



دیدگاه

غار گچی در دامنه‌ی شمالی کوه دراک

بررسی مخاطرات سازهای از دیدگاه هیدروژئولوژی



سید آهنگ کوثر
دکترای آب خاک گیاه



مجتبی پاکپور
دکترای منابع آب



عبدالرضا سبوقی
کارشناس ارشد هیدروژئولوژی

یادآوری

فصل‌نامه‌ی «گزارش» به دلیل اهمیت موضوع، هم‌چون شیوه‌ی همیشگی خود آماده‌ی پذیرش و چاپ دیدگاه‌های کارشناسی دیگر و حتی کاملاً متفاوت در این زمینه است.

چکیده

غار، آب‌فروچاله و ... قابل مشاهده است. در این منطقه شرایط تکتونیکی خاصی حاکم و گسل‌هایی هم‌چون سبزه‌پوشان، قلات و سایر گسل‌های فرعی وجود دارد. با توجه به مشاهده‌ی غار گچی در این منطقه، مشاهدات صحرایی و مطالعاتی بر این غار گچی، اعم از توسعه‌ی کارست تبخیری و مخاطرات ناشی از انحلال گچ و پدیده‌های کارستی منطقه از دیدگاه هیدروژئولوژی انجام گرفته است.

در بخش شمالی تاق‌دیس سنگ آهکی دراک در جنوب غربی شیراز، علاوه بر سازند رازک با رُخنمون وسیعی از مارن‌های خاکستری، سبز و قرمز، سازند گچی - مارنی گچساران متشکل از لایه‌های گچ (ژپیس گچ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) با ضخامت‌های متفاوت و مارن قابل رویت است. با توجه به شرایط خاص هیدروژئولوژی، توسعه‌ی کارست تبخیری و انحلال گچ در این منطقه قابل مشاهده بوده و پدیده‌های کارستی از جمله

درویش زاده (۱۳۷۰) لیتولوژی سازند رازک را متشکل از مارن‌های سیلتی قرمز تا سبز و خاکستری همراه با لایه‌های فرعی آهک سیلتی توصیف کرده است. سازند رازک در فارس داخلی گسترش زیادی داشته و از جنوب و جنوب غرب با سازند گچساران تقریباً هم عرض می‌شود. سازند گچساران از سمت جنوب شرق (فارس ساحلی) تا جنوب و جنوب غرب گسترش داشته؛ به گونه‌ای که در فارس ساحلی از سه بخش چهل، چمپه و مل با لیتولوژی انیدریت (CaSO_4) با آهک نازک لایه همراه با مارن تا مارن‌های گچ‌دار قرمز تا خاکستری متمایل به سبز دیده می‌شود. Bahroudi & Koyi (۲۰۰۴) با بررسی سازند گچساران، شرق گسل قطر - کازرون را به عنوان زیرحوضه‌ی بدون نمک فارس و غرب این گسل را به عنوان زیر حوضه‌ی نمکی دزفول معرفی کرده‌اند. این سازند در خوزستان به هفت بخش (member) تقسیم شده که سه بخش از قشر ضخیم نمک و بقیه‌ی بخش‌ها متشکل از انیدریت، مارن و آهک‌های نازک لایه هستند (James & Wynd 1965).

بر پایه‌ی گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز (۴) «سازند گچی - مارنی گچساران، در منطقه‌ی مورد بحث در بر دارنده‌ی تناوب لایه‌های سبتر تا بسیار سبتر گچی در تناوب با مارن است. تناوب لایه‌های مارنی با رنگ‌های سبز مایل به خاکستری و قرمز همراه با ترکیبات گچ دار ... است.»

در ادامه‌ی این گزارش گفته شده: «بنابراین بخش مارنی معادل (هم ارز) سازند رازک و بخش گچی - مارنی معادل (هم ارز) با سازند گچساران در نظر گرفته شده است و با توجه به این که در بخش‌های شمال غربی سازند گچساران و بخش‌های جنوبی سازند رازک گسترش دارد، چنین می‌نماید که محدوده‌ی مورد بررسی بخش از پهنه‌ای است که دو سازند رازک و گچساران با مرزی تدریجی و بین‌انگشتی تغییر رخساره داده و به هم تبدیل می‌شوند.» هر چند نقطه‌نظر (اختلاف نظر) های متفاوتی پیرامون گستره و رخنمون سازند گچساران در بخش شمالی تاقدیس دراک و حتی منطقه‌ی خان زنیان وجود دارد، اما در هر صورت وجود لایه‌های ضخیم تا بسیار ضخیم گچ در بخش شمالی کوه دراک واقعیتی انکارناپذیر است.

