12). Based of the rim shapes, both open and closed pottery forms occur in the collections, from which the second type tends to be the more common. Most of the rims tend to be everting. In some of the cases the rim may evert quite sharply, whereas in others it is more gradual. In this collection, two samples with different tempering agents were observed (for instance, fine sand with white grains), the outer surface of one of which had been burnished. The matrix of these ceramics is more of a light grey.[3] However, except for the short spouts and some special rim forms the potteries of the group can not be easily attributed to this period, due to the fact that these forms again appear in later periods.

Group 3: Middle Elamite Period and the 1st Millennium BCE

Before dealing with the possible Middle Elamite period potteries, it is necessary to first briefly discuss a piece of the Bronze Age pottery. This sherd is part of a rim of an open-mouthed vessel with a light brown matrix, whose paste was tempered with sand and fine straw. The firing of the piece is complete and it seems to have been wheel-thrown. This piece is therefore attributed to the third millennium and is in many ways very similar to the ceramics of the Late Chalcolithic period. On the other hand, however, the matrix and the tempering materials, as well as the type of slip on the piece are not comparable to the aforementioned Chalcolithic wares (Figure 5: 12).

After the Late Chalcolithic wares, ceramics considered to belong to the Middle Elamite period compose the largest percentage of the sample (20 pieces), however, unfortunately most of these pieces are body sherds of vessels and mostly non-diagnostic. The matrix of this group of wares ranges in color from bricky red to creamy light brown. Some of the diagnostic features of this group include relatively round and everting rims with striking linear decorations, with both blocky and cord-like shapes (Figure 5: 3 and 14). The imprints of

[3] The term "incompletely fired" is used in archaeological texts, and is also known as a "mis-firing". This is important to note, because the degree of firing is meaningful for consideration of the ceramics. The existence of a black or grey matrix in the ceramics is caused by a rapid temperature increase and a lack of ability for gasses to escape completely during the glassification process. Based on this, our suggestion is mention the color of matrix in the ceramics instead of use the term "incompletely fired" (F. Bahrol'oloomi).

FIGURE 4. Illicit excavations on top of Tappeh Khanileh reached virgin soil at a depth of approximately 6 meters. Most of the finds were collected from the backdirt of this deep pit.

FIGURE 3. Right. Plan map of the village (cluster of boxes), mound (grey oval) and graveyard (dotted oval) From left: Tappeh Khanileh, Tappeh Bawa, Locus of Glazed Iron Age vessels, destroyed ancient burial ground **Left top.** Aerial image (Google Earth) of the Rawansar region, highlighting the locations of Khanileh and Tappeh Mousaei, **Left down.** Aerial image (Google Earth) of the Khanileh, indicating the locations of the sites discussed in the paper.

During the 2006 survey two illicit pits dug into the top of the mound were observed (Figs. 1b and 4). The larger trench was located in the northern part of the mound and measured 2×2.5 meters wide and almost three meters deep (Fig. 4). The remains of several stone walls were visible in the section of the trench. A number of ceramic sherds (seemingly Chalcolithic), lithic artifacts, and animal bones were also found in the backdirt adjacent to the pit. In the smaller trench, which was less than one meter wide, the remains of a burial, including the femur, mandible, skull fragments, and phalanges were visible; these remains were likely related to the Islamic period, and this is the probable reason the pit was abandoned. The faunal remains collected during the 2006 survey were identified by Dr. Marjan Mashkour and included a cattle's knuckle (about three years old), and one of a goat as well. A shell of a freshwater bivalve was also found, which likely came from the Qara-Su River 2.5 kilometers to the east or from the Garab stream (Awi-Kher) 2 kilometers to the south. In 2009, illegal excavators opened a deep pit on the mound that was approximately 2×2 meters with a depth of eight meters, and arrived at likely virgin soil at 6 meters below the surface. This trench demonstrated the thickness of deposits at Tappeh Khanileh.

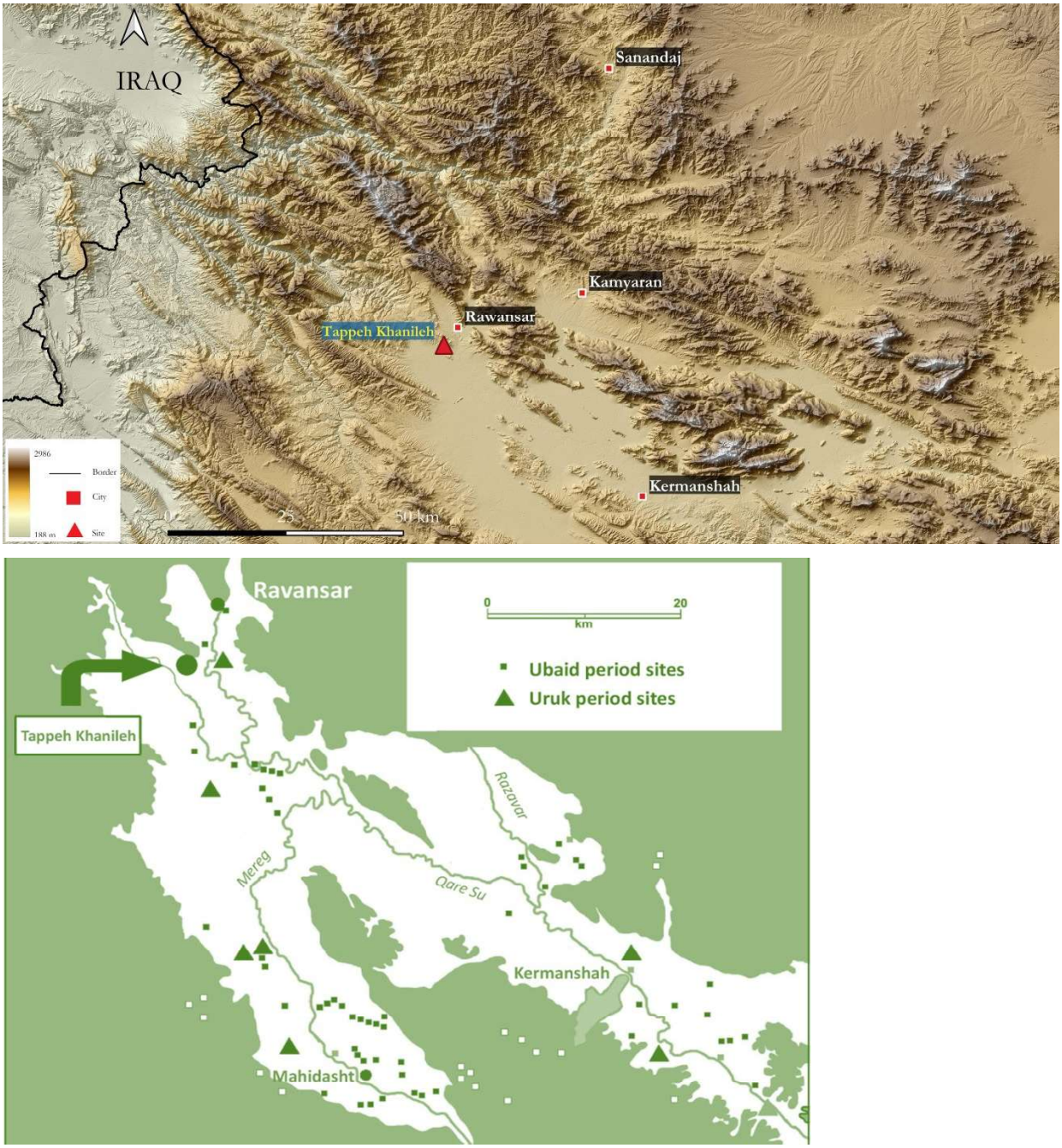


FIGURE 2. Up. The Khanileh location, the used base map: COP30; https://opentopography.org/; accessed 2025-02-01, Right. Location of Tappeh Khanileh and identified sites in the Mahidasht; Squares are Ubaid period sites, Triangles are Uruk period sites. Kermanshah lies to the southeast, Rawansar to the north, the big arrow points to Khanileh, and Mahidasht is to the south (Updated based on Levine 1977).

Triassic to Late Cretaceous. This formation lies adjacent to the Kermanshah Radiolarite Basin and was influenced by the tectonic evolution of the Zagros orogeny, which is part of the broader Alpine-Himalayan belt. The Bisotun limestones were deposited on a homoclinic carbonate ramp, indicating a relatively stable marine platform environment with gradual facies transitions. The depositional setting includes open marine, shoal, lagoon, and tidal flat environments, suggesting a shallow, warm-water carbonate system with limited siliciclastic input (Azimi et al., 2017). Lithologically, the Bisotun Formation is composed predominantly of dark gray, medium- to thick-bedded massive limestones. Petrographic analysis has identified eight carbonate microfacies, including bioclastic wackestones, packstones, and rudist-bearing grainstones. Diagenetic processes such as micritization, dolomitization, silicification, stylolitization, and various forms of cementation have significantly altered the original textures. The presence of dolomite, iron oxides, and bioturbation structures further reflects complex post-depositional histories, making the Bisotun carbonates a valuable archive for reconstructing paleoenvironmental and diagenetic conditions in the Zagros region (Azimi et al., 2017).

The Kermanshah Radiolarite Formation, located in western Iran within the Zagros orogenic belt, represents a significant Mesozoic deep-marine sedimentary sequence deposited along the northern margin of the Neo-Tethys Ocean. This formation is part of a broader tectonic framework shaped by the convergence of the Arabian and Eurasian plates. The radiolarites are associated with the Harsin–Sahneh ophiolitic complex and reflect a geodynamic evolution tied to subduction-related processes and back-arc basin development during the Jurassic period. The region experienced episodes of volcanic activity and internal wave dynamics, which influenced sedimentation patterns and nutrient fluxes, particularly during the Pliensbachian to Aalenian stages (Abdi et al., 2014). Lithologically, the Kermanshah Radiolarite succession comprises a 40-meter-thick sequence of sponge spicule–radiolarian limestones, ribbon cherts, and interbedded pyroclastic deposits. These facies reflect varying environmental conditions: low radiolarian productivity in oxygen-deficient bottom waters during greenhouse phases, and higher productivity linked to volcanic nutrient input and internal wave activity. (Abdi et al., 2016). Radiolarite successions exposed in the outcrops of Khanileh village have served as a valuable source of raw material for the production of stone tools. In contrast, the adjacent limestone sequences have facilitated the formation of small aquifers where they come into contact with the radiolarites, giving rise to several localized springs. Geomorphologically, the radiolarites form a distinct crescent-shaped pattern in the landscape. Due to their higher susceptibility to erosion compared to the more resistant limestones, these units commonly appear as brown-to-purple landforms, creating a striking visual contrast in the terrain.
Based on several different statistical measures, the region's climate is relatively cold and only somewhat wet. Using De Marten's method of the Climatic Dryness Coefficient, the area is dry from May to September, desertic from September to October, somewhat wet during April-May, and very wet during all the other months. In other words, for five months of the year, it is relatively dry, and for seven months of the year, it is wet. Another study using Conrad's Coefficient found that the climate in the region is trending toward becoming wetter. The amount of annual rainfall has now reached almost 600 milliliters. The temperature in summer has been reported to maximize at 45°C and to minimize at -27°C in winter.

Tappeh Khanileh

Tappeh Khanileh is located approximately 200 meters west of the village of Khanileh, on the eastern side of a seasonal stream and adjacent to the road between Khanileh and Kani-Kaboud (Figures 1b and 1c). This mound, which is located 1405 meters above sea level, covers one hectare and rises five meters above the surrounding ground (Fig. 3). The village graveyard is adjacent to the eastern edge of the mound, and the mound plowed annually across its entire surface, significantly contributing to the erosion of its archaeological deposits. Several hundred meters to the north, there is a permanent spring, whose water is piped into the village of Khanileh. This spring exposes a band of Kermanshah Radiolarite with a large mass of limestone. During the two surveys of 1986 and 2006, seventy pieces of ceramics and forty-one chipped stone artifacts were collected from the surface of the mound, which are now kept at the National Museum of Iran.

Figure 1: General View of Khanileh from the South and the locations under discussion, a) Tappeh Khanileh, Tappeh Bawa, Locus of Glazed Iron Age vessels, destroyed ancient burial ground, b) General view of Tappeh Khanileh and the Village, Illict pits dug mentioned on top of the mound, c) Image of Tappeh Bawa showing the location of the excavated pit, with Tappeh Khanileh visible in the background

Geographic Setting and Geomorphology of the Region

The Khanileh village fall into what is called the Zagros's Crushed Zone or the High Zagros. The sequence of rocky strata is mostly connected to the Kermanshah Radiolarite Formation and Bisotun formation. The Bisotun Formation, located in the High Zagros zone near Kermanshah in western Iran, represents a significant carbonate succession deposited along the southeastern margin of the Neo-Tethys Ocean during the Late

INTRODUCTION

The Central Zagros region has been witness to multiple archaeological field projects over the course of the last 150 years, and as such, it holds a special place within the field of Iranian Archaeology. In 1959-1960, the Iranian Prehistoric Project under Robert Braidwood (Oriental Institute, University of Chicago) and Ezzatollah Negahban (Tehran University Archaeological Institute) surveyed the region along the Great Khorasan Road in the Central Zagros and excavated at several sites in the Sarpol-Zehab, Islamabad, Mahidasht, and Kermanshah plains (Braidwood et al. 1961). The goal of this project was to elucidate the details of the socio-economic systems during the transition from the Paleolithic to the Neolithic, or from the period of hunting and gathering to the period of settled food production.

The field activities of the Prehistoric Iran Project were followed with surveys and excavations by Iranian, British (Goff 1971), Canadian (Young 1969, Young and Levine 1974) and American (Hole and Flannery 1967) research teams in the 1960s and 1970s (Abdi 1999, Biglari 2001; Biglari and Haydari 2015; Biglari and Shidrang 2019; Shidrang 2006; Abdi 2003). Through these extensive and continuous projects, our knowledge of the Paleolithic, Neolithic, Chalcolithic (Levine and McDonald 1977, Henrickson 1985, Abdi 2003, Renette and Ghasrian 2020), and Bronze Ages (Henrickson 1987), as well as their concomitant processes of political, social, and economic transformation in this region has greatly increased (Hole 1987, Alibaigi and MacGinnis 2022, Alibaigi et al. 2023). Despite the many efforts still ongoing on archaeology, however, many important questions regarding these periods in the Central Zagros remain, including those such as: the nature of the process of development of "J" wares, the distribution of "Dalma" (Henrickson and Vidali 1987) decorated ceramics, the influence of Kura-Araxes ceramics on the region, the use of Urukian stations (Weiss and Young 1975) and the nature and political structures of Godin III (Henrickson 1986) society, all of which require much further research. Accordingly, future surveys in the Central Zagros must retire from the transient and experimental phase and take themselves into the targeted methodical era in order to collect the data necessary to propose theories and answers to the aforementioned questions.

STUDY AREA

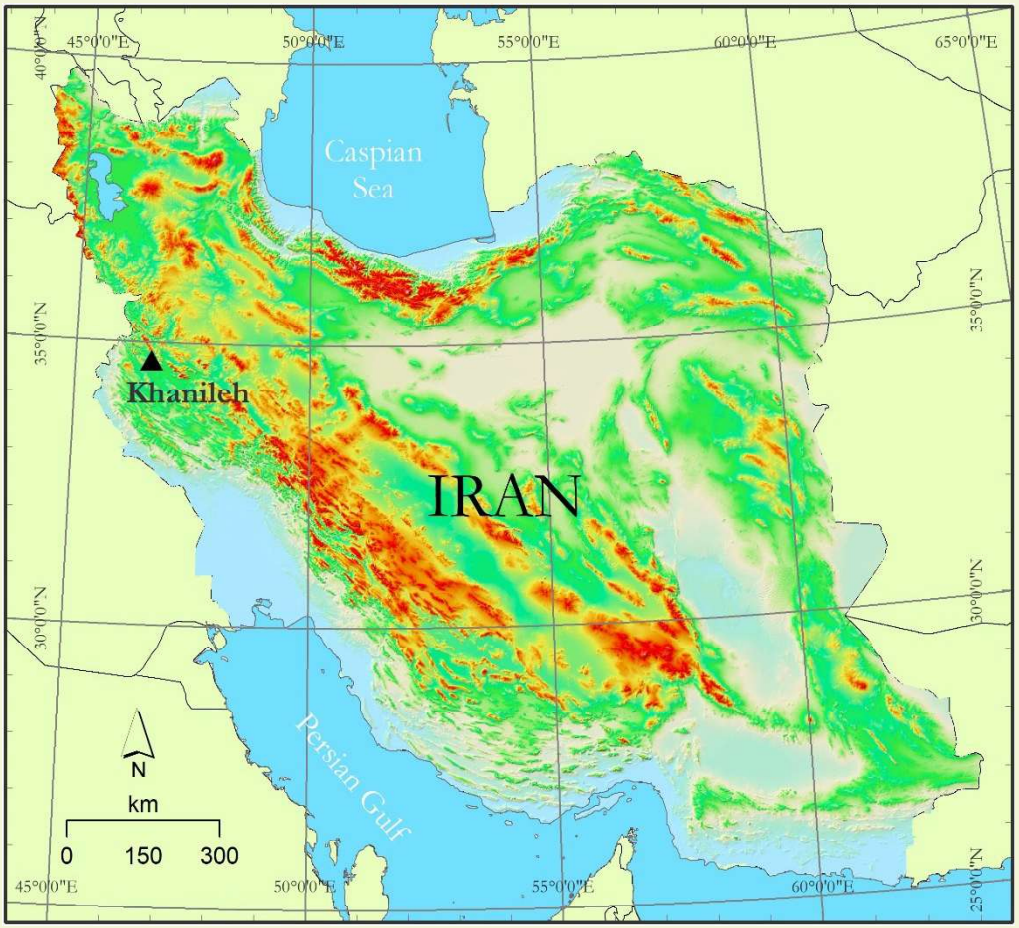
Tappeh Khanileh is located at 46°37'10" East Longitude and 34°40'33" North Latitude, 200 meters west of the village of Khanileh, approximately six kilometers southwest of Rawansar, 56 kilometers northwest of Kermanshah, along the southern flank of the Salakan mountain range in the northwestern margins of the Mahidasht survey area (Figures 2 and 3). The archaeological complex of Khanileh consist of two mounds (Tappeh Khanileh and Tappeh Bawa), one destroyed mound (Tappeh Gella-Jana), and one probable Iron Age graveyard, all of which are located around or in the village of Khanileh (Figure 1). These sites were identified and sampled by Fereidoun Biglari in 1986[1]. The cultural materials gathered during the 1986 survey were re-investigated by Yousef Hassanzadeh during the course of his research on the first millennium occupation of the Rawansar region. The collection's variety and richness convinced him to return to Khanileh during his short surveys of the Rawansar region in May/June 2006[2]. Although the aforementioned survey was initially intended to search for Assyrian encroachments into the region, it was successful in identifying ceramics related to various periods at Tappeh Khanileh, as well as other sites in need of identification and analysis, locales which will be followed up on in this paper. The overall goal here is to introduce and analyze the diagnostic cultural materials produced by the investigation at Tappeh Khanileh and to discuss the other finds connected with the village.

---

[1] At the recommendation of Shahin Kermanjani at the Organization of Cultural Heritage, Handicrafts, and Tourism of Kermanshah Province, Tappeh Khanileh was listed as #10160 in the National Historic Register on June 23, 2003.

[2] We thank Dr. Marjan Mashkour for identifying several zoological samples. We also greatly thank Dr. Kamyar Abdi for reviewing this text and suggesting revisions. We are also extremely grateful to Mr. Khodadad Yarveisi for donating the two Iron Age glazed ware from Tappeh Khanileh to Iran National Museum collection.

Geospatial Abstract



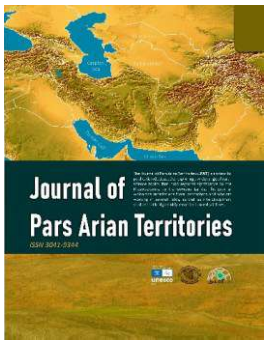
Yousef Hassanzadeh

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 41-60
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.7

Research Paper

Tappeh Khanileh: New Evidence of Chalcolithic and Iron Age Occupations from Northwest of the Kermanshah Plain, Central Zagros

Yousef Hassanzadeh[✉1], Mohammad Karami [2], Farank Bahrol'oloomi [3]
Kyle G. Olson [4], Kamal Taheri [5] and Fereidoun Biglari [6]



ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023

KEYWORDS
Tappeh Khanileh,
Kermanshah Plain,
Hawraman, West Iran

CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION

[1] Head of Research Center, National Museum of Iran, Tehran, Iran
yhassanzadeh@gmail.com
2 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, University of Tübingen, Germany.
3 Vienna Art's History Museum, Vienna, Austria.
4 Lecturer. Washington University in St. Louis, Department of Anthropology, USA.
5 Expert of Karst and Groundwater, Kermanshah Regional Water Authority, Iran.
6 Deputy for Cultural Affairs, National Museum of Iran, Tehran, Iran.

Abstract
Tappeh Khanileh is located six kilometers to the southwest of Rawansar and approximately 56 kilometers to the northwest of Kermanshah. The presence of nearby natural springs and its commanding view over the plain attracted people to Khanileh beginning in the Chalcolithic period and through the Bronze, Iron, Historic and Islamic periods. There are two mounds, a possible cemetery, and a destroyed mound surrounding the modern village of Khanileh. Of these, the largest is a mound located west of the village with an archaeological sequence from the Chalcolithic to the Iron Age. The site was located and sampled by F. Biglari in 1984 and later Y. Hassanzadeh in 2004. TL dating of a number of sherds from the 2004 sample has revealed two series of dates: 4th millennium BC and 1st millennium BC. There is also a low mound with a historic occupation south of the village called Tappeh Bawa, which was surveyed but not sampled. Local inhabitants found two glazed short-necked jars of Neo-Assyrian type dating back to around the 7th century BC. The discovery of these glazed jars and some sherds with similar age have indicated the presence of a cemetery or a village during the first half of the 1st millennium BC at Khanileh.

