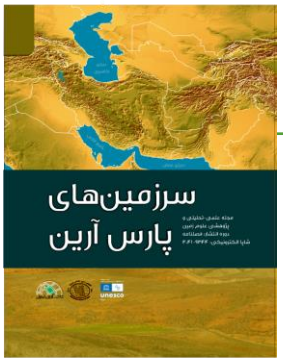
فصلنامه سرزمین‌های پارس آرین
سال اول، شماره سوم، بهار ۱۴۰۳ صص. ۲۱-۱
DOI:

مقاله پژوهشی

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

علی هژبری[1]، حبیبه نوروزی، مریم محب علی، قاسم عیسی آبادی، سعید فتحعلی، کمال طاهری



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.

استناد: ، هژبری، علی، نوروزی، حبیبه، محبعلی، مریم، عیسی آبادی، قاسم، فتحعلی، سعید، کمال طاهری (۱۴۰۳). تعیین عرصه و حریم حفاظتی غارهای کوهستان کوهین شهرستان تفرش با رویکردی کارست محور، *سرزمین های پارس آرین* ۳(۲۰-۱)

CC BY NC

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

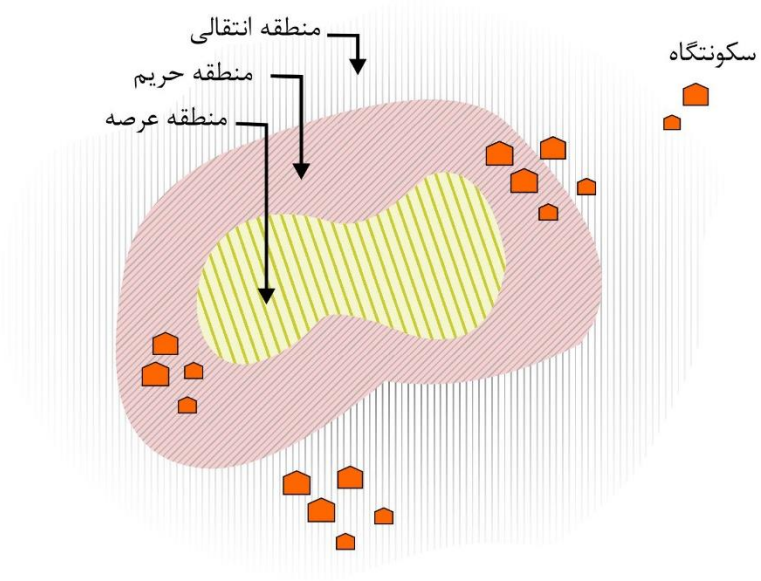
واژگان کلیدی
عرصه و حریم
غارهای کارستی
غارهای تفرش
علیخورنده

وابستگی سازمانی نویسنده
پژوهشگاه میراث فرهنگی، تهران، ایران

[1] majid.naderi@gmail.com

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 انفعلالت 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 توذه 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). .

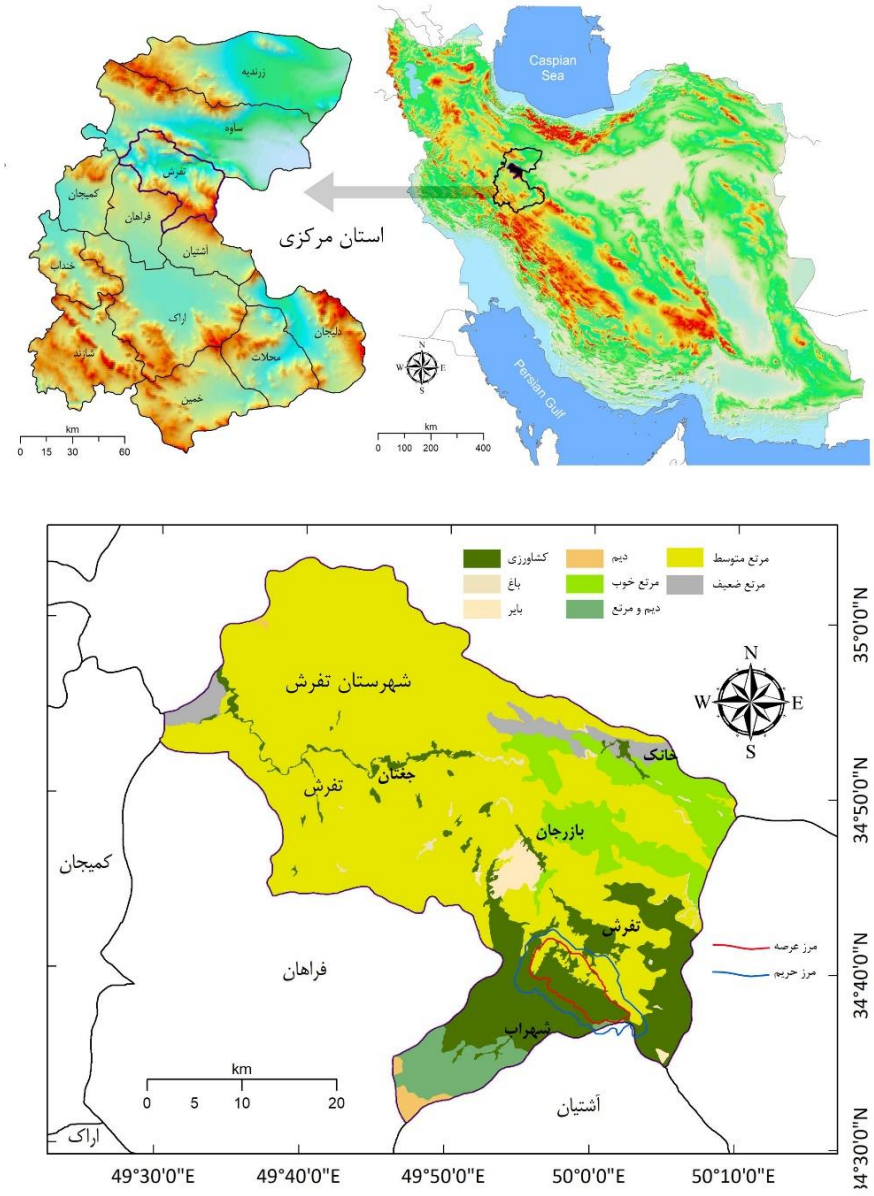
انواع منابع طبیعی با ارزش مانند آب (Goldscheider et al., 2020)، مصالح ساختمانی، انرژی هیدروکربنی، تنوع زیستی و زیبایی شناسی گردشگری در این محیطها به وفور یافت می شوند. ارزش های فرهنگی و زیبایی زمین شناسی یا ژئومورفولوژی و طبیعی، مناطق کارستی را به یکی از چشمگیرترین مناظر تگردشگری و باستانی جهان تبدیل 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 نوویی 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 گذرد. 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.

