ارزیابی توسعه کارست بر اساس ویژگی‌های لیتولوژیکی، مورفولوژیکی و ساختاری در منطقه بید سرخ، شرق صحنه، شرق استان کرمانشاه

محمدحسین قبادی[1*] و پریا بهزادتبار[2]

۱و ۲- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان

نویسنده مسئول: amirghobadi@yahoo.com*

دریافت: ۹۳/۱۱/۱۳ پذیرش: ۹۴/۱۲/۱۲

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی کارست، شناخت خصوصیات سنگ‌شناسی و ویژگی‌های تکتونیکی به منظور ارزیابی توسعه کارست در منطقه بیدسرخ، شرق صحنه، می‌باشد. واحدهای کربناته در ناحیه مورد مطالعه،گسترش زیادی دارند و متعلق به سازند فهلیان، با سن کرتاسه بالایی می‌باشند. ساختارهای تکتونیکی (درزه‌ها، شکستگی‌ها و گسل‌ها) فراوان و پدیده‌های ژئومورفولوژیکی کارست نظیر میکروکارن، حفرات و شیارهای انحلالی، غار و چشمه‌های کارستی، در منطقه مشاهده شده است. با توجه به مطالعه مقاطع نازک سنگ، از ۴ ایستگاه مورد مطالعه، سنگ‌ها از نوع آهک‌های میکریتی متبلور، آهک‌های متبلور شده با سیمان کربناته و وکستون می‌باشند. به منظور ارزیابی خصوصیات فیزیکی جمعاً ۱۲ نمونه تهیه شده که متوسط وزن واحد حجم نمونه سنگ‌های کربناته ۲/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و تخلخل آن‌ها ۲/۵۷٪ اندازه‌گیری شده است. با توجه به نتایج آزمایشات XRD انجام شده بر روی مواد پرکننده درزه‌ها، مواد مذکور متشکل از کانی‌های رسی و بطور عمده کائولینیت، ایلیت و موریلونیت می‌باشند. بر اساس مشاهدات صورت گرفته مشخص گردید که گسلش از عوامل مهم ایجاد غارشدگی در منطقه می‌باشد. اشکال غالب انحلالی در ایستگاه اول کانال‌ها و شیارهای انحلالی، ایستگاه دوم میکروکارن‌ها، ایستگاه سوم غار و ایستگاه چهارم میکروکارن و میکروحفره‌ها می‌باشند. با وجود تخلخل پایین درنمونه‌های سنگی در ایستگاه‌ها، انواع اشکال انحلالی مشاهده شده که به درزه‌شدگی زیاد تـوده‌های سـنگی در منـطقه مربوط می‌شود. بر اساس تحقیق انجام شده ترکیب مناسب سنگ‌شناسی، ناپیوستگی‌های متعدد و متنوع، شرایط آب و هوایی، نوع اقلیم (نیمه خشک شدید) ناحیه و فراوانی پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بر توسعه کارست در منطقه دلالت دارد.

واژه‌های کلیدی: کارست، پدیده های ژئومورفولوژیکی، بیدسرخ، کرمانشاه

۱- مقدمه

اصطلاح کارست از واژه‌هـای "Carso" یـا "Kras" گرفتـه شده است که اولین بار توسط افراد بـومی بـرای توصـیف چشم اندازهای توده سنگ‌های آهکی اطـراف تریسـت[1] و کوهستان دیناریک[2] یوگسلاوی سابق استفاده شده اسـت. لندفرم‌های کارستی اغلب در سنـگ‌هـای آهـکی دیـده می‌شوند اما در سنگ‌های سولفاته، کلروره، ماسه‌سنگ‌هـا و کنگلومراهای حاوی مواد کربناته بر حسب شـرایط آب و هوایی و جغرافیایی دیده مـی‌شـوند. تقریبـا ۲۰ درصـد از سطح قاره‌ها متشکل از سنگ‌های کارستی اسـت و بـیش از یک چهارم منـاطق مسـکونی بـر روی ایـن تـوده‌هـای سنگی بنا شده‌اند[۱۴].

پژوهش‌های زیادی در زمینه ارتباط تکتونیک و کارست صورت گرفته است که به عنوان نمونه می‌توان به تحقیق تیرلا[3] و ویجولی [۱۲] اشاره نمود که بر روی آهک‌های ریفی ژوراسیک بالایی، به ضخامت ۳۰۰، متعلق به سازند مونت پیاترا[4] صورت گرفته است. آهک‌های مذکور طاقدیسی را تشکیل می‌دهند که در خطالراس آن شکستگی‌های کششی عرضی عمود بر جهت لایه‌بندی موجب توسعه کارست شده‌اند.

وایلیس[5] [۱۳] تحقیقاتی در مورد بررسی تاثیر تغییرات آب و هوایی بر کارست‌های بریتانیا و ایرلند انجام داد و مشخص کرد که تغییرات بارندگی تاثیر بیش‌تری نسبت به تغییرات دمایی بر کارستی شدن دارد.

1. Trieste
2. Dinaric mountains
3. Tîrlă and Vijulie
4. Mount Piatra
5. Viles

در استان کرمانشاه بیش از ۵۵۰ سراب و چشمه‌های کارستی از آبخوان‌های موجود در سازندهای سخت تغذیه می‌شوند و پهنه‌های کارستی، نقش مهمی در تأمین و تغذیهٔ این آبخوان‌ها دارند [۵]. هدف این مقاله آن است که با استفاده از مطالعه سنگ‌شناسی، تعیین مشخصات ناپیوستگی‌ها و شناسایی پدیده‌های مورفولوژی کارست چگونگی توسعه کارست در منطقه مورد ارزیابی قرار بگیرد.

۲- روش تحقیق

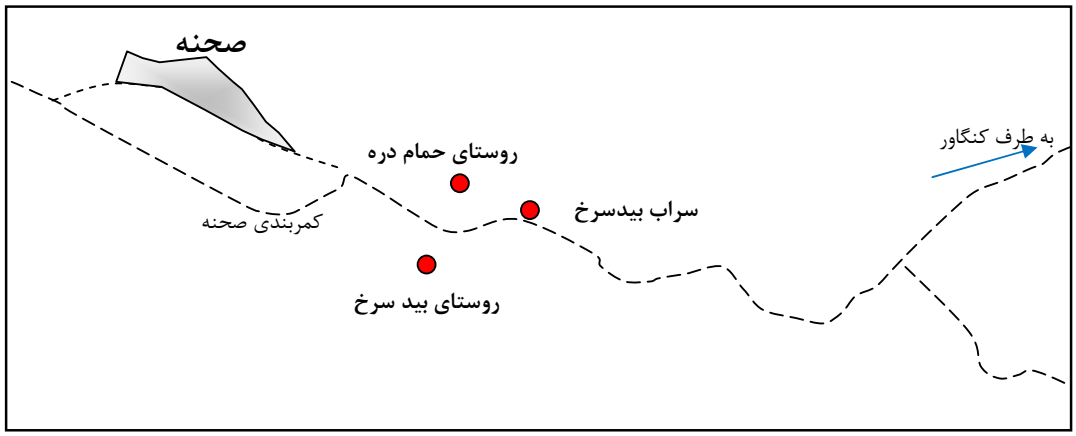
در این پژوهش، با انجام بازدیدهای صحرایی از منطقه، پدیده‌های ژئومورفولوژی کارست، گسل‌ها و درزه‌ها شناسایی و مشخصات آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس از ۴ ایستگاه تعیین شده (جدول۱)، هرکدام ۳ نمونه جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و در مجموع ۵ نمونه جهت بررسی سنگ‌شناسی برداشت شده است. نمونه‌گیری صورت گرفت (جدول۱). با تهیه مقاطع نازک سنگ و با انجام آزمایش XRD ترکیب سنگ‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفت. در مرحله بعد برخی از ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌ها (وزن واحد حجم، درصد تخلخل و رطوبت طبیعی) طبق استاندارد (ISRM, 1977) محاسبه گردید.

۳- موقعیت جغرافیایی و اقلیم

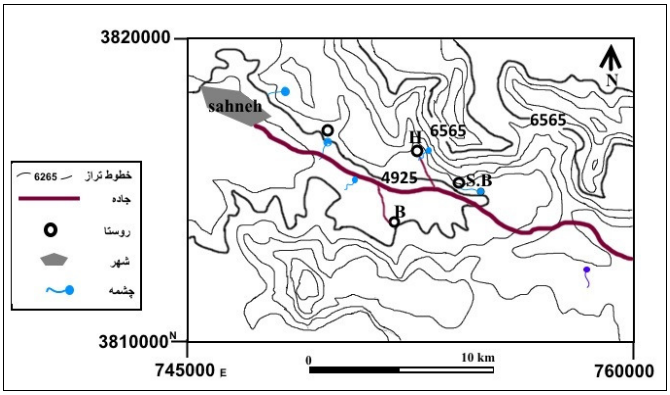
منطقه مورد مطالعه در حد فاصل شهر صحنه و کنگاور، بین دو روستای سراب بیدسرخ و حمام دره، واقع شده است (شکل۱). بر اساس نقشه‌های همبارش، متوسط بارش سالانه در منطقه ۵۱۸ میلی‌متر، متوسط تبخیر سالانه ۱۷۵۰میلی‌متر و روزهای یخبندان ۶۰-۴۶ روز می‌باشد. متوسط دمای سالانه ۱۵/۵ درجه و بر اساس تقسیم‌بندی سیلیانف در اقلیم نیمه‌خشک شدید قرار می‌گیرد [۲]. بر اساس نقشه رواناب با دوره بازگشت ۲۵ ساله، منطقه دارای رواناب متوسط تا زیاد و جهت غالب زهکش‌ها در منطقه به سمت جنوب‌غرب می‌باشند. ارتفاع متوسط ایستگاه حمام دره (ایستگاه ۴) ۱۷۱۰ متر و ایستگاهای بیدسرخ حدود ۱۶۰۵ متر است (شکل۲). جهت وزش باد در این منطقه به **سمت** شرق است [۲]. نقشه‌های همبارش و شبکه زهکشی منطقه در شکل (۳) نشان داده شده است.