Cite this article:

Hassanzadeh, Yousef; Karami Mohammad; Bahrol'oloomi, Frank; Olson, Kyle G., Taheri, Kamal; Biglari, Fereidoun (2024) "Tappeh Khanileh: New Evidence of Chalcolithic and Iron Age Occupations from Northwest of the Kermanshah Plain, Central Zagros", *Journal of Pars Arian Territories* 3: 41-60.
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.7

Publisher: Pars Arian Institue

Boudhar, A., Hanich, L., Boulet, G., Duchemin, B., Berjamy, B. & Chehbouni, A., 2009- Impact of the snow cover estimation method on the Snowmelt Runoff Model performance in the Moroccan High-Atlas Mountains. Hydrol. Sci. J./J. Sci. Hydrol, 54 (6).

Coolbaugh,M.F., Kratt,C., Fallacaro,A., Calvin,W.M. & Taranik,J.V., 2007- Detection of geothermal anomalies using Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) thermal infrared image sat Bradys Hot Springs, Nevada,USA.Remote Sensing of Environment, 106: 350–359.

Ehsani,. A. & Houshang, Q., 2008- Application of Self Organizing Map and SRTM data to characterize yardangs in the Lut desert, Iran. Remote Sensing of Environment, 112 : 3284–3294.

Franca, G.B. & Cracknell, A.P., 1994- Retrieval of land and sea surface temperature using NOAA-11 AVHRR data in north-eastern Brazil. International Journal of Remote Sensing, 15:1695-1712.

Gabriel, A., 1938 - The southern Lut and Iranian Baluchistan. Geographical Journal, 92:193-208.

Hardcastle, K.C., 1995- Photolineament Factor: A new computer-aided method for remotely sensing the degree to which bedrock is fractured, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 61:739-747.

Mahmoodi, F, 1350, review of natural sciences of (lut) (translation) theodor Mond, 7th publication, Geographical Report of geographical institutes of Tehran University.

Meteorology department of Kerman, 1390, statistics and data of meteorology agency through 1350-1389 in Sinopatic station of Kerman.

Mildrexler, D. J., Zhao, M. & Running, S. W., 2006. Where are the hottest spots on earth? Eos, transactions. American Geophysical Union, 87: 461-467.

Mildrexler, D.G., Zhao, M. & Running, S. W., 2011- Satellite finds highest land skin temperatures on earth, American Meteorological Society, 92: 855-860.

Rothery D.A., & Francis, P.W., & Wood, C.A., 1988- Volcano monitoring using short wavelength infrared data from satellites. Journal of Geophysical Research, 93:7993-8008.

Sabins, F.F., 1997- Remote sensing Priciples and interpretation. Third edition, Freeman and company, New York, 494p.

Schneider K., & Mauser, W., 1996- Processing and accuracy of Landsat Thematic Mapper data for lake surface temperature measurements. International Journal of Remote Sensing, 17:2027-2041.

Srivastava, P.K.., Majumdar,T.J. & Bhattacharya, A.K., 2009- Surfacetemperatureesti- mation in Singhbhum Shear Zone of Indiausing Landsat-7ETM+thermal infrared data. Adv. Ancesin Space Research, 43:1563–1574.

Suga , Y., Ogawa, H., Ohno, K. & Yamada, K., 2003- Detection of surface temperature from landsat-7/etm+. Adv. Space Res, 32: 2235- 2240.

Urai, M., 2000- Volcano monitoring with Landsat TM short-wave infrared bands: the 1990-1994 eruption of Unzen Volcano, Japan. Intemational Joumal of Remote Sensing, 21:861-872.

USGS, 2000- Landsat 7 Science Data Users Handbook.

Walker R. T., Gans P., Allen M. B., Jackson J., Khatib M., Marsh N. & Zarrinkoub, M. 2009- Late Cenozoic volcanism and rates of active faulting in eastern Iran, Geophys. J. Int, 18: 1-23.

Walker, R. & Jackson, J., 2002- Offset and evolution of the Gowk fault, S.E. Iran: a major intra-continental strike-slip system, J. Struct. Geol, 24: 1677–1698.

Wan, Z., Zhao,Y.& Kang, J.,2005- Forecast and evaluation of hot dry rock geothermal resource inChina.RenewableEnergy, 30:1831–1846.

Yang, B., Wu, D., Lai,J. & Tang, P., 2003- The application of remote sensing technology to the study and forecast of terrestrial heat resources insouthwestern Tengchong Yunnan province.Remote Sensing for Land and Resources, 2:23–26.

Zheng, J. & Shao,Y., 2007- StudyonthewaterenvironmentofvolcanoesinYunnan Tengchong. WaterResourcesPlanningandDesign, 6:21–24.

Table 1- the daily thermal statistics of Shahdad meteorology on years of 1990-2003, October as measuring month and July as a month with maximum temperature during year.

NAME OF STATION	ZONECODE	LATITUDE	LONGITUDE	ELEVATION
ZIYARATGAH-DEH-SEYF	...	3034	5749	353

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUNE	JULY	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANNUAL
1990	21.5	24.2	28.7	36.2	44.3	46.8	46.5	48.4	44.4	38.3	31.7	25.3	36.4
1991	21.9	23.3	26.5	37	42.6	49.8	48.7	46.4	43.4	37	30	24.4	35.9
1992	19.3	24.6	25.3	37	40.8	48	49.1	44.8	42.9	36.7	28.8	22.4	35
1993	18	26.4	26.2	38.6	43	49.3	49.7	47.8	43.8	35.5	28.1	22.5	35.7
1994	23.2	24.3	31.6	38.1	44.3	49.3	49.6	47.7	40.6	34.8	31.4	21.6	36.4
1995	20.7	24.4	28.1	36.1	39.2	44.9	48.5	46.3	41.8	36.7	29.1	19.7	34.6
1996	17.5	19.4	27.7	35.3	41.4	46.7	45.5	45.6	45.8	36.6	28.7	21.4	34.3
1997	20.7	22.6	25.9	33.2	38.8	44.6	47.4	45.3	42.3	35.2	25.7	20.7	33.5
1998	20.2	22.4	28.4	36.3	41.4	43.8	46.9	45.1	42.1	35.9	30	24.5	34.7
1999	19	23.4	26.5	36.2	41.1	47.2	47.3	44.8	42.4	36.6	28.1	21.3	34.5
2000	******	23.4	28.5	39.4	45.4	45.3	44.7	44.6	43.2	36	26.4	22.4	******
2001	18.9	22.8	31.3	38.8	43.6	45.5	47.2	45.2	43.8	37	25.2	28.3	35.6
2002	20.9	24.3	31.9	36.4	42.2	44.9	45.7	45.8	42.6	37.8	26.1	20.4	34.9
2003	19.6	26	29.4	37.3	39	46	48	44.6	41	36.7	27.4	20.4	34.6
MEAN	20.02857	23.67857	28.28571	36.85	41.93571	46.57857	47.48571	45.88571	42.86429	36.48571	28.33571	22.52143	35.00714

CONCLUSION

It is usable to approximate the temperature of earth surface using satellite image, especially on sites that there is not possible to measure directly low or high temperatures. The basalts of Kerman Gandom Beryan always, have considered because of surface temperature, but until now, the temperature of this region has not reported exactly. In the present research, by using thermal remote sensing along with field measurements and local meteorology statistical date the high surface temperature of region as hate pole of earth has measured. Location Latitude and low elevation of the region in heart of desert are of general factors, which along with specific surface absorption of basalt, cause to higher temperature of basaltic Messa level of Gandom Beruyan.

By considering daily and monthly thermal corrections, the calculated final temperature equals to at least 76oC as highest finally temperature of Gandom Beryan's basaltic Messa, thus, it is so plausible to name Gandom Beryan region as hot pole of earth. One of most important influence factors on uneven of thermal distribution on basaltic Messa of GandomBryan is unlike diffusivity of fractures on the surface of basaltic rocks that caused to weathering basaltic dark rocks. In the present study, we created photoliniement factor map of fractures in region's surface and with compare by isotherm map of area finding that the most important factor in hate distribution on surface of hot pol of earth is fractures distribution.

REFERENCES

Ahmadi, H, 1377, the applied morphology, 2d volume. Desert- erosion, Tehran university press, P.592.

Alavi Panah, S. K.., Komaki, C. B., Goorabi, A. & Matinfar, H. R., 2007- Characterizing land cover types and surface condition of yardang region in Lut desert (Iran) based upon Landsat satellite images. World Applied Sciences Journal, 2: 212–228 .

Alavi Panah, Seyyed Kazem, Serajian, M & Komaki, Choghi Biram, 1381, review of limitations of preparing surface temperature map of Lut desert using thermal band data of landsat satellite, desert, 7th volum, number 1. p 85-95.

Artis, D.A., & Carnahan,W.H., 1982- Survey of emissivity variability in the rmography of urbanareas. RemoteSensingofEnvironment, 12:313–329.

20/09/2013	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	16:00	17:00
1- GandomBeryan sample-A	9	23	35	43	48	50	51	51	37	23
2- GandomBeryan sample-B	9	25	37	45	47	48	49	49	35	22
3- GandomBeryan sample1-C	13	28	42	51	53	54	56	57	40	25
4- Mesocrat Andesitic sample-D	10	23	36	42	46	48	49	49	34	22
5- Mesocrat Andesitic sample1-E	10	16	34	41	45	46	48	46	33	20
6- leucocratic Lim.stone sample-F	6	14	25	31	37	38	40	39	29	21
7- leucocratic Lim.stone sample-G	7	17	27	34	35	38	42	42	30	19

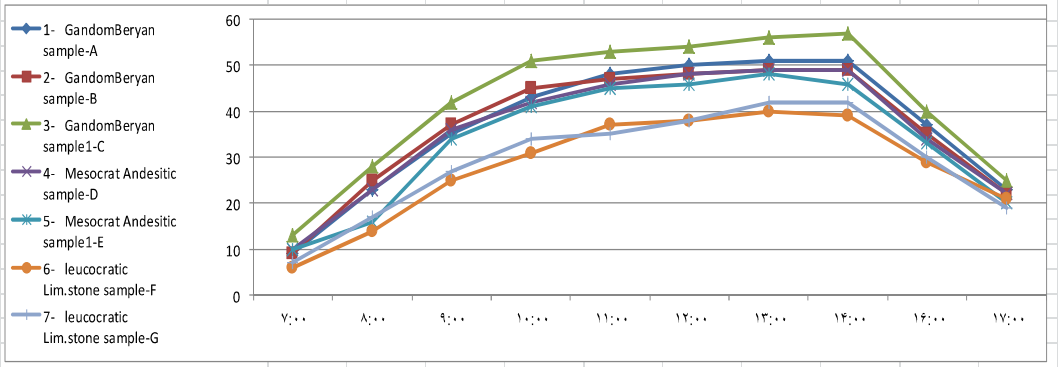


Figure 14: field measuring in 10 hours

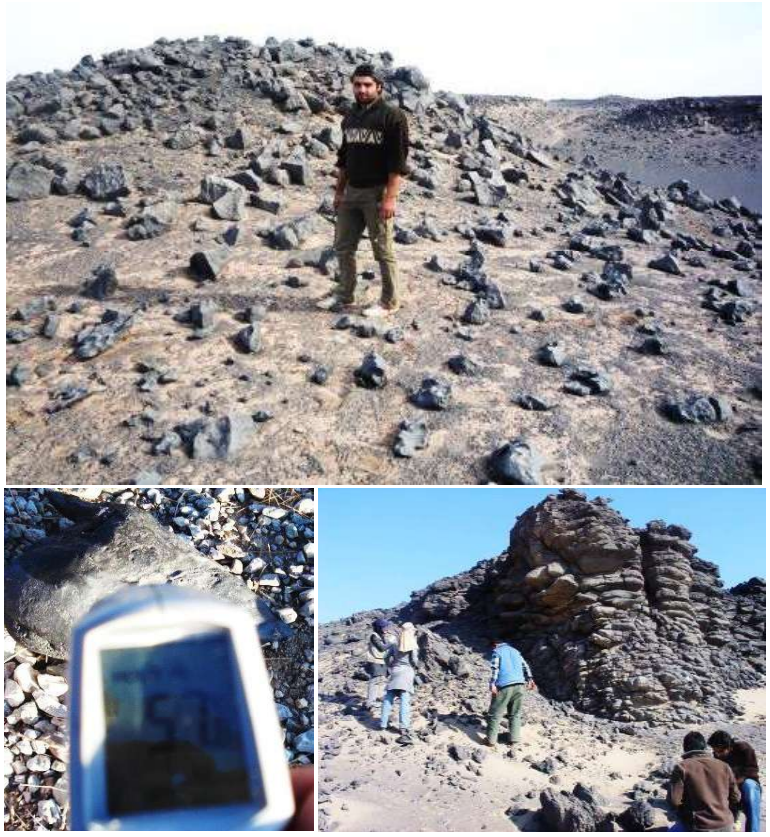


Figure 15: images from field measuring time

station of Shahdad shows thermal increase equals to 5oC from 10 A.M (satellite photography hour) until 2 P.M (Maximum solar radiation hour) (figure 13).

This conclusion for daily temperature changes are correlated with field measurements that we done at September. Our field measurements (figure 14 and 15). illustrate that surface temperature in region have 6oC deferential from 10 A.M to 2 P.M. Based on given points about hour and day of satellite photography and hour and day of maximum temperature of region, 5oC is plus to obtained thermal data on 10 A.M in order to reach maximum daily temperature on the day of satellite photography. Based on regional statistic data in 14 year, the average monthly thermal variance of October and July equals to 11oC (Table 2). This difference also has calculated as monthly positive correction temperature until hottest time over of year. By figuring in given daily and monthly corrections, the calculated final temperature would be as highest temperature of Messa of Gandom Beryan on year equals to 76oC. Whereas the diagram of daily thermal rise on black basaltic Messa of Gandom Beryan show able to arrive to more than one which has been provided in measurements of this study.

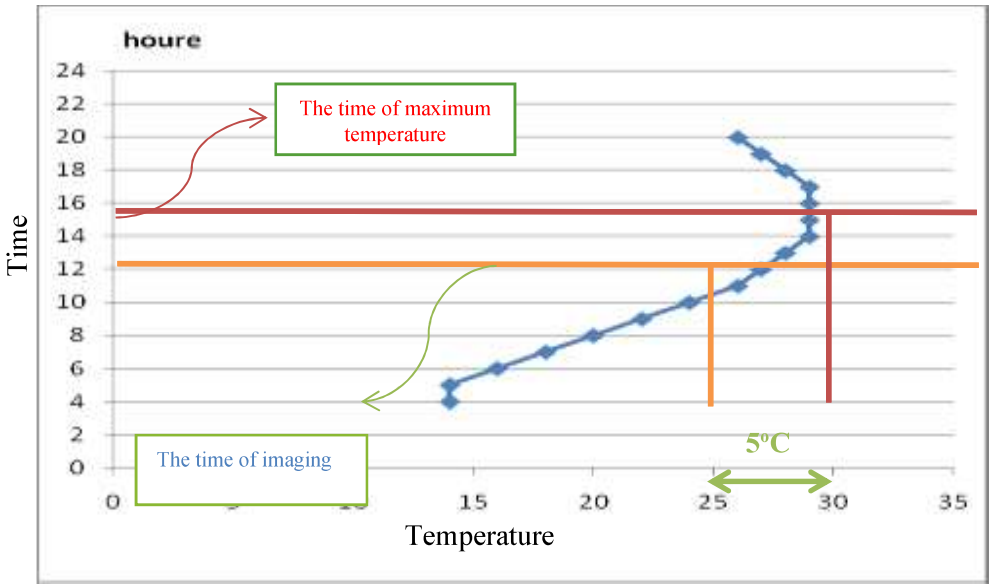


Figure 13- Average daily thermal changes in Shahdad station on Mehr 89 (Meteorology site of country)

With regard to season and hour of satellite photography, the temperature of Messa surface is generalizable to higher levels. In the present study, the daily thermal changes were reviewed on nearest meteorology station. It is clear that, special situation of thermal absorption on black Messa of Gandom Beryan isn't comparable with meteorology station location, thus, temperature of dark and uniform Messa of Gandom Beryan on hottest times of year will reach over than 80oC easily.

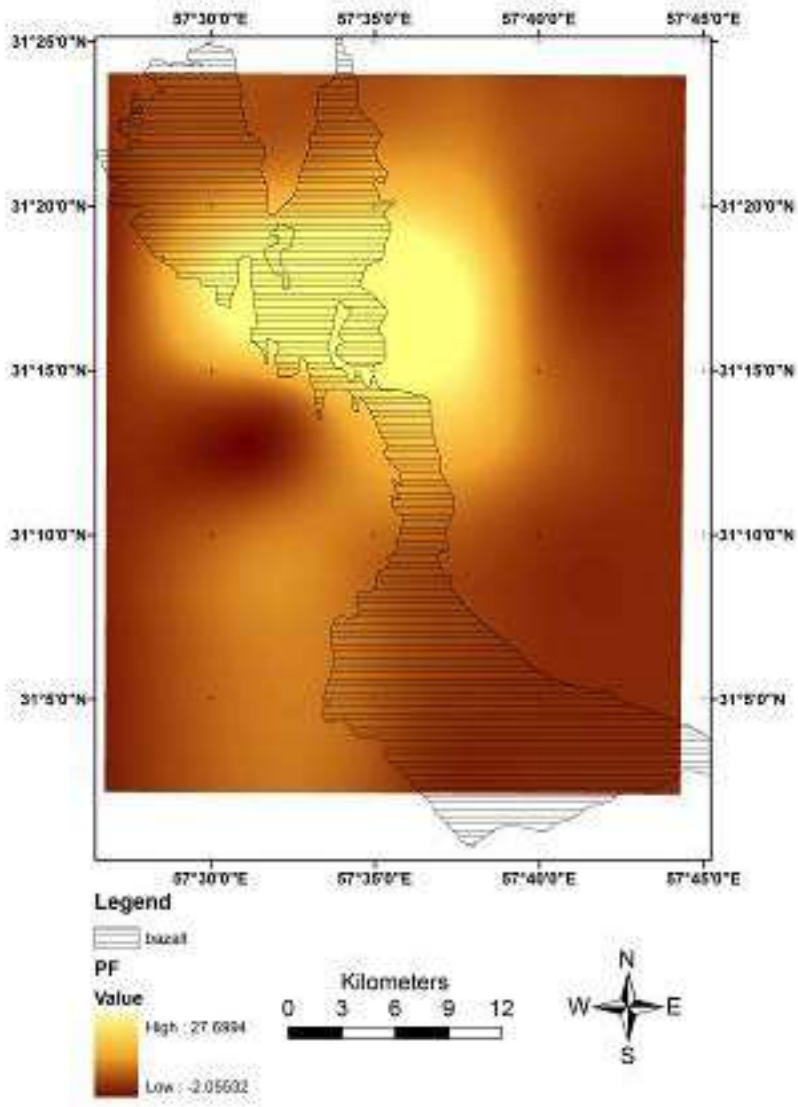


Figure 12- final map of linearity factor index of studied region

Daily and monthly temperature changes in the region:

The conducted studies based on satellite thermal data then the calculations limited to time interval (hour, season) of satellite photography. The temperature of photography hour by documental statistical data obtained from meteorology station of Shahdad, was generalized to more hot hours of day and hot months of year. The diagram of monthly thermal changes of Shahdad meteorology, shows thermal variance equals to 11oC for October (Mehr) in contrast with July (Mordad) which includes maximum temperature of year. In order to generalization of daily temperature to hottest circadian times, the daily changes of temperature in moderate months of year were reviewed. This review was conducted through meteorology satellite data. The diagram of thermal changes on circadian times given from meteorology

The comparison of linearity factor map and related map on thermal diffusivity on basalts level shows partial correspondence of reverse relation of linearity factor and surface temperature of basaltic Messa. It is necessary to say that, given correspondence should be addressed on basalts which have similar thermal absorption. Thus, one of most important factors in thermal distribution on basaltic Messa surface of Gandom Beryan is unlike diffusion of fractures on the surface of basaltic rocks. The fractures as well as surface fine and coarse faults provide erosion situations on the surface of regional dark rocks. The erosion and physical & chemical weathering decrease darkness of rock's surface. Thus, the thermal absorption intensity by dark basaltic rocks decreases with susceptible to weathering. Therefore, the linearity factor is the main factor in unlike thermal on the surface of basalts.