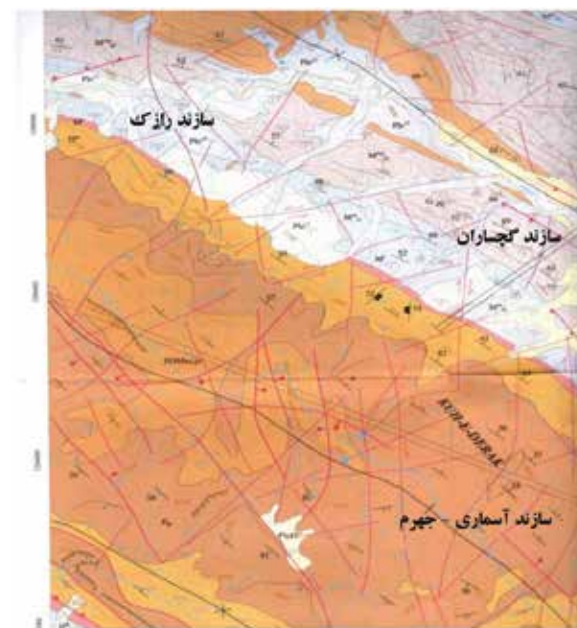
آشنایی با کارست

به زبان ساده کارست عبارت است از ناحیه‌ای با هیدرولوژی و شکل زمین مشخص با ویژگی حلالیت زیاد سنگ و توسعه‌ی تخلخل ثانویه (Ford & William 2007). عوامل پیش‌برنده‌ی فیزیکی، شیمیایی و هیدروژئولوژی متعددی در توسعه‌ی فرآیند کارست در یک منطقه دخالت دارند که از آن جمله می‌توان به میزان بارش، فشار جزئی CO_2 ، دما، ارتفاع، عوامل تکنیکی، ضخامت سنگ‌های قابل حل، لایه‌بندی و جنس سنگ اشاره کرد (White 1988).

میزان انحلال نمک (Halite - NaCl)، (ژپیس گچ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و سنگ آهک (CaCO_3) به ترتیب ۳۶۰، ۲/۴ و کم‌تر از ۰/۱ گرم بر لیتر است (Ford & Williams 2007). بدین ترتیب کارستی شدن (انحلال) در ژپیس با سرعت بیش‌تری نسبت به سنگ‌های کربناته، به واسطه‌ی حلالیت بیش‌تر، رخ می‌دهد (Gutierrez & Cooper 2013). بزرگ شدگی انحلالی مجاری

گستره نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز (۴) در بردارنده‌ی مساحتی نزدیک به ۱۷۰ کیلومتر مربع بوده و پهنه‌ی غربی و شمال غربی دشت شیراز را پوشش می‌دهد (تصویر ۱). بر اساس این نقشه و گزارش مربوط به آن، در منطقه‌ی مورد مطالعه سازندهای مختلفی همچون سنگ آهک آسماری - چهرم، ماسه سنگ آغاچاری، مارن‌های رازک و گچ - مارن گچساران قابل مشاهده هستند. تاقدیس دراک متشکل از سازند سنگ آهکی آسماری - چهرم در جنوب غربی شیراز رخنمون داشته و شیب لایه‌ها در بخش‌هایی از یال شمالی تاقدیس دراک بسیار زیاد است. در این تاقدیس، گسل‌های متعددی در راستاهای مختلف قابل مشاهده است. در شمال و شمال شرقی تاقدیس دراک، سازند گچ - مارنی گچساران و سازند مارنی رازک رخنمون دارند. در نزدیک یال شمالی کوه دراک، لایه‌های گچی سازند گچساران ضخیم‌تر و با فاصله گرفتن به سمت شمال - شمال شرق، لایه‌های گچ با ضخامت کم‌تر، در بین لایه‌های مارن به تناوب دیده می‌شوند. مارن‌های سازند رازک با رنگ‌های متنوع خاکستری، سبز و قرمز در این منطقه به خوبی قابل مشاهده هستند.

