



دانشکده علوم زمین
گروه تکتونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد تکتونیک

عنوان

**تحلیل ساختاری تفصیلی منطقه گسلی دهاقان
(جنوب باختری اصفهان)**

استاد راهنما

پرویز امیدی

استاد مشاور

غلامحسین کرمی

نگارنده

ندا جمالی دهنوی

بهمن ماه ۱۳۹۶

تصویب نامه

شماره: ۱۲۸۴۸
تاریخ: ۹۶/۱۱/۱۶

بسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صور تجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای ندا جمالی با شماره دانشجویی ۹۳۰۵۴۹۴ رشته زمین شناسی گرایش نکتونیک تحت عنوان تحلیل ساختاری تفصیلی منطقه گسلی دهاقان (جنوب باختری اصفهان) که در تاریخ ۹۶/۱۱/۸ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با امتیاز ... ۱۸.۳۳ درجه علمی ...) مردود
نوع تحقیق: نظری عملی

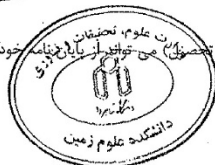
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر پرویز امیدی	استادیار	
۲- استاد راهنمای دوم	---	---	---
۳- استاد مشاور	دکتر غلامحسین کرمی	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر هادی جعفری	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر رمضان رضائی اومالی	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر رحیم باقری	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر پرویز امیدی

۹۶/۱۱/۱۶

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تصوه: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیلی) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).



این نوشتار را تقدیم می‌کنم به
پیوندگان راه علم و دانش

سپاسگزاری

سپاس و ستایش بر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

جناب آقایان دکتر امیدی و دکتر کرمی اساتید راهنما و مشاورم: شما روشنایی بخش تاریکی جان هستی و ظلمت اندیشه را نور می بخشی. چگونه سپاس گویم مهربانی و لطفتان را که سرشار از عشق و یقین است. چگونه سپاس گویم تأثیر علم آموزی تو را که چراغ روشن هدایت را بر کلبه ی محقر وجودم فروزان ساخته است. آری در مقابل این همه عظمت و شکوه تو مرا نه توان سپاس است و نه کلام وصف.

راز و رمز پویای علم و کشف معانی بدیع و تجلی جلوه های شهودی معرفت کیمیایی است که آسمان علم به برکت سیما و سیره ی نورانی نبی مکرم صلی الله علیه و آله و سلم، انسان در بند خاک را به معراج حضور می خواند. و چه خرم علمی که از چشمه ی معارف سیراب شود و چه زیبا دانشی که قبابی پرنیانش به عطر و بوی گلستان محمدی معطر شود و چه معماری باشکوهی، بنایی که سنگ هویت و فرهنگ آن ریشه در مدینه النبی بیابد. و امروز کاخ آباد علم به سروش معنوی و مفهوم پیام او بیش از پیش محتاج راهنمایی است که علاوه بر حفظ آبادانی آن در راه اعتلای آن به فرزندان خویش محبت نمایند.

از راهنمایی و حمایت بی دریغ اساتید ارجمند جناب آقای دکتر رمضان رضانی او مالی، دکتر عزیزاله طاهری، دکتر رسول اجل لوثیان و مهندس حمیدرضا ضیائی که از شروع پژوهش اینجانب را مشوق نمودند کمال تشکر را دارم. از استاد محترم جناب آقای دکتر علیرضا ندیمی که با مشاور خود اینجانب را در پیمودن جاده علم و معرفت راهنمایی و هدایت فرمودند نهایت سپاسگزاری را دارم.

همچنین بر خود لازم می دارم از زحمات عزیزان در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان نقشه برداری و همکاری عزیزان در آب منطقه ای استان اصفهان و از خداوند مسئلت دارم آنان را اجر و پاداش نیکو عطا فرماید. در پایان از پدرم جناب آقای جمشید جمالی و مادر مهربانم سرکار خانم زهره صفاری و خواهرم سرکار خانم الهه جمالی و برادرم جناب آقای علی جمالی کمال تشکر را دارم که در تمام مراحل پشتیبان من بودند و همیشه در هر مقطعی از زندگی راهنما و یاورم بودند، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم. در پایان از پروردگار عالم برای همه عزیزان آرزوی موفقیت و سعادت مندی را خواستارم.

ندا جمالی ۱۳۹۶

تعهد نامه

اینجانب ندا جمالی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی - تکتونیک دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحلیل ساختاری تفصیلی منطقه گسلی دهاقان (جنوب باختری اصفهان) تحت راهنمایی آقای پرویز امیدی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آن ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ ۹۶/۱۱/۱۶
امضای دانشجو
۹۶/۱۱/۱۶

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

پهنه سنندج - سیرجان به عنوان کمربند دگرشکلی با روند شمال غرب - جنوب شرق دارای ساختارهای پویا در اثر همگرایی صفحات عربی- اورسیا در بخش سرزمینی ایران است. در اینجا با مطالعه زمین ساخت مرتبط با فعالیت گسل دهاقان در ۶۰ کیلومتری جنوب باختر شهر اصفهان با استفاده از تلفیق دانش سنجش از دور و برداشتهای صحرایی روند ساختارهای منطقه تجزیه و تحلیل شد. گسل معکوس دهاقان با امتداد شمال غرب- جنوب شرق و شیب به سمت جنوب باختر دارای مؤلفه حرکت راست بر است. رز دیاگرام کلیه شکستگی‌ها و روند لایه‌بندیها در منطقه به دست آمده از مطالعات سنجش از دور بر روی تصاویر ماهواره‌ای، نشان‌دهنده هماهنگی هندسی گسل معکوس دهاقان با چین‌خوردگی واحدها می‌باشد. همچنین مناطق باچگالی شکستگی بالا، با مناطق دارای چشمه‌های کارستی منطقه مطابقت تقریبی دارد. با توجه به نتایج این مطالعه، شواهد قابل توجهی در واحدهای رسوبی جوان، نشان‌دهنده فعال بودن دگرشکلی و کج‌شدگی فعال نوزمین ساختی در منطقه است. آهک‌های کرتاسه بالایی که در سرتاسر منطقه گسلی دهاقان رخنمون دارند تحت تأثیر شکستگی‌های ناشی از این گسل تا اندازه‌ای کارستی شده‌اند و شاهد آن وجود دره‌های خشک کارستی و کارن‌های کوچک و بزرگی است که در تمام سنگ‌های آهکی منطقه مشاهده می‌شوند. علاوه بر این چشمه‌های کارستی متعددی در راستای منطقه گسلی ظاهر شده‌اند. در هر حال، عدم وجود چشمه بزرگ کارستی و همچنین عوارض مورفولوژیکی مهم (مانند فروچاله، گودی مسدود، کارن‌های عمیق و پلیه) بیانگر توسعه یافتگی نسبتاً کم- کارست در منطقه است.