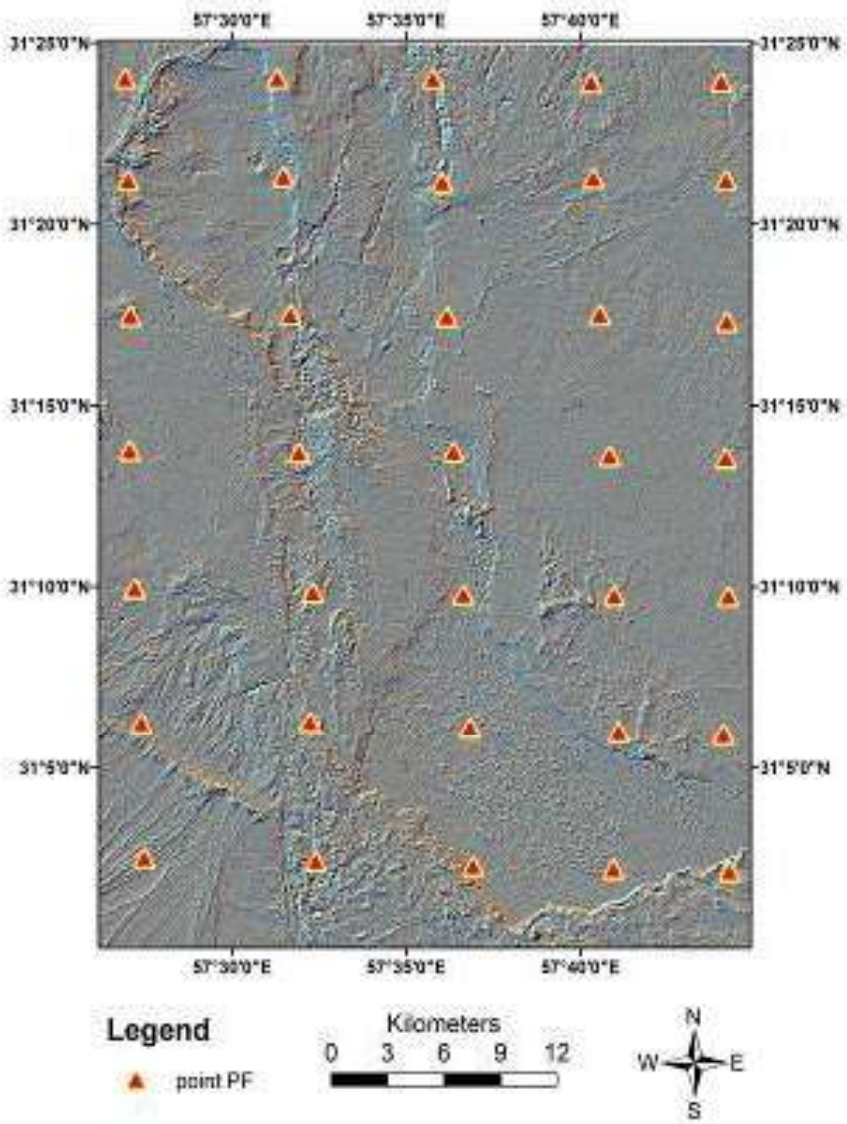


Figure 11- filtered satellite image under cell network and described points to calculate linearity factor

Relationship of linearity factor with thermal distribution on basaltic Messa

The linearity factor is an index that indicates emissivity intensity and wreck on an area (Hardcastle, 1995). In calculation linearity factor, the different components is considered, Here, in order to review, the number, length, and cross- sections of lines on the surface of Messa 2 were calculated and considered. For creating linearity factor, firstly, the network 5.7 was designed and set on regional satellite image, for any of given network cells, the point file is described which in related data to file table, tines concentration on that cell, was saved. Then by using regional filtered satellite image, the map 1: 100000 of Laker Kooh and previous studies by (walker, 2002, 2009), the image of regions faults map was obtained. In filtration of regional satellite image, the Direction filtration and Kernels 3.3 in three main directions of linearity was used. In final, the cross- section, faults number in any of given cells was calculated by following formula and the final map of linearity factor of region was obtained (figures 10-12).

$$pf=I/L+n/N+c/C$$

where I is faults length in any cell, L= average fault length in total studied area, n, number of faults in any cell, N, average number of faults in total area, C, number of faults cross- sections in any cell, C, average number of faults cross section in total studied area.

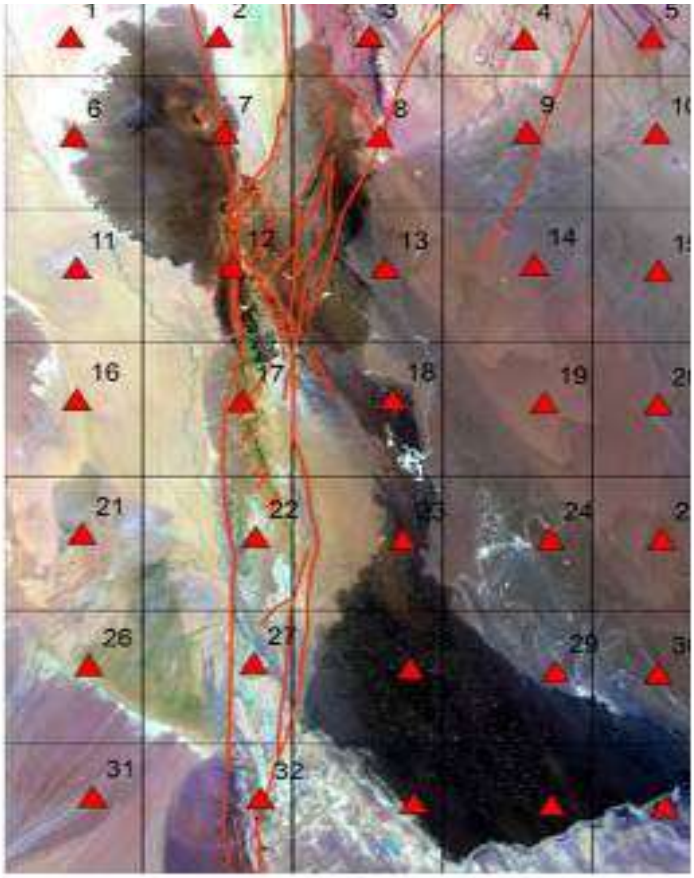


Figure 10- Images of regional faults along with cell network and calculation points of linearity factor

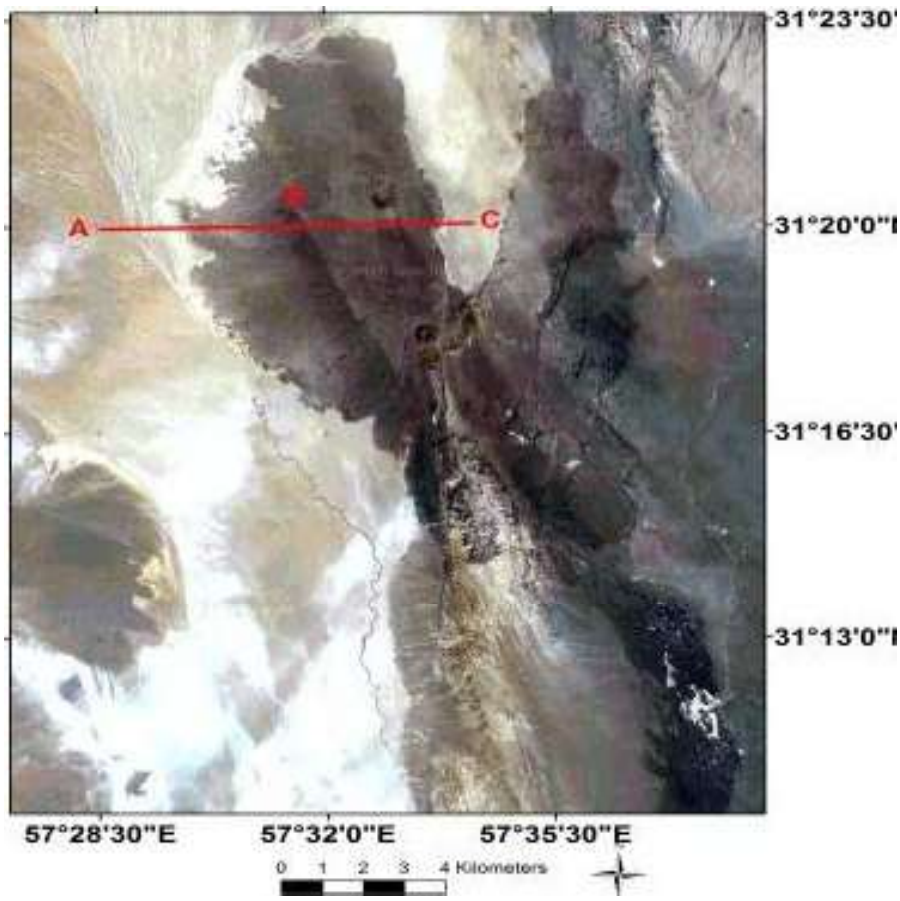


Figure 8: transverse section of ABC related to thermal profile

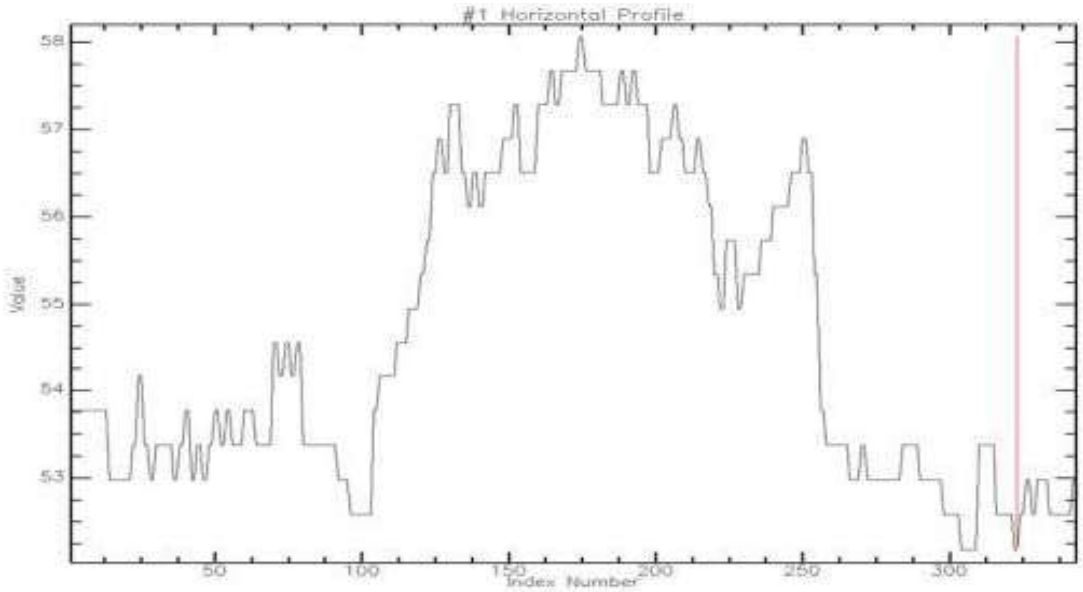


Figure 9- transverse section of thermal changes of Gandom Beryan rocks and plain level in side basaltic bounds along line ABC

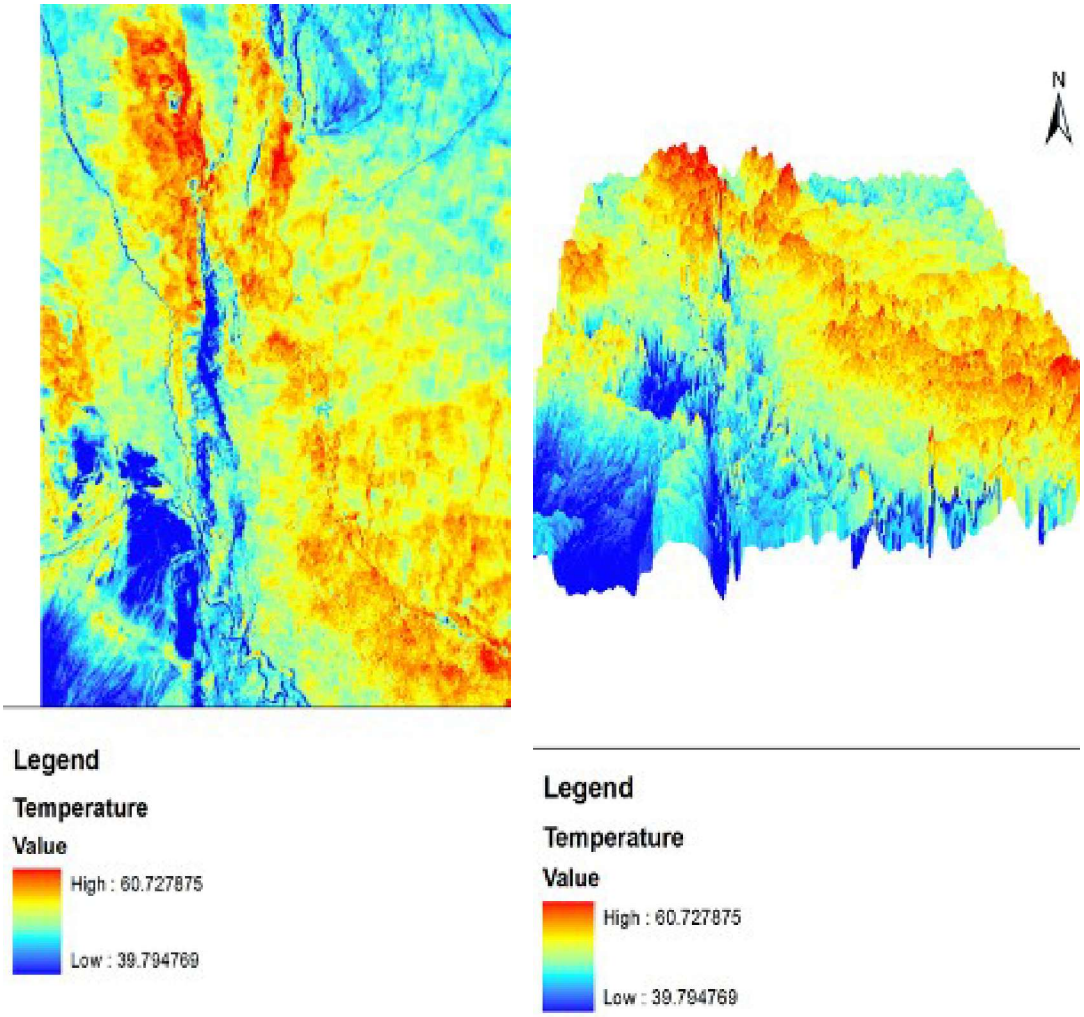


Figure 6- thermal reflection diffusiveness isotherm map on basaltic Messa level

In provide diagrams from thermal image of the region, it is observed that highest reflection intensity related to south section of Gandom Beryan basalt which is a table covered by basalt. As observed, in north section of basaltic Messa and old basalts bounds, normally reflection intensity is weaker because of low outcrop of basalts on the earth and more transformation in these bands. The partially high reflection intensity on east border and weaker reflection on west border could be result of basaltic flow direction and possibly topography slope towards east- south of region which in the studding region was caused to high diffusivity of basalts blocks on eastern section of Gandom Beryan, while on western section, of region, these rocks have lower diffusivity. The thermal variance of basaltic region and side surfaces of basaltic Messa in temporal section has been showed in the figure 8. The solar radiation absorption variance and temporal emissions for regional basaltic rocks and desert normal surface is distinguishable in figure 9 as well.

thermal absorption variances, the surface thermal reflection altitude model diagram of Messa also was provided which explicitly, the regions with more rise show higher thermal absorption (figure 7).

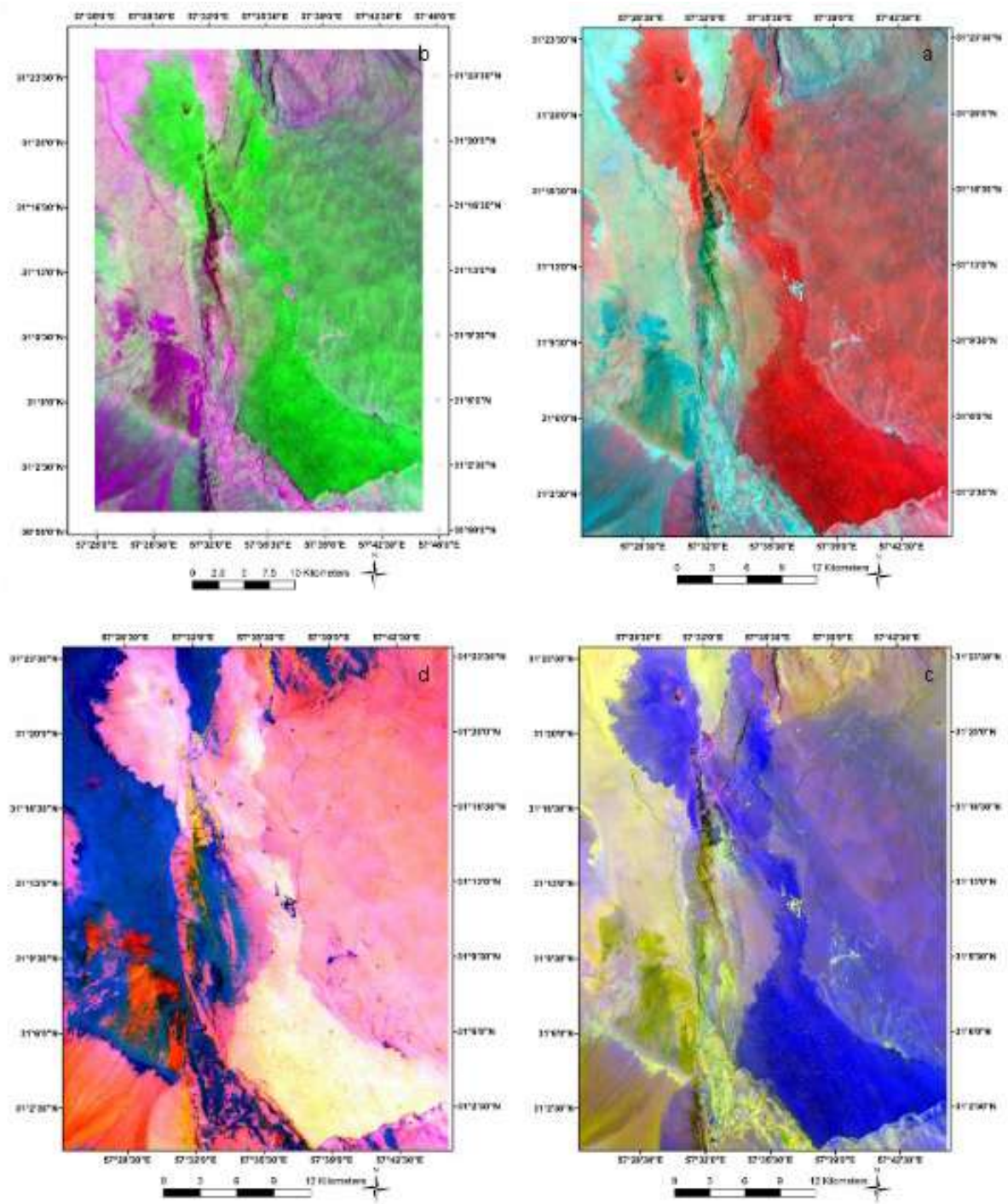


Figure 5. The thermal band display of Gandom Beryan, A. thermal band with red color, B, thermal band with green color, C, thermal band with Hue composition in decartian color system HSV, D, thermal band with blue color.

Where:

Lλ is receiving reflection intensity by estimating in m-2.ster-1. μm-1,
L min is minimum receiving reflection intensity by estimating of taken shot,
L max, maximum receiving reflection intensity by estimating of taken shot,
DN max is maximum pixel value in 0-255 level.

The conversion of spectrum reflection intensity in special wavelength to unit of temperature measuring units is possible by considering median reflective light spectrum and obtained radiation intensity from plank rule. Thus the median wavelength of Landsat's band 6 is obtained and substitute along with calculated radiation intensity in the following equation:

$$T=c2/[\lambda In\{(\tau\lambda\varepsilon\lambda cl\lambda-5/\pi L\lambda)+1\}],$$

C1= 2πhc C2=hc/k λ= (12.5+10.4)/2

In the present study: The τλ or atmosphere clarity effect, is considered 0.93. The given value is for median Geographic latitudes on, international resources. ελ or spectral diffusive effect here is taken 0.98 based on available resources (Suga et al 2003). Based on results of Suga and et al studies (2003) during study which have conducted in order to review thermo metering possibility through Landsat thermal infrared images around the Hiroshima, the thermal correction coefficient for given calculations has been provided. The given coefficients were obtained through precise and repetitive comparison of signaled data from estimating and direct measuring. The exercise of given measurements on thermal image is possible through more telemetering software. In the present research, the calculations were exercised through software ENVI4.8 on regional thermal image. The algorithm and menu directions of software have been provided in following to create and radiance radiation intensity based on Kelvin. In order to create image of radiation intensity, the following pattern in software is used.

Basic Tools or Spectral> Preprocessing> Calibration Utilities> Landsat Calibration
In order to convert radiance data into Kelvin unit, the following path is used.
Basic Tools or Spectral> Preprocessing > Data- Specific Utilities> Thermal IR> Emissivity Normalization.

In studies of Suga and et al (2003), the obtained correction coefficients are calculated for pixel values of 0.9891-0.9994. The average temperature variance values obtained from conversion of estimating data to measured exact temperature, are calculated directly at seasons of summer (+0.7 -1.5), autumn (+0.4 -0.9), winter ((-1.6)-(-3.4) and spring ((-0.5)-(+0.6)). Although, in contrast with the calculated temperature of given area, this variance isn't so significant but as approach to cold season of year, the most positive correction on data should be exercised for example, at winter, it ought to add 1,6-3-4' to calculated data. In order to show heat reflective intensity from basalts of Sarthakht, the false color images in different wavelengths along with band 6 are displayed. In provided images, it is observed the difference on heat band reflective surface from basaltic rocks than other wavelengths. In (figure 5-A), the thermal band is displayed with red color, in (figure 5B) green, in (figure 5C) with Hue composition in HSV color system and in (figure D) thermal band with blue color. In selection of color composition, it is tried to select integrating bands with thermal band so that but false color of band 6, the remaining colors are with lowest exaggeration. The temperature distribution diagram on Messa level also, was created by conversion emissive rate to surface temperature (figure 6). In order to illuminating surface

Methodology

The calculation of electromagnetic waves energy and its temperature rate for spectrums with short wavelength shows more bias. The best areas which could be calculated its energy and temperal rate with lowest bending from plank rule are spectrums 3-5 micrometer and 8-14 micrometer from heat infrared limit (Sabins, 1997). The missioned electromagnetic waves in heat wavelengths are emissive which indicate emission electromagnetic waves from surface. The provided images by ETM+ in distinct wavelengths and in the form of 6 reflective bands, are two thermal bands and one panchromatic band that through heat bands are suitable for the present research, the provided images in wavelengths SWIR, NIR, VISIBLE, because of absorbance power of waves with lower wavelength could have higher resolution but images in TIR wavelengths which have higher waves, possess lower resolution until provide necessary energy to reach estimation from broadest surface. In estimating ETM+, the bands have resolution of 30 m along with estimating panchromatic band that have resolution of 15 m. the ETM+ estimating in band 6, has two images with heat wavelength which is provided with resolution of 90 m (USGS, 2000). The given images are called low gain, High gain that one of them, has been designed for higher sensitivity and lower data range and other one for lower sensitivity and more data In LST studies, often the image with higher sensitivity is used (Suga et al, 2003) In the present research also, the low gain image of band 6 has been used.