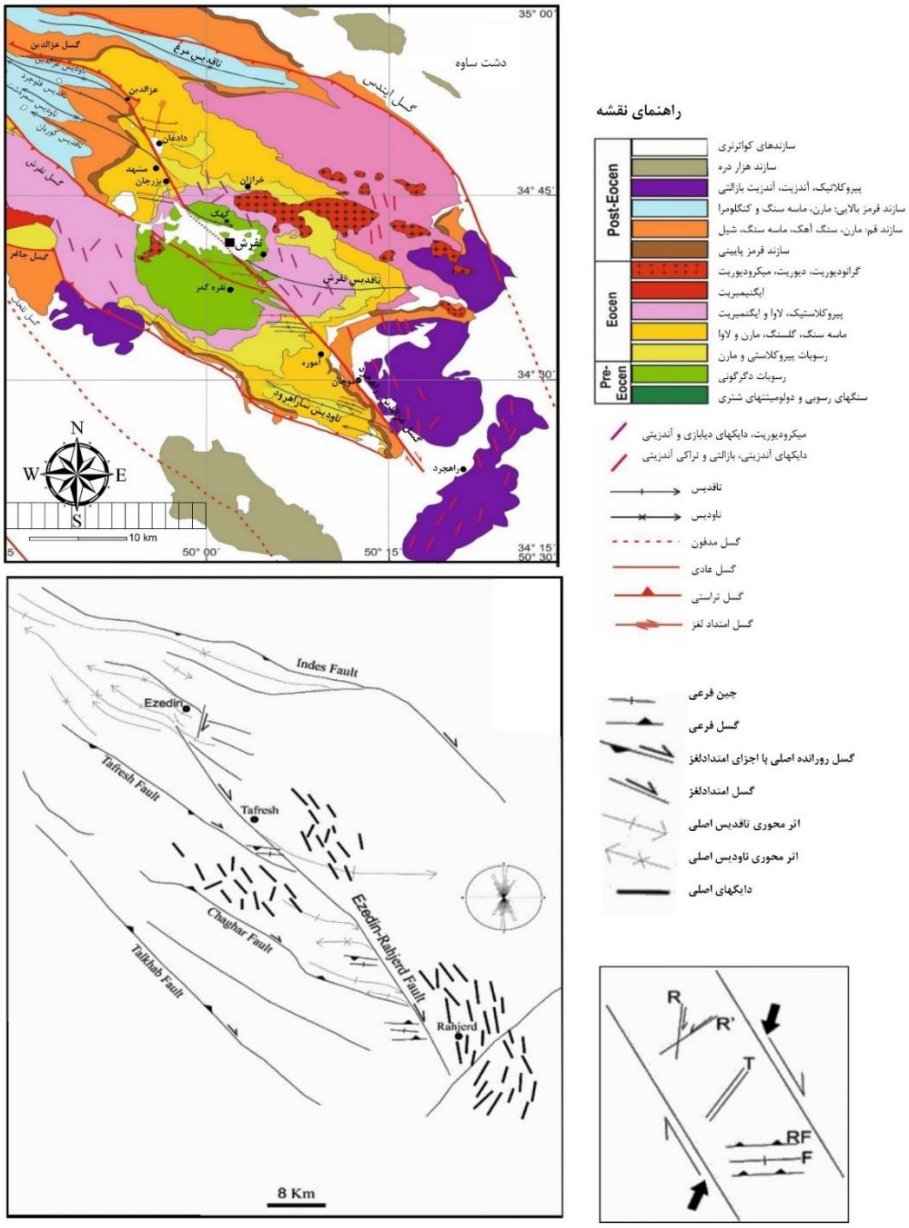
گسله عزالدین–راهجرد از روستای عزالدین آغاز و از زوستاهای دادغان، مشهد ، بازرگان، آمره و موچان و شهر تفرش می گذرد و تا نزدیکی راهجرد ادامه می یابد. این گسله توسط داودی ۱۳۹۹معرفی شده است. این گسله باعث جابجایی واحدهای کرتاسه تا واحدهای جوانتر از ائوسن شده است. گسلهای تفرش و چاقر با برخورد به این گسل محدود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