جدول۱. مختصات ایستگاه های مطالعاتی

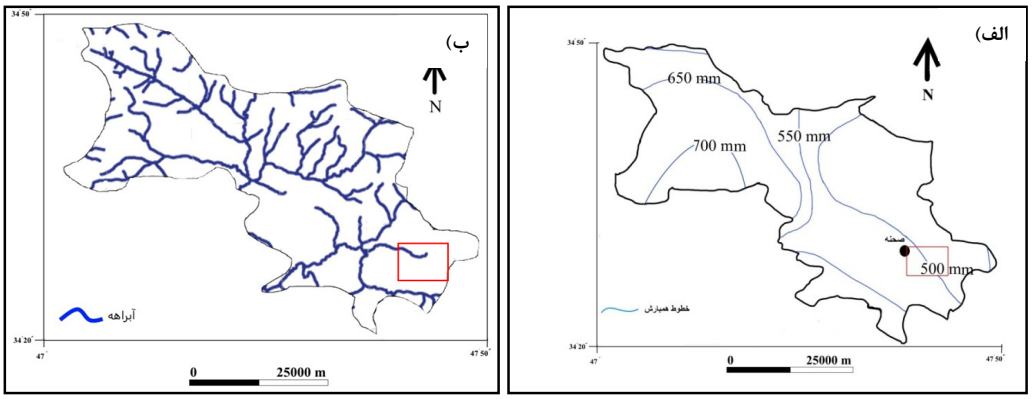
شماره ایستگاه	نام محل	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	سراب بید سرخ	47°47'43.44"	34°27'26.10"
۲	سراب بید سرخ	47°47'29.26"	34°27'25.11
۳	سراب بید سرخ	47°47'32.41"	34°27'31.02"
۴	حمام دره	47°45'59.77"	34°27'46.19"



شکل۱. راه دسترسی به منطقه مورد مطالعه



شکل۲. نقشه توپوگرافی منطقه (H) روستای حمام دره، (S.B) روستای سراب بیدسرخ، (B)روستای بیدسرخ (برگرفته از منبع[۶]، ارتفاعات بر حسب فوت می‌باشد)



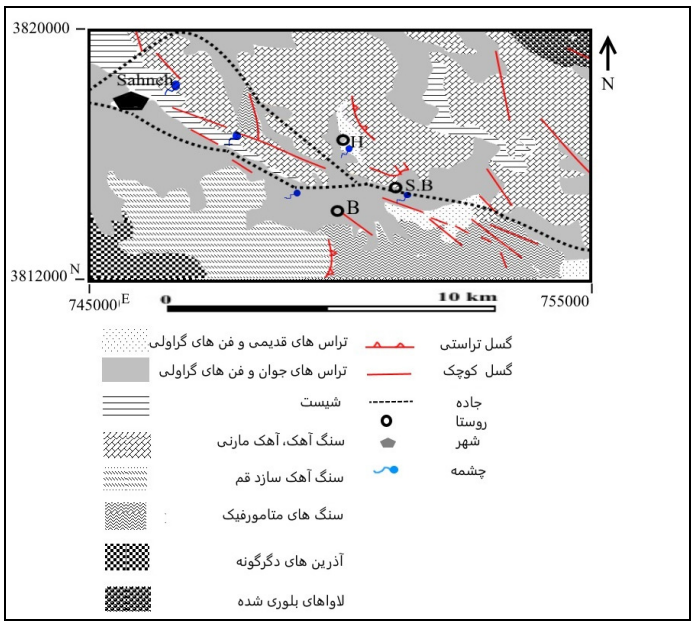
شکل۳ . الف) نقشه‌ی همبارش میانگین شهرستان صحنه تا سال ۱۳۹۲، ب) نقشه‌ی شبکه زهکشی شهرستان صحنه (برگرفته از منبع [۲]، کادر نشان داده شده محدوده‌ی مطالعاتی می‌باشد)

۴- زمین‌شناسی منطقه

استان کرمانشاه در دو زون سنندج- سیرجان و زاگرس واقع شده است. بخش بیش‌تر این استان که در جنوب گسل مروارید ـ صحنه قرار دارند مشخصه‌های رسوبی و ساختاری شمال غرب زاگرس را دارند که شامل دو زیر پهنه زاگرس مرتفع و زاگرس چین خورده است [۷].

الگوی ساختاری این بخش استان حاصل عملکرد گسل‌های راندگی است که با جابجایی در خور توجه رخنمون‌های سنگی و ستبر شدن پوسته همراه است. جابجایی‌های حاصل از راندگی‌ها به صورت خردشدگی در سنگ‌ها نمود دارند. سنگ‌های کربناته کرتاسه، فلیش‌های امیران و سازندهای تله‌زنگ ـ کشکان، شهبازان عمده‌ترین واحدهای سنگ‌چینه‌ای رخنمون یافته در استان کرمانشاه هستند. در این گستره سنگ‌های کرتاسه تاقدیس‌ها و سازندهای ترشیاری ناودیس‌های بزرگ را تشکیل می‌دهد. رخنمون‌های تریاس تا عهد حاضر با نبود برخی از واحدها حضور دارند. وجود فسیل ااید در نمونه‌های سنگ آهک منطقه مورد مطالعه، وجود سازند سازند فهلیان را مشخص می‌کند [۷].

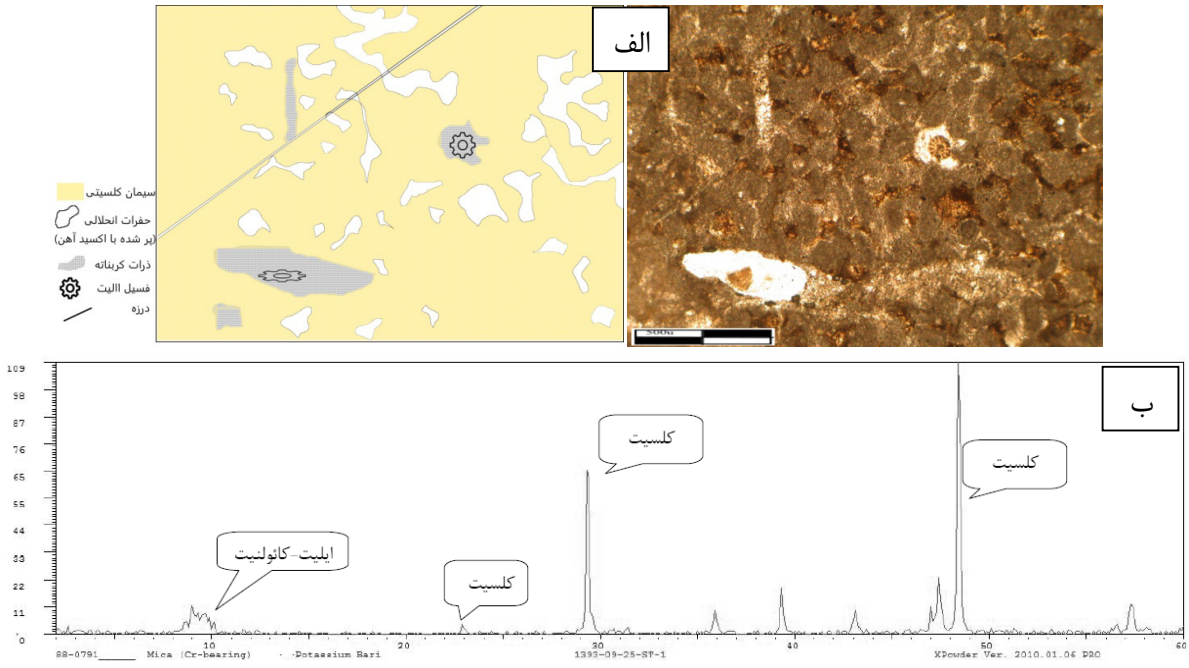
زون‌های‌برشی، خردشدگی عمومی همراه با گسترش درزه‌های طولی، قطع شدگی ناگهانی، تغییر جنس و سن لایه‌های سنگی از شواهد گسلش در منطقه است. شیب راندگی‌ها عمدتا ۴۵ درجه می‌باشد ولی تا ۷۵ درجه نیز مشاهده شده است. جهت غالب تنش در منطقه شمال-شمال شرق می‌باشد [۷]. این جهت عمود بر امتداد گسل‌های منطقه مورد مطالعه است. در واحد زمین ساختی زاگرس چین‌خورده-رانده شده چین‌های متعددی با روند شمال غرب-جنوب شرق تشکیل شده است. این چین‌ها توسط خمش-لغزش به وجود آمده‌اند. واحدهای آبرفتی به صورت پادگانه‌های جوان و قدیمی دیده می‌شوند. پادگانه‌های کهن جورشدگی ضعیف، گردشدگی خوب و سخت‌شدگی کم دارند و نهشته‌های جوان متشکل از مواد آبرفتی رسی است شکل (۴).



شکل ۴. نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه (H: روستای حمام دره، S.B: روستای سراب بیدسرخ، B: روستای بیدسرخ)، برگرفته ازمنبع [۷].