بر اساس گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز (۴) «مهم‌ترین پدیده‌ی تکتونیکی منطقه، رخنمون گسل عظیم سبزویشان با راستای تقریبی شمالی - جنوبی است که شاخه‌های فرعی این گسل در بخش شمال شرقی کوه دراک و قلات هم راستا با روند زاگرس شمال غرب - جنوب شرق تداوم می‌یابد. در بخش غربی گسل سبزویشان، سازند رازک با دو رخساره‌ی متفاوت گچی و مارنی رخنمون دارد که بیان‌گر مرز تدریجی و بین‌انگشتی رخساره‌ی سازند مارنی رازک به سازند گچی گچساران است و با توجه به تدریجی و بین‌انگشتی بودن این تغییر رخساره، بخش مارنی معادل سازند رازک و بخش گچی معادل سازند گچساران در نظر گرفته شده است.»



تصویر ۱: بخش جنوب غربی نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز (۴)



کارستی یک فرایند خود فزاینده (Self-acceleration process) است به عبارتی با بزرگتر شدن مجاری کارستی حجم بیش تر تخلیه شده که این امر خود باعث انحلال بیش تر می شود (James 1992). کیانی و همکاران با بررسی اثر انحلال گچ در سد گتوند و مدل های به کار رفته، افزایش حلالیت ۷۵ تا ۳۰۰ برابری، به واسطه ی انحلال گچ را مشاهده کرده اند (Kiani et al 2008).

تعداد مقالات در دسترس و یا گزارش هایی در مورد کارست تبخیری (Evaporite Karst) در مقایسه با مقالات کارست آهکی کم تر است. این امر را (به رغم گستردگی و وسعت سنگ های تبخیری در سطح زمین)، می توان به علت عدم انتخاب سنگ های تبخیری برای احداث سازه به خصوص جایگاه سد به علت حلالیت زیاد این نوع سنگ ها و یا عدم مستندسازی، در بسیاری از کشورها دانست (Warren 2006). پدیده های کارستی در اثر انحلال سنگ میزبان، در سطح و درون زمین ایجاد می شوند. مهم ترین پدیده های کارستی سطحی؛ کارن (Karren) فرورفتگی و برآمدگی سطح سنگ بر اثر قطرات باران، آب فروچاله (Sinkhole)، آبراهه های کارستی، پلیه / پولزه (polje) و چشمه های کارستی هستند. از مهم ترین پدیده ی کارستی درونی نیز می توان به غار (Cave) مجاری و کانال های زیرزمینی اشاره کرد.

دیدگاه ها

مصباح و همکاران (۱۳۹۶) مجله ی شماره ی ۹۳ « گزارش » سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس با عنوان « چرا نباید سد تنگ سرخ را در بالادست کلان شهر شیراز ساخت ؟ » دلایل علمی رد ساختن سد تنگ سرخ از جمله نزدیکی محل سد به گسل ها به ویژه گسل سبزپوشان و بالا آمدن کوه دراک در اثر حرکت صفحات تکتونیکی و خطر ایجاد لغزش، ریزش و نشست ناهمسان زمین؛ وجود آب فروچاله و لایه های گچی و مارنی فراوان در محل بنای سد و مخزن آن و فرار آب از آن ها؛ تولید رسوب فراوان از اراضی حوضه ی سد، پر شدن سریع مخزن از رسوبات و اثرات منفی دریاچه ی سد بر روی دریاچه ی مهارلو پرداخته اند. ایشان در ادامه پرسش هایی را از جمله: چگونه ایمنی سد در برابر تخریب، ایمنی شهر شیراز به ویژه ساختمان های مسکونی پایین دست و ... را مطرح کرده اند. ایشان پیامد بازشدگی دریای سرخ و فشار دائمی سپر عربستان - آفریقا به صفحه ی ایران و بالا آمدگی سلسله جبال زاگرس به میزان ۵ سانتی متر در سال و تأثیر آن بر سازندهای منطقه را یادآور شده اند (فرهودی و همکاران ۱۹۸۹). هم چنین با اشاره به مطالعات انجام شده و گوشزد کردن خطرهای احتمالی منطقه توسط نویسندگان کتاب سائزمو تکتونیک مدرن، به فیلم ضبط شده در سال ۸۱ توسط صدا و سیما ی فارس (که هیچ گاه پخش نشده) پیرامون مصاحبه و سخنان مرحوم دکتر فرهودی در مورد مخاطرات زمین شناسی منطقه اشاره کرده اند.