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. T: شکستگی 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.

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.

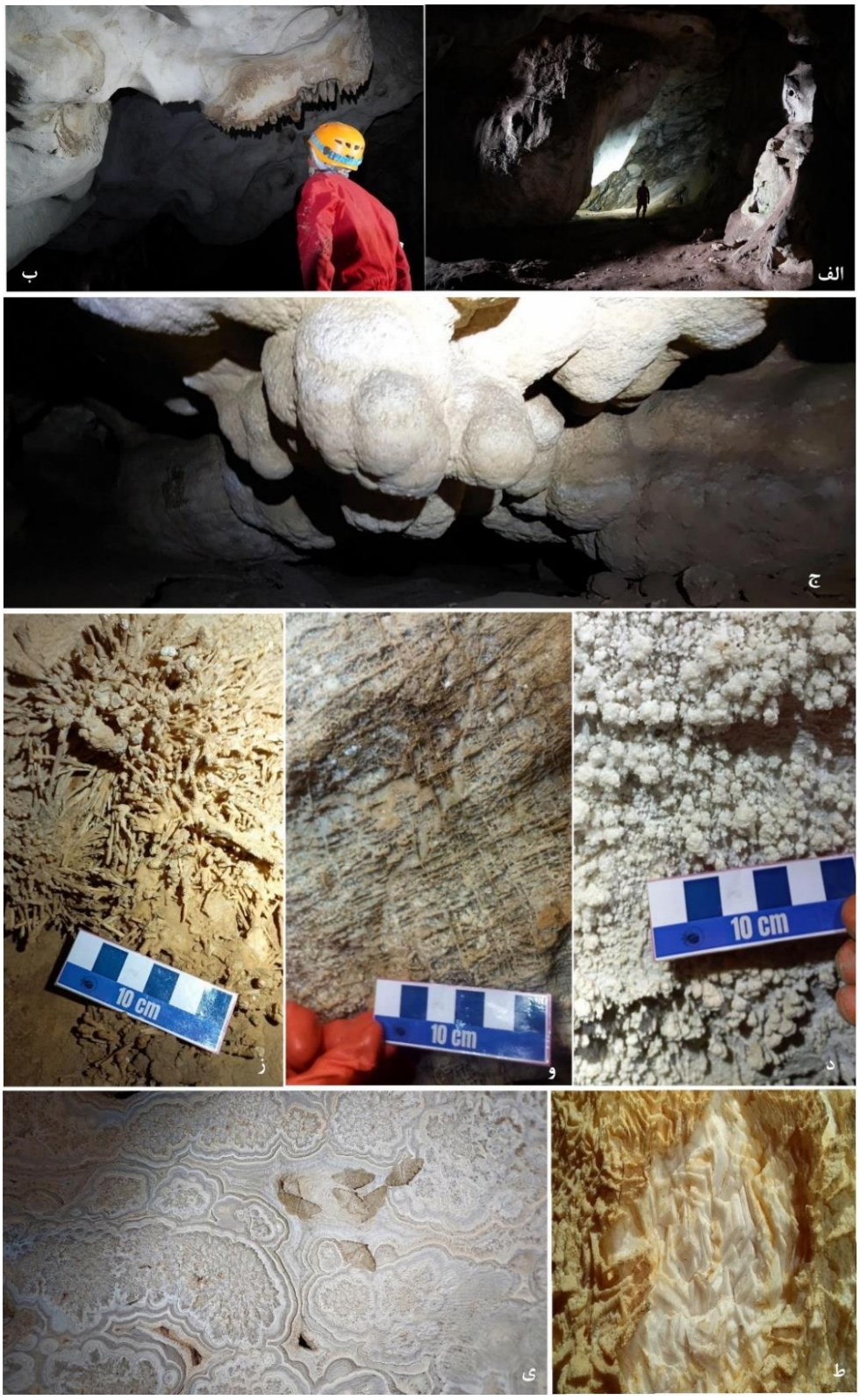
ژنز غارهای تفرش

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.