Calculation of surface temperature using thermal image

In the present study, the surface temperature of region's basaltic rocks using images of estimating thermal infrared band ETM+ has been used that was taken in moderate times of a year. The studding thermal infrared image an 10 AM in Wednesday, 29 September 2010 has been considered by measuring from the region. In northern hemisphere and latitudes about 30', the end of September is considered moderate times of a year which indicates onset of autumn. The temperature higher than 60' to region on latitude 30' and in the season of autumn is an unique phenomena that only is appeared in the broad and black Messa of Gandom Beryan. In order to recovering surface temperature of basaltic Messa from measuring thermal data of ETM+, the plank rules are used. The light equations and plank radiation are of most basic ones of light physics could be used in calculation of radiation intensity based on radiance.

$$L_\lambda = 2\pi hc^2\lambda^{-5}\tau_\lambda\varepsilon_\lambda /[\pi\{\exp(hc/\lambda kT)-1\}],$$

Where:

λ is wavelength in micrometer,
T is temperature in Kelvin
Lλ, reflection intensity in m-2-ster-1, μm-1,
C, speed of light equals to 2.998, Lo 8 ms-1,
h, Plank constant equals to 6.626* 10-34,
τλ; Radiations transmission rate in atmosphere,
k is Boltzmxan constant equals to 1.380* 10-23jk-1,
ελ is spectrum diffusion rate.

The result of plank equation of pixels' radiation intensity is according to radiance. In order to calculate radiation λ or L intensity of from communicated data from estimating ETM+ which are imagen based on 8 bit's technology with pixel values (DN value) between 0-256, the following equation is used

Lλ=Lmin+(Lmax-Lmin)×DN/DNmax

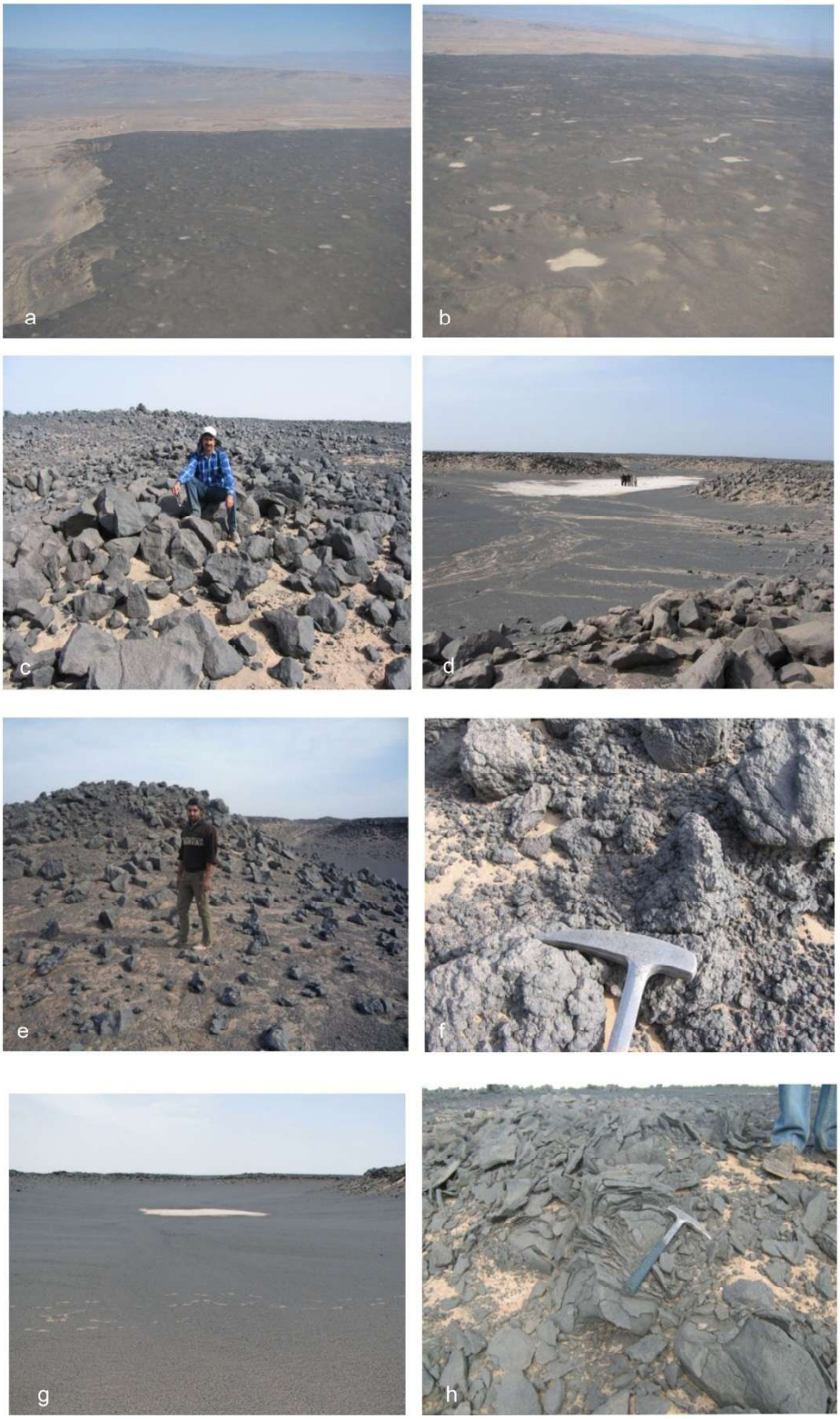


Figure 3: Images of Gandom Beryan region

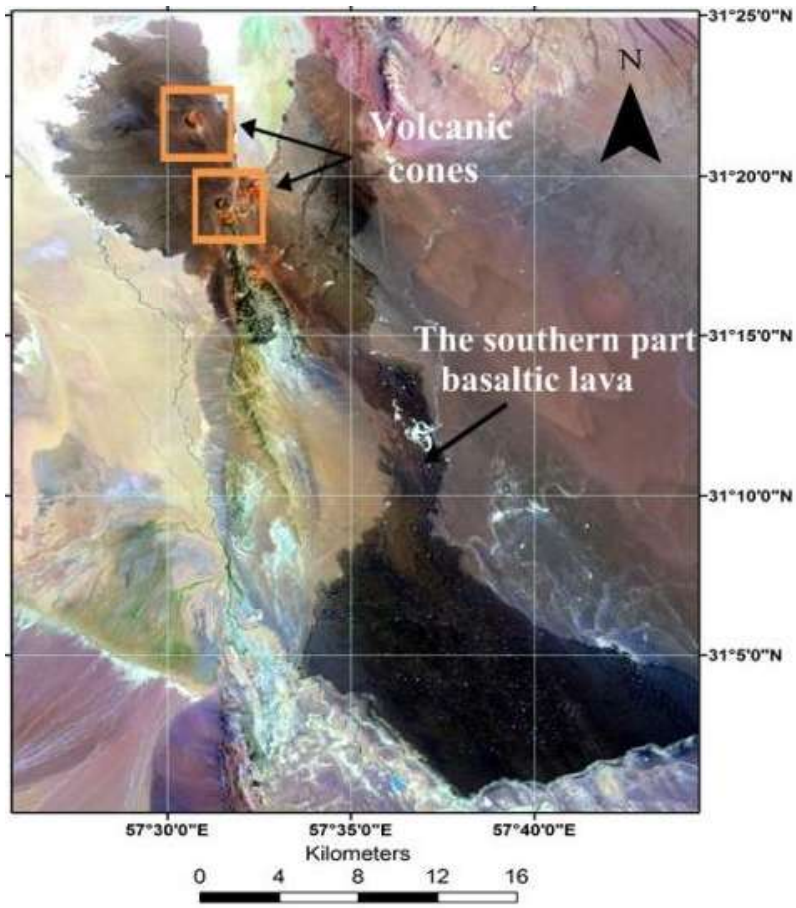


Figure 2. the image result of landsat measuring bands 1-4-7 on Gandom Beryan)

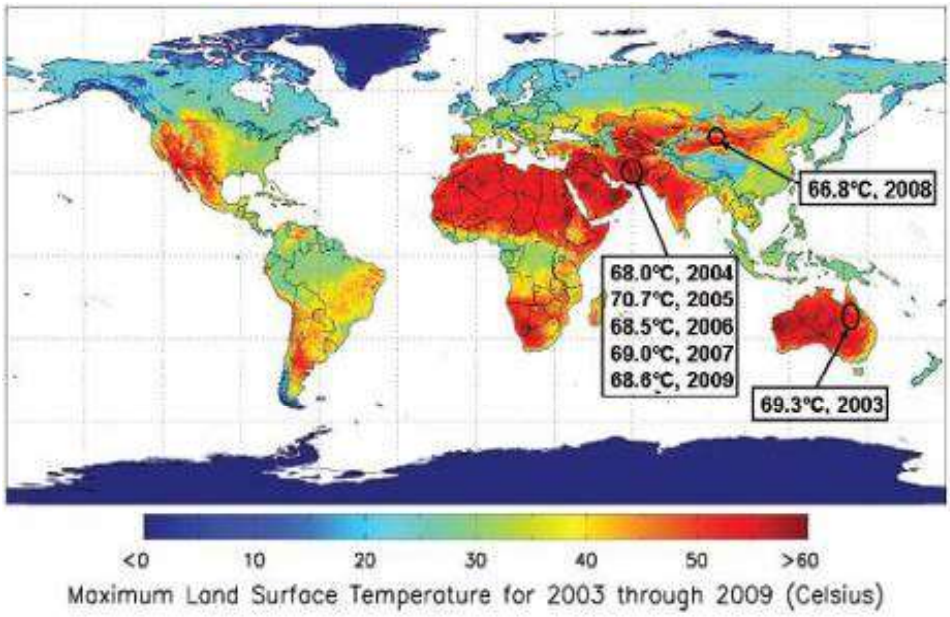


Figure 4: World map of maximum land surface temperature for 2003-2009 using satellite data Aqua/ Modis. The red regions show highest surface temperature (Mildrexler et al, 2011).

MATERIALS and METHODS

Study Area

Gandom Beryan is an area covered by basaltic magmas in Lut desert (north of Kerman) and is located on 80 km of Shahdad and belonges to Lut zone geologically (figures 1,2). It's a proximal area is 480 km2. The man phases of eruption in the region of Gandom Beryan, are basaltic magmas belts which developed on north and south of craters. The north section of these magmas are older than south one, because main sediments was covered them and only in some parts, the basaltic belts was remained as sequences with about 18 m thickness, the flows of south section, enclosed an bounds with area of 350 km2. The thickness of given current is about 4 m and the residual of ripped beneath sediments of basalt is observed on ridge of takht, which is result of high temperature of basaltic magma during outpouring (figure 3).

This region which was called Rig Sukhteh in the past has about 400 m altitude from sea level. The higher dryness, lower cloudiness and more sunny hours are dominant in all areas which have limited situations and located in latatiude of 25-38 and the region of Gandom Beryan also is benefit from high solar radiation rate, sunny days because of locating on Lut desert and geographical specific location, which led to being one of hottest spots of the earth. Based on Mildrexler (2012), the Lut desert of Iran is known as thermal pole of the earth. Gabriel (1938) and Alavi Panah and et al (2007) also introduce Lut desert as of hottest desert of the earth (Ehsani et al, 2008). The Lut desert with temperature about 69oC has been designed as hottest spot of earth in 2004-2009 (Milderalerm, 2011- figure 4).

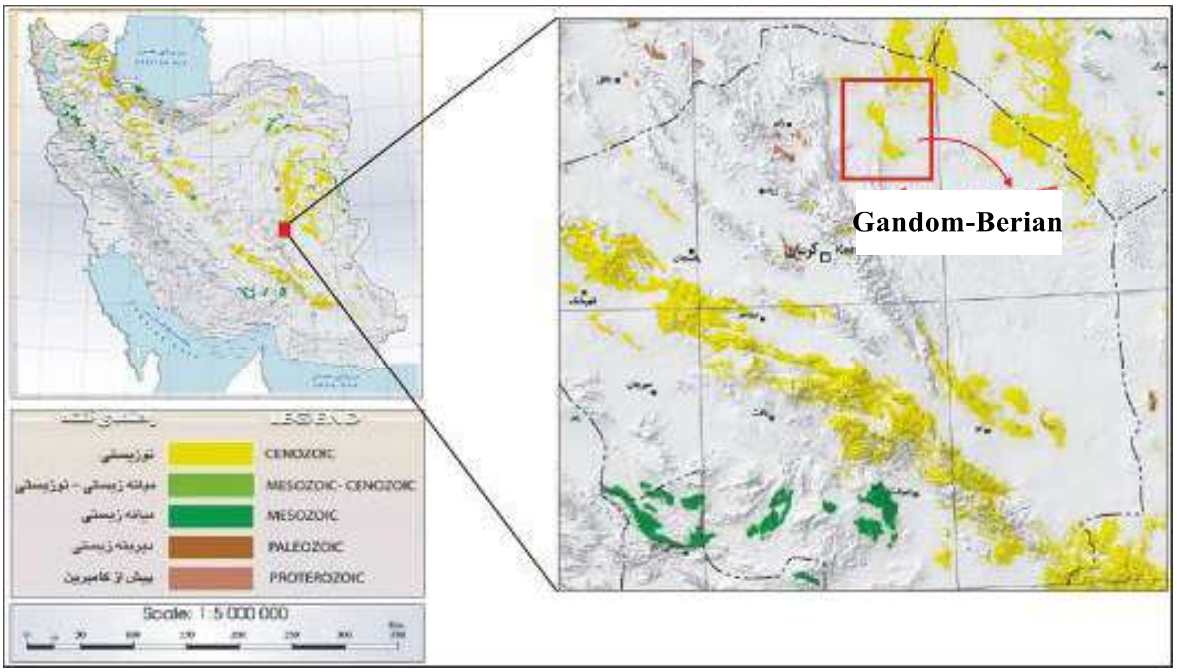


Figure 1. Diffusivity map of volcanic rocks (extracted from geology agency site www.GSI.IR)

NTRODUCTION

Chaleh lut consists of their north, south and central parts situation ally. These parts in total make great pit where, the slopes are toward pit, and its lowest point has about 200 m from sea level. The central lut is the broadest part of given desert and its lowest point from sea level is at least 190 m high (Ahmadi 1998, Alavi Panah 2002). This pit is a broad and hot field region which has specific goo morphological characteristics and based on Mahmoodi (1971), the regional and local winds, high heat, intensive dryness and being of salt domes are of factors in making and extending of Lut desert. The basaltic Messa of Gandom Beryan in Kerman is one of notable phenomena of Lut desert nature. This plane covered black rocks which by locating on heart of desert, absorbs significant heat of sun radiation.

The desert location, latitude, and altitude of region are of factors which along with specific surface absorption of basalt, cause to too high temperature of basaltic Messa surface. The geographical situation and approach ways to the region is such that direct measuring of most spots isn't possible. In the present study, in order to measuring of basaltic Messa surface temperature and review of temperature distribution on broad surface of the region, the indirect method of radiated waves from its level in heat infrared wavelengths has been used. The temperature and its behavioral pattern in biological systems, physical (distortion and erosion) and chemical as well as humidity (evaporate and transpiration) in special in the hot and dry weather is most important. The phenomena and bodies, absorb, reflect, pass or radiate.

Thus the most important factor in surfaces temperature, is the resultant energy of solar electromagnetic waves, absorb, the other influence factors on surface temperature are result of heat and physical characteristics of phenomena and dominant weather conditions. Thus by considering radiated waves relations of body's surface, could calculate and render surface temperature based on determinant units of temperature. Up to now, this method has been used in most studies such as Military cases, finding potential spots of geothermal resources environmental problems and civil planning (Artis et al, 1982; Rothery et al, 1988; Schneider et al 1996; Urai, 2000; Franca et al, 2002; Suga et al, 2003; Yang et al, 2003; Wan et al, 2005; Coolbaugh et al, 2007; Zheng and Shao, 2007; Srivastava et al, 2009; Boudhar et al, 2009). It could be analyzed the reflective waves from region surface through signaled multispectral from satellites. In the present study, the measuring thermal images ETM+ in high wavelengths of infrared spectrum to measure thermal radiations level from Messa of Gandom Beryan. The satellite data is received as pixel digital values (DN Value).

These values are a function of light radiation intensity in given wavelength. The conversion of pixel values unit to modular radiation intensity based on radiance, make possible to calculate the energy of light radiation intensity with any certain frequency. The obtained energy of any pixel radiation intensity also could be provided as one unit of temperature determinant units. The generalization of calculated temperature from satellite image to hot hours of day and hot reasons of year through meteorology data has been used in the present research. For this reason, the daily and yearly statistical data of local meteorology has been reviewed. Then the map of temperature distribution in different spots of Sartkht has been provided as isotherm map and diffuseness of heat energy absorbance distribution on the surface of rocks reviewed. With regard to that one of influence factors in difference of heat energy absorbance on basaltic Sarthakht surface, especially on regional craters location could be faulting and erosion of basaltic rocks, in order to adjust solar energy absorption rate with erosion surface rocks, the map of linearity factor of given area has been provided.

Geospatial Abstract

Declaration of Readiness for Cooperation Yes No

Prepare to share experiences Yes No

Dr. Davood Raeisi

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 23-40
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.6

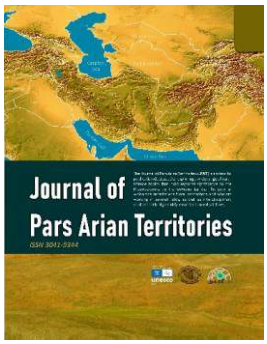
Research Paper

Effecting Factors on Surface Temperature of Gandom Beryan: The Hottest Point on Earth

Davoud Raeisi *[1]✉

Abstract

The region of Gandom Beryan, also known as burned sand, is a mesa covered with basaltic magma in the northeast of Kerman, situated in the heart of the Lut Desert. This area has always been recognized for its high temperatures. In this study, we utilized thermal remote sensing and field studies to measure the surface temperature of the Gandom Beryan region through both direct and indirect estimation methods, along with exclamation methods. The mountains surrounding Lut in all directions limit the permeation of TIR images (photographed at 10 A.M. on Wednesday, October 7, 2010) and field measurements of sea humidity from the Hend Ocean, contributing to increased dryness and decreased surface absorption of basaltic rocks in the region. These factors have led to extremely high temperatures, cloudiness, and prolonged sunlight hours. Generally, the desert's location, low latitude, low altitude, and the specific characteristics of the Gandom Beryan surface contribute to these conditions. After considering daily and monthly corrections, the final measured temperature reached a peak of at least 76°C, making Gandom Beryan basaltic mesa a potential hot pole of the Earth based on conducted reviews. The temperature distribution on basaltic rocks is influenced by factors such as erosion and the fragmentation of rocks on the surface of Gandom Beryan. Consequently, the measured surface temperature in the southern section of Gandom Beryan, which is covered by dark, homogeneous basaltic rocks, exhibits higher heat reflection than the northern section. Therefore, a comparison between the generated photoluminescent factor and the isotherm map of this region indicates that areas with high breakage intensity have lower surface temperatures than their peripheries.



ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023

KEYWORDS
Gandom Beryan,
thermal remote measuring,
linearity factor,
hot pole of earth

CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION

[1] Managing Director of Karand Sadr Jahan Knowledge-Based Mines and Mineral Industries Company

Cite this article:

Raeisi, D (2023) Effecting Factors on Surface Temperature of Gandom Beryan: The Hottest Point on Earth. Journal of Pars Arian Territories 3: 23-40

DOI: 10.61186/jpat.2024.3.6

Publisher: Pars Arian Insistue

orogenic collage at the expense of Gondwana land. In: Audley Charles, M.G., Hallman, A. (Eds.), Gondwana and Tethys, 37, Geological Society of London Special Publication, pp. 119e181. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1988.037.01.09

Sengor, A. M., Natal'in, B. A., 1996, Paleotectonics of Asia: fragments of a synthesis. In: Yin, A., Harrison, M. (Eds.), The Tectonic Evolution of Asia, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 486e640.

Shahidi, A., Barrier, E., Brunet, M. F., Saidi, A., 2011, Tectonic Evolution of the Alborz in Mesozoic and Cenozoic, Scientific Quarterly Journal of Geosciences, 21(81), 201-216 (in Persian). https://doi.org/10.22071/gsj.2011.54384

Sheikholeslami, M. R., Javadi, H. R., AsadiSarshar, M., Aghahosseini, A., Kouhpeima, M., Vahdati Daneshmand, B., 2013, Iran faults encyclopedia. Geological Survey of Iran, ISBN: 978-600-93747-0-0 (in Persian).

Sisson, T, W., Grove, T, L., 1993, Temperatures and H2O contents of low-MgO high- alumina basalts, Contributions to Mineralogy and Petrology 113(2): 167- 184.

Spandler, C., Yaxley, G., Green, D. H., Rosenthal, A., 2008, Phase relations and melting of anhydrous K-bearing eclogite from 1200 to 1600 C and 3 to 5 GPa. Journal of Petrology, 49(4), 771-795. https://doi.org/10.1093/petrology/egm039

Stampfli, G. M., 2000, Tethyan oceans. In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A. (Eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area, 173, Geological Society of London, Special Publication, pp. 163e185.