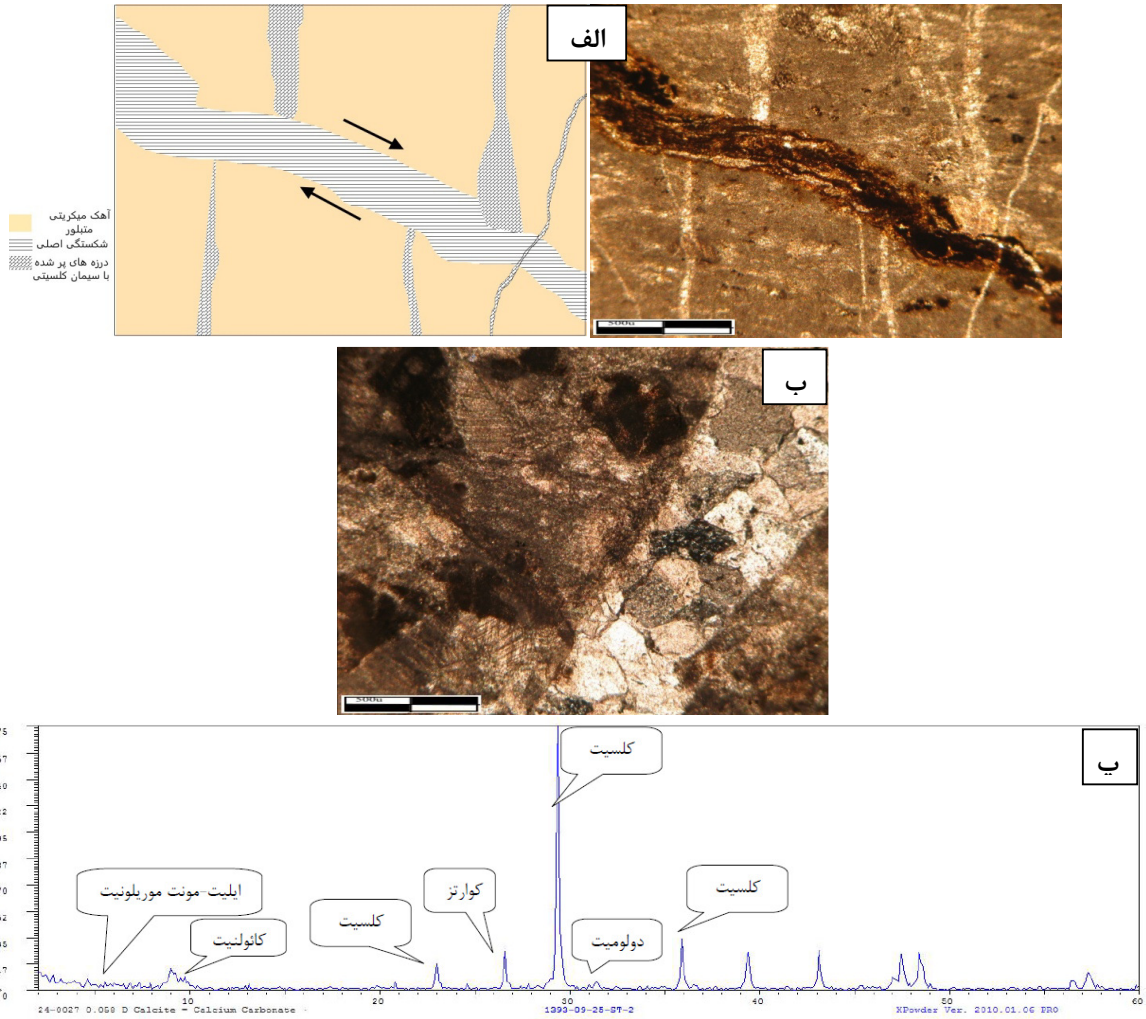
۵- سنگ‌شناسی

به منظور مطالعات سنگ‌شناسی از ایستگاه‌های انتخاب شده (شکل۹) مجموعاً ۵ نمونه سنگ آهک تهیه گردید. نمونه ایستگاه (۱) سنگ آهک با سیمان کلسیتی همراه با اکسید آهن و ذرات ریز دولومیت می‌باشد. تخلخل اولیه نمونه توسط سیمان کربناته پر شده است نمونه دارای فسیل اُاُید می‌باشد که در برخی نقاط دارای کج‌شدگی است (شکل۵-الف). به نظر می‌رسد ریز درزه موجود در مقطع قبل از ایجاد حفرات پدیدار شده‌اند، زیرا تغییری در شکل حفرات ایجاد نکرده است. نتیجه آزمون XRD نمونه در شکل (۵- ب) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود کانی غالب کلسیت است. وجود کانی مذکور انحلال سنگ موجب شده و زمینه ایجاد کارست را فراهم می‌سازد.



شکل۵. الف)تصویر مقطع نازک نمونه ایستگاه ۱ (سنگ آهک با سیمان کلسیتی ، اکسید آهن و ذرات ریز دولومیت)، ب) نمودار XRD

مقاطع نازک نمونه‌های سنگ آهک متعلق به ایستگاه (۲) به دو تیپ آهک‌های میکریتی متبلور (شکل۶- الف) و وکستون (شکل۶- ب) تقسیم می‌گردد. در آهک‌های میکریتی متبلور این ایستگاه درزه‌ها به دو شکل پر شده با کربنات یا بدون پرشدگی دیده می‌شود (شکل ۶-الف).

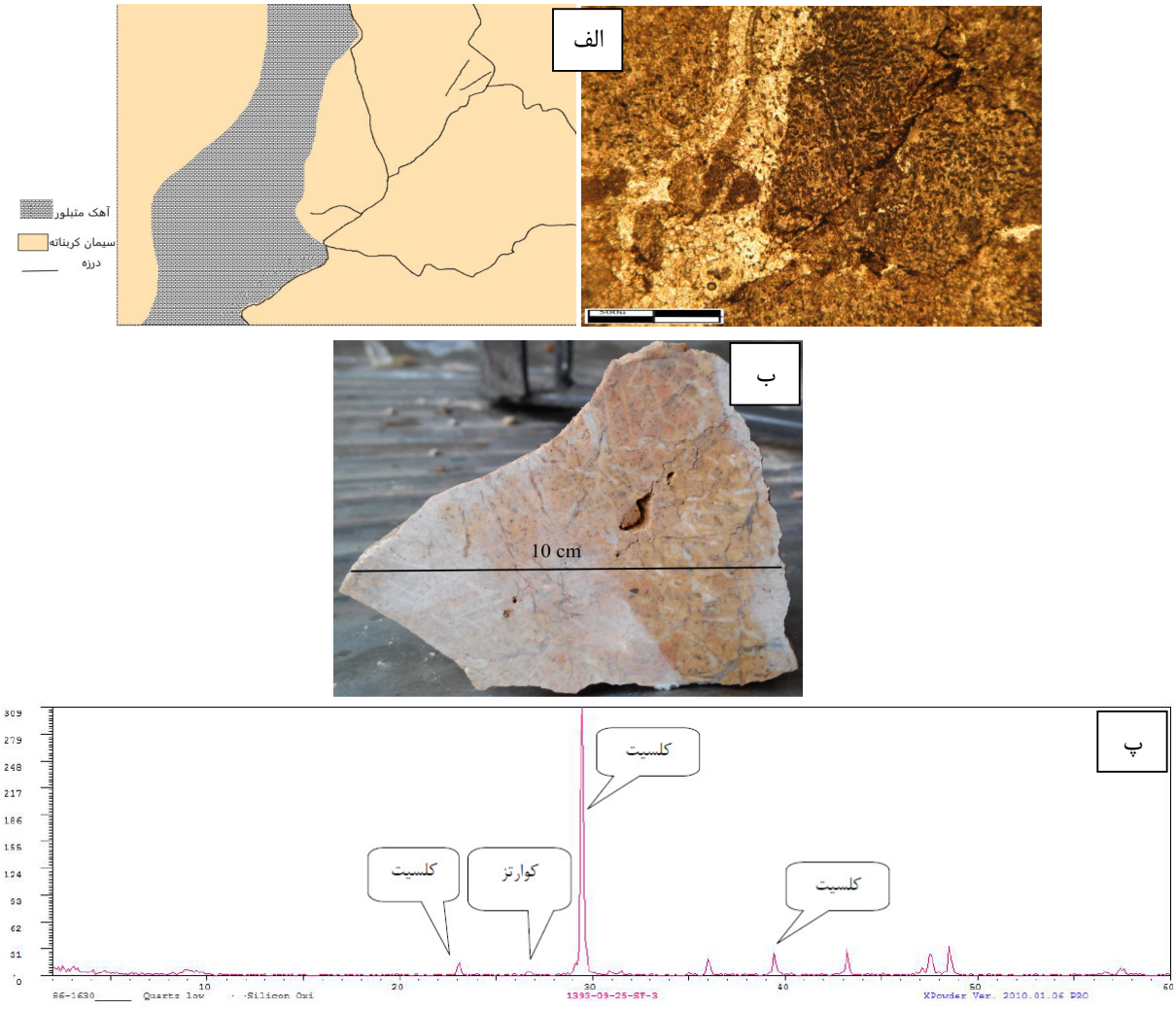


شکل۶. الف) آهک‌های میکریتی متبلور، ب) وکستون، پ) نمودار XRD نمونه‌ی آهک میکریتی ایستگاه ۲