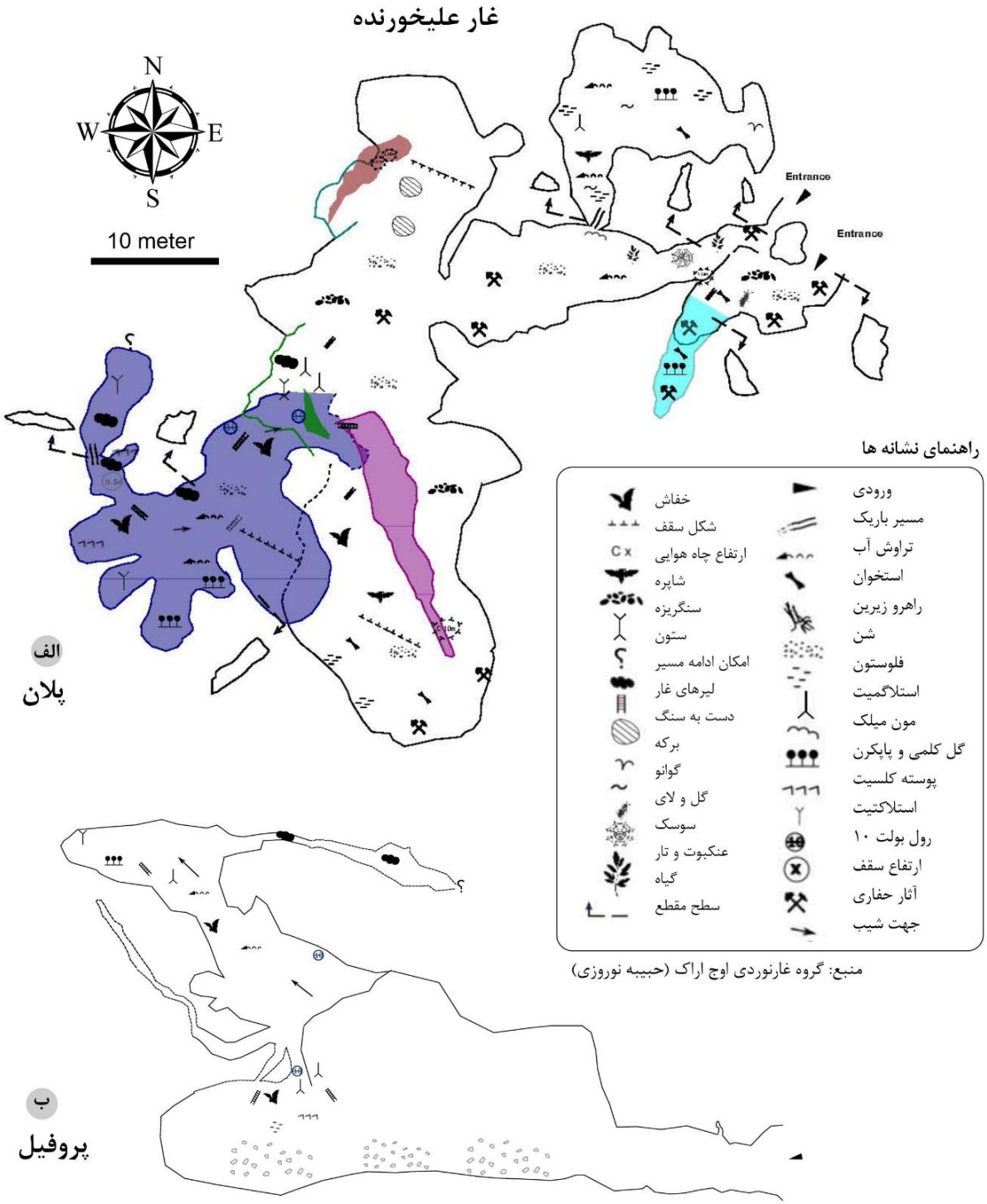
گسل رورانده تفرش باعث راندگی سازند نایبند بر روی سازند شمشک شده است. باتوجه به ماهیت انحلال پذیری سازند نایبند و با توجه به زون شکستگی که در برخی نواحی لبه کوهستان کوهین آثاری از خش گسلی دیده می شود غار علیخورنده به شکل معابری نامشخص و غاری تقریباً ساده با انشعابات کم است(شکل). با این حال دو روند شمالی–جنوبی 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.