کلمات کلیدی: سنندج سیرجان، گسل معکوس دهاقان، شکستگی، نوزمین ساخت، کارست

فهرست مطالب

فصل اوّل: مقدمه	۱
۱-۱- تعریف مسئله و اهداف پژوهش	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی	۵
۳-۱- پیشینه تحقیق	۷
۴-۱- زمین ریخت شناسی منطقه	۹
۵-۱- روش تحقیق	۹
فصل دوّم: زمین شناسی عمومی	۹
۱-۲- پهنه ساختاری سندج- سیرجان	۱۰
۲-۲- چینه نگاری	۱۷
فصل سوّم: زمین شناسی ساختاری	۱۹
۱-۳- مختصری درباره عناصر مهم ساختاری	۲۰
۲-۳- زمین شناسی ساختاری منطقه بر مبنای سنجش از دور	۱۷
۱-۲-۳- پردازش تصاویر ماهواره‌ای	۱۸
۲-۲-۳- پردازش شکستگیهای استخراج شده در نرم افزار گوگل ارث	۲۱
۳-۲-۳- بحث	۲۳
۳-۳- زمین شناسی ساختاری منطقه بر مبنای مشاهدات میدانی	۲۶
۱-۳-۳- ایستگاه‌های عملیات برداشت میدانی	۲۶
۲-۳-۳- بحث	۳۵
۴-۳- نگاهی کوتاه به دگرشکلی فعال در منطقه	۳۷
فصل چهارم: بررسی توسعه کارست در راستای منطقه گسلی دهقان	۴۰
۱-۴- طبقه‌بندی سیستمهای کارستی	۴۱
۲-۴- تأثیر عوامل ساختاری بر جریان آب زیرزمینی در کارستها	۴۴
۳-۴- طبقه‌بندی هیدروژئولوژیکی واحدهای منطقه	۴۶
۴-۴- توسعه کارست در راستای منطقه گسلی دهقان	۵۱
۵-۴- مقایسه توسعه کارست در بخشهای مختلف منطقه گسلی دهقان	۵۵
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها	۶۰
۱-۵- نتیجه گیری	۶۱
۱-۱-۵- نتایج بدست آمده بر مبنای سنجش از دور	۶۱
۲-۱-۵- نتایج بدست آمده بر مبنای مطالعات صحرائی	۶۱
۳-۱-۵- وضعیت توسعه کارست در منطقه	۶۳
۲-۵- پیشنهادها	۶۴
منابع	۷۰

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- نقشه گسل های پیرامون استان اصفهان ۳
- شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۵
- شکل ۱-۳- نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۶
- شکل ۱-۴- جا به جایی راست بر سنگ آهک های کرتاسه در طول گسل های دهاقان ۹
- شکل ۱-۵- مدل رقومی ارتفاعی ۱۰
- شکل ۱-۲- نقشه زمین ساخت ساده از جنوب باختر ۱۵
- شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی تهیه شده از منطقه مورد مطالعه ۱۲
- شکل ۱-۳- الف) نقشه ساده از روند لایه بندی ۲۴
- شکل ۲-۳- خطوط شکستگی قابل مشاهده بر روی تصور لندست ۸ ۲۵
- شکل ۳-۳- تصویر گوگل ارث به همراه خطوط شکستگی های رسم شده ۲۶
- شکل ۳-۴- الف) تصویر گوگل ارث و شکستگی های استخراج شده در محیط نرم افزاری گوگل ارث ۲۸
- شکل ۳-۵- الف) نقشه ساده از تمام شکستگی های برداشت شده از پردازش تصویر لندست ۸ ۳۰
- شکل ۳-۶- تصویر توپوگرافی رقومی ۳۲
- شکل ۳-۷- الف) تصویر گوگل ارث از گستره ایستگاه شماره ۱ ۳۳
- شکل ۳-۸- الف) تصویر ماهواره های به همراه خط اثر گسل دهاقان ۳۵
- شکل ۳-۹- الف- تصویر ماهواره های (برگرفته از google earth) از گستره مسیر پیمایش در ایستگاه شماره ۳ ۳۶
- شکل ۳-۱۰- تصویر گوگل ارث به همراه موقعیت ایستگاه شماره ۴ و شماره ۵ ۳۸
- شکل ۳-۱۱- الف) تصویر ماهواره ای از ایستگاه شماره ۴ ۳۹
- شکل ۳-۱۲- الف- تصویری از آهک های توده های کرتاسه به همراه خطوط شکستگی ۴۰
- شکل ۳-۱۳- الف) تصویر SRTM با وضوح ۹۰ متر به همراه موقعیت مکانی گسل معکوس دهاقان ۴۲
- شکل ۳-۱۴- تصویر توپوگرافی رقومی ۴۳
- شکل ۳-۱۵- الف) تصویر لندست ۸ (RGB=752) به همراه خطوط شکستگی ۴۴
- شکل ۴-۱- سیستم های کارستی افشان و مجرای ۴۶
- شکل ۴-۲- سنگ های آهکی کرتاسه در کوه بیدکان ۵۱
- شکل ۴-۳- سنگ های آهکی برهنه در کوه شاهلرا ۵۲
- شکل ۴-۴- سنگ های آهکی پوشیده از نهشته های عهد حاضر در منطقه کوه شاهلرا ۵۳
- شکل ۴-۵- سنگ های آهکی پوشیده از نهشته های عهد حاضر در منطقه کوه شاهلرا ۵۳
- شکل ۴-۶- کنگلومرای پلیوسن در مسیر جاده زرینشهر به سفیددشت ۵۴
- شکل ۴-۷- سنگ های اندر زیتی در کوه شاهلرا ۵۵
- شکل ۴-۸- دره خشک کارستی در مسیر جاده مبارکه به بروجن ۵۶
- شکل ۴-۹- دره های خشک کارستی در مسیر جاده زرینشهر به سفیددشت ۵۷
- شکل ۴-۱۰- کارنهای کم عمق در منطقه کوه بیدکان ۵۸