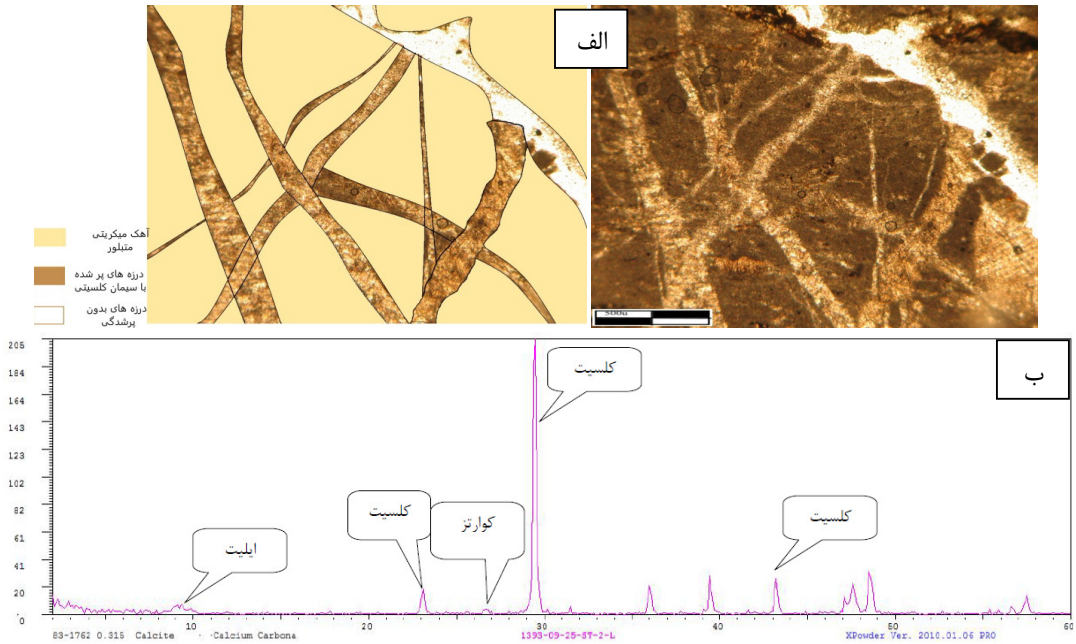
مطالعه مقطع نازک سنگ در ایستگاه سوم نشان می‌دهد که نمونه مورد مطالعه آهک متبلور است که با سیمان کربناته همراه با ذرات میکریتی (لکه‌های قهوه‌ای تیره) می‌باشد. تفاوت مقطع نازک این ایستگاه با سایر ایستگاه‌ها در درزه‌های نامنظم و بدون مواد پرکننده است (شکل۷-الف). این ساختار با نمونه‌های دستی و مشاهدات صحرایی تطابق دارد. در نمونه‌های دستی نیز آثار انحلالی به خوبی قابل مشاهده است. همانطور که در نمونه دستی مشاهده می‌شود، ریز درزه‌ها نقش مهمی در ایجاد حفرات انحلالی در توده سنگ دارد (شکل۷- ب).

نمونه سنگ ایستگاه ۴ نیز آهک میکریتی با سیمان آهکی می‌باشد. ریز درزه‌ها به دو صورت پرشده با سیمان کلسیتی یا بدون پر شدگی مشاهده می‌گردند. درزه‌های دارای پر شدگی به صورت متقاطع در دو جهت کلی دیده شده‌اند (شکل۸-الف). همانطور که در نتایج آزمایش XRD مشاهده می‌شود، مقداری ایلیت در پرشدگی‌ها وجود دارد (شکل۸-ب).

نمودار XRD در شکل(۶-پ) آورده شده است. بر اساس نتایج این آزمون کانی‌های رسی مواد پرکننده درزه‌ها شامل کائولینیت، ایلیت و موریلونیت می‌باشند.



شکل۷. الف) آهک‌های متبلور شده با سیمان کربناته، ب) نقش ریز درزه‌ها به حفرات انحلالی پ) نمودار XRD ایستگاه۳



شکل۸. الف) آهک میکریتی با سیمان آهکی، ب) نمودار XRD ایستگاه۴

۶- ویژگی‌های فیزیکی

کارستی شدن با ویژگی‌های فیزیکی سنگ‌ها نیز ارتباط مستقیم دارد. ویژگی‌های فیزیکی مانند درصد تخلخل موثر، در ایجاد کارست و میزان گسترش آن نقش مهمی ایفا می‌کند. بیش‌ترین میزان تغییرات در قابلیت انحلال سنگ‌های کربناته، در ارتباط با طبیعت، اندازه و نوع حفرات موجود در آن‌ها می‌باشد که معرف تخلخل سنگ است [۴]. بدین منظور مجموعاً ۱۲ نمونه برداشت شده و درصد رطوبت، وزن مخصوص و تخلخل آن‌ها طبق استاندارد (ISRM, 1977) اندازه‌گیری گردید و نتایج آن در جدول (۲) آورده شده است.

ویژگی‌های فیزیکی مانند درصد تخلخل، در ایجاد کارست و میزان گسترش آن نقش مهمی ایفا می‌کنند. بیش‌ترین میزان تغییرات در قابلیت انحلال سنگ‌های کربناته، در ارتباط با طبیعت، اندازه و نوع حفرات موجود در آن‌ها می‌باشد که معرف تخلخل سنگ است [۸]. باید توجه داشت که تخلخل ثانویه ناشی از وجود شکستگی‌ها بیش از تخلخل اولیه در ایجاد اشکال انحلالی نقش داشته است.

جدول۲. خصوصیات فیزیکی نمونه‌های مورد مطالعه

شماره ایستگاه	درصد رطوبت	وزن واحد حجم(gr/cm3)	تخلخل(٪)	توصیف تخلخل	تعداد نمونه
۱	۰/۸	۲/۵۹	۲/۳۵	پایین	۳
۲	۱	۲/۵۳	۲/۷	پایین	۳
۳	۰/۹	۲/۵۵	۲/۶	پایین	۳
۴	۰/۹	۲/۵۲	۲/۶۳	پایین	۳
میانگین	۰/۹	۲/۵۴	۲/۵۷	پایین	۱۲

۷- ساختارهای تکتونیکی منطقه

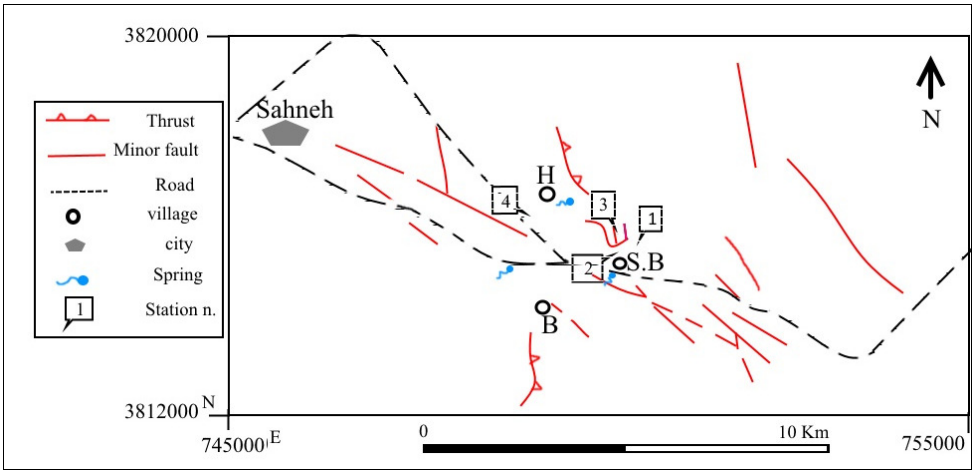
لندفرم‌های کارستی در مسیرهایی شکل می‌گیرند که توسط عوامل ساختاری کنترل می‌شوند [۸].

گسل و سطوح لایه‌بندی، درزه‌ها و دیگر اشکال زمین‌ساختی ارتباط مهمی با موضوع هدایت هیدرولیکی توده‌های سنگی دارند [۱۲]. وجود چنین ساختارهایی با افزایش هدایت هیدرولیکی به گردش جریان آب زیرزمینی در توده سنگ‌های کربناته کمک کرده که در نهایت منجر به شکل‌گیری یک سیستم کارست توسعه یافته خواهد شد.

۷-۱- گسل

گسل هم به شکل موازی و هم عمود بر لایه‌بندی نقش مهمی در ایجاد اشکال کارستیک مانند راهروهای انحلالی دارد[۱۲].

گسل‌ها در منطقه به دو گروه گسل‌های محلی و گسل‌های تراستی تقسیم می‌شوند. راستای اصلی این دو گروه گسل در امتداد NW-SE قرار دارد و از راستای کلی ساختار زاگرس تبعیت می‌کند (شکل۹). اکثر گسل‌ها در منطقه به دلیل وجود لایه‌های آبرفتی قابل پیگیری نمی‌باشند.