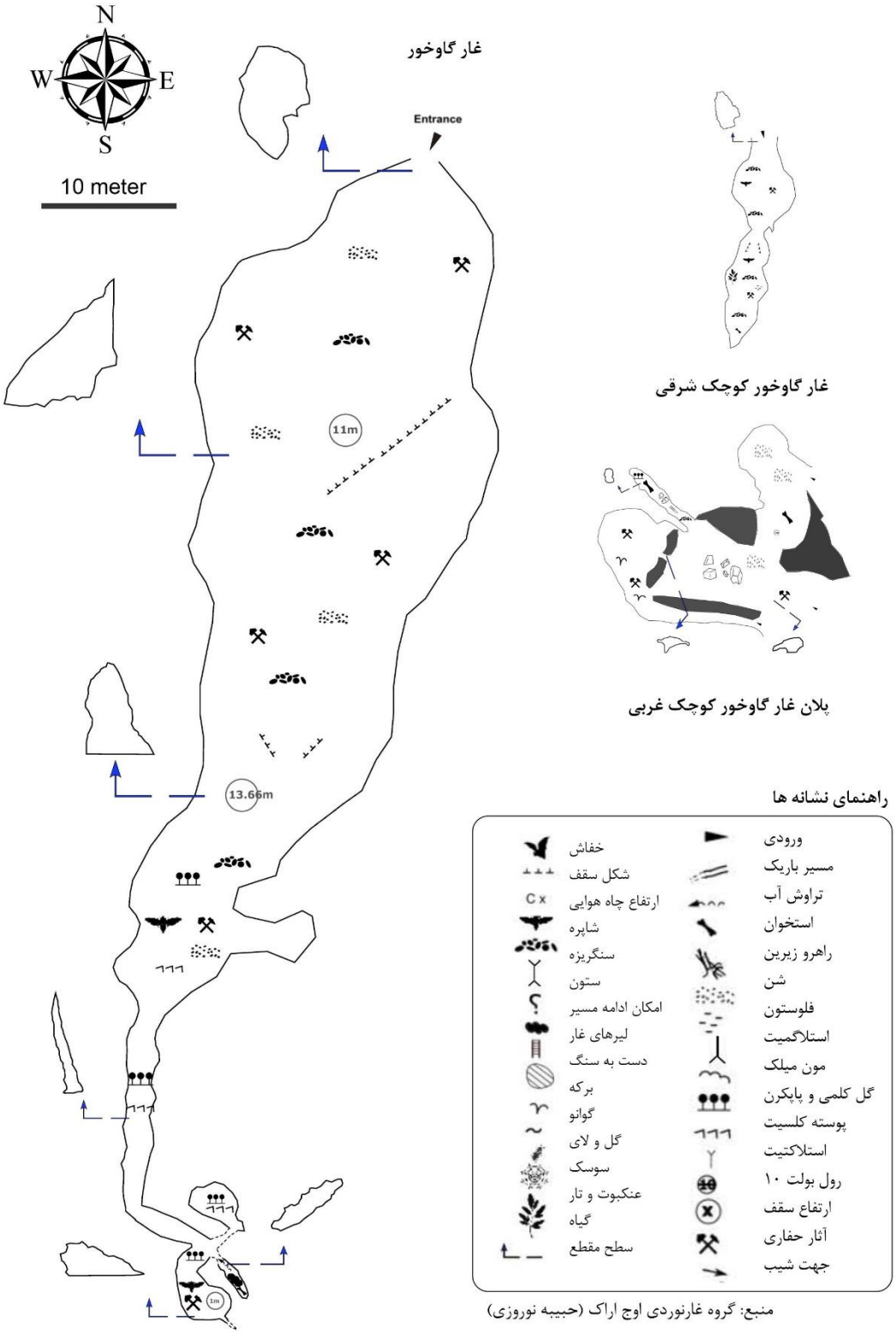
شکل٤ : الف: ورودی غار گاوخور و وجود ساختار گسلی، ب: دهانه غار گاوخور، ج: کانیون غاری در انتهای غار که مشخصاً ساختار گسلی در تکوین غار را نمایش می دهد، د، نمای چشمه/قنات کوهین از غار علبیخورنده، اشکال انحلالی سقف غار و نهشته های غار گاوخور (و ، ز)



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: آشکالِ مثلّثی ی:اشکال گل کلمی، عکسها از حبیبه نوروزی