- شکل ۴-۱۱- کارنهای نسبتاً عمیق در منطقه کوه بیدکان ۵۹
- شکل ۴-۱۲- حفرات انحلالی در منطقه کوه بیدکان ۶۰
- شکل ۴-۱۳- تصویر ماهواره ای از منطقه گسلی دهاقان ۶۱
- شکل ۴-۱۴- تصویر ماهواره ای بخش اول منطقه گسلی دهاقان (از سمت شمال غرب) ۶۱
- شکل ۴-۱۵- تصویر ماهواره ای ایستگاه دوم (S2) منطقه گسلی دهاقان (از سمت شمال غرب) ۶۲
- شکل ۴-۱۶- تصویر ماهواره ای ایستگاه سوم (S3) منطقه گسلی دهاقان (از سمت شمال غرب) ۶۲
- شکل ۴-۱۷- تصویر ماهواره ای ایستگاه چهارم (S4) منطقه گسلی دهاقان (از سمت شمال غرب) ۶۳
- شکل ۴-۱۸- تصویر گوگل ارث به همراه چشمه های با دبی کمتر از ۳ ۶۳
- شکل ۴-۱۹- تصویر گوگل ارث به همراه چشمه های با دبی بیشتر از ۳ ۶۴
- شکل ۵-۱- الف) تصویر SRTM با وضوح ۹۰ متر به همراه موقعیت مکانی گسل معکوس دهاقان و روند
خطوط نیمرخ توپوگرافی ۶۷
- شکل ۵-۲- تصویر ماهواره ای از منطقه گسلی دهاقان ۶۹

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- مشخصات لایه‌بندی ایستگاه شماره ۳..... ۳۷
- جدول ۳-۲- مشخصات شکستگی های (درزه‌ها) ایستگاه شماره ۳..... ۳۷
- جدول ۳-۳- مشخصات شکستگی های (درزه‌ها) ایستگاه شماره ۵..... ۴۱

فصل اوّل

مقدمه

دگرریختی فعال در قاره‌ها با مناطق اقیانوس متفاوت بوده بنابراین درک و شناخت نوع لغزش در طول سامانه‌های گسلی منفرد در سطح زمین نشان‌دهنده چگونگی ایجاد دگرریختی در یک مقیاس ناحیه‌ای در قاره‌ها است. ایران یک ناحیه در حال فشارش زمین ساختی بوده که دگرریختی فعال زمین ساختی در آن نتیجه‌ای از برخورد دو ورق قاره‌ای گندوانا-اوراسیا در زمان سنوزئیک پسین تا به امروز است. از آنجا که گسله دهقان را (Nadimi, 2010)، یکی از چندین گسله فعال پهنه سنندج سیرجان معرفی کردند؛ در این پژوهش با به کارگیری تکنیک سنجش از دور و مطالعات میدانی این گسله به دقت مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است.

استان اصفهان به عنوان یکی از استان‌های صنعتی و مهم کشور نقش به‌سزایی در توسعه کشور ایفا می‌نماید. با توجه به سرمایه‌گذاری‌های کلان اقتصادی در پروژه‌های مختلف عمرانی، گسترش قطب‌های صنعتی و همچنین بالا بودن خطر زمین لرزه در ایران تعیین این خطر در محدوده اطراف شهر اصفهان امری ضروری می‌باشد. عدم شناسایی دقیق گسل‌های فعال از مهمترین مشکلاتی است که غالباً در خصوص تعیین خطر زلزله در مناطق مختلف وجود دارد، این موضوع باعث عدم دقت اغلب نقشه‌های تهیه شده در کشور ما گردیده و به کارگیری آنها را با مشکلاتی مواجه می‌سازد (صفایی، ۱۳۸۴).

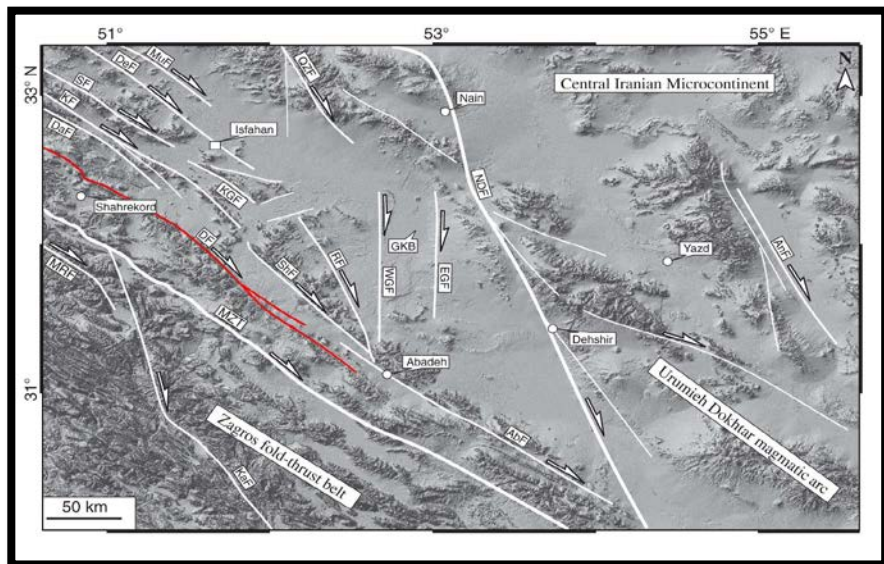
۱-۱- تعریف مسئله و اهداف پژوهش

مهمترین اهداف این پژوهش را می‌توان طی دو بخش بیان نمود:

بخش اول شامل مطالعات تکتونیکی و تحلیل ساختاری منطقه گسلی دهقان است. از این رو، پژوهش انجام شده گامی در راستای شناخت یکی از گسله‌های مهم جنوب باختری شهر اصفهان است، از طرف دیگر وجود چشمه‌های متعدد در منطقه مورد مطالعه نقش ساختارهای منطقه در پیشرفت و توسعه کارست را ضروری می‌نماید. از این رو، مطالعه حاضر در دو بخش مطالعات ساختاری و مطالعات هیدروژئولوژیکی صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین‌شناسی در منطقه ساختاری

سنندج - سیرجان (stocklin,1968) قرار گرفته و از نظر جغرافیایی یک رشته ارتفاعات در ۶۰ کیلومتری جنوب باختر اصفهان را شامل می‌شود (شکل ۱-۱).