اسدی (۱۳۹۹) در مجله شماره ی ۱۰۳ و ۱۰۴ « گزارش » سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس ضمن بررسی زمین شناسی منطقه، وجود گسل تراستی به دلیل همبری دو سازند گچساران بالایی و آسماری چهارم در کنار یکدیگر و در یال شمالی کوه دراک را تأیید می کند. ایشان وجود زون گسلی تراستی در منطقه را موجب خرد شدگی شدید ژئیس دانسته که با ادامه ی نفوذ آب، انحلال در

لایه های مختلف سازند گچساران تشدید می شود. ایشان تأکید می کند در آینده ی نه چندان دور این امر باعث ایجاد غارهای کارستی و عمیق شدن غارهای موجود در منطقه شده که با بلندمرتبه سازی های دوطرف بزرگراه حسینی الهاشمی در تناقض است. با توجه به عملیات ژئوفیزیکی انجام شده به سرپرستی ایشان، وجود شکستگی ها و غارهای زیرزمینی در امتداد گسل تراستی قابل تشخیص بوده و بیان گر تأثیرات گسل و انحلال سازند گچساران است.

رهنما (۱۳۹۹) در مجله ی شماره ی ۱۰۳ و ۱۰۴ « گزارش » سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس به مخاطرات طبیعی منطقه ی شمال غرب شیراز از جمله محل تلاقی گسل های متعدد، شیب دار بودن منطقه و خطر زمین لغزش تشکیلات مارنی، وجود حفره ها و غارهای بزرگ و ... اشاره کرده و با تأکید بر اهمیت تکتونیکی منطقه به ویژه تلاقی گسل های متعدد از جمله گسل های سبزپوشان ۱ و ۲، گسل قلات و ...، تعیین حریم گسل ها و حفظ حریم در ساخت و سازهای شهری را ضروری دانسته و خواهان ضوابط مناسب برای کاهش خطرپذیری، آسیب پذیری و ریسک ساخت و ساز در منطقه ی حسینی الهاشمی و سد تنگ سرخ است. ایشان در ادامه ضمن اشاره به شیب منطقه عنوان می کند بارش باران در ساخت گاه مارنی منطقه، نفوذپذیری مارن و ورود آب به لایه های دارای نفوذپذیری زیاد واقع در بین لایه های مارنی، باعث ایجاد یک لایه ی سست مستعد زمین لغزش در شیب عمومی منطقه می شود. ایشان در انتها راه کارهای مقابله با خطرپذیری را یادآور شده اند.

ا قدم و همکاران (۲۰۱۲) هیدروژئولوژی سازند غیر نمکی گچساران؛ مطالعه ی موردی دره ی تنگ سرخ، را بررسی کرده اند. ایشان ضمن تقسیم سازند غیرنمکی گچساران به دو بخش گچساران بالایی و پایینی، رسم نیمرخ منطقه ی مورد مطالعه و تعیین توالی لایه ها اعم از (مارن، ژئیس، سنگ آهک نازک لایه و ماسه سنگ)، هیدروشیمی چشمه های موجود را بررسی کرده اند. ایشان نتیجه گیری کرده اند ضخامت کم لایه های ژئیس و تغذیه ی کم، از توسعه ی سیستم مجرای (Conduite) و آب فروچاله جلوگیری کرده، نوع جریان به احتمال زیاد از نوع افشان (Diffuse) و آب های تغذیه شده به آبراهه مجاور نشت می کنند. هم چنین هیدروشیمی چشمه های خروجی از لایه های گچ و یا سنگ آهک نشان دهنده ی قطع ارتباط هیدرولیکی بین لایه ها بوده و آب نفوذ یافته در امتداد صفحه ی لایه بندی جریان می یابد.

مشاهدات صحرائی - بازدیدها

پس از عملیات خاک برداری برای احداث سازه ی بلند، به طور تصادفی دهانه ی یک غار در لایه ی ضخیم گچ از سازند گچساران در منطقه ی گفته شده، مشاهده و مشاهدات میدانی و عملیات صحرائی در چند نوبت انجام شد (تصویر ۲). این غار گچی، دست ساز بشر و یا معدن گچ نیست. سقف دهانه ی ورودی غار، مسطح و نسبتاً افقی بوده که حاکی از ریزش در امتداد صفحه ی لایه بندی است. با فرود حدود ۲ متری، می توان وارد غار شد. در ابتدای غار شیب زیاد و قطعات خرد شده در کف غار گچی قابل مشاهده است. با توجه به وسعت و لغزشی بودن کف غار داشتن کفش و لباس مناسب و هم چنین چراغ قوه و ... لازم و ضروری است. مشخصات این غار به شرح جدول ۱ است:





تصویر ۳: ابتدای ورودی غار گچی در لایه‌ی ضخیم سازند گچساران و وجود فضای بزرگ قابل حرکت.