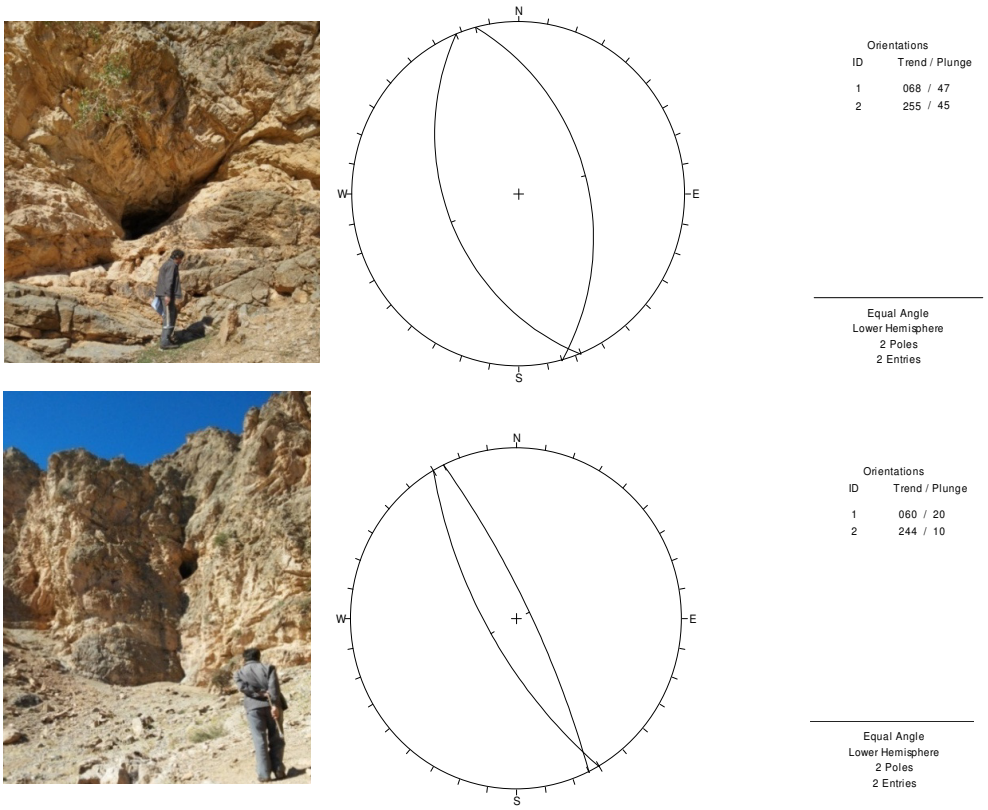
شکل۹. نقشه‌ی گسل‌ها، چشمه‌ها و ایستگاه های مورد منطقه، برگرفته از منبع [۷]

گسل‌ها با ایجاد خردشدگی در امتداد مشخص نقش مهمی در نفوذ بیش‌تر آب و ایجاد سطح تماس بیش‌تر با آن دارند و موجب توسعه فرایند کارست و ایجاد فروچاله‌های متعدد با ابعاد بزرگ‌تر در آن امتداد می‌گردد [۱]. در جنوب غرب اسلوونی، زون تراستی آدریا عامل ایجاد اشکال کارستی مانند غار در مرز بین سنگ آهک و فلیش بوده است [۱۵].

گسل‌های محلی ایستگاه (۳) نقش به سزایی در تشکیل غارها در این ایستگاه داشته اند به شکلی که در محل برخورد دو گسل یک غار ایجاد گردیده که با روند این گسل‌ها همخوانی دارد (جدول۳). دیاگرام گسل‌هایی که موجب ایجاد غار در منطقه شده‌اند را در شکل (۱۰) می‌توان ملاحظه نمود. این گسل‌ها با ایجاد یک زهکش طبیعی شرایط لازم را برای افزایش انحلال سنگ و پدیدار شدن غار فراهم کردند.

جدول ۳. مشخصات گسل های ایستگاه۳

شماره	شیب	جهت شیب
F_1	50	60
F_2	45	75
F_3	43	248
F_4	80	64
F_5	70	240

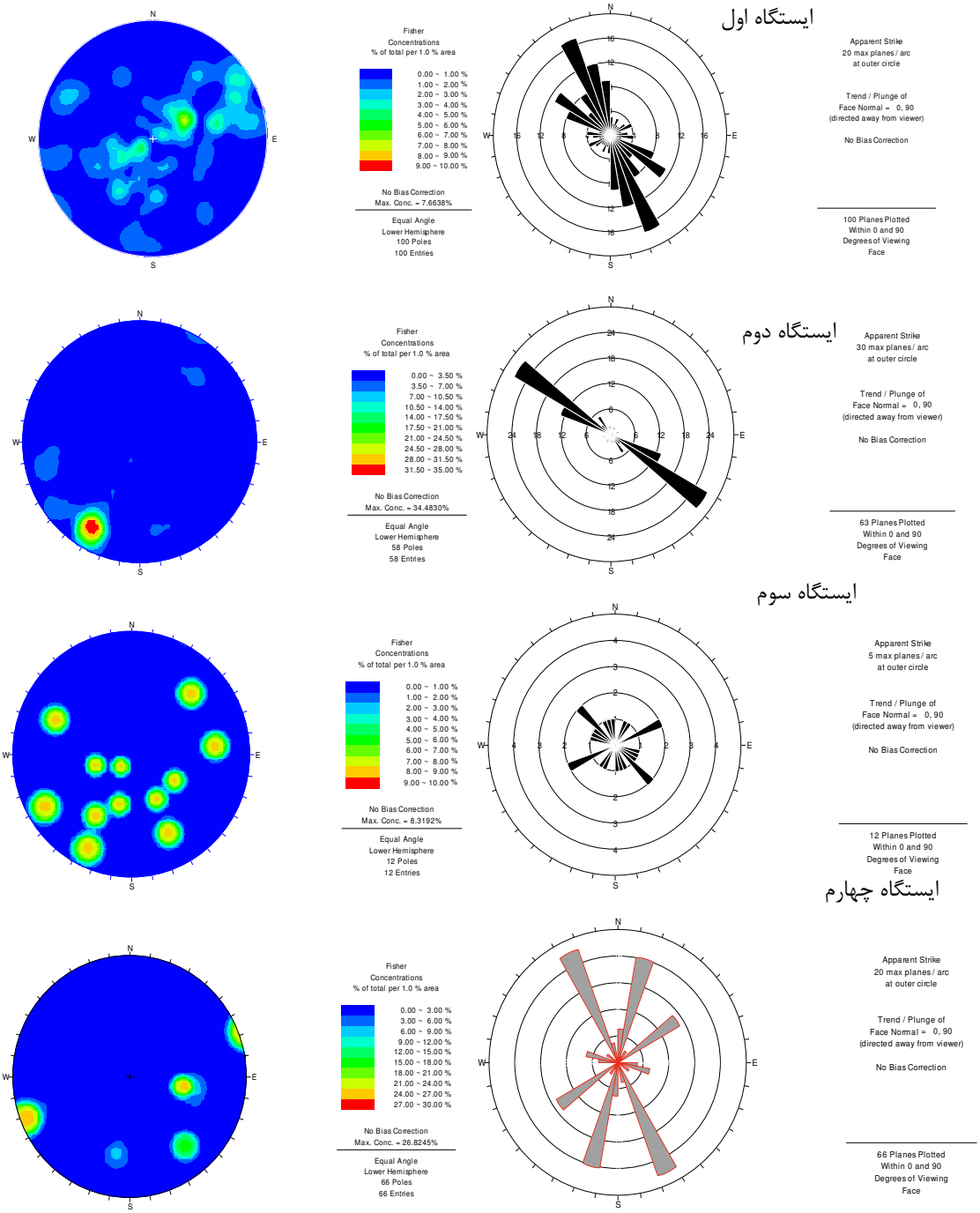


شکل۱۰ . موقیت گسل‌هایی که در ایستگاه ۳ موجب ایجاد غار شده‌اند.

۷-۲- سیستم درزه

درزه یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه کارست می‌باشد. شکستگی‌های متقاطع در تعیین وضعیت هیدروژئولوژی محل نقش عمده‌ای دارند جهت‌های اصلی جریان آب در کارست در بیش‌تر مواقع توسط شکستگی‌های متقاطع کنترل می‌گردد. تراکم شکستگی‌ها، وجود گسل‌های متعدد، نواحی بشدت خرد شده، حضور شکستگی‌های باز نشانه توسعه کارست در محل است. بنابراین، تکتونیک فعال همراه با فراوانی پدیده ژئومورفولوژیکی کارست دو عامل مهم برای شناخت توسعه کارست در محل است [۳].

جهت بررسی سیستم‌های درزه در منطقه، از چهار ایستگاه استفاده (شکل۱۱) و مجموعاً مشخصات ۲۳۸ درزه برداشت شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، روند غالب درزه‌های منطقه از روند زاگرس تبعیت می‌کنند.

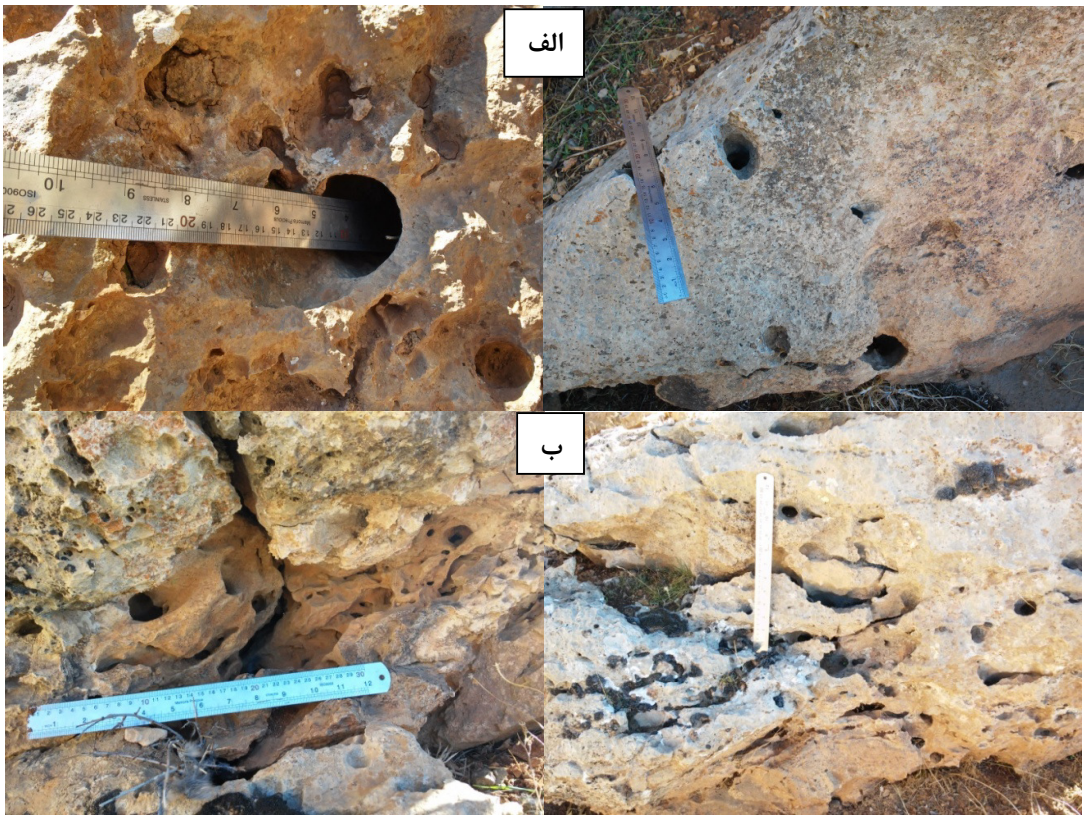


شکل ۱۱. دیاگرام‌های گل سرخی و کنتوردیاگرام‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه

درزه‌های ایستگاه اول اغلب دارای امتداد NW-SE و جهت شیب SW می‌باشند. از ویژگی بارز درزه‌های این ایستگاه می‌توان به تداوم خوب، بازشدگی تا ۱۰ سانتی‌متر، بدون مواد پرکننده اشاره نمود. بازشدگی، عدم حضور مواد پرکننده و شیب زیاد درزه‌ها در این ایستگاه موجب گسترش اشکال انحلالی در این ایستگاه

نسبت به ایستگاه‌های دیگر شده است. از جایی که شیب درزه‌ها زیاد و نزدیک به قائم هستند بنابراین انتظار می‌رود در منطقه اشکال انحلالی نیز از این روند تبعیت کنند و شیب زیادی داشته باشند. کانال‌ها و حفرات انحلالی قائم در این ایستگاه به این موضوع دلالت دارند.

همانطور که در شکل (۱۲) مشاهده شد، اشکال انحلالی به دو صورت مجاری و شیاری دیده می‌شوند. مجاری انحلالی غالبا به صورت منفرد با قطر چند میلی‌متر تا ۱۰ سانتی‌متر دیده شده و عمق چندانی ندارند (شکل۱۲-الف). شیارهای انحلالی بر روی یک سطح خاص یا از به هم پیوستن حفرات انحلالی ایجاد گردیده‌اند (شکل۱۲-ب).



شکل۱۲. الف) حفرات انحلالی، ب) شیارهای انحلالی ایستگاه ۱

درزه‌های ایستگاه دوم دارای امتداد NW-SE و جهت شیب NE می‌باشد. از ویژگی درزه‌های این ایستگاه می‌توان به بسته بودن دهانه برخی درزه‌ها، وجود مواد پرکننده و سطحی ناصاف در دسته درزه‌های دارای بازشدگی اشاره نمود. در شکل (۱۳-الف) شستشوی مواد پرکننده بیش‌تر از انحلال سنگ می‌باشد. در این ایستگاه مواد پرکننده رسی (کائولینیت، ایلیت-مونتموریلونیت) هستند که به دلیل شکل ظاهری انحلال این مواد پرکننده احتمال دارد واگرا باشند. پدیده قابل‌توجه در این ایستگاه کارن‌های کوچک مقیاس روی سطح توده می‌باشند (شکل۱۳-ب). کارن‌ها از اشکال انحلالی می‌باشند در در اثر فعالیت شیمیایی آب ایجاد می‌گردند و به ندرت در سنگ‌های دولومیتی دیده می‌شوند [۳].

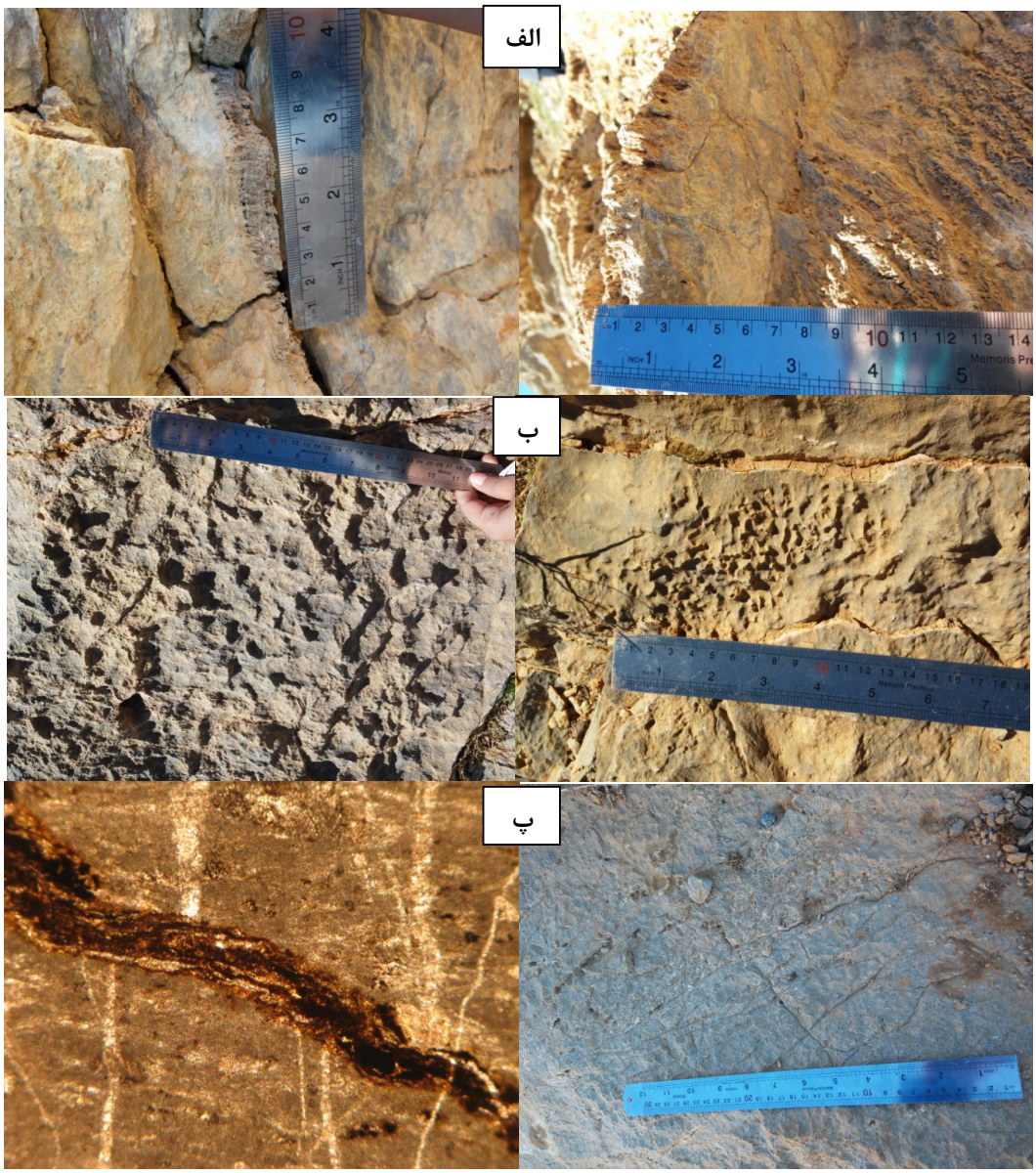
بین اشکال مشاهده شده در مقیاس ماکروسکوپی و میکروسکوپی، شباهت ظاهری مشاهده می‌شود (شکل۱۳-پ).

مطالعه درزه‌های ایستگاه سوم روشن ساخت که دو دسته درزه‌ی اصلی متقاطع در منطقه وجود دارد:

۱) امتداد NW-SE، جهت شیب NE

۲) امتداد NE-SW، جهت شیب SW

حضور دو دسته درزه متقاطع و تعدادی درزه‌های پراکنده می‌تواند عامل ایجاد ناپایداری بلوک سنگی در برخی از نقاط گردد (شکل۱۴).

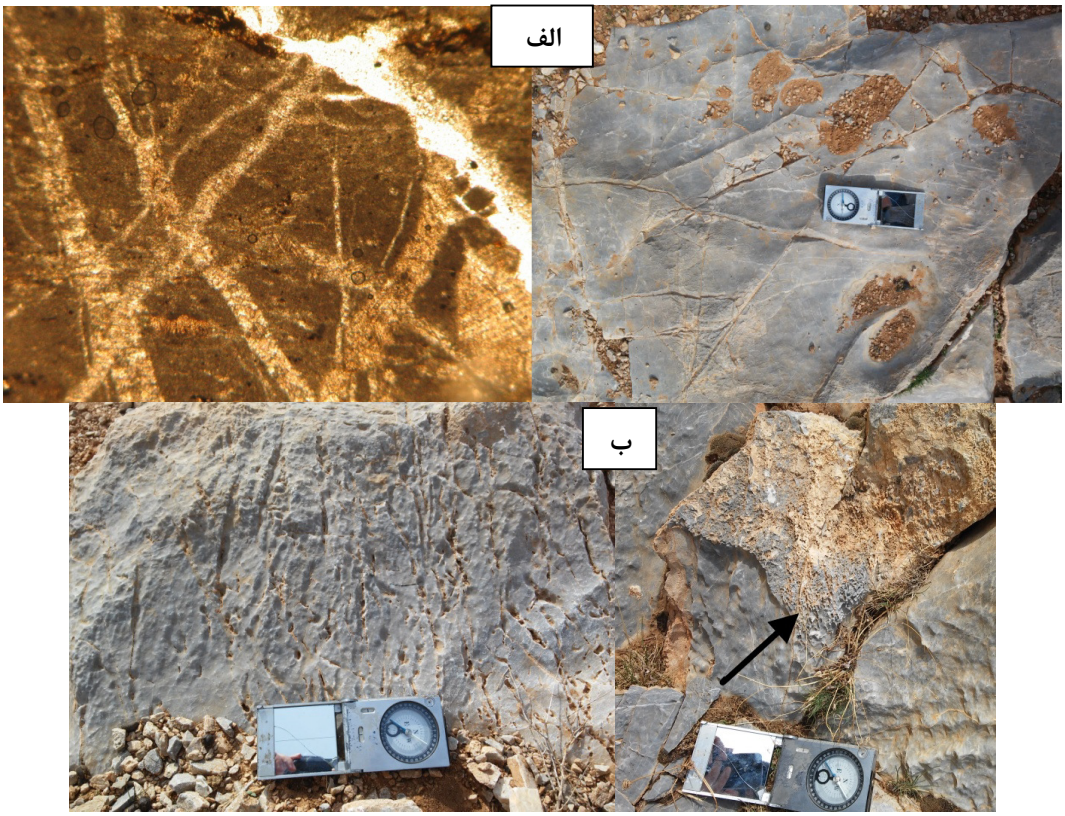


شکل۱۳. الف) مواد پرکننده درزه، ب) میکروکارن‌ها، پ) ارتباط اشکال میکروسکوپی با نمونه‌های ماکروسکوپی در ایستگاه ۲