بعلاوه، بر اساس داده‌های موجود مانند نقشه‌های تکتونیک و سائزموکتونیک ایران به مقیاس ۱/۰۰۰/۰۰۰ و نقشه ۱:۲۵۰/۰۰۰ اصفهان و ۱:۱۰۰/۰۰۰ اصفهان و ۱:۱۰۰/۰۰۰ ریز لنجان و مشاهدات روی زمین نگارنده وجود گسلها با روند شمال باختری - جنوب خاوری (روند زاگرسی) را در منطقه تأیید می‌کند که یکی از مهمترین آنها، گسل دهاقان می‌باشد. این گسل یکی از گسل‌های مهم سنندج سیرجان با روند NW-SE به موازات گسل‌های دالان، زرین شهر، خوانسار، شهرضا، کلاه قاضی، مبارکه در جنوب و جنوب غرب اصفهان در سطح زمین رخنمون دارد. اهمیت این گسل‌ها پی‌سنجی بودن و لرزه‌خیزی آنها می‌باشد. این گسل‌های تیپ سنندج - سیرجان این امکان را فراهم آورده که یک بررسی ساختاری دقیق در منطقه صورت گیرد. به علاوه وجود واحدهای جوان در بازه‌ی نوزمین ساختی، همچون کنگلومراهای پلیوسن و نهشته‌های کواترنری این امکان را فراهم می‌آورد تا دگرریختی نوزمین ساختی مورد توجه ویژه قرارگیرد.



شکل ۱-۱- نقشه گسل‌های پیرامون استان اصفهان، رنگ قرمز نشان‌دهنده گسل دهاقان (Nadimi&Konon,2012).

بخش دوم این پژوهش شامل بررسی توسعه کارست در منطقه است. از آنجائیکه ارتباط تنگاتنگی بین پدیده‌های مختلف ساختاری از جمله درزه‌ها، گسل‌ها، محور تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها با تشکیل عوارض کارستی در مناطق کارستی برقرار است. تحقیقات زیادی بر روی ارتباط ساختارهای تکتونیکی و توسعه کارست انجام شده است که از جمله می‌توان به پژوهش‌های (Castany, 1977) و (Parizek, 1976) و کاظمی، غیومیان و جلالی (۱۳۸۵) اشاره نمود.

با عنایت به اینکه منطقه مورد مطالعه تعداد زیادی چشمه در راستای ساختارهای تکتونیکی قرار گرفته‌اند، یکی از اهداف این تحقیق بررسی ارتباط میان ساختارهای تکتونیکی با جهت‌های عمومی جریان آب زیرزمینی از منطقه و همچنین رخداد چشمه‌های موجود در منطقه می باشد.

در مجموع تحقیق پیش رو دارای سه محور اساسی، به شرح زیر خواهد بود:

۱- بررسی دقیق و همه جانبه گسله دهقان از جنبه های هندسی، سازوکار و سن رخداد گسلش با نگاه ویژه به ارزیابی جنبش های نوزمین ساختی آن.

۲- مدل کردن شکستگی‌های موجود در واحدهای سنگی به تفکیک سن، جنس و بررسی منشأ آن (ارتباط با چین خوردگی و یا گسلش دهقان).

۳- بررسی نقش عوامل ساختاری در پیدایش چشمه‌های منطقه با تکیه بر مطالعات میدانی و استفاده از داده‌های دورسنجی.

۴- بررسی توسعه کارست در راستای گسل دهقان.

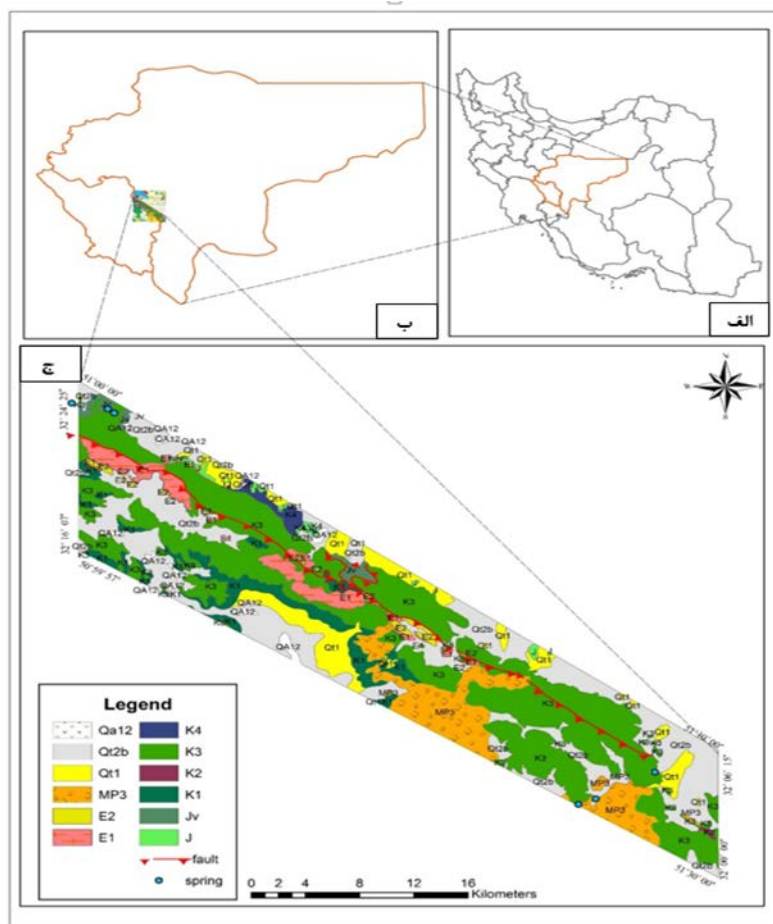
استفاده از تکنیک سنجش از دور در زمینه‌های مختلف از جمله مطالعات زمین‌شناسی باعث کاهش زمان و هزینه مطالعات و همچنین بالا رفتن دقت نتایج می‌گردد. جهت شناسایی روندهای خطی از جمله گسل‌ها و شکستگی‌های منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده ماهواره لندست 8 و تصویر SRTM استفاده شده است.