Stampfli, G. M., Marcoux, J., Baud, A., 1991, Tethyan margins in space and time. Palaeogeography, Palaeoclimatology,Palaeoecology 87, 373e409. https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90142-E

Stocklin, J., 1974, Possible Ancient Continental Margin in Iran. In: Burke, C.A. Drake, C.L., Eds., The Geology of Continental Margins. Springer, New York, 873-887. https://doi.org/10.1007/978-3-662-01141-6_64

Stormer, J. C., 1983, The effects of recalculation on estimates of temperature and oxygen fugacity from analyses of multicomponent iron-titanium oxides, Am. Mineral. 1983, 68, 586–594.

Taki, S., 2017, The role of fractional crystallization in the evolution of magma of the Upper Cretaceous volcanic and subvolcanic rocks from the NagelehSar Syncline, south MahmoodAbad, North Iran, Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, Year 25, Number 3, fall 2016-2017, 501 to 512 (in Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.ijcm.25.3.501

Teknik, V., Ghods, A., 2017, Depth of Magnetic Basement in Iran Based on Fractal Spectral Analysis, Geophysical Journal International 209(3). https://doi.org/10.1093/gji/ggx132

Yavuz, F., 2013, WinPyrox: A Windows program for pyroxene calculation classification and thermobarometry, American Mineralogist, 98, 1338–1359. https://doi.org/10.2138/am.2013.4292

Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghassemi, M. R., Sabouri, J., 2006, Inversion tectonics in central Alborz, Iran. Journal of Structural Geology, 28(11):2023-2037. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2006.06.020

Basaltic volcanism on the terrestrial planets. WM Kaula.

Kesler, S., Simon, A., 2015, Mineral resources, economics and the environment (2nd ed.), Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, ISBN 9781107074910, OCLC 907621860. https://dx.doi.org/10.7302/22482

Krienitz, M. S., Haase, K. M., Mezger, K., Bogaard, P., Thiemann, V., Shaikh-Mashail, M. A., 2009, Tectonic events, continental intraplate volcanism, and mantle plume activity in northern Arabia: Constraints from geochemistry and Ar-Ar dating of Syrian lavas, Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 10(4). https://doi.org/10.1029/2008GC002254

Lindsley, D. H., Andersen, D. J., 1983, A two-pyroxene thermometer. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 88(S02), A887-A906. https://doi.org/10.1029/JB088iS02p0A887

Malaekeh, A., Ghasemi, M. R., Afzal, P., Solgi, A., 2021, Fractal modeling and relationship between thrust faults and carbonate-hosted Pb-Zn mineralization in Alborz Mountains, Northern Iran. Geochemistry, 81(4), 125803, Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.chemer.2021.125803

Masoudi, F., Doroozi, R., 2014, Study of fractionation trend in south Marzan Abad basic volcanic rocks based on geochemical models, Scientific Journal of Kharazmi University of Iran. Vol 13 N 4, Winter 1392, 2014;13(4):919-936 (in Persian). http://jsci.khu.ac.ir/article-1-1557-en.html

Mogensen, F., 1946, A ferro-ortho-titanate ore from Södra Ulvön, Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 68 (4): 578–587. https://doi.org/10.1080/11035894609446484

Moradi, R., 2017, Geochemistry and Petrogenesis of the Cretaceous Volcanic Rocks in Kojid Area, The northern Alborz, Thesis Submitted for the Degree of Master of Science (Petrology), Kharazmi university faculty of earth sciences, department of geochemistry (in persian).

Moretti, R., 2005, Polymerisation, Basicity, Oxidation State and Their Role in Ionic Modelling of Silicate Melts. Annals of Geophysics, 48, 583-608.

Morimoto, N., Kitamura, M., 1983, Q-J diagram for classification of pyroxenes, J Jap Assoc Mineral Petrol Econ Geol 78:141 (in Japanese).

Morimoto, N., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988, Nomenclature of pyroxenes, American Mineralogist 73(9- 10): 1123- 1133.

Morse, S, A., 1980, Basalt and phase Diagrams: An in traduction to the quantative use of phase diagrams in igneous petrology. Springer-Verlag. New York. USA. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-6081-3

Namvar, R., 2018, Geochemical features of Cretaceous volcanism in North Damavand and its application in Alborz tectono magmatic evolutions, Master's thesis, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University (In Persian).

National Geoscience Database of Iran, NGDIR; http://www.ngdir.ir

Nazari, H., Omrani, J., Shahidi, A., Salamati, R., Moosavi, A., 2004, Geological Map of Bandar-e-anzali Quandrangle at 1/100 000 Scale. Sheet no. D3e5864, Publishedby Geological Survey of Iran.

Nesse, W, D., 2000, Introduction to mineralogy, New York: Oxford University Press. p. 361. ISBN 9780195106916.

Philpotts, A, R., Ague, J, J., 2009, Principles of igneous and metamorphic petrology (2nd ed.), Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp. 261–265, ISBN 9780521880060.

Putirka, K. D., 2008, Thermometers and barometers for volcanic systems. Pp. 61–120 in: Minerals, Inclusions and Volcanic Processes (Keith D. Putirka and Frank J. Tepley III, editors), Reviews in Mineralogy & Geochemistry, 69, Mineralogical Society of America and the Geochemical Society, Chantilly, Virginia, USA.

Rudnick, R, L., Fountain, D, M., 1995, Nature and composition of the continental crust - a lower crustal perspective. Reviews of Geophysics 33: 267-309. https://doi.org/10.1029/95RG01302

Sengor, A. M., 1990, A new model for the late Paleozoic- Mesozoic tectonic evolution of Iran and implications for Oman. In: Searle, M.P., Ries, A.C. (Eds.), The Geology and Tectonics of the Oman Region. Geological Society of London Special Publication, pp. 797e831.

https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1992.049.01.49

Sengor, A. M., Altiner, D., Cin, A., Ustaomer, T., Hsu, K. J., 1988, Origin and assembly of the tethyside

(Mazandaran province), Iran's first applied geochemistry conference, 1392 (In Persian).

Haghnazar, S. H., Malakotian, S., Allahyari, K., Taki, S., 2008, The Petrographical, Geochemical and Isotopical Evidences of Crustal Contamination in the JavaherDasht Basalts (east of Gilan). Journal of Tarbiat Moalem University of Science, Vol 8, Autumn 2008, Number 3 (in Persian). http://jsci.khu.ac.ir/article-1-1232-en.html

Haghnazar, S. H., 2009, Petrology of mafic rocks on JavaherDasht area in the east of Gilan province (South east of Roudsar). PhD thesis, Shahid Beheshti University of Iran, Faculty of Earth Sciences Geology Department (in Persian).

Haghnazar, S. H., Vosoughi Abedini, M., Pourmoafi, M., 2009, Mantle source characteristics of JavaherDasht basalts (east of Gilan), based on attenttion to geochemical and isotopic fetures. Iranian Journal of Geology , 2(8), 95-102. SID (in Persian). https://sid.ir/paper/129339/en

Haghnazar, S. H., Malakotian, S., 2009, Petrography and Geochemistry of the JavaherDasht basalts (east of Gilan Province): the investigation of the role of crystal fractionation and crustal contamination in the magmatic evolution. Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy Year: 2009, Volume:17, Issue:2 Page(s): 253-266 (in Persian). http://sid.ir/paper/4275/en

Haghnazar, S. H., 2011, Petrology of basaltic dykes in Upper Jurassic-Lower Cretaceous limestones in JavaherDasht area located in the west of Central Alborz. Journal Of Earth & Resources of Islamic Azad University of Lahijan Vol 4. Winter (in Persian).

Haghnazar, S. H., Malakotian, S., Alahyarii, K.., 2011, Investigation of petrological, mineralogical and geochemical properties of JavaherDasht gabbros (east of Gilan province). Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy. 18 (4), 545-562 (in Persian).

Haghnazar, S. H., 2012, Petrology, Geochemistry and Tectonic setting of JavaherDasht Cretaceous gabbro in the north part of Alborz Mountains, east of Gilan, north of Iran: A part of ophiolite sequence or intracontinental rift. Iranian Journal of Petrology 10: 79-94 (in Persian).

Haghnazar, S. H., Malakotian, S., Allahyari, K.h., 2015, Tectono-magmatic setting of Cretaceous pillow Basalts in the north part of the Alborz mountains in east of Gilan province (north of Iran): a part of ophiolite sequence or intra-continental rift? Scientific Quarterly Journal of Geosciences, Vol 24(94): 171-182 (in Persian). https://doi.org/10.22071/gsj.2015.42908

Haghnazar, S. H., Shafeie, Z., Sharghy, Z., 2016, Petrogenesis and tectonic setting of a Basalt-Trachyte-Rhyolite suite in the Spilli area (South of Siahkal), north of Iran: evidence of continental rift-related bimodal magmatism in Alborz. Iranian Journal of Petrology, 7th Year, No. 27, autumn 2016, ISSN 2228-5210 (in Persian).

Helz, R. T., 1976, Phase relations of basalts in their melting ranges at PH2O= 5 kbar: Part melt compositions. Journal of Petrology 17: 139-193. https://doi.org/10.1093/petrology/17.2.139

Hoang, N., Huong, T., Ogasawara, M., L., Anh., Mai, N. T., Thu, N. T., Dung P, L. T. P., 2016, Petrography and geochemistry of Permian basalts of the Cam Thuy formation and their relation to Song Da and Emeishan magmatic rocks. Vietnam Journal of Earth Sciences Vol, 38(4), 372-392. https://doi.org/10.15625/0866-7187/38/4/8993

Hofmann, A. M., 1997, Mantle Geochemistry: The Messages from Oceanic Volcanism. Nature, 385, 219-229. http://dx.doi.org/10.1038/385219a0

Jackson J., Priestley, K., Allen, M., Berberian, M., 2002, Active tectonics of the South Caspian Basin. Geophysical Journal International, Volume 148, Issue 2, February 2002, Pages 214–245. https://doi.org/10.1046/j.1365-246X.2002.01588.x

Jafari Sough, R., Asiabanha, A., Nasrabadi, M., 2018, Geochemistry of Cretaceous hydromagmatic lava flows in Separdeh district, NE Qazvin, central Alborz. Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, 26 (2018) 717-732 (in Persian). https://doi.org/10.29252/ijcm.26.3.717

Jung, C., 2003, Geochemical and isotope geochemical investigations on tertian volcanites of the Hocheifel, a contribution to the identification of the mantle sources of rift-related volcanites. Dissertation for obtaining a doctorate in natural sciences, Department of Geosciences at the Philipps University of Marburg.

Kaula, W. M., Head III, J. W., Merrill, R. B., Pepin, R. O., Solomon, S. C., Walker, D., Wood, C. A., 1981, Basaltic volcanism on the terrestrial planets,

Baharfiruzi, K. h., Shafeii, R., 2003, Geological Map of the Javaherdeh (1:100000), Geological survey and Mineral Exploration of Iran.

Berberian, M., King, G.C., 1981, Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran, Canadian Journal of Earth Sciences 18, 210-265. https://doi.org/10.1139/e81-019

Best, M., 2003, Igneous and Metamorphic Petrology (2th Edition). Blackwell publishing, pp. 717. ISBN: 978-1-405-10588-0.

Campbell, I. H., Griffiths, R. W., 1990, Earth Planet. Sci. Lett. 99, 79-93.

Chaussard, E., Amelung, F., 2014, Regional controls on magma ascent and storage in volcanic arcs, Geochemistry, Geophysics, Geosystems 15(4): 1407- 1418. https://doi.org/10.1002/2013GC005216

Coffin, M.F., Whittaker, J. M., 2016, Intraplate Magmatism. Encyclopedia of Marine Geosciences, 1–961. http://doi.org/10.1007/978-94-007-6644-0

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J., 1992, An Introduction to the Rock forming Minerals. Longman Scientific & Technical, London, pp. 696. ISBN: 0582300940.

Delavari, M., Moradi, R., Tabbakh Shabani, A., 2018, Mineral chemistry, thermobarometry and tectonomagmatic setting of Late-Cretaceous volcanic rocks from the Kojid area (south of Lahijan, the northern Alborz). Petrology, 9Year No.33, Spring 2018 (in Persian). https://doi.org/10.22108/ijp.2017.104651.1033

Doroozi, R., Vaccaro, C., Masoudi, F., Petrini, R., 2015, Cretaceous alkaline volcanism in south Marzanabad, the northern central Alborz, Iran: Geochemistry and petrogenesis. Geoscience Frontiers, 7, 937-951. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.11.004

Doroozi, R., Vaccaro, C., Masoudi, F., 2016, Rhonite in undersaturated alkaline gabbroic rocks, Central Alborz, north Iran: petrography and mineral chemistry. Arabian Journal of Geosciences 9 (15). http://dx.doi.org/10.1007/s12517-016- 2684-3

Doroozi, R., 2014, Petrology and Magmatic Succession of Igneous Rocks from Northern Hillside of Central Alborz in the Siyahbisheh Region, Thesis submitted for Ph.D degree, Geology Department, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (In Persian).

Droop, G.T.R., 1987, A general equation for estimating Fe3+ concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria. Mineralogical Magazine, 51, 431–435. https://doi.org/10.1180/minmag.1987.051.361.10

France, L., Koepke, J., Ildefonse, B., Cichy, S.B., Deschamps, F., 2010, Hydrous Partial Melting in the Sheeted Dike Complex at Fast Spreading Ridges: Experimental and Natural Observations. Contributions to Mineralogy and Petrology, 160, 683-704. http://dx.doi.org/10.1007/s00410-010-0502-6

Ghorbani, M., 2021, The Geology of Iran: Tectonic, Magmatism and Metamorphism. Springer, International Publishing. Springer, Earth and Environmental Sciences Library. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71109-2

Girum, B., Chekol, T., Meshesha, D., 2023, Petrological and geochemical characteristics of flood and shield basalts from Kesem-Megezez section, northwestern Ethiopian Plateau: Implication for their mantle source variations, Heliyon 9 (6), Volume 9, Issue 6, June 2023, e17256. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17256

Golowin, R., Portnyagin, M., Hoernle, K., Hauff, F., Gurenko, A., Garbe-Schönberg, D., Werner, R., Turner,S., 2017, Boninite-like intraplate magmas from Manihiki Plateau require ultra-depleted and enriched source components. Nat Commun. 2017 Feb9; 8:14322. https://doi.org/10.1038/ncomms14322

Guest B., Axen G. J., Lam P. S., Hassanzadeh J., 2006, Late Cenozoic shortening in the west-central Alborz Mountains, northern Iran, by combined conjugate strikeslip and thin-skinned deformation. Geosphere 2, 35-52. https://doi.org/10.1130/GES00019.1

Gunduz, M., Asan, K., 2023, MagMin_PT: An Excel-based mineral classification and geothermobarometry program for magmatic rocks. Mineralogical Magazine; London Vol. 87, Iss. 1,(Feb 2023): 1-9. https://doi.org/10.1180/mgm.2022.113

Haghani, M., Taki, S., 2012, Petrogenesis of Belde volcanic rocks located in the south of Noor city

REFERENCES

Abdi, A., Khakzad, A., Vahabzadeh, Q., 2014, Alborz Cretaceous volcanic basalts with the investigation of rocks from Tiran region (Amol). National Conference of Mineral Sciences, Sari Iran. ICMSM01_061 (in Persian). https://civilica.com/doc/307056

Aghanabati, A., 2013, Geology of Iran and Neighbouring countries, Geological Survey of Iran, Rahi press, Tehran 710 pp.

Aghazadeh, M., 2002, Petrological investigation of Cretaceous igneous rocks of Chalus-Marzan Abad area (Central Alborz), Master's thesis, Research Institute for Earth Sciences (RIES), Geological Survey of Iran, (In Persian).

Akmali, S., 2016, Petrology of Cretaceous Volcano-Sedimentary Rocks in Natash-Kuh District in the Eastern Deylaman Area, Estern Gilan. Master's thesis, Petrology, ministry of science, research and technology, Imam Khomeini International University Faculty of Sciences, (In Persian).

Alavi, M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran, Geological Society of America Bulletin 103, 983-992. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1991)103<0983:SASCOT>2.3.CO;2

Amani, K, h., Delavari, M., Amini, S., Tabbakh Shabani, A., 2020, The Late- Cretaceous volcanic rocks from Talesh area (western Alborz): chemical variation, crystallization condition, hygrometry and tectonic setting. Petrology, the 11 Year, No. 41, spring 2020, page 29-52 (In persian). https://doi.org/10.22108/ijp.2019.117648.1140

Amani, K. h., Delavari, M., Amini, S., Tabbakh Shabani, A., 2021, Late Cretaceous alkaline basalts of the Talesh area: implication for the tectonic evolution of continental margin in southern Eurasia (western Alborz). Kharazmi Journal of Earth Sciences Vol 7 No 4, Spring & Summer 2021. KJES 2021;7(1) :39-62 (in Persian). http://gnf.khu.ac.ir/article-1-2783-en.html

Annells, R. N., Arthurton, R. S., Bazley, R. A., Davies, R., Hamedi, M. A., Rahimzadeh, F., 1985, Geological Quadrangle Map of the Qazvin And Rasht (1:250000), Geological survey and Mineral Exploration of Iran.

Andersen, D. J., Lindsley, D.H., 1985, New and final model for the Ti-magnetite/ilmenite geothermometer and oxygen barometer, Abstract AGU 1985, Spring meeting Eos, Transaction American Geophysical Union, 66 (18), 416, 1985.

Aoki, K.I., Shiba, I., 1973, Pyroxenes from lherzolites inclusions of Itinona-gata, Japan. Lithos. 6, 41-51. 10.1016/0024-4937(73)90078-9

Arghaee, R., 2017, Investigation of Cretaceous Basalt in Southern Amol and their Relationship with the Cretaceous Basalt in Deccan. Thesis Submitted for the Degree of Master of Science (Petrology), Shahid Beheshti University Faculty of Earth Sciences Geology Department. Iran (In Persian).

Arghaee, R., 2024, The Petrogenesis and geodynamics of Cretaceous volcanic rocks in the northern Alborz and their relationship with mantle plumes. PhD thesis, Shahid Beheshti University of Iran, Faculty of Earth Sciences Geology Department, 2024-2025 (in Persian).

Arghaee, R., Ghorbani, M., 2022, The Interpretation of Cretaceous pillow lavas in NarenjLengeh village in south of Lahijan. 2nd National Biennial Conference on Geology of the Alborz Orogen & Caspian Sea, Gorgan- Iran, ISC: 20224-01220 (in Persian).

Arghaee, R., Ghorbani, M., 2022, The petrography of Cretaceous Basalts and lamprophyres in NarenjLengeh village in south of Lahijan. 2nd National Biennial Conference on Geology of the Alborz Orogen & Caspian Sea, Gorgan- Iran, ISC: 20224-01220 (in Persian).

Arghaee, R., Ghorbani, M., 2021, The Interpretation of Cretaceous Basalts and associated volcanic rocks in the south of Amol based on petrographic evidence, 24th Symposium of Geological Society of Iran (in Persian).

Arghaee, R., 2024, Interpreting eruption dynamics and lava placement in Cretaceous Basaltic lavas of the northern Alborz: A geological field approach, The 42st National Geosciences Congress (in Persian). https://civilica.com/doc/1963808

Table 3. (Continue)

Sample	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1
SiO_2	0.300	0.377	0.790	0.599	0.424	0.164	0.424	0.140	0.513
TiO_2	22.341	22.146	22.328	22.848	21.661	21.981	22.694	22.795	22.781
Al_2O_3	2.065	1.260	2.612	2.432	4.745	4.397	2.905	2.324	1.790
Cr_2O_3	0.169	0.115	0.220	0.201	0.677	0.678	0.187	0.129	0.211
FeO	65.610	67.464	64.672	64.612	62.342	62.890	65.002	65.309	65.579
MnO	2.018	1.895	1.938	1.980	1.172	1.227	1.882	1.950	2.025
MgO	0.000	0.000	0.072	0.000	1.284	1.413	0.009	0.000	0.006
BaO	0.049	0.041	0.138	0.151	0.014	0.036	0.055	0.064	0.109
CaO	0.202	0.217	0.394	0.108	0.043	0.035	0.192	0.227	0.112
Na_2O	0.000	0.016	0.009	0.036	0.000	0.000	0.005	0.036	0.046
ZnO	0.301	0.144	0.344	0.206	0.056	0.190	0.282	0.243	0.355
V_2O_3	0.249	0.295	0.538	0.595	0.871	0.919	0.499	0.480	0.391
Total	93.304	93.970	94.055	93.768	93.289	93.930	94.136	93.697	93.918
Si	0.012	0.015	0.030	0.023	0.000	0.003	0.016	0.005	0.020
Ti	0.656	0.647	0.647	0.667	1.443	1.443	0.659	0.666	0.665
Al	0.095	0.058	0.119	0.111	0.002	0.001	0.132	0.106	0.082
Fe^{3+}	0.557	0.605	0.501	0.482	-0.896	-0.899	0.495	0.530	0.529
Fe^{2+}	1.583	1.586	1.584	1.614	2.356	2.391	1.604	1.591	1.599
Cr	0.005	0.004	0.007	0.006	0.002	0.003	0.006	0.004	0.006
Mn	0.067	0.062	0.063	0.065	0.023	0.021	0.062	0.064	0.067
Mg	0.000	0.000	0.004	0.000	0.058	0.032	0.001	0.000	0.000
Ca	0.008	0.009	0.016	0.004	0.004	0.001	0.001	0.009	0.008
Na	0.000	0.001	0.001	0.003	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.001	0.001	0.002
Zn	0.009	0.004	0.010	0.006	0.002	0.000	0.008	0.007	0.010
V	0.008	0.009	0.017	0.019	0.003	0.002	0.015	0.015	0.012
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	3.000	3.001	3.001	3.002	3.001	3.002	3.000	3.003	3.001
titanomagnetites	2.344	2.334	2.316	2.331	2.293	2.296	2.320	2.334	2.331
FeO (%)	48.535	48.824	49.133	49.742	73.822	74.835	49.669	48.981	49.287
Fe_2O_3 (%)	18.976	20.715	17.270	16.526	31.199	31.283	17.041	18.146	18.107
Total	95.036	95.930	95.565	95.223	95.087	95.338	95.494	95.381	95.560

Acknowledgements

This study is based on the PhD thesis of the first author, which was presented at Shahid Beheshti University of Tehran, Iran. Special thanks to Dr Rahim Dabiri (Islamic Azad University of Mashhad, Iran) who provided insightful comments that greatly, helped our revision.