شکل۱۴. ناپایداری‌های بلوکی به دلیل وجود سیستم درزه‌های متقاطع

سقوط بلوک‌های سنگی حفراتی را ایجاد می‌کنند که مکان‌های مستعدی برای شکل‌گیری غارهاست [۱۰]. از ویژگی درزه‌های این ایستگاه وجود درزه‌های بسته یا با بازشدگی کم است که فاقد مواد پرکننده هستند و سطح درزه‌های آن باز زبر است و تداوم زیادی ندارند.

از ویژگی درزه‌های ایستگاه چهارم بستن بودن دهانه آن‌هاست. درزه‌های باز هم فاقد مواد پرکننده هستند، سطوح زبر و تداوم متوسط دارند. مطابقت نمونه ماکروسکوپی و میکروسکوپی را در شکل (۱۵-الف) می‌توان ملاحظه نمود. اشکال انحلالی مشاهده شده در این ایستگاه حفرات ریز انحلالی و کارن‌های کوچک مقیاس می‌باشند (شکل۱۵- ب). در تشکیل پدیده‌های کارستی معرفی شده، عوامل ذاتی مانند نوع سنگ، ضخامت توده سنگ، ناپیوستگی‌ها و عوامل محیطی شامل آب و هوا، بارندگی و ارتفاع منطقه نقش اساسی دارند [۹].



شکل۱۵. الف) تطابق اشکال میکروسکوپی و مشاهدات صحرایی، ب) حفرات انحلالی ریز (سمت راست) و میکروکارن (سمت چپ)

۸- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی

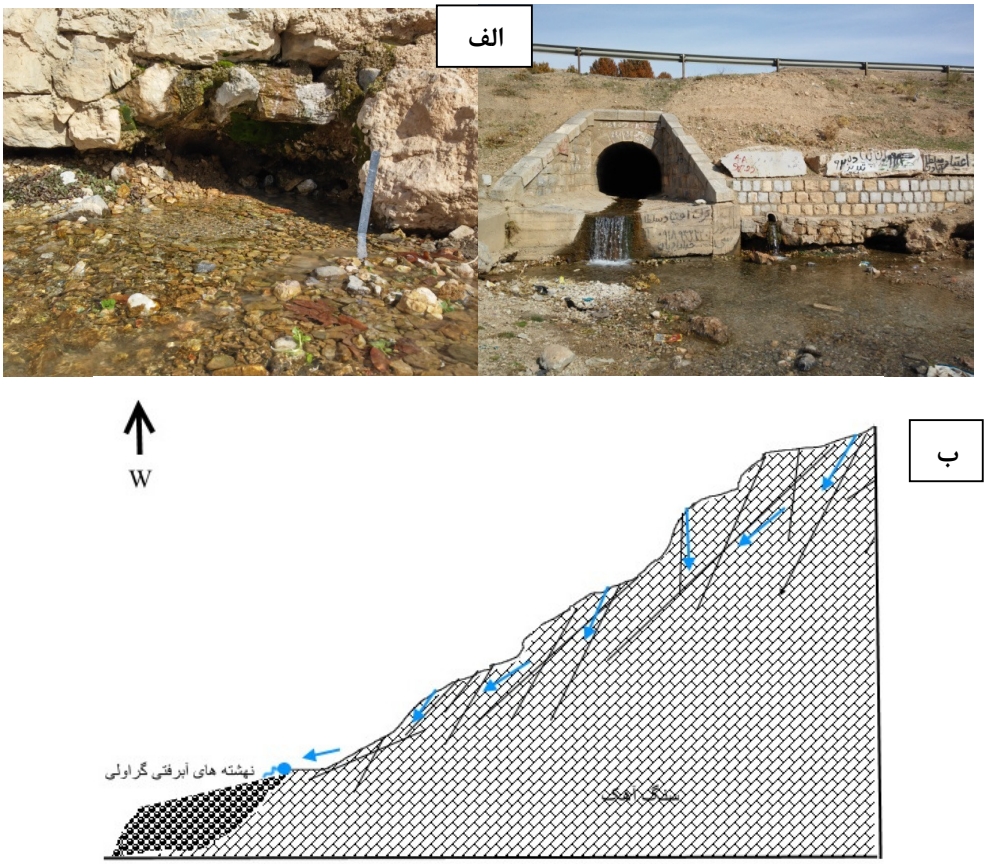
بررسی چشمه‌های کارستی نیاز به بررسی شرایط زمین‌شناسی، ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی، آب و هوایی و خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان دارد [۱۱]. فراوانی سراب‌ها در استان کرمانشاه، به دلیل وجود سازندهای سخت است که گسل‌ها و شکستگی‌ها شرایط راه‌یابی آب‌های زیرزمینی را به سطح زمین فراهم نموده و منجر به تشکیل سراب‌های کارستی شده است.

در این منطقه سیستم تغذیه به صورت پراکنده است به شکلی که آب از طریق شکستگی‌ها، درزه‌ها و گسل‌ها به صورت پراکنده وارد توده سنگ‌های آهکی می‌گردد.

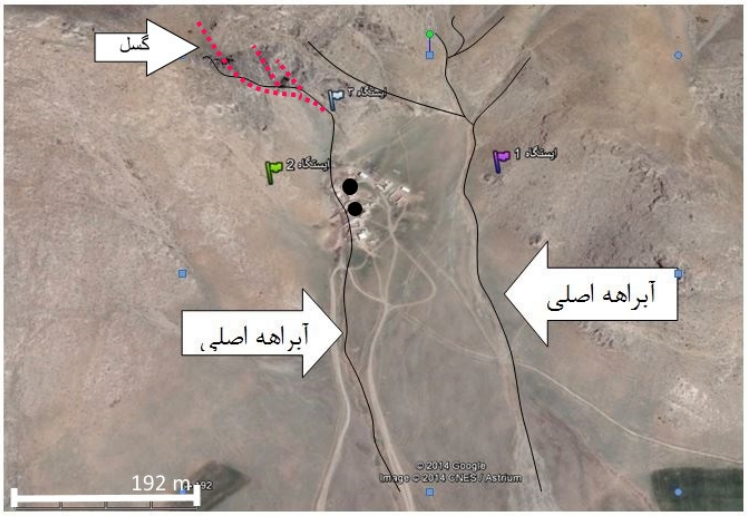
در ایستگاه‌های سراب بیدسرخ دو قنات مشاهده شد که امتداد آن با امتداد کلی گسل‌ها، درزه‌های و آبراهه‌های اصلی منطقه هم‌خوانی دارد، یعنی NW-SE. در شکل‌های ۳ و ۴ موقعیت چشمه‌های منطقه را روی نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی دیده می‌شود. اکثر این چشمه‌ها فصلی می‌باشند و تنها چشمه‌ی دائمی در منطقه، چشمه‌ی جنوب غرب روستای حمام دره در شمال غرب روستای بیدسرخ می‌باشد که مظهر آن از زیر جاده خارج می‌گردد (شکل۱۶ الف). این چشمه در نهشته‌های کواترنری (Qt_2) قرار دارد که متشکل از نهشته‌های تراس‌های جوان و بادبزن(فن)های گراولی است و دبی آن ۰/۰۹ m^3/s می‌باشد. این چشمه از نوع

چشمه‌های خاکریزی (سدی) است، بدین شکل که آب از درزه و شکاف توده آهکی حرکت کرده و بعد از برخورد به نهشته‌های آبرفتی به صورت چشمه ظاهر می‌گردد (شکل۱۶-ب). سایر چشمه‌ها در منطقه به صورت معلق (خروج چشمه از وسط دامنه‌ی متشکل از آهک‌های توده‌ای و درزه‌دار) و گسله (چشمه‌های منطبق بر گسل) می‌باشند.

قابل ذکر است که دو آبراهه‌ی اصلی منطقه در راستای درزه‌ها و گسل‌های منطقه می‌باشد. دو قنات مشاهده شده نیز در جهت این سیستم حفر شده است (شکل۱۷).