به منظور استخراج خطوطاره‌ها، از تصاویر سنجنده لندست 8 استفاده شده است. به دلیل قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر باند پانکروماتیک سنجنده لندست 8، این تصاویر انتخاب گردیدند. با استفاده از نرم‌افزار

پردازش تصویر ENVI 5.1، پس از انجام تصحیحات هندسی و اتمسفریک، روشهای مختلف پردازش عمدتاً فیلترهای مختلف جهت استخراج خطوطاره‌ها استفاده شده است.

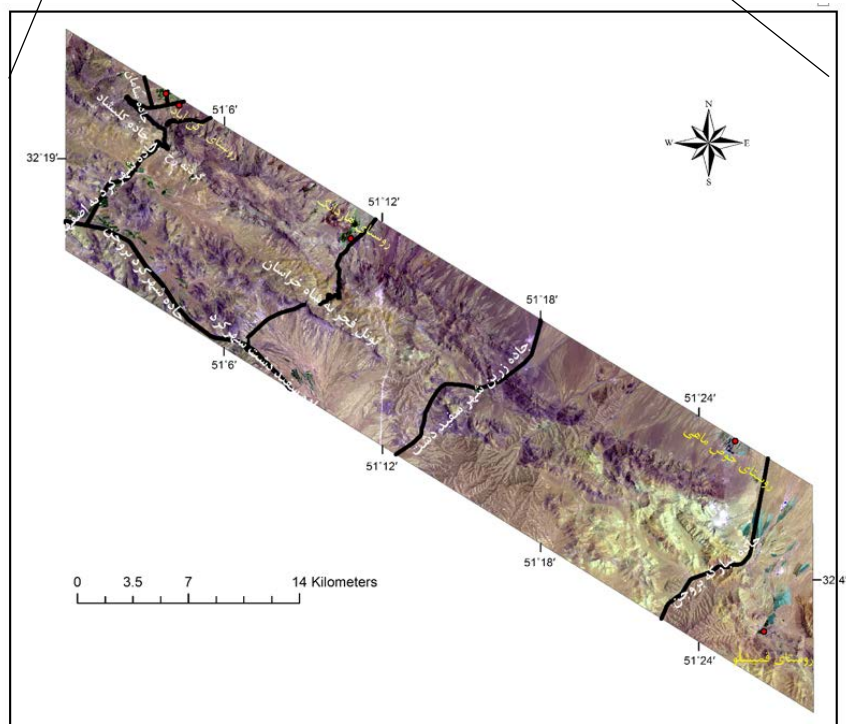
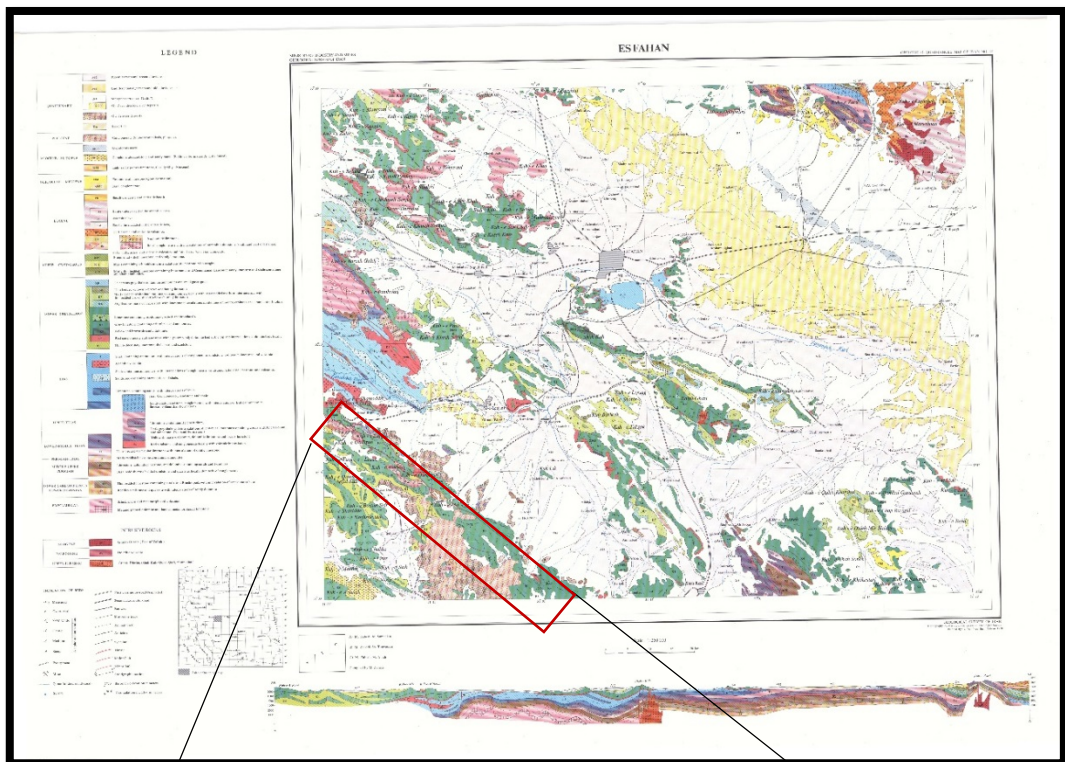
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

منطقه مورد مطالعه بین $32^{\circ}24'25''$ ، $32^{\circ}06'15''$ ، $32^{\circ}00'00''$ ، $32^{\circ}16'07''$ عرض شمالی و $51^{\circ}00'00''$ ، $51^{\circ}30'00''$ ، $51^{\circ}30'00''$ ، $50^{\circ}59'57''$ طول شرقی قرار دارد (شکل ۲-۱).