Table 3. Representative microprobe analysis of magnetite in the JavaherDasht basaltic rocks (oxides are in wt. % and elements are in apfu).

Sample	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1	Jd1
SiO_2	0.636	0.597	0.14	0.312	0.605	1.495	0.100	0.317	0.201
TiO_2	21.282	16.525	22.206	16.952	20.740	22.187	21.023	21.497	23.337
Al_2O_3	2.599	5.702	1.766	5.733	1.190	1.889	1.852	1.665	1.797
Cr_2O_3	0.1	0.815	0.1	0.825	0.101	0.132	0.134	0.185	0.174
FeO	65.686	63.238	66.777	62.877	65.852	64.235	67.508	67.373	64.653
MnO	1.808	0.379	2.034	0.385	1.867	1.851	1.836	1.878	2.055
MgO	0.078	3.684	0	3.658	0.163	0.072	0.000	0.016	0.000
BaO	0	0.039	0.082	0.061	0.103	0.090	0.078	0.065	0.080
CaO	0.236	0.067	0.07	0.080	0.156	0.455	0.141	0.204	0.165
Na_2O	0.026	0.049	0.02	0.023	0.071	0.044	0.000	0.000	0.025
ZnO	0.3	0.050	0.27	0.131	0.242	0.328	0.339	0.318	0.301
V_2O_3	0.37	0.969	0.33	0.942	0.158	0.534	0.484	0.407	0.368
Total	93.50	92.114	93.80	91.979	91.248	93.312	93.495	93.925	93.156
Si	0.025	0.022	0.005	0.012	0.024	0.058	0.004	0.012	0.008
Ti	0.623	0.466	0.650	0.479	0.623	0.649	0.616	0.627	0.688
Al	0.119	0.252	0.081	0.254	0.056	0.087	0.085	0.076	0.083
Fe^{3+}	0.571	0.717	0.595	0.710	0.639	0.476	0.655	0.626	0.507
Fe^{2+}	1.564	1.266	1.577	1.267	1.559	1.613	1.543	1.559	1.611
Cr	0.003	0.024	0.003	0.025	0.003	0.004	0.004	0.006	0.005
Mn	0.060	0.012	0.067	0.012	0.063	0.061	0.061	0.062	0.068
Mg	0.005	0.206	0.000	0.205	0.010	0.004	0.000	0.001	0.000
Ca	0.010	0.003	0.003	0.003	0.007	0.019	0.006	0.008	0.007
Na	0.002	0.004	0.002	0.002	0.005	0.003	0.000	0.000	0.002
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ba	0.000	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Zn	0.009	0.001	0.008	0.004	0.007	0.009	0.010	0.009	0.009
V	0.011	0.029	0.010	0.028	0.005	0.017	0.015	0.013	0.012
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Nb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total	3.001	3.002	3.001	3.001	3.004	3.002	3.000	3.000	3.001
titanomagnetites	2.336	2.252	2.336	2.259	2.399	2.337	2.340	2.330	2.354
FeO (%)	48.113	40.376	48.491	40.291	46.703	49.589	47.385	48.069	49.173
Fe_2O_3 (%)	19.529	25.408	20.322	25.101	21.282	16.276	22.364	21.453	17.203
Total	94.975	93.845	95.731	93.669	93.279	94.811	95.602	95.889	94.706

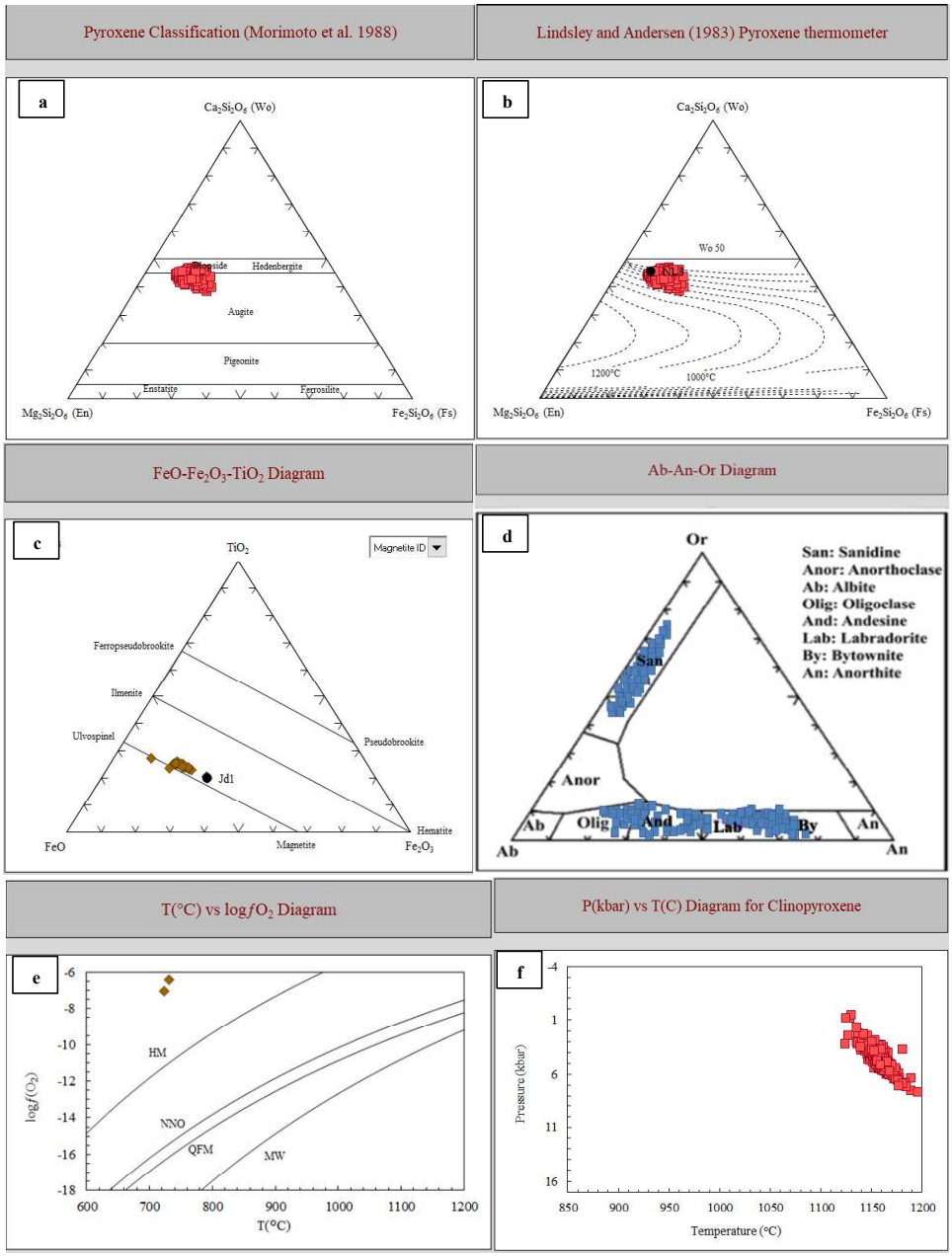


Figure 3. a: Classification diagrams are used for clinopyroxene, with the adopted classification scheme adopted coming from Morimoto et al (1988) b: The Plot of clinopyroxene compositions (Deer et al., 1992) on the pyroxene isotherm curves (Lindsley and Andersen, 1983). c: The ternary diagram illustrates that titanomagnetite is the predominant iron titanium oxide in JavaherDasht samples (After Droop, 1987). d: Feldspars are classified based on the end members of the $NaAlSi_3O_8$ (Albite, Ab) – $CaAl_2Si_2O_8$ (Anorthite, An) – $KAlSi_3O_8$ (Orthoclase, Or) solid solution (after Deer et al., 1992; Gunduz et al, 2023).e: Evaluation of Oxygen Fugacity in magnetite reveals that the samples from JavaherDasht fall into the HM category, indicating high fugacity (Andersen and Lindsley, 1985). f: We calculated the crystallization temperature and barometry of clinopyroxene phenocrysts using the method proposed by Putirka (2008).

the M2 site, though Morimoto et al. (1988) assumed that the M1 and M2 sites were a single M site because T, M1, and M2 sites are a function of temperature in pyroxenes (Yavuz, 2013). In MagMin_PT, a pyroxene formula is recalculated based on six oxygens according to the scheme of allocation of cations by Morimoto et al. (1988), and the estimation of Fe^{3+} is made using the following equation given by Droop (1987):

$$F = 2X\,(1 - T/S)$$

Where T represents the ideal number of cations per formula unit, and S denotes the observed cation total per X oxygens, calculated assuming all iron to be Fe^{2+} (Figure. 3b). The results imply that the samples formed in three stages at temperatures ranging from 1000°C to 1200°C at low to medium pressures. A temperature range of 1000°C –1200°C was obtained for clinopyroxene crystallization from analyses plotted on a Wo–En–Fs diagram (Lindsley and Andersen, 1983). In Figure 3b clinopyroxene thermometry can be observed.

Pyroxene thermometry has proven to be a powerful tool for determining the temperature conditions under which clinopyroxene crystallized. We calculated the crystallization temperature of clinopyroxene phenocrysts using the equation proposed by Putirka (2008) (Figure. 3f) at estimated pressures ranging from 1 to 8 kbar. In this study, the trachybasalts and alkalibasalt rocks exhibit the highest formation temperature, approximately 1000–1200°C. Additionally, based on the approaches by Aoki and Shiba (1973) and Helz (1976), the pyroxenes in the study area span a wide range of pressures, typically averaging around 5 kbar (Figure. 3f). This suggests that their crystallization occurs while they are arrested during the magma ascent. It is believed that this temperature range is conducive to the crystallization and equilibrium of clinopyroxene crystals within a basaltic melt (Sisson and Grove, 1993).

Based on barometric data, it is possible to estimate the depth of crystallization mineral balance or the depth of the magma chamber. In general, in the continental crust with a depth of less than 10-15 km for the upper crust, a depth of 10-15 to 20-25 km for the middle crust, and a depth of more than 20-25 km for the lower crust (Rudnick and Fountain, 1995). Assuming an average density of 2.8 grams per cubic centimeter for the continental crust, each kilobar of pressure is equal to a thickness of 3.7 kilometers (Rudnick and Fountain, 1995). Therefore, the crystallization of some crystals that show a pressure of less than 2.5 kbar (samples Jd1 and NL4) occurred at a depth of less than 10 km. This feature indicates a magma chamber in the upper crust (Chaussard and Amelung, 2014). On the other hand, some other crystals that shows a higher pressure equal to 2.5 to 7 kilobar (NL7, NL8, NL15) are considered to be close to 10 to 25 km deep. So we suggested that the magma chamber of the crystallization of our clinopyroxene is in the upper crust to middle crust.

CONCLUSION

Our samples fall into the high-Ti basalt category based on the following evidence: we observe both titanomagnetites and clinopyroxenes in the augite zone. These high-Ti basalts originate from an enriched and fertile asthenosphere mantle source form through the melting of a mantle plume that contains delaminated lower crust.

The depth of magmatic chambers and clinopyroxene crystallization in the basaltic rocks of the northern Alborz is related to the middle to upper crust. The depth of the magma chambers is likely associated with the age of the area, the crust's structure, and the stresses within the crust. Shallow magmatic chambers, which are linked to thinner crusts (we suggest a crustal thickness of less than 25 km in our study area), are associated with extensional environments. From a tectonic perspective, the Cretaceous intraplate alkaline basalts in the northern Alborz area are probably connected to extensional tectonics, uplift, and a mantle hot spot plume due to an Intraplate volcanism.

The calculation results are shown on ternary diagrams for $FeO–Fe_2O_3–TiO_2$ in Fig3.c. Fe^{3+} separation is determined according to the equation of Droop (1987). 25 points of magnetite of JavaherDasht, have been studied, and the mean values of some points are listed in Table 3. The titanomagnetite series is the only opaque mineral present in the Cretaceous basalt samples from the study area. The composition of the magnetite (Mt)-ulvospinel (Usp) solid solution has been recalculated following the reference by Gunduz et al. (2023). The ternary diagram reveals that titanomagnetite is the predominant iron titanium oxide in JavaherDasht samples.

The chemical composition of magnetite is Fe^{2+} $(Fe^{3+})_2(O^{2-})_4$. This indicates that magnetite contains both ferrous (divalent) and ferric (trivalent) iron, suggesting crystallization in an environment with intermediate levels of oxygen (Kesler et al, 2015). As a member of the inverse spinel group, magnetite can form solid solutions with similarly structured minerals, including ulvospinel (Fe_2TiO_4) and magnesioferrite ($MgFe_2O_4$) (Nesse, 2000). Titanomagnetite, also known as titaniferous magnetite, is a solid solution between magnetite and ulvospinel that crystallizes in many mafic igneous rocks. During cooling, titanomagnetite may undergo oxy-exsolution, resulting in ingrowths of magnetite and ilmenite (Nesse, 2000). Titanomagnetite is a mineral that is a solid solution of magnetite and ulvospinel, and is the primary source of remanent magnetization in most rocks. It is commonly found in high to very high magnetic susceptibility rocks, particularly igneous rocks, and can sometimes be found in an oxidized state in continental basalts and soils (Mogensen, 1946).

Evaluation of Oxygen Fugacity in Magnetite

Oxygen fugacity plays an important role in altering the liquidus temperature, melt and crystal composition, magmatic processes, crystallization sequence, and types of crystallized minerals (Moretti, 2005; France et al., 2010). The compositions of coexisting ilmenite and magnetite have been extensively used as a thermobarometer because their compositions strongly depend on oxygen fugacity and the temperature at which they are equilibrated. Magnetite has been crucial in understanding the conditions under which rocks form (Stormer, 1983).

In natural magmatic systems, several buffer reactions involving magnetite can be used to characterize the oxidation state of magma. These reactions include the hematite–magnetite (HM), quartz–fayalite–magnetite (QFM), and magnetite–wustite (MW) reactions (Gunduz et al., 2023). Magnetite reacts with oxygen to produce hematite, and this mineral pair forms a buffer that controls the oxidizing conditions (oxygen fugacity) of its environment. This buffer is known as the hematite-magnetite or HM buffer. At lower oxygen levels, magnetite can form a buffer with quartz and fayalite, referred to as the QFM buffer. Further reducing conditions lead to the formation of a buffer between magnetite and wustite, known as the MW buffer. The QFM and MW buffers have been widely used in laboratory experiments to study rock chemistry. Notably, the QFM buffer closely approximates the oxygen fugacity of most igneous rocks (Philpotts et al., 2009).

We calculated the temperature (T) in degrees Celsius and oxygen fugacity (fO_2) values, calibrated according to Andersen and Lindsley (1985) (Figure. 3e). The samples from JavaherDasht all fall into the HM category, indicating high fugacity (Figure. 3e) and temperatures ranging from 700°C to 800°C. Petrographic evidence from our samples also supports the observation of increased oxygen fugacity in the magma.

Geothermometry and Barometry

MagMin_PT is primarily designed mainly as a comprehensive geothermobarometry tool for igneous systems (Gunduz et al, 2023). It is a Microsoft® Excel© workbook specifically tailored for pyroxenes, whose general chemical formula is $M2M1T_2O_6$ (Gunduz et al, 2023). Pyroxenes are classified based on the occupancy of

Table 2. Representative microprobe analysis of plagioclases and alkalifeldspar in the northern Alborz basaltic rocks (oxides are in wt. % and elements are in apfu). Calculation is based on 8 oxygen atoms.

Sample	Jd1	Jd1	Jd1	NL4	NL4	NL4	NL5	NL5	NL5
SiO_2	57.506	41.101	65.626	60.408	53.172	52.882	52.976	56.489	58.918
TiO_2	0.064	0.025	0.05	0.019	0.048	0.021	0.071	0.034	0.087
Al_2O_3	25.888	15.712	18.923	23.697	27.796	27.577	28.195	22.629	24.538
FeO	0.367	10.258	0.723	0.347	0.652	0.643	0.756	0.324	0.503
MnO	0.033	0.054	0.029	0	0	0.009	0	0.01	0
MgO	0.036	18.315	0.273	0.017	0.118	0.156	0.166	0.048	0.005
BaO	0.054	0.014	0.028	0.156	0	0.057	0.024	0.047	0.078
CaO	7.689	0.989	0.604	6.189	12.349	12.216	10.615	1.531	6.59
Na_2O	5.993	1.116	5.531	7.443	4.016	4.2	4.986	11.945	6.927
K_2O	0.794	0.651	8.12	0.725	0.245	0.237	0.284	0.279	0.744
SrO	0.116	0.065	0.004	0.289	0.11	0	0.19	0.143	0.156
Total	98.54	95.00	99.91	99.29	98.50	98.00	98.90	95.00	98.99
Si	10.518	10.961	11.852	10.912	9.845	9.817	9.761	10.393	10.732
Ti	0.009	0.005	0.007	0.003	0.007	0.003	0.010	0.005	0.012
Al	5.581	5.016	4.028	5.045	6.066	6.034	6.122	4.907	5.268
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{3+}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.056	0.074	0.109	0.052	0.101	0.100	0.116	0.050	0.077
Mn	0.005	0.000	0.004	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000
Mg	0.010	0.026	0.073	0.005	0.033	0.043	0.046	0.013	0.001
Ca	1.507	1.046	0.117	1.198	2.450	2.430	2.095	0.302	1.286
Ba	0.004	0.014	0.002	0.011	0.000	0.004	0.002	0.003	0.006
Na	2.125	2.423	1.937	2.607	1.442	1.512	1.781	4.261	2.446
K	0.185	0.434	1.871	0.167	0.058	0.056	0.067	0.065	0.173
Total(cat)	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Total(oxy)	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Ab	55.674	62.077	49.351	65.634	36.505	37.816	45.168	92.064	62.641
An	39.472	26.797	2.978	30.159	62.030	60.780	53.139	6.521	32.932
Or	4.853	11.127	47.671	4.207	1.465	1.404	1.693	1.415	4.427
Sample	NL7	NL7	NL7	NL8	NL8	NL8	NL15	NL15	NL15
SiO_2	67.875	65.33	66.124	54.244	53.945	59.662	52.709	51.143	56.377
TiO_2	0.003	0	1.137	0.025	0.060	0.000	0.168	0.100	0.124
Al_2O_3	19.92	20.57	19.335	28.049	28.539	24.484	28.782	29.780	26.519
FeO	0.11	0.234	0.251	0.564	0.567	0.538	0.621	0.726	0.527
MnO	0	0.005	0	0.000	0.005	0.006	0.018	0.044	0.004
MgO	0	0.031	0.016	0.045	0.079	0.028	0.092	0.126	0.078
BaO	0.026	0.199	0	0.000	0.000	0.083	0.000	0.007	0.005
CaO	0.541	0.638	1.649	10.597	11.397	5.770	11.578	12.600	9.066
Na_2O	11.311	10.173	11.099	5.334	4.773	8.112	4.251	3.772	5.801
K_2O	0.326	1.159	0.134	0.302	0.267	0.748	0.315	0.249	0.715
SrO	0.291	0.506	0.296	0.135	0.067	0.065	0.000	0.189	0.185
Total	100	98.50	100	99.30	99.70	99.50	98.50	98.70	99.00
Si	11.868	11.689	11.656	9.868	9.806	10.662	9.718	9.446	10.235
Ti	0.000	0.000	0.151	0.003	0.008	0.000	0.023	0.014	0.017
Al	4.105	4.338	4.017	6.014	6.114	5.157	6.254	6.483	5.674
Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{3+}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe^{2+}	0.016	0.035	0.037	0.086	0.086	0.080	0.096	0.112	0.080
Mn	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.007	0.001
Mg	0.000	0.008	0.004	0.012	0.021	0.007	0.025	0.035	0.021
Ca	0.101	0.122	0.311	2.065	2.220	1.105	2.287	2.493	1.764
Ba	0.002	0.014	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001	0.000
Na	3.835	3.529	3.793	1.881	1.682	2.811	1.520	1.351	2.042
K	0.073	0.265	0.030	0.070	0.062	0.171	0.074	0.059	0.166
Total(cat)	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Total(oxy)	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
Ab	95.658	90.121	91.739	46.836	42.439	68.788	39.157	34.610	51.421
An	2.528	3.123	7.532	51.419	55.999	27.038	58.934	63.887	44.409
Or	1.814	6.756	0.729	1.745	1.562	4.174	1.909	1.503	4.170

Table 1. (Continue)

Sample	NL7	NL7	NL7	NL8	NL8	NL8	NL15	NL15	NL15
SiO_2	50.502	50.851	48.924	48.277	49.955	50.368	46.896	48.250	44.722
TiO_2	0.835	0.785	1.126	1.154	0.719	0.782	3.037	2.780	4.309
Al_2O_3	3.582	3.489	4.975	4.599	2.634	2.659	5.670	5.984	7.447
Cr_2O_3	0.443	0.442	0.215	0.539	0.057	0.083	0.077	0.064	0.097
FeO	6.557	6.555	7.190	7.181	10.223	8.192	9.063	9.351	9.652
MnO	0.117	0.144	0.115	0.124	0.259	0.174	0.163	0.127	0.181
MgO	15.333	15.648	14.440	13.583	12.866	14.432	12.637	13.580	11.774
CaO	21.145	21.026	21.435	20.487	20.421	20.785	21.027	19.126	20.699
Na_2O	0.316	0.314	0.337	0.361	0.430	0.333	0.441	0.573	0.546
K_2O	0.005	0.003	0.000	0.001	0.016	0.000	0.006	0.052	0.000
V_2O_3	0.045	0.022	0.044	0.082	0.043	0.070	0.066	0.086	0.094
NiO	0.000	0.042	0.012	0.044	0.000	0.000	0.000	0.020	0.018
ZnO	0.038	0.062	0.008	0.000	0.000	0.089	0.000	0.058	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.000	0.000	0.036	0.048
Total	98.92	99.38	98.82	96.43	97.71	97.97	99.80	99.99	99.59
Si	1.881	1.884	1.828	1.857	1.915	1.908	1.772	1.799	1.690
Al	0.119	0.116	0.172	0.143	0.085	0.092	0.228	0.201	0.310
Sum T(IV)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Ti	0.023	0.022	0.032	0.033	0.021	0.022	0.086	0.078	0.122
Al	0.038	0.036	0.047	0.065	0.034	0.027	0.024	0.062	0.022
Cr	0.013	0.013	0.006	0.016	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
Fe^{3+}	0.045	0.046	0.080	0.022	0.040	0.042	0.062	0.025	0.080
Fe^{2+}	0.129	0.125	0.118	0.180	0.260	0.188	0.199	0.222	0.198
Mg	0.742	0.747	0.708	0.680	0.649	0.715	0.627	0.614	0.577
Sum M1(VI)	0.990	0.989	0.991	0.997	1.005	0.997	1.000	1.002	1.002
Fe^{2+}	0.031	0.033	0.027	0.029	0.028	0.030	0.026	0.045	0.027
Mn	0.004	0.005	0.004	0.004	0.008	0.006	0.005	0.004	0.006
Mg	0.109	0.117	0.097	0.098	0.087	0.100	0.085	0.141	0.087
Ca	0.844	0.835	0.858	0.844	0.839	0.844	0.851	0.764	0.838
Na	0.023	0.023	0.024	0.027	0.032	0.024	0.032	0.041	0.040
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.002	0.000
Sum M2 (VI)	1.010	1.011	1.009	1.003	0.995	1.003	1.000	0.998	0.998
Total	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Fe_T/Fe_T+Mg	0.193	0.190	0.218	0.229	0.308	0.242	0.287	0.279	0.315
$Fe^{2+}/Fe^{2+}+Mg$	0.158	0.154	0.153	0.212	0.281	0.210	0.240	0.261	0.254
Wo	44.425	43.882	45.472	45.535	44.104	43.980	46.027	42.202	46.395
En	44.822	45.440	42.622	42.007	38.663	42.490	38.488	41.693	36.719
Fs	10.753	10.678	11.906	12.458	17.234	13.530	15.485	16.105	16.886

Magnetite

Ilmenite and magnetite are generally termed as Fe–Ti oxides with the idealised formula of $FeTiO_3$ and Fe_3O_4, respectively. Two major solid-solution series occur as 'ulvospinel–magnetite' and 'ilmenite–hematite' in the $FeO–Fe_2O_3–TiO_2$ system. The formulae for magnetite and ilmenite are calculated based on 4 and 3 oxygen atoms, respectively, in MagMin_PT (Gunduz et al, 2023).

elements are in apfu). Formula unit calculated on the basis of Pyroxen 6 oxygen atoms.