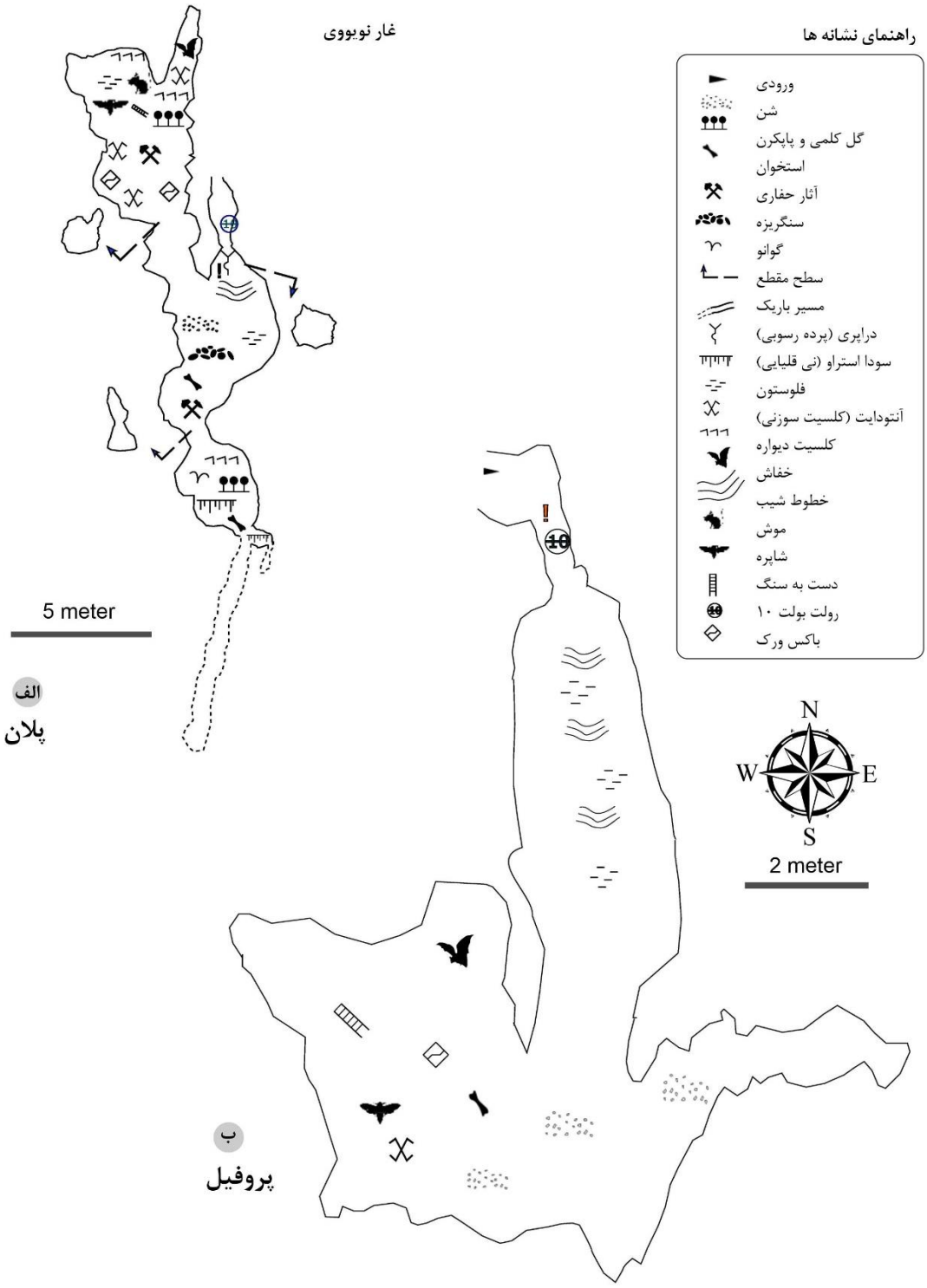


شکل ٦: پلان و پروفیل غار علیخورنده (منبع: گروه غارنوردی اوج اراک–حبیبه نوروزی)



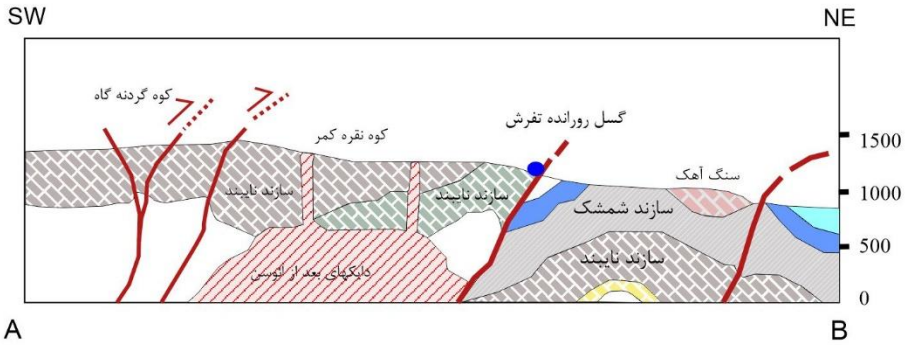
منبع: گروه غارنوردی اوج اراک (حبیبه نوروزی)

شکل ۷ : غار گاور خور اصلی و گاوخور کوچک شرقی



شکل۸ : پلان و پروفیل غار نویووی

در شکل...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 نایند 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