شکل ۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه توسط نقشه زمین‌شناسی ترسیم گردیده. (الف) نقشه جغرافیایی ایران (ب) استان اصفهان و شهرکرد (ج) نقشه زمین‌شناسی ترسیم شده در محیط نرم‌افزار Arc GIS 10.3

از جمله راه‌های ارتباطی درجه یک منطقه راه‌های اصفهان به شهرکرد، اصفهان به بروجن، زرین شهر به سفید دشت و مبارکه به بروجن می باشد (شکل ۳-۱).



شکل ۱-۳- نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای پردازش شده یک فریم از داده‌های سنجنده لندست ۸ این تصویر حاصل ترکیب باندهای (RGB=752) در محیط نرم‌افزار GIS10.3 ENVI5.1 برگرفته از GoogleEarth)

۱-۳- بیشینه تحقیق

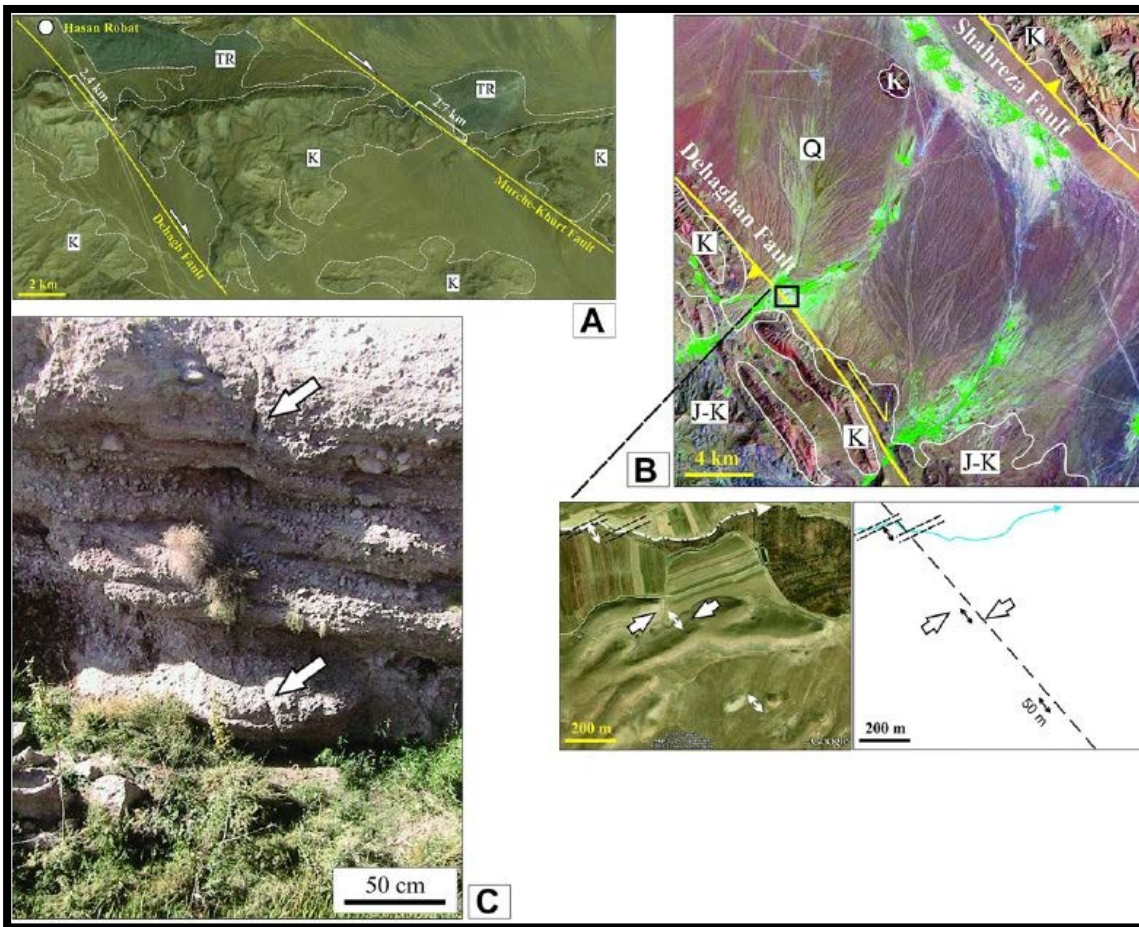
از جمله مطالعات انجام شده در این منطقه می‌توان به نقشه زمین‌شناسی ورق اصفهان به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور (سربی ع، ۱۳۸۱) و نقشه زمین‌شناسی چهارگوش اصفهان به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور (زاهدی م، ۱۳۵۷) و نقشه زمین‌شناسی ورق ریزلنجان به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور (زاهدی، م، ۱۳۵۴)، شماره ۶۲۵۵، تهران اشاره کرد، که در آن اطلاعات زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. تاجمیر ریاحی (۱۳۹۲) به پهنه‌بندی لرزه‌ای شهر اصفهان پرداخت.

شیخ‌الاسلامی (۱۳۹۳) واحدهای زمین ساخت - چینه‌نگاری بخش جنوب خاوری پهنه سنندج سیرجان را شناسایی کرده است.

صفایی (۱۳۸۲) با پردازش اطلاعات رقومی ماهواره‌ای به شناسایی گسل‌های بنیادی استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری، بررسی زمین‌شناسی ساختمانی جنوب و جنوب غرب شهر اصفهان و ادامه‌دار بودن سیستم گسلی کازرون در عرض منطقه سنندج - سیرجان پرداخته است.