Sample	Jd1	Jd1	Jd1	NL4	NL4	NL4	NL5	NL5	NL5
SiO_2	48.443	47.427	49.493	48.929	48.541	49.322	50.714	49.480	49.534
TiO_2	1.679	1.965	1.268	2.097	1.916	1.254	1.049	1.259	0.917
Al_2O_3	4.463	5.584	4.121	5.329	4.256	3.995	3.975	4.622	3.491
Cr_2O_3	0.075	0.056	0.122	0.697	0.069	0.021	0.118	0.060	0.027
FeO	9.364	9.367	8.693	6.988	9.255	9.450	7.883	9.438	11.039
MnO	0.272	0.222	0.187	0.074	0.144	0.189	0.139	0.225	0.293
MgO	12.792	12.541	13.292	14.792	13.380	13.275	14.635	13.495	13.544
CaO	21.299	21.153	21.396	20.820	21.259	20.549	21.356	20.072	19.357
Na_2O	0.445	0.417	0.351	0.393	0.394	0.435	0.366	0.360	0.411
K_2O	0.002	0.006	0.000	0.001	0.004	0.000	0.003	0.000	0.004
V_2O_3	0.063	0.105	0.081	0.065	0.064	0.060	0.054	0.048	0.024
NiO	0.000	0.051	0.018	0.036	0.035	0.000	0.000	0.082	0.015
ZnO	0.087	0.019	0.024	0.000	0.011	0.000	0.000	0.017	0.033
F	0.000	0.176	0.000	0.000	0.087	0.038	0.089	0.000	0.049
Total	98.98	99.09	99.5	99.90	99.42	98.59	99.90	99.16	98.74
Si	1.831	1.794	1.863	1.806	1.825	1.866	1.871	1.861	1.877
Al	0.169	0.206	0.137	0.194	0.175	0.134	0.129	0.139	0.123
Sum T(IV)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Ti	0.048	0.056	0.036	0.058	0.054	0.036	0.029	0.036	0.026
Al	0.030	0.043	0.046	0.038	0.013	0.045	0.044	0.066	0.033
Cr	0.002	0.002	0.004	0.020	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001
Fe^{3+}	0.075	0.080	0.041	0.047	0.081	0.049	0.049	0.025	0.068
Fe^{2+}	0.199	0.192	0.208	0.134	0.184	0.220	0.165	0.235	0.241
Mg	0.647	0.627	0.666	0.693	0.664	0.652	0.704	0.641	0.637
Sum M1(VI)	1.000	1.000	1.000	0.991	0.998	1.002	0.995	1.005	1.006
Fe^{2+}	0.023	0.025	0.025	0.034	0.026	0.030	0.029	0.037	0.041
Mn	0.009	0.007	0.006	0.002	0.005	0.006	0.004	0.007	0.009
Mg	0.074	0.080	0.080	0.121	0.086	0.097	0.101	0.116	0.128
Ca	0.862	0.857	0.863	0.823	0.856	0.833	0.844	0.809	0.786
Na	0.033	0.031	0.026	0.028	0.029	0.032	0.026	0.026	0.030
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Sum M2 (VI)	1.000	1.000	1.000	1.009	1.002	0.998	1.005	0.995	0.994
Total	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Fe_T/Fe_T+Mg	0.291	0.295	0.268	0.209	0.280	0.285	0.232	0.282	0.314
$Fe^{2+}/Fe^{2+}+Mg$	0.235	0.234	0.238	0.171	0.219	0.250	0.194	0.264	0.269
Wo	45.896	46.071	45.840	44.434	45.136	44.291	44.612	43.431	41.345
En	38.354	38.005	39.623	43.925	39.526	39.811	42.535	40.629	40.251
Fs	15.750	15.924	14.537	11.641	15.338	15.898	12.853	15.941	18.404

Electron microprobe analyses of clinopyroxenes from 755 samples from the northern Alborz Cretaceous basalts reveal that their composition ranges between augite to diopside (Figure. 3a). Most of these clinopyroxenes are enriched in Ti (titanaugite) (Deer et al, 1992). Augite is commonly associated with high Ti basalts (Golowin et al, 2017). The average TiO_2 content in the clinopyroxenes varies from 0.51 to 4.309 wt. %, corresponding to an average Al_2O_3 content of 1.52 to 5.90 wt. % (Table. 1).

High-Ti basalts originate from an enriched and fertile asthenosphere mantle source (Hofmann, 1997; Hoang et al., 2016). These high-Ti basalts form through the melting of a mantle plume that contains recycled oceanic crust or delaminated lower crust (Spandler et al., 2008). These high-Ti basalts originate from an enriched and fertile asthenosphere mantle source form through the melting of a mantle plume that contains recycled oceanic crust or delaminated lower crust (Spandler et al., 2008). Hofmann (1997) suggests that plumes may originate from both the 660-km discontinuity and the core-mantle boundary. Small, short-lived plumes, which do not carry enrichment in primordial helium, are most likely to have a shallow origin. On the other hand, large, long-lived, helium-rich plumes—especially those responsible for generating enormous volumes of oceanic or continental flood basalts—are more likely to have emanated from the base of the lower mantle (Campbell et al., 1990; Hofmann, 1997; Hoang et al., 2016).

Plagioclase and Alkali feldspar

Microprobe analyses of 400 points of plagioclase megacrysts and 40 points of alkali feldspar from the northern Alborz basalts have been conducted. The mean values of microprobe analyses for plagioclases and alkali feldspar from the basaltic inclusions are listed in Table 2. Crystals were probed at several points between the core and rim.

Feldspars are classified according to the end-members of the $NaAlSi_3O_8$ (albite, Ab) – $CaAl_2Si_2O_8$ (anorthite, An) – $KAlSi_3O_8$ (orthoclase, Or) solid solution (following Deer et al., 1992; Gunduz et al, 2023). Compositions between Ab and An are referred to as plagioclases while those between Ab and Or are considered alkali feldspars (Figure 3d). In this article, the feldspar formula is recalculated based on 8 oxygens atoms, allowing the Ab–An–Or components to be calculated and plotted in the feldspar ternary diagram.

Feldspar classification, as plotted on an Ab–An–Or triangular diagram in Figure 3d, demonstrates how feldspar minerals are categorized based on their chemical composition. The sequence of minerals along the base of the triangle represents the solid solution series of plagioclase between albite and anorthite. Plagioclase exhibits pronounced normal zoning, and its composition shifts from bytownite to oligoclase in the ternary feldspar diagram (Figure. 3d). When grading from core to rim, the amount of bytownite (By) decreases significantly, while oligoclase (Olig) slightly increases (based on a formula considering 8 oxygen atoms).The alkali feldspar is characterized by core-to-rim compositions, with sanidine dominating (Figure. 3d). Due to its small crystal size, both the microphenocryst mantle and rim compositions overlap at the scale of the microprobe analysis.

Table 1. Representative microprobe analysis of pyroxenes in the northern Alborz basaltic rocks (oxides are in wt. % and

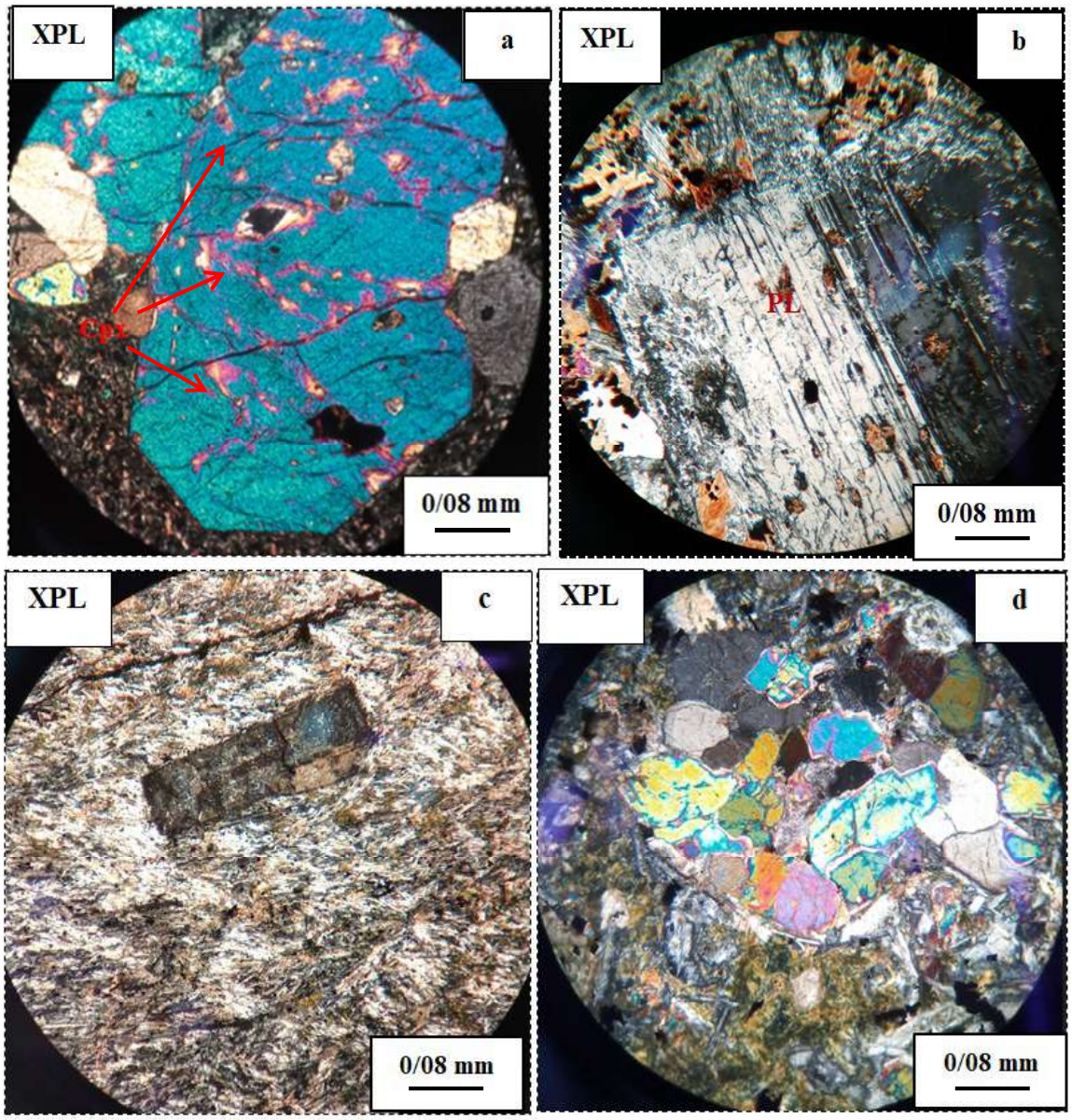


Figure. 2: a: Idiomorphic clinopyroxene is observed in the alkalibasalt sample from JavaherDasht, which was used for EPMA. b: Automorphic-grained plagioclase from JavaherDasht was also used as a point for EPMA. c: The dominant texture in the trachybasalts of the JavaherDasht area is trachytic. Fig. 2d: Clinopyroxenes with a purple-brown border are found in the NarenjLengeh village, south of Lahijan.

Preliminary classy cations construction of the Q-J diagram for our pyroxenes in the studied area. These pyroxenes are classified on the pyroxene quadrilateral Wo-En-Fs diagram, with normalized Ca, Mg, and Fe (= Fe^{2+} +Fe^{3+} +Mn) atoms (Figure. 3a) (Morimoto and Kitamura, 1983; Morimoto et al, 1988). The composition ranges of the clinopyroxenes within the Ca-Mg-Fe quadrilateral are indicated in Figure 3a. Therefore, the Ca-Mg-Fe pyroxenes are defined based on symmetry and the relative amounts of $Ca_2Si_20_6$ (Wo), $Mg_2Si_2O_6$ (En), and Fe_2^2 + Si_2O_6 (Fs) (Morimoto et al, 1988). In our studied amount of Wo and Fs and En falls within the following ranges: Wo $_{41/2-45/9}$, Fs $_{8/90-15/70}$, En $_{40/00-38/00}$.

Petrography

Javaher Dasht:

Alkali basalt: The most common texture in alkali basalt (basanite) in JavaherDasht is porphyritic and trachytic, featuring microlites and glass. Additionally, in these samples, epidote is observed as a secondary mineral resulting from the alteration of plagioclase. Automorphic-grained clinopyroxene and plagioclase (Figure. 2a-b) are observed, with some clinopyroxene mostly altered to iron oxide. The increase in iron oxide content in the sections indicates a high level of oxygen in the magma. In these alkalibasalts, a glomeroporphyric texture is observed, indicating the accumulation of some phenocrysts such as pyroxene and plagioclase.

South of Lahijan in NarenjLengeh village:

Trachybasalt: Trachybasalt in NarenjLengeh is used to describe alkaline basaltic rocks that are intermediate between alkali basalts, tephrites, and trachyandesites in terms of composition (Girum et al., 2023). The dominant texture of these trachybasalts is trachytic (Best, 2003). The absence of phenocrysts in these samples suggests rapid magma ascent and high temperatures. The matrix has undergone some flow (Figure. 2c). Trachybasalt samples exhibit severe alteration and secondary mineralization, including carbonate and chlorite. Sanidine is present in the trachybasalt matrix, which flows in a specific direction.

Alkalibasalts: The dominant texture of alkalibasalts (basanite) in the NarenjLengeh region is intersertal. The space between the plagioclase crystals is filled with secondary minerals, including chlorite and calcite, in these samples. Within this matrix, pyroxene minerals exhibit different interference colors, especially purple (purple clinopyroxene, corresponding to the color of titanaugite), along with olivine. Some clinopyroxenes display a purple-brown border, formed due to the addition of aluminum (Al) and titanium (Ti) resulting from pressure reduction and depth (Figure. 2d) (Jung, 2003).

Most of the basanite samples contain the secondary mineral calcite, which may contribute to their resistance within the magma chamber. Epidote is also observed as a secondary mineral resulting from the alteration of plagioclase. Due to the high temperature of the magma and an increase in oxygen (O_2), olivine and pyroxene in the alkalibasalts (basanite) of NarenjLengeh have altered into iddingsite (a red pseudo-mineral containing trivalent iron oxide) (Morse, 1980). This texture could be indicative of crystal fractionation. Similar to this texture, Hawaiian alkali basalts, such as the Hualalai volcanic rocks (Kaula et al., 1981), exhibit glomerocrysts of clinopyroxene-plagioclase and microphenocrysts of clinopyroxene against a background of olivine, plagioclase, clinopyroxene, and titanomagnetite. Additionally, chromium spinel is the first crystallized phase in the liquid. In the alkaline types of Hualalai volcano basalts studied by Kaula, the crystallization process may be similar to our study area.

Chemistry of Minerals

Clinopyroxene

Microprobe analyses of clinopyroxene megacrysts from the northern Alborz basalts have been conducted. The mean values of microprobe analyses from the basaltic inclusions are listed in Table 1. Crystals were probed at several points between the core and rim.

A total of 1220 points were analyzed. The mean values of results from this analysis are provided in Tables 1-3.

We have utilized MagMin_PT for calculating our data. MagMin_PT is a Microsoft® Excel© workbook specifically designed to meet the needs and demands of researchers working with mineral compositional data and the geothermobarometry of magmatic rocks (Gunduz et al., 2023).

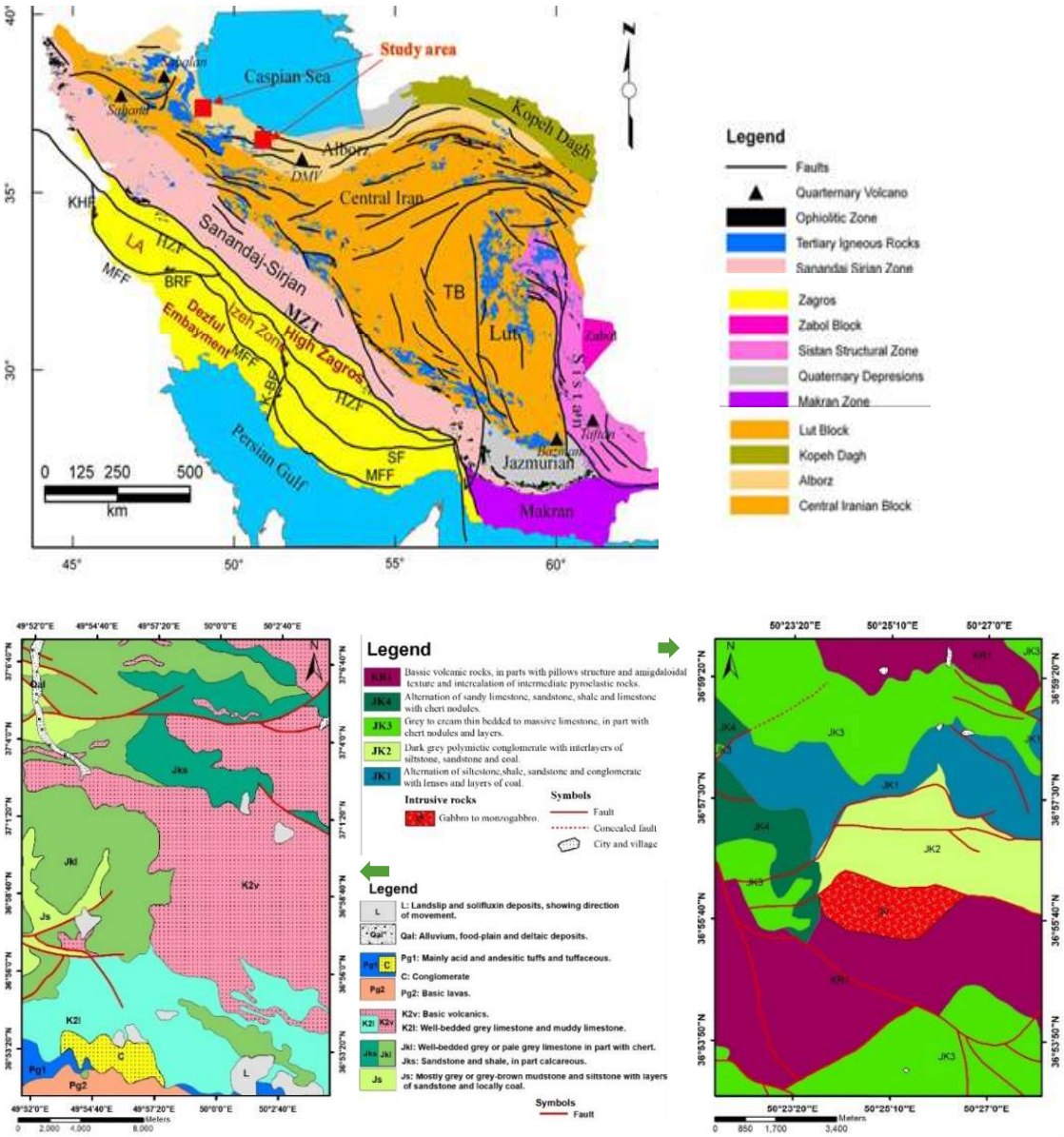


Figure 1: a: Location of the studied area (modified from the structural map of the National Geoscience Database of Iran, NGDIR; http://www.ngdir.ir, modified by Teknik et al., 2017). Fig. 1b: Basaltic rocks in the JavaherDasht region. Simplified geological map of JavaherDasht (based on the Javaherdeh 1:100,000 geological map created by Baharfiruzi et al., 2003). Fig. 1c: Simplified geological map of the southern Lahijan area, which contains volcanic rocks from the Cretaceous period (modified from the 1:250,000 geological map of Ghazvin-Rasht created by Annells et al., 1975).

eruptions occurred locally in the northern parts of the Alborz (Stocklin, 1974). The Cretaceous system in Iran is characterized by marine sediments that cover most of the country. This system includes deep marine sediments, diabase pillow lavas, and continental slope sediments (Berberian and King, 1981).