تصویر ۴: مسیر بخش جنوبی و انتهای غار. مسیر احتمالی ورود آب به غار گچی.

به عمق تقریبی ۴۰ سانتی‌متر جمع شده، از سقف غار قطرات آب چکه، دیواره‌ی شرقی خیس، به‌گونه‌ای که حرکت در غار و به‌ویژه انتهای غار امکان‌پذیر نبود. طی این بازدیدها هیچ زمان غار مملو از آب نبوده است.

در بازدیدهای اردیبهشت ۹۹ از منطقه برای جایابی ساختگاه دانشگاه هنر، به اتفاق سه نفر از استادان دانشگاه، زمین قابل واگذاری به دانشگاه هنر در بخش جنوبی رودخانه‌ی تنگ سرخ بررسی و رخنمون لایه‌ی گچی در بین لایه‌های مارنی و انحلال آن‌ها و تکنونیک منطقه مورد بررسی قرار گرفت (خوش‌بختانه با پی‌گیری استادان محترم و ارائه‌ی شواهد و دفاع علمی از موضوع، زمین دانشگاه هنر با همراهی و تأیید مدیران محترم استانی به محل دیگری منتقل شد). در ۳۱ شهریور ۹۹، در معیت پیمانکار طرح سد تنگ سرخ، مسئول هماهنگی دفتر دکتر پاک فطرت نماینده‌ی محترم شهر شیراز و سه تن از استادان خبره، از محل سد تنگ سرخ و غار گچی بازدید شد. با وجود عدم بارندگی طی زمان طولانی (تابستان) سقف، کف و دیواره مرطوب بود.

در درون غار گچی سطح مقطع‌های متفاوتی بر اثر انحلال قابل مشاهده است. در بخش غربی غار یاد شده، حفره‌های ایجاد شده دارای سطح مقطع دایره‌ای یا بیضوی با قطر ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر، حاکی از کنترل هیدرولیکی (Hydraulic Control) و اثر جریان آب در غار با دبی و شدت متفاوت هستند (تصویر ۵).

از طرفی در بخش میانی غار بر اثر حرکت آب در امتداد درزه‌ها و صفحات لایه‌بندی، سقف غار ریزش و سطحی نسبتاً افقی را ایجاد کرده است. این امر حاکی از کنترل ساختمانی (Structural Control) است. در تصویر شماره‌ی ۳ سقف، دیواره‌ها و قطعات خرد شده در کف غار قابل مشاهده است.

جدول ۱. مشخصات غار گچی در سازند گچساران در بخش شمالی کوه دراک

موقعیت مکانی	طول و عرض جغرافیایی	۲۹ ۴۲۲ و ۵۲ ۲۵ ۲۹
ابعاد تقریبی غار (متر)	یوتی ام زون	۳۹
	دهانه ورودی	۲/۲
	عرض ابتدایی	۴/۳
	حداکثر عرض	۷/۵
	طول	۴۰
	ارتفاع حداکثر	۴/۱
نوع	گذرگاه خطی	Linear Passage (Single Conduit Passage)



تصویر ۲: دهانه‌ی ورودی غار گچی در لایه‌ی ضخیم سازند گچساران

بخش ابتدایی غار (گذرگاه) دارای فضای بزرگی بوده و با توجه به عرض و ارتفاع نسبتاً زیاد به راحتی می‌توان مسافت حدود ۱۵ تا ۲۰ متری ابتدای غار را ایستاده طی کرد (تصویر ۳). در این بخش قطعات بزرگی از سقف غار در امتداد لایه‌بندی به کف غار سقوط کرده است. در سقف و دیواره‌ی غار آثار حرکت آب و انحلال گچ و برآمدگی و فرورفتگی به خوبی قابل مشاهده است. این غار در گچ ضخیم لایه تشکیل شده و دیواره‌ی شرقی آن سنگ آهک مارنی رخنمون دارد. این دیواره معمولاً به دلیل نفوذ آب از بخش بالایی غار، خیس و لزج است. در طی حرکت به انتهای غار (بخش جنوبی) مسیری تونل مانند قابل مشاهده بوده که امکان ادامه‌ی حرکت به‌ویژه پس از بارندگی امکان‌پذیر نخواهد بود (تصویر ۴). به نظر می‌رسد محل ورود آب به غار بیش‌تر از بخش جنوبی و سقف غار باشد. گفتنی است غار گچی در زیر محل ورودی به سمت شمال ادامه داشته و می‌توان (به سختی) در این مسیر حرکت کرد. بازدید اخیر در ۲۶ دی ماه ۹۹ حاکی از باز شدن مسیرهای دیگری در بخش شمالی غار و ایجاد حفره‌هایی در سطح زمین و قابل مشاهده بودن این بخش در سطح زمین هست.