همچنین (Nadimi&Konon,2010,2012) حرکت‌های امتداد لغز، گسل‌ها و ساختارهای مرتبط با حرکت‌های امتداد لغز در حاشیه شمالی زاگرس، سنندج-سیرجان و ارومیه دختر و نیز تکامل زمین ساختی این مناطق را مورد بررسی قرار داده‌اند. گسل‌های طولی با روند NW-SE در بخش مرکزی SSZ، موازی MAT هستند. از شمال غرب-جنوب شرقی، این مجموعه گسلی، گسل‌های دهاقان، شهرضا، دالان، خوانسار، زرین شهر، مبارکه، دیزیچه، فولادشهر، رامشه، کلاه قاضی، بهارستان، شمال بهارستان، شازند، کوه صالح، دهاق، مورچه خورت، میمه، سه، کلهرود و محلات را شامل می‌شود (Nadimi&Konon,2012). طول خطواره‌ی این گسل‌ها، به اندازه‌ی چند صد کیلومتر است، از آن جمله گسل دهاقان حدود ۲۵۰ کیلومتر است. این گسل‌ها به طور معمول به قطعات کوچکتری تقسیم شده‌اند. در بعضی جاها، حالت پلکانی قطعات گسلی ان-اشلان (هم پوشانی) در منطقه‌های گسلی مشاهده شد (شکل ۱-۱). خطواره‌ی این گسل‌ها عمدتاً به صورت خطوط منحنی با سطوح گسلی دارای

شیب به سمت جنوب غرب مانند گسل دهاقان و... هستند (Nadimi&Konon,2012). در بخش مرکزی SSZ، مؤلفه ی معکوس راست بر در سطوح گسل های طولی، غالب است. جدا از شواهد سطح گسل، جابه جایی واحدهای سنگی نیز مورد بررسی قرار گرفت. عوارض جابه جایی زمین ریختی در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه (شکل) در شرق شهر دهاقان، در طول گسل دهاقان نهشته های آبرفتی هولوسن در یک مخروط افکنه، حدود ۵۰ متر به طور راست بر جابه جا شده اند احتمال رخداد فعالیت گسلی جدید به خاطر وجود گسل های کوچک قائم که رسوبات هولوسن را بریده اند، مطرح شد (شکل ۱-۴) (Nadimi&Konon,2012).

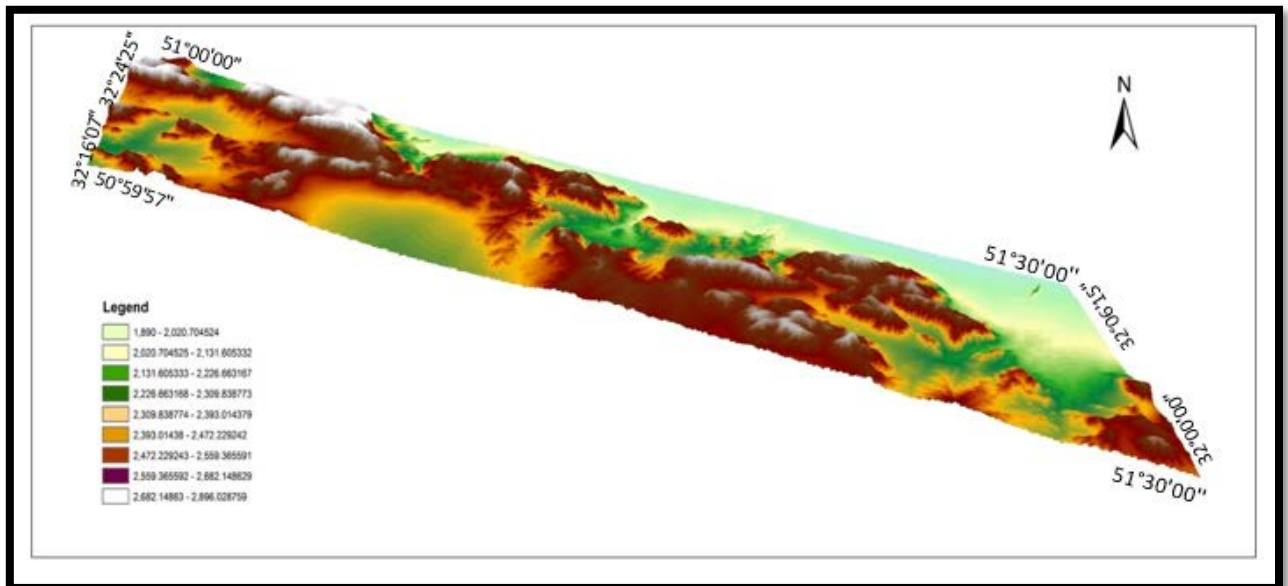


شکل ۱-۴-۱) جابه جایی راست بر سنگ آهک های کرتاسه در طول گسل های دهاقان و مورچه خورت در تصویر گوگل ارث، جنوب شرق حسن رباط. K- سنگ آهک های کرتاسه زیرین، TR- ماسه سنگ و شیل تریاس. B) جابه جایی راست بر نهشته های هولوسن در طول گسل دهاقان در محدوده ی بین گسل های دهاقان و شهرضا بر روی تصاویر TM لندست و گوگل، جنوب شرق شهرضا. پیکان ها در تصویر کوچک تر نشان دهنده ی ۵۰ متر جابه جایی راست بر مخروط افکنه ی هولوسن در طول این گسل است. j-k - سنگ آهک ها و شیل های ژوراسیک بالا- کرتاسه پائین، Q- رسوبات کواترنری) سطوح گسلی قائم گسل دهاقان که رسوبات هولوسن را قطع نموده است. شمال شرق دهاقان. (Nadimi&Konon,2012).

۱-۴- زمین ریخت شناسی منطقه

یکی از عوامل مهم در تشکیل زمین ریخت شناسی منطقه، جنس سنگها می باشد. سنگهای آتشفشانی ژوراسیک و مناطق ستیغ و مرتفع مربوط به واحدهای آهکی کرتاسه است. همچنین وجود رخنمون هایی از گنگلومرای پلیوسنو ائوسن، نهشته های کواترنری قدیمی و نیز ریخت شناسی ملایم و تپه های با شیب دامنه ای کم متعلق به نهشته های کواترنری جدید ریخت شناسی منطقه را می سازند. ریخت شناسی

عمومی منطقه با مدل رقومی ارتفاعی DEM منطقه در محیط Arc GIS 10.3 در شکل (۴-۱) نشان داده شده است (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱- مدل رقومی ارتفاعی با استفاده از داده‌های توپوگرافی در محیط Arc GIS 10.3 به روش درون‌یابی

۵-۱- روش تحقیق

مراحل انجام این پژوهش، به شرح زیر است:

- ۱- جمع‌آوری و بررسی مطالعات پیشین در مورد زمین‌شناسی منطقه؛
- ۲- بررسی و مطالعه منابع موجود در ارتباط با موضوع پژوهش؛
- ۳- مطالعه تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، جهت شناسایی ساختارهای مهم در منطقه؛
- ۴- انجام مطالعات سنجش از دور؛
- ۵- انجام عملیات میدانی در بخش‌های منتخبی از منطقه به منظور اندازه‌گیری‌های ساختاری؛
- ۶- تحلیل داده‌های ساختاری جمع‌آوری شده از برداشت میدانی؛

۷- بررسی توسعه کارست در منطقه؛

۸- تدوین پایان نامه و تهیه نقشه زمین شناسی از منطقه مورد مطالعه؛

فصل دوّم

زمین شناسی عمومی

ناحیه مورد پژوهش در بخش کوچکی از پهنه ساختاری سنندج- سیرجان قرار گرفته است.