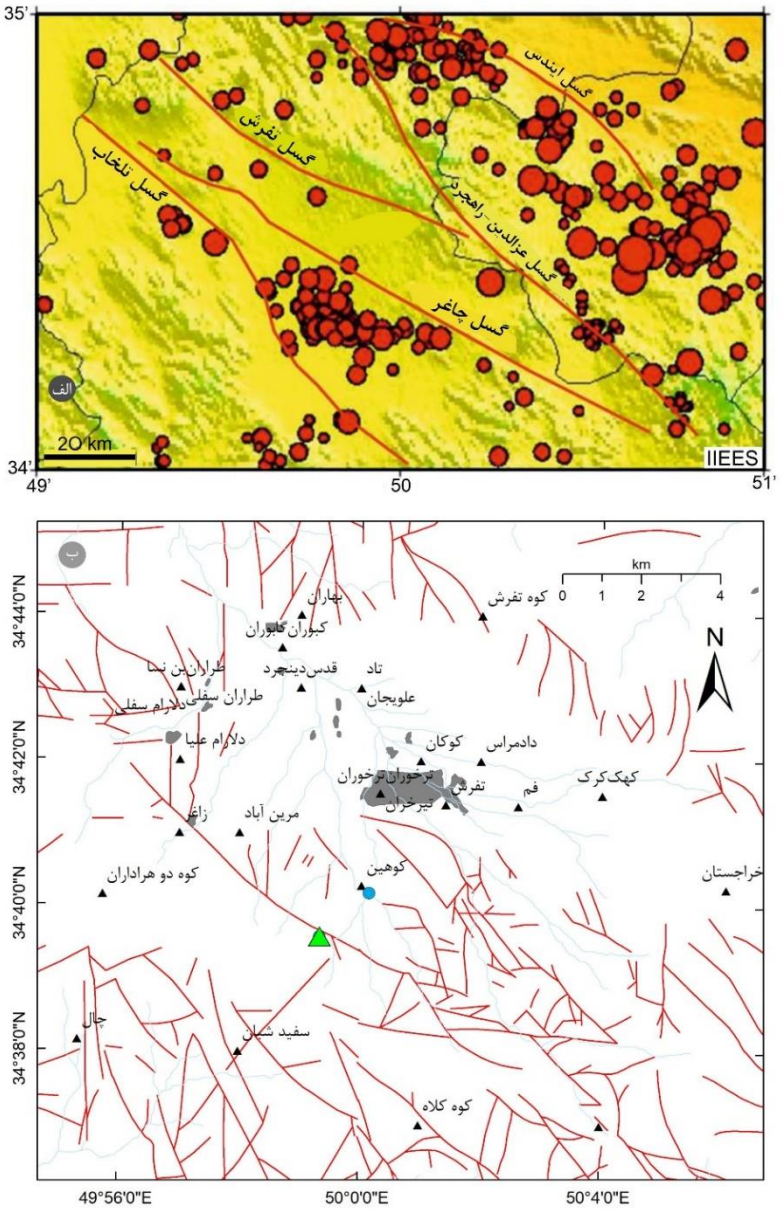
باتوجه به مطالعات لرزه خیزی در منطقه، نقشه گسترش گسلها و زمین لرزه های تاریخی زونهای خطر احتمالی تهیه گردید (شکل). بر اساس بررسی های انجام شده تفرش در ایالت لرزه خیزی ایران مرکزی واقع است. باتوجه به لرزه های تاریخی و تراکم گسلهای منطقه، امکان لرزه خیزی منطقه بالا بوده و احتمال فعالیت گسلی در زمان حال 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 پدیرش 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

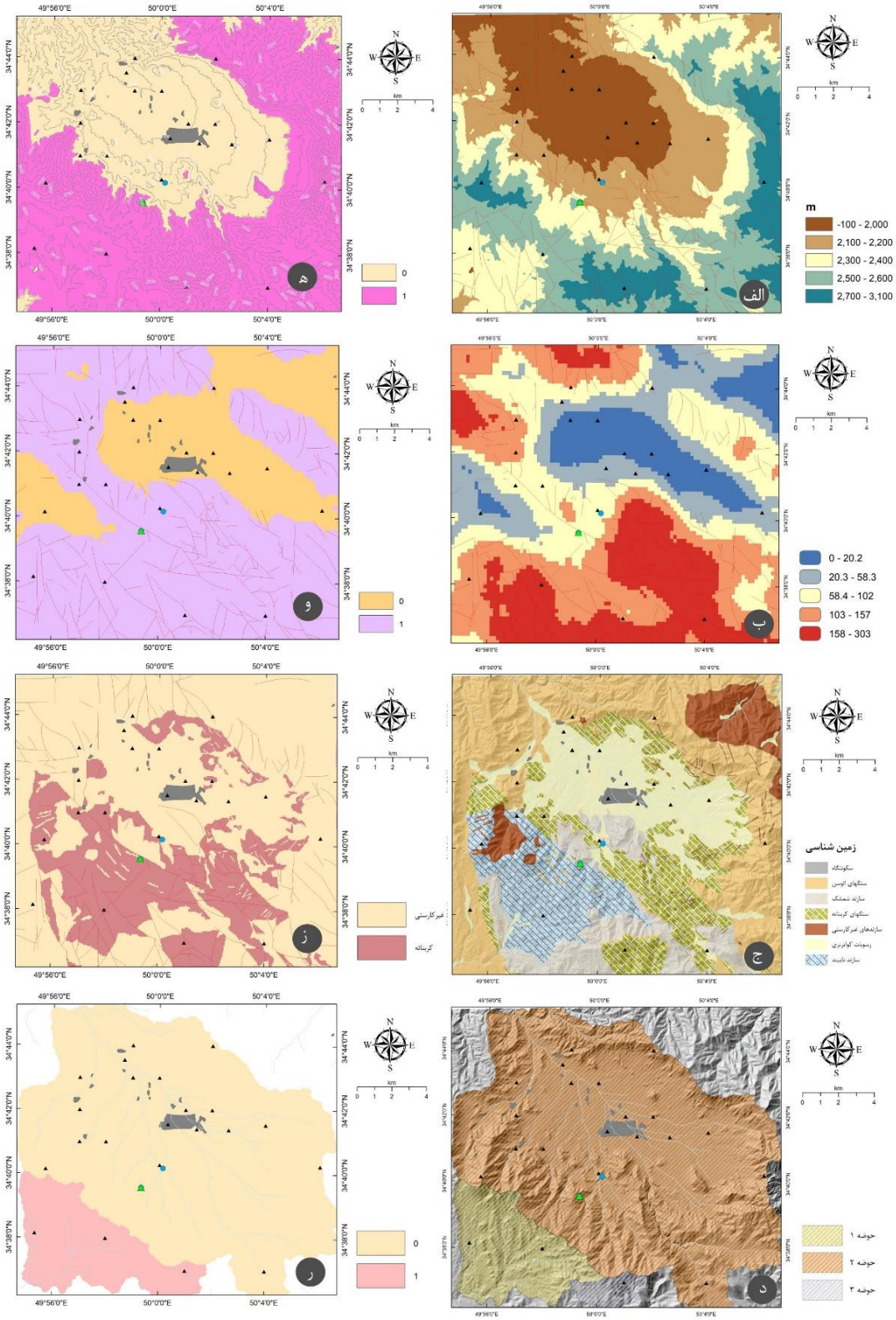
باتوجه به آنچه که گفته شد نقشه های وزندار چهارگانه با استفاده از منطق بولین مطابق شکل...تهیه گردید. بعد از تهیه لایه های موضوعی با استفاده از عملگر AND لایه ها روی هم قرار گرفته و با تصحیح کارشناسی محدوده عرصه و حریم مطابق نقشه شکل...تهیه گردید. باتوجه به شرایط انتخابی عرصه با ۴۲.۴ کیلومتر مربع و حریم 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