با توجه به بازدید از غار در زمان‌های مختلف، یا آب در غار دیده شده و یا کف و دیواره مرطوب بوده‌اند. در بازدید مورخ ۲۷ اسفند ماه ۹۷ (چند روز پس از بارندگی) در معیت دو تن از استادان دانشگاه، بر اثر ورود آب از بخش جنوبی و سقف غار، آب در کف (مرکز) غار





تصویر ۵: نمونه‌ای از سطح مقطع دایره‌ای - بیضوی حفرات انحلالی حاصل کنترل هیدرولیکی

صورت وضع استانداردها و قوانین اجرا می‌شود؟ در همین تاریخ شاهد حفرات دیگری در سطح زمین و در فاصله‌ی حدود ۱۰ متری شرق دهانه‌ی غار گچی بوده که نشان‌دهنده‌ی پویایی انحلال و فروریزش سقف غار هست. از طرفی با توجه به رخنمون وسیع گچ در منطقه و انحلال آن‌ها در طول زمان، امکان فرو نشست زمین در منطقه وجود دارد که بایستی توسط متخصصان بررسی شود. در پایان اذعان می‌دارد نویسندگان در این مقاله تنها از منظر علمی، مشاهدات خود را نگاشته و از نقطه نظرات، دیدگاه‌های تکمیلی و راهنمایی متخصصان و استادان دانشگاه به‌ویژه در رشته‌ی هیدروژئولوژی و تکتونیک استفاده خواهد کرد.

نتیجه گیری

در بخش شمالی کوه دراک، سازند مارنی رازک و گچی - مارنی گچساران رخنمون دارند. لایه‌های ضخیم گچ در پهنه‌ی شمالی کوه دراک و تناوب لایه‌های مارن و گچ به سمت بخش‌های شمالی و شمال شرقی مشاهده می‌شوند. با توجه به ارتفاع منطقه، نوع و مقدار ریزش‌های جوی، دامی هوا، جنس سنگ‌های منطقه و وجود عوامل تکتونیک، توسعه‌ی کارست تبخیری در این منطقه دور از ذهن نیست. در نگاه زمین سطحی، بزرگی انحلال لایه‌های گچی (ژپس) مشخص نیست؛ اما با وجود ترانشه‌ها و به‌ویژه رخنمون غار گچی در منطقه، بزرگای این لایه‌ها و میزان پیشرفت انحلال قابل مشاهده است. در نگاه اول ممکن است با توجه به عدم وجود چشمه‌هایی با دبی زیاد و رخنمون لایه‌های مارنی حاوی رس و تناوب با لایه‌های گچ، قطع ارتباط هیدرولیکی و عدم امکان حرکت آب در این لایه‌ها و انحلال گچ استنتاج شود. اما وجود غار گچی و بزرگای آن به عنوان یک پدیده‌ی کارست تبخیری در منطقه و به‌ویژه وجود آب در زمان‌های مختلف، به‌خصوص پس از بارندگی و انحلال لایه‌های گچ بر اثر جریان آب به شکل مستقیم یا غیر مستقیم، بیان‌گر امکان حرکت آب و انحلال لایه‌های ضخیم گچ هست. با توجه به پیچیدگی‌های منطقه بایستی ضمن حفاظت از غار گچی منطقه به عنوان یک شاهد زمین‌شناسی، با مطالعات بیش‌تر منشأ آب ورودی به درون غار گچی و چگونگی توسعه انحلال گچ در آن را بررسی کرد.