۱-۲ پهنه ساختاری سنندج- سیرجان

پوسته ایران یک بخش بزرگی از ایالت زمین‌ساختی واقع در جنوب باختر قاره آسیا بوده که به مانند قطعات پازل پیچیده‌ای بصورت اولیه از ابرقاره گندوانا با کافت شدگی جدا گشته و امروزه به وسیله مجموعه پیچیده‌ای از چین‌خوردگی و راندگی و کمربندهای افیولیتی از هم تشخیص داده می‌شوند (Stocklin, 1968; Berberian and King, 1998).

در طول این قطعات، پوسته قاره‌ای ناحیه ساختاری سنندج - سیرجان (Stocklin, 1968) در بین بلوک یا خرده ورق ایران مرکزی (در حاشیه خاور آن) و کمر بند چین- راندگی زاگرس بعنوان سکوی صفحه عربی (در حاشیه باختر آن) قرار گرفته است (Stocklin, 1968; Alavi, 1994; Berberian, 1995; Ghasemi and Talbot, 2006). (شکل ۱-۲)

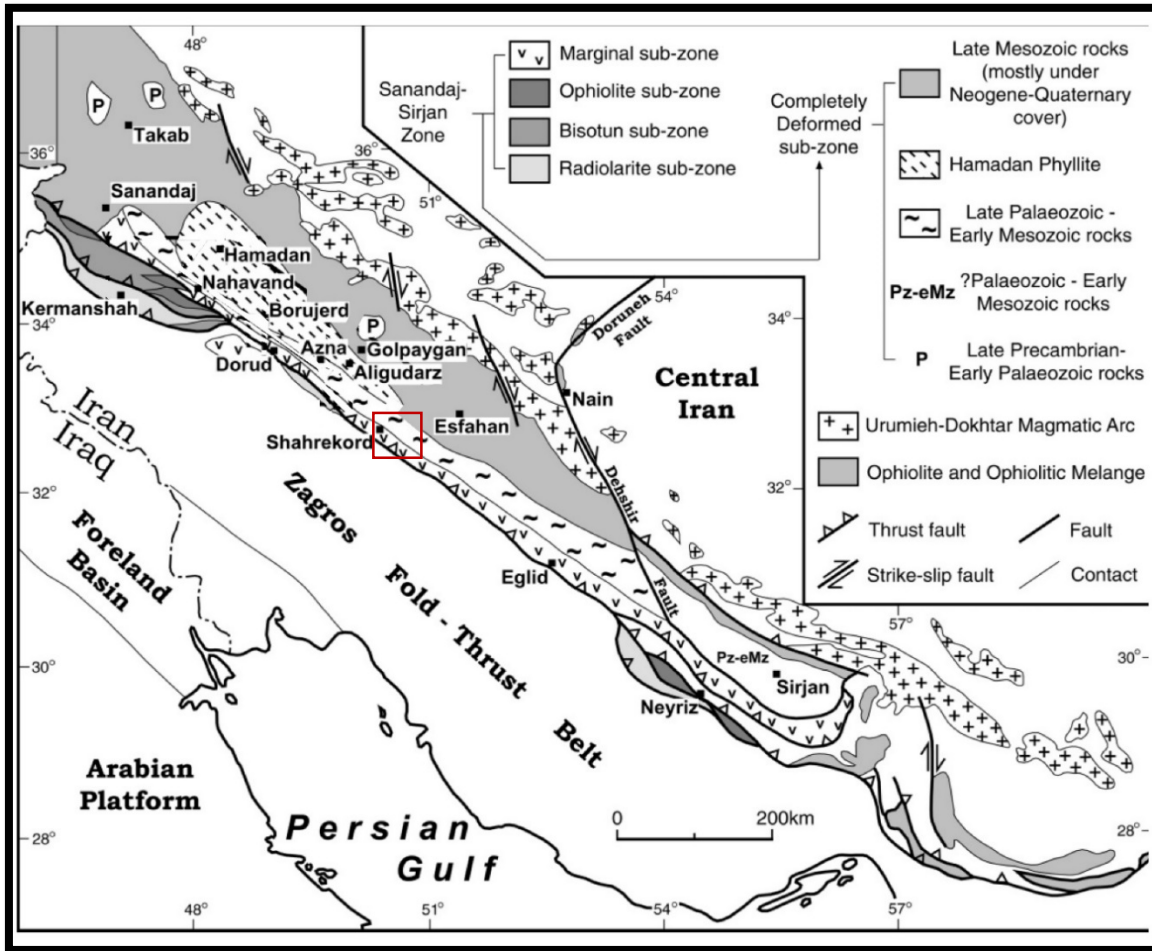
بسیاری بر این باورند که پهنه زمین درز بین خرده ورق ایران مرکزی و صفحه عربی در این پهنه ساختاری قرار گرفته است (برای نمونه Berberian, 1977).

ناحیه سنندج- سیرجان دارای درازای حدود ۱۵۰۰ کیلومتر در روند شمال باختر- جنوب خاور بوده و پهنای آن بیش از ۲۰۰ کیلومتر است (Berberian, 1977; Mohajjel et al., 2003).

این ناحیه ساختاری به دو بخش تقسیم می‌شود:

(۱) کمر بند بیرونی، شامل بخش برش‌های زمین‌ساختی فلسی (Imbricated tectonic slices) مانند زمین درز زاگرس