شکل۱۶. الف) نمایی از چشمه‌ی شمال غرب روستای بیدسرخ ب) مکانیزم تشکیل چشمه سدی در منطقه



شکل۱۷. تطابق جهت آبراهه اصلی با امتداد درزه‌ها و گسل‌ها (شکل دایره محل قنات را نشان می‌دهد)

۹- بحث و نتیجه‌گیری

وجود و یا عدم وجود هر یک از اشکال کارستی در یک منطقه می‌تواند راهنمایی برای شناخت بهتر و بیش‌تر سیستم کارستی منطقه باشد. تنوع در خواص فیزیکی و شیمیایی سنگ مانند تخلخل موثر، نفوذپذیری، بالا بودن درصد کربنات کلسیم بر روی فرآیند انحلال و شکل‌گیری اشکال انحلالی اثر اساسی دارد [۹].

ایجاد اشکال انحلالی در منطقه، علاوه بر لیتولوژی مناسب، تحت تاثیر عوامل زیر بوده است:

۱- سیستم‌های درزه و شکستگی متعدد و متنوع

۲- گسل‌خوردگی

۳- شرایط آب و هوایی و اقلیم

مهم‌ترین عامل هدایت آب در سنگ‌های کربناته، ناپیوستگی‌ها می‌باشند. ناپیوستگی‌ها، موجب نفوذ نزولات جوی به درون سنگ‌ها می‌شوند و حضور آب موجب باز شدن شکاف‌ها شده و در نهایت باعث گسترش کارست می‌شود [۱۲]. همانطور که در این منطقه نیز مشاهده شد، گسل‌خوردگی نقش به سزایی در تشکیل غارها داشته است. هر قدر شیب درزه‌های باز بیش‌تر باشد، به علت افزایش سرعت آب پدیده انحلال توسعه بیش‌تری دارد. بنابراین وضعیت تکتونیکی یک منطقه در گسترش کارستی شدن عامل کلیدی محسوب می‌گردد. درزه‌های باز با شیب زیاد در این منطقه یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد اشکال انحلالی است. گسترش این اشکال تابع ناپیوستگی‌ها و جهت نفوذ در منطقه می‌باشد. با وجود تخلخل پایین در نمونه‌های سنگی در ایستگاه‌ها، انواع اشکال انحلالی مشاهده شده که به درزه‌شدگی زیاد توده‌های سنگی در منطقه مربوط می‌شود. اشکال غالب انحلالی در ایستگاه اول کانال‌ها و شیارهای انحلالی، ایستگاه دوم میکروکارن‌ها، ایستگاه سوم غار و ایستگاه چهارم میکروکارن و میکروحفره‌ها می‌باشند. تنوع گسترش این اشکال تابع شرایط ناپیوستگی‌ها می‌باشد. هرچه بازشدگی درزه‌ها بیش‌تر، پرشدگی کمتر، تداوم و شیب بیش‌تر، اشکال بزرگ مقیاس‌تری دیده شده است (مانند ایستگاه ۱ و۳).

سومین عامل تأثیرگذار بر کارستی شدن در حوضه، شرایط اقلیمی و میزان بارندگی است. طبق نظر وایلیس [۱۳]. تغییرات دمایی ۰/۵ تا ۲ درجه تاثیر چندانی روی تغییرات کارستی شدن ندارد ولی تغییر میانگین بارندگی نقش به سزایی در فرایند انحلال دارد. مقدار بارندگی متوسط در منطقه ۵۱۸ میلی‌متر است. این مقدار در ارتفاعات تا ۵۴۶ میلی‌متر نیز افزایش می‌یابد. نکته قابل توجه در این منطقه آن است که جهت وزش باد، علاوه بر عوامل ذکر شده، نقش چشمگیری در گسترش پدیده‌های کارستی در منطقه داشته است. جهت وزش باد در این منطقه به سمت شرق می‌باشد، این بدان معنا است که ایستگاه‌های شماره ۱ و ۳ بیش‌ترین تماس را با باد و باران دارند. همانطور که در منطقه نیز قابل مشاهده است، بیش‌ترین تنوع و گسترش اشکال انحلالی در این دو ایستگاه مشاهده می‌گردد.

در منطقه مورد مطالعه کارن‌ها به فراوانی یافت می‌شوند. عوامل ایجاد کارن‌ها ذاتی و زیست‌محیطی هستند. عوامل ذاتی نوع سنگ، ضخامت توده سنگ و ناپیوستگی‌ها می‌باشند. عوامل محیطی آب و هوا، بارندگی و ارتفاع منطقه را شامل می‌گردد [۳]. کارن‌های منطقه اغلب به صورت پلی‌ژنیک هستند، که عمدتاً توسط آب، یخ، وزش باد و عوامل بیولوژیکی ایجاد گردیده‌اند [۱۴].

بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در منطقه بید سرخ در شرق شهرستان صحنه در استان کرمانشاه ویژگی‌های لیتولوژیکی، شرایط ساختاری، آب و هوا و اقلیم منطقه موجب تشکیل پدیدهای ژئومورفولوژیکی کارست مانند کارن‌ها، غارها، حفرات انحلالی و چشمه‌ها شده که بر توسعه کارست در منطقه دلالت دارد.

منابع

[۱] جعفربیگلو، م.، مقیمی، ا.، صفری، ف (۱۳۹۰) استفاده از DEM در تحلیل مورفوتکتونیک فروچاله‌های کارستی توده پرآو- بیستون. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۴، ۱۸-۱.

[۲] سایت سازمان هواشناسی کل استان کرمانشاه (۱۳۹۳) http://www.kermanshahmet.ir.

[۳] قبادی، م، ح (۱۳۸۸) زمین‌شناسی مهندسی کارست، انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، چاپ دوم، ۳۱۸ص.

[۴] قبادی، م. ح.، عبدی لر، ی.، محبی، ی (۱۳۹۰) اهمیت شناخت خصوصیات ژئومورفولوژیکی، سنگ‌شناسی و فیزیکی سنگ‌های کربناته، جهت ارزیابی توسعه کارست در منطقه نهاوند، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، شماره۴، ۳۱۰-۲۹۹.

[۵] ملکی، ا.، اویسی، م (۱۳۹۱) شناسایی ساختار گسلی و تحول چشمه‌های کارستی با استفاده از رادار نفوذی (مطالعهٔ موردی: استان کرمانشاه)، مجله جغرافیا و پایداری محیط، شماره ۳، ۱۰-۱.

[۶] نقشه‌ی توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه.

[۷] نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ کرمانشاه.

[8] Ford, D. C. and Williams, P (2007) Karst Hydrogeology and Geomorphology, John Wiley & Sons, 576 p.

[9] Ghobadi, M. H. , Torabi-Kaveh, M., Miri, M., Mahdiabadi, N (2014) An introduction to the karst geomorphology of the Bisetun–Taqe Bostan historical region (northeast Kermanshah, Iran) with special emphasis on karst development as a serious threat for the UNESCO World Heritage Site. Bul Eng Geol Environ Journal , Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI 10.1007/s10064-014-0662-0.

[10] Lenart, J., and Pánek, T (2013) Comments on "structural–tectonic controls and geomorphology of the karst corridors in alpine limestone ridges: Southern Carpathians, Romania". Geomorphology Journal,197: 123–136.

[11] Moral, F (2010) Hydrogeology and Geomorphology of the Calar del Espino (Betic Cordillera, Southern Spain), a Highly Interesting Scientific and Experimental Karstic System, B. Andreo et al. (Eds.), Advances in Research in Karst Media, DOI 10.1007/978-3-642-12486-0, Springer.

[12] Tîrlă, L., Vijulie, I (2013) Structural–tectonic controls and geomorphology of the karst corridors in alpine limestone ridges: Southern Carpathians, Romania. Geomorphology Journal ,197: 123–136.

[13] Viles , H., A (2003) Conceptual modeling of the impacts of climate change on karst geomorphology in the UK and Ireland. Nature Conservation Journal, 11: 59–66.

[14] Waele ,J. D., Plan, L., Audra, Ph (2009) Recent developments in surface and subsurface karst geomorphology: An introduction. Geomorphology Journal, 106: 1–8.

[15] Zajc, M., Celarc, B., Gosar, A (2014) Structural–geological and karst feature investigations of the limestone–flysch thrust-fault contact using low-frequency ground penetrating radar (Adria–Dinarides thrust zone, SW Slovenia). Environment Earth Sciences Journal , DOI 10.1007/s12665-014-3987-x.

Assessment of Karst development base on lithological, morphological and structural characteristics in the Bid Sorkh region, East of Sahneh, East of Kermanshah Province

M.H. Ghobadi[*1] and P. Behzadtabar[2]

1,2- Dept. of Geology, Bu-Ali Sina University, Hamedan

* amirghobadi@yahoo.com

Recieved: 2015/2/1 Accepted: 2016/3/2

Abstract

The purpose of this study was to evaluate karst development in the Bid Sorkh region, East of Sahneh by identifying karst geomorphological phenomenon and geological and tectonic characteristics. Carbonate units in the study area, are widespread and belong to the Fahliyan Formation which has upper Cretaceous age. Many tectonic structures (joints, fractures and faults) and geomorphological phenomena of karst such as microkarren, dissolution cavities and fissures, caves and karst springs in the area have been observed in this area. According to the study of rock thin sections, from 4 stations, rocks were crystalline Micritic limestone, wackestone and crystalline limestone with carbonate cement types. A total of 12 samples were prepared to evaluate physical properties. The average unit weight of carbonate rock samples were 2.54 g/cm^3 and a porosity of 2.57% was measured. According to XRD analysis performed on the joint filling material, these are composed of clay minerals which are mainly consisted of kaolinite, illite and montmorillonite. Based on this study, the appropriate combination of lithology, various discontinuities, weather condition, the climate of the area and abundance of geomorphological phenomena are evidence of karst development in this region.

Keywords: Karst, geomorphological phenomenon, Bid Sorkh, Kermanshah