هم‌چنین با توجه به وجود عوامل تشدید کننده‌ی تکتونیک از جمله گسل‌های اصلی و فرعی منطقه و احتمال فعالیت آن‌ها، رخنمون انکارناپذیر غار گچی و وسعت رخنمون سازند گچی - مارنی گچساران، امکان وجود غارهای گچی دیگر در زیرزمین بسیار محتمل است. در صورت تحقق این پیش‌بینی، ساخت ساختمان و سازه‌های بلند با تردیدهای بسیار جدی و خطرات انکارناپذیر همراه خواهند بود. در آخرین بازدید از منطقه در ۲۶ دی ماه ۹۹، کارگاه ساختمانی در بالای غار گچی بر پا و پی‌کنی انجام شده است. پرسشی که در ذهن متبادر می‌شود این است که امکان ساخت سازه بر روی زمین گچی - مارنی که درست در زیر آن، غار در حال گسترش وجود داشته و کاملاً غیر قابل اتکاست، وجود دارد؟ آیا استاندارد و مقررات سازه‌ای پیرامون این گونه موارد وضع شده و در

منابع

- درویش‌زاده، علی، (۱۳۷۵). زمین‌شناسی ایران. انتشارات امیر کبیر، ۹۰۲ ص.
- یوسفی، طهمورث و فاطمه و کیل (۱۳۹۲). گزارش نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ شیراز ۴، مرکز زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه‌ی جنوب (شیراز).
- مصباح، سیدحمید، مجتبی پاک‌پرور، مسعود نجابت و سید آهنگ کوثر (۱۳۹۶). چرا نباید سد تنگ سرخ را در بالادست کلان شهر شیراز ساخت؟ فصل‌نامه‌ی شماره‌ی ۹۳ «گزارش سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس»، ۲۵-۱۹.
- اسدی، عبدالمجید (۱۳۹۹). مخاطرات احتمالی احداث سد تنگ سرخ، فصل‌نامه‌ی شماره‌ی ۱۰۳ و ۱۰۴ «گزارش سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس»، ۳۶-۳۵.
- رهنما، حسین (۱۳۹۹). مخاطرات ناحیه‌ی حسینی‌الهاشمی شیراز و ساخت گاه سد تنگ سرخ، فصل‌نامه‌ی شماره‌ی ۱۰۳ و ۱۰۴ «گزارش سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس»، ۳۴-۳۱.
- Aghdam, J. A., Raeisi, E., Zare, M., Forti, P., & Capaccioni, B. (2013). Hydrogeology of non-salt Gachsaran Formation in Iran: an example from the Zagros Range-Tang sorkh Valley. Carbonates and Evaporites, 28(3), 309-319. doi: 10.1007/s13146-012-0113-6
- Bahroudi, A., & Koyi, H. A. (2004). Tectono-sedimentary framework of the Gachsaran Formation in the Zagros foreland basin. Marine and Petroleum Geology, 21(10), 1295-1310. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2004.09.001
- Fakhri, B., Sadr Karimi, J., & Kiyani, M. (2008). Gypsum Dissolution Effects on the Performance of a Large Dam (TECHNICAL NOTE). International Journal of Engineering, 21(2), 143-150.
- Farhoudi, G., Samani, N., & Kowsar, S. A. (1989). The Origin Of Freshwater In The Persian Gulf. Journal of Applied Hydrology, VII.
- Ford, D., & Williams, P. (2007). Karst Hydrogeology and Geomorphology: John Wiley & Sons Ltd.
- Gutiérrez, F., & Cooper, A. H. (2013). Surface Morphology of Gypsum Karst. In A. Frumkin (Ed.), Treatise on Geomorphology. Karst Geomorphology (pp. 425-437): Elsevier.
- Gutiérrez, F., Mozafari, M., Carbonel, D., Gómez, R., & Raeisi, E. (2015). Leakage problems in dams built on evaporites. The case of La Loteta Dam (NE Spain), a reservoir in a large karstic depression generated by interstratal salt dissolution. Engineering Geology, 185, 139-154. doi: https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2014.12.009
- James, A. N. (1992). Soluble Materials in Civil Engineering: Ellis Horwood.
- James, G. A., & Wynd, J. D. (1965). Stratigraphic nomenclature of Iranian oil Consortium Agreement area. American Association of Petroleum Geologist Bul, 49(12), 2182-2245.
- Warren, J. K. (2006). Evaporites: Sediments, Resources and Hydrocarbons: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- White, W. B. (1988). Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains 1st Edition: Oxford University Press.