The Mesozoic begins with the sedimentation of carbonate-clastic facies in the continental margin basins. Towards the end of the Triassic, it transitions to clastic facies and turbidites of the Shamshek complex and its time-equivalent facies. Alkaline lavas and pyroclastics, along with Jurassic turbidite facies, indicate the onset of a shear-tension system during this period. This system reached its peak of formation in the Late Cretaceous, marked by the appearance of sedimentary layers from divergent (alkaline) volcanoes in the northern western Alborz (Nazari et al., 2004). Upper Cretaceous magmatic activity, characterized by alkaline features and signs of an intracontinental tectonic environment, has been reported mainly around Chalus, Amol, Lahijan, Javaher Dasht, and other areas (Aghazadeh, 2002; Haghnazar et al., 2009; Haghani et al., 2012; Haghnazar et al., 2015; Doroozi et al., 2015; Doroozi et al., 2016; Taki, 2016; Akmali, 2016; Haghnazar et al., 2016; Arghaee, 2017; Moradi, 2017; Delavari et al., 2018; Amani et al., 2020; Arghaee, et al. 2024). Finally, in the late Cretaceous, the Laramide orogenic phase terminated the rifting extensional system and volcanism (Masoudi and Doroozi, 2014; Doroozi et al., 2015; Haghnazar et al., 2015; Arghaee, 2024).

Geological Setting

The Alborz Mountain range extends from Azerbaijan in the northwest to Khorasan in the northeast (Jackson et al. 2002; Zanchi et al. 2006; Sheikholeslami et al., 2013; Malaekeh et al., 2021(. Alborz's structural zone is classified as Western, Central, and Eastern, which is limited to the west-central and eastern Alborz Mountains. The studied areas are located in the northern Alborz, which is part of the Central Alborz zone. This zone is the main part of the Alborz Mountains of northern Iran, determined as a part of the Alpine-Himalayan orogenic belt's northern margin (Zanchi et al. 2006; Malaekeh et al., 2021). The study samples are situated within the Alborz structural zone (Figure. 1a). The present paper focuses on the mineral chemistry of Cretaceous basalts in two different regions of northern Alborz, which have large outcrops of Cretaceous volcanic rocks. The two study areas are as follows (Figure. 1a):

1) The basalts in the JavaherDasht area. JavaherDasht is a village in the Siahkalrud rural district with considerable outcrops in the northern part of the Alborz Mountains in the east of Gilan province. It is located on the Javaherdeh map (Baharfiruzi et al., 2003) (Figure. 1b).

2) The volcanic rocks in the south of Lahijan, specifically in NarenjLengeh village in the west of Gilan province, are part of the northern Alborz region. These rocks have been identified on the Qazvin-Rasht geological map (Annells et al., 1985) (Figure. 1c).

Methods

75 rock samples were selected from Cretaceous basalts and associated volcanic rocks in two regions, in the northern Alborz. These samples were collected from the geological field, with 6 of them chosen for polished section study at the University of Aveiro in Portugal. Regarding the rocks in the area, 6 specific rock types were selected, including Alkali Basalts (Basanite, Tephrite), and Trachybasalt. These 6 polished section samples were chosen for electron microprobe analysis of their magnetite, clinopyroxene, plagioclase, and alkali feldspar minerals. Microchemical analyses of minerals were conducted at the faculty of sciences of the University of Lisbon.

interlayered limestones and pillow lava structures, indicates that the volcanic rocks erupted in a submarine environment. She designates her study area as late Cretaceous due to the presence of planktonic microfossils in the calcareous units. Most volcanic samples belong to the transitional magmatic series, while trachyte falls within the alkaline series. The enrichment of Light Rare Earth Elements (LREEs) relative to Heavy Rare Earth Elements (HREEs) in her samples may be attributed to two factors: low (~2.5%) partial melting of the mantle source and/or contamination of magma by crustal components. Consequently, she suggests that Cretaceous magmatism in the western Alborz zone may be linked to intercontinental rifts, where transitional basaltic magma from a Mid-Ocean Ridge Basalt (MORB) source (or depleted mantle) became contaminated with lower and middle continental crust. The studied samples are situated within intraplate basaltic rocks and exhibit similarities to Ethiopian rift basalts.

Arghaee (2017), based on geochemical analysis for her master's thesis, contends that Cretaceous volcanic rocks in southern Amol (the northern Alborz) represent intraplate alkaline magma. She posits that alkaline volcanism occurred when the parent magma was stored in a magmatic chamber. Fractional crystallization played a role in this area, resulting in the formation of intermediate compounds such as trachyte. The consistent ratios of compatible elements and the La/Zr, and Ce/Zr ratios in her samples indicate that fractional crystallization was more pronounced in the alkaline magma of the Amol region. In a study by Delavari et al. (2018) in the Kojid area, located south of Lahijan in the northern Alborz, various geothermal barometric methods applied to clinopyroxene and plagioclase in Cretaceous basalts show good correlation. Thermometric calculations yielded temperatures in the range of 1100°C to 1250°C, consistent with temperatures of basic melts. Furthermore, clinopyroxene and plagioclase barometry of phenocrysts (4 to 8 kbar) and interstitial phases (<5 kbar) respectively correlate with mid to lower and upper crustal depths. The authors suggest that, based on clinopyroxene chemistry, the composition of the melts corresponds to alkaline basalts formed in an intraplate (intracontinental rift) volcanism setting.

Material and Methods

Regional geology

The Alborz Mountains are a geological structural zone in the north of Iran, considered part of the northern margin of the Alpine Himalayan orogenic belt (Figure. 1a). The Alborz block is connected to the Caucasus Mountains in the northwest and is bounded by the Hindu Kush Mountains in the east (Zanchi et al., 2006). It was once part of the Gondwana plate during the early Paleozoic era. Comprising mainly platform-type lithofacies from the Neoproterozoic to the Quaternary age, the Alborz range is limited by the Caspian depression in the north and Central Iran in the south (Ghorbani, 2021). During the Ordovician to Silurian periods, the Alborz separated from Gondwana and eventually collided with the Eurasia plate in the Triassic (Alavi, 1991; Stampfli, 2000). Therefore, the Alborz can be considered an active mountain belt resulting from the collision between the Gondwana and Eurasia plates during the Triassic (Stocklin, 1974; Berberian and King, 1981; Sengor et al., 1988; Sengor, 1990; Stampfli et al., 1991; Sengor and Natalin, 1996; Guest et al., 2006). The Alborz is characterized by the dominance of platform-type sediments, including limestone and clastic rocks. Rock units from the Precambrian to the Quaternary have been identified, with some hiatuses and unconformities in the Paleozoic and Mesozoic (Ghorbani, 2021).

Volcanic activities during the Paleozoic and early Mesozoic in the Alborz were insignificant (Stocklin, 1974). However, in contrast, Upper Cretaceous volcanic rocks are widespread in Iran, particularly in the northern Alborz (Aghanbati, 2013). During the Cretaceous period, significant submarine volcanic

INTRODUCTION

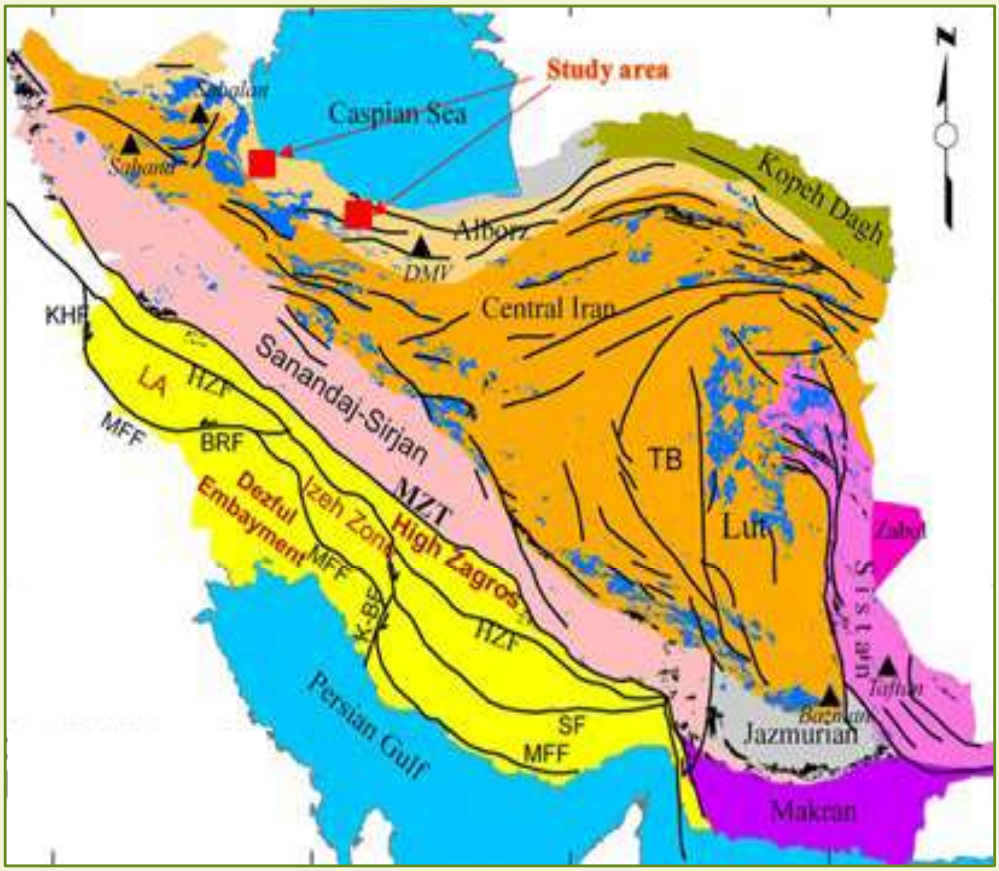
Cretaceous volcanic rocks are widely developed in two structural zones of Iran: in the northwest of the Sanandaj-Sirjan structural zone and the Alborz structure zone specifically in the northern Alborz (Ghorbani, 2021). Basaltic intraplate volcanism is abundant both in ocean basins and on continents, occurring throughout all geologic times. However, the cause for the generation of many intraplate volcanic provinces remains poorly understood (Krienitz et al., 2009). Expansive spatially and across geologic time, this phenomenon is complex due to both its causative magmatic processes and its interplay with Earth's mantle geodynamics and plate tectonic processes (Coffin et al., 2016). Hence, the current study aims to fill this gap by studying mineral chemistry in two different regions of the northern Alborz that have large outcrops of Cretaceous volcanic rocks.

Many researchers have studied the dynamic evolution of the northern Alborz Cretaceous basalts and other volcanic rocks. According to most reports from our study areas, Cretaceous volcanic rocks in the northern Alborz belong to continental intraplate alkaline volcanism and are associated in space and time with extensional tectonics, specifically with rifting events (Aghazadeh, 2002; Haghnazar et al.,2008 Haghnazar and Malakotian, 2009; Haghnazar, 2009; Haghnazar et al., 2009; Haghnazar, 2011; Haghnazar et al., 2011; Haghnazar, 2012; Haghani and Taki, 2012; Abdi et al., 2014; Doroozi; 2014; Haghnazar et al., 2015; Doroozi et al., 2015; Akmali, 2016; Haghnazar et al., 2016; Doroozi et al., 2016; Arghaee, 2017; Moradi, 2017; Taki, 2017; Delavari et al., 2018; Jafari Sough et al., 2018; Amani et al., 2020; Arghaee and Ghorbani, 2021; Amani et al., 2021; Arghaee and Ghorbani, 2022; Arghaee, 2024). Additionally, some researchers believe that the high volume of Late-Cretaceous volcanics in the northern Alborz is probably related to a significant mantle thermal perturbation associated with asthenosphere upwelling and plume activity (Arghaee, 2017; Delavari et al., 2018; Namvar, 2018; Arghaee et al, 2024).

Haghnazar (2009) conducted a study on the JavaherDasht area as part of his PhD thesis. According to his research, the JavaherDasht Basalts exhibit a compositional range from olivine basalts to quartz basaltic andesites. The investigation involved analyzing the incompatibility element patterns and comparing the data with the crustal range. Additionally, the study explored the isotopic ratios 143Nd/144Nd and 87Sr/86Sr, which revealed that these basalts are associated with intra-continental rift magmatism. Furthermore, the study indicates that the basalts formed at depths of less than 60 km under pressures ranging from 15 to 20 kbar. In a separate work, Haghnazar et al. (2015) investigated cretaceous pillow basalts in the northern part of the Alborz Mountains, located in the east of Gilan province (north of Iran). Their research revealed that the pillow lavas primarily consist of olivine basalts. Geochemically, these rocks exhibit transitional or alkali series characteristics and show evidence of crustal contamination. When plotted on tectonic setting diagrams, the pillow lavas align with the terrain of intra-continental rift basalts and are comparable to the transitional Ethiopian rift basalts. Geochemical analyses suggest that the pillow basalts derive from a spinel-lherzolite mantle source and originated at depths of less than 60 km, with less than 15% partial melting.

Doroozi et al. (2015) propose that Cretaceous basalts in the south Marzanabad area, located in the northern part of the central Alborz, are associated with an extensional rift basin that originated during the Cretaceous period. Based on Rare Earth Element (REE) data from the south Marzanabad region, they believe that alkaline volcanism occurred due to the extension and partial melting of the asthenospheric mantle within the rift basin. The presence of magmatic chambers along the ascent path of magma could lead to crystal fractionation. Akmali (2016) conducted her master's thesis on the petrology of Cretaceous volcano-sedimentary rocks in the NatashKuh district, situated in the eastern Deylaman area of eastern Gilan. Her study area, known as NatashKuh, lies approximately 43 km south of Syahkal City (near Lahijan City, where our samples are located). Field evidence, particularly

Geospatial Abstract



Declaration of Readiness for Cooperation Yes No

Prepare to share experiences Yes No

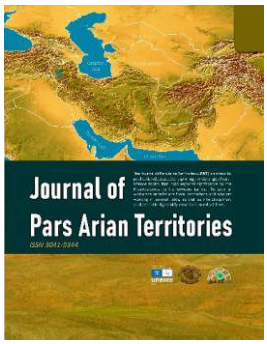
Rowshanak Arghaee

JPAT ISSN: ISSN 3041-9344
Journal of Pars Arian Territories (2024) 1:3, 1-22
https://doi.org 10.61186/jpat.2024.3.5

Research Paper

Mineral Chemistry of Cretaceous Basaltic rocks in the Northern Alborz, Iran

Rowshanak Arghaee[1], Telmo M. Bento dos Santos[2], José Francisco Santos[3]
Mansour Ghorbani[1], Shervin Arghaei[4]



Abstract

Cretaceous basaltic rocks are widely developed in the northern Alborz in northern Iran. The study area consists of JavaherDasht area in the east of Gilan province and NarenjLengeh village in the south of Lahijan in the west of Gilan province. In this paper, we present new geochemical data from electron microprobe analysis (EPMA) of clinopyroxene, magnetite, plagioclase, and alkali feldspar in Cretaceous basaltic rocks from the northern Alborz region of Iran. Electron microprobe analyses of clinopyroxenes from the northern Alborz Cretaceous basalts reveal that their composition ranges between augite to diopside. Most of these clinopyroxenes are enriched in Ti. Augite is commonly associated with high Ti basalts. Based on the Geothermometery and Barometry of clinopyroxene, a temperature range of 1000◦C–1200◦C and estimated pressures ranging from 1 to 8 kbar were obtained for clinopyroxene crystallization. We suggested that the magma chamber is in the upper crust to the middle crust for their crystallization. Plagioclase exhibits pronounced normal zoning and its composition shifts from bytownite to oligoclase in the ternary feldspar diagram. Core-to-rim compositions, with sanidine dominating characterize the alkali feldspar. Titanomagnetite is the predominant iron titanium oxide in JavaherDasht samples, indicating they were formed under elevated temperatures. The titanomagnetite from the JavaherDasht area all fall into the HM category, indicating high fugacity and temperatures ranging from 700°C to 800°C. Petrographic evidence from our samples also supports the observation of increased oxygen fugacity in the magma. Mineral compositional data and the geothermobarometry of basaltic rocks of the northern Alborz represent extensional tectonics during the Cretaceous.

ARTICLE HISTORY
Received: 6 August 2023
Revised: 8 September 2023
Accepted: 9 October 2023

KEYWORDS
Northern Alborz, Clinopyroxene, Cretaceous basaltic rocks, Microprobe

CORRESPONDING AUTHOR AFFILIATION

[1]Faculty of Earth Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[2] Department of Geology, Faculty of Sciences of the University of Lisbon, Portugal

[3] Geobiotec, Department of Geosciences, University of Aveiro, Aveiro, Portugal

[4] Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Cite this article:

Arghaee, Rowshanak; dos Santos, Telmo M. Bento, Santos, José Francisco; Ghorbani, Mansour, Arghaei, Shervin (2024) Mineral Chemistry of Cretaceous Basaltic Rocks in the Northern Alborz, Iran. Journal of Pars Arian Territories 3:1-22
DOI: 10.61186/jpat.2024.3.5

Publisher: Pars Arian Insistue

[1]arghaee.rk@gmail.com

consumes 90% of the country's water supply, has exacerbated the issue through excessive water use, groundwater extraction, and unauthorized wells. As a result, land subsidence and aquifer depletion continue to threaten Iran's water security. Addressing this crisis demands urgent national reforms in water management, emphasizing integrated watershed planning, sustainable development, and a comprehensive legal framework to align cross-sectoral policies.

The article Geomythology and Aspects of Sacredness: Jam and Riz Caves, Bushehr Province, Southern Iran, written by Abdi, explores geomythology and its relevance within Iran's cultural landscape. The study draws comparisons with similar cases across Iran's historical and sacred sites. As part of this issue's thematic focus, it also highlights the contributions of the renowned Iranian scientist Avicenna, showcasing his perspectives on earth sciences.

Mansour Ghorbani
Director-in-Charge
Tehran-Iran

Preface

This issue of *Pars Arian Territories* features a diverse selection of articles in Earth Sciences, highlighting key regional studies that provide valuable insights into geological and archaeological phenomena. While many of these articles are case studies, their broader implications and contributions to regional generalizations made their publication a priority, aiming to bridge existing research gaps.

Among the notable contributions, Arghaee et al. examine the mineral chemistry of Cretaceous basaltic rocks in Northern Alborz, Iran. Their study utilizes electron microprobe analysis to assess clinopyroxene, magnetite, plagioclase, and alkali feldspar composition. Findings reveal that clinopyroxenes range from augite to diopside, with significant Ti enrichment. Geothermometry and barometry indicate crystallization temperatures of 1000°C–1200°C and pressures of 1–8 kbar, suggesting magma chamber placement in the upper to middle crust. Additionally, plagioclase exhibits normal zoning, shifting from bytownite to oligoclase, while sanidine dominates alkali feldspar. Titanomagnetite samples from Javaher Dasht indicate high-temperature conditions (700°C–800°C), supporting extensional tectonic activity during the Cretaceous.

Hassanzadeh et al. explore Tappeh Khanileh: New Evidence of Chalcolithic and Iron Age Occupations from Northwest Kermanshah Plain, Central Zagros. Their research confirms that Tappeh Khanileh, near Ravansar and Kermanshah, has been continuously inhabited since the Chalcolithic period through Islamic times. Excavations at multiple mounds revealed pottery dating to the 4th and 1st millennia BC, while the discovery of Neo-Assyrian jars (7th century BC) suggests the presence of either a cemetery or settlement in the region.

Hozhabari et al. present a methodological framework for determining the core and buffer zones of Kouhin Mountain Caves in Tafresh County, adopting a karst-based approach for geological conservation and site management.

Several articles in this issue delve into rare global geological phenomena with potential geotourism appeal. Raisi's article, Effecting Factors on Surface Temperature of Gandom Beryan: The Hottest Point on Earth, sheds light on Gandom Beryan, a basaltic mesa in Iran's Lut Desert, known for its extreme surface temperatures. Using thermal remote sensing and field studies, the research identifies peak temperatures of 76°C, influenced by factors such as low altitude, arid conditions, and basaltic rock composition. Southern areas with intact basalt reflect more heat than fragmented northern sections. By featuring these significant studies, this issue aims to advance scientific discourse, deepen understanding of Earth's dynamic systems, and foster greater exploration of Iran's geological and archaeological landscapes.

In A Comprehensive Review of Iran's Water Resources: Challenges, Utilization, and the Urgent Need for Watershed-Based Management, Fathi examines Iran's ongoing water crisis, attributing its worsening conditions to population growth, urbanization, drought, climate change, and unsustainable development. Over the past decade, annual rainfall has declined by 6%, while surface runoff has dropped by over 46%. Groundwater resources remain critically overexploited, with 291 plains classified as prohibited. Agriculture, which

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

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. 3
2024

3

1-126

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