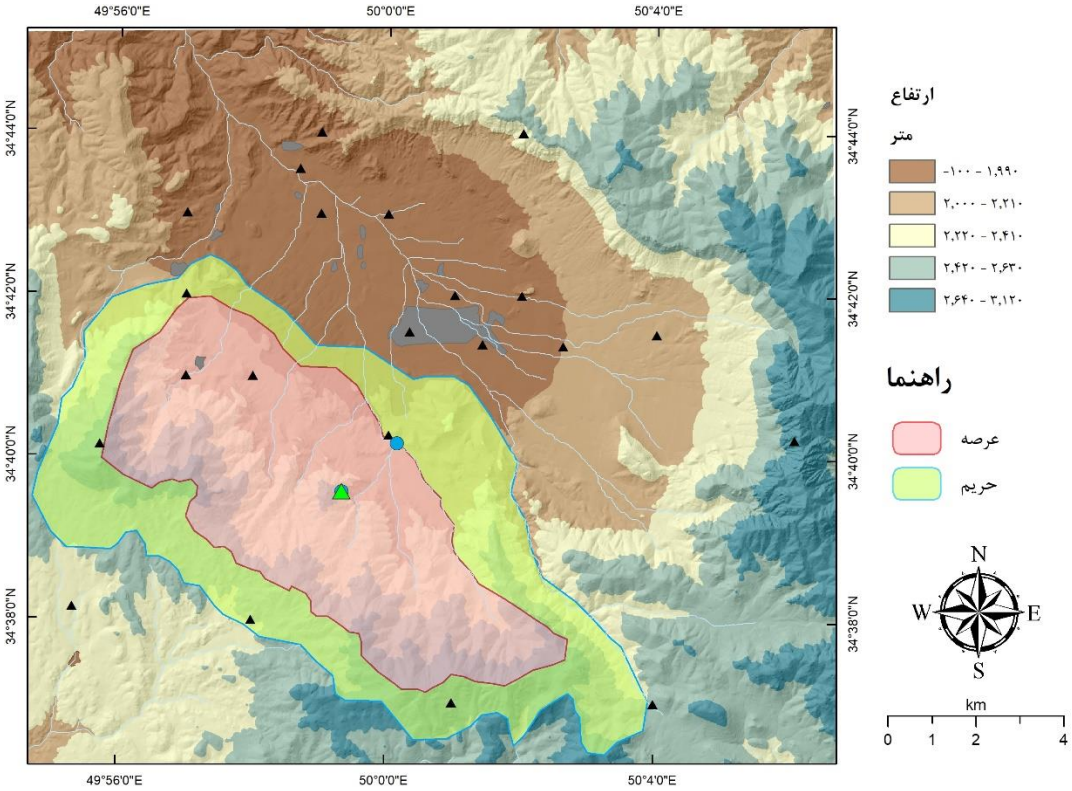
۱- هرگونه تغییرکاربری، ایجاد لرزه های القایی اعم از معدنکاری یا برداشت منابع قرضه در محدوده عرصه ممنوع است.
۲- ایجاد راه دسترسی باید مطابق شرایط فیزیکی توده کوهستان بوده و بدون استفاده از مصالح سنگین یا آتشباری ایجاد گردد.
۳- درختکاری، کشاورزی دیم و سایر فعالیتهای معمول در عرصه با تایید شورای فنی وزارت 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.



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

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. 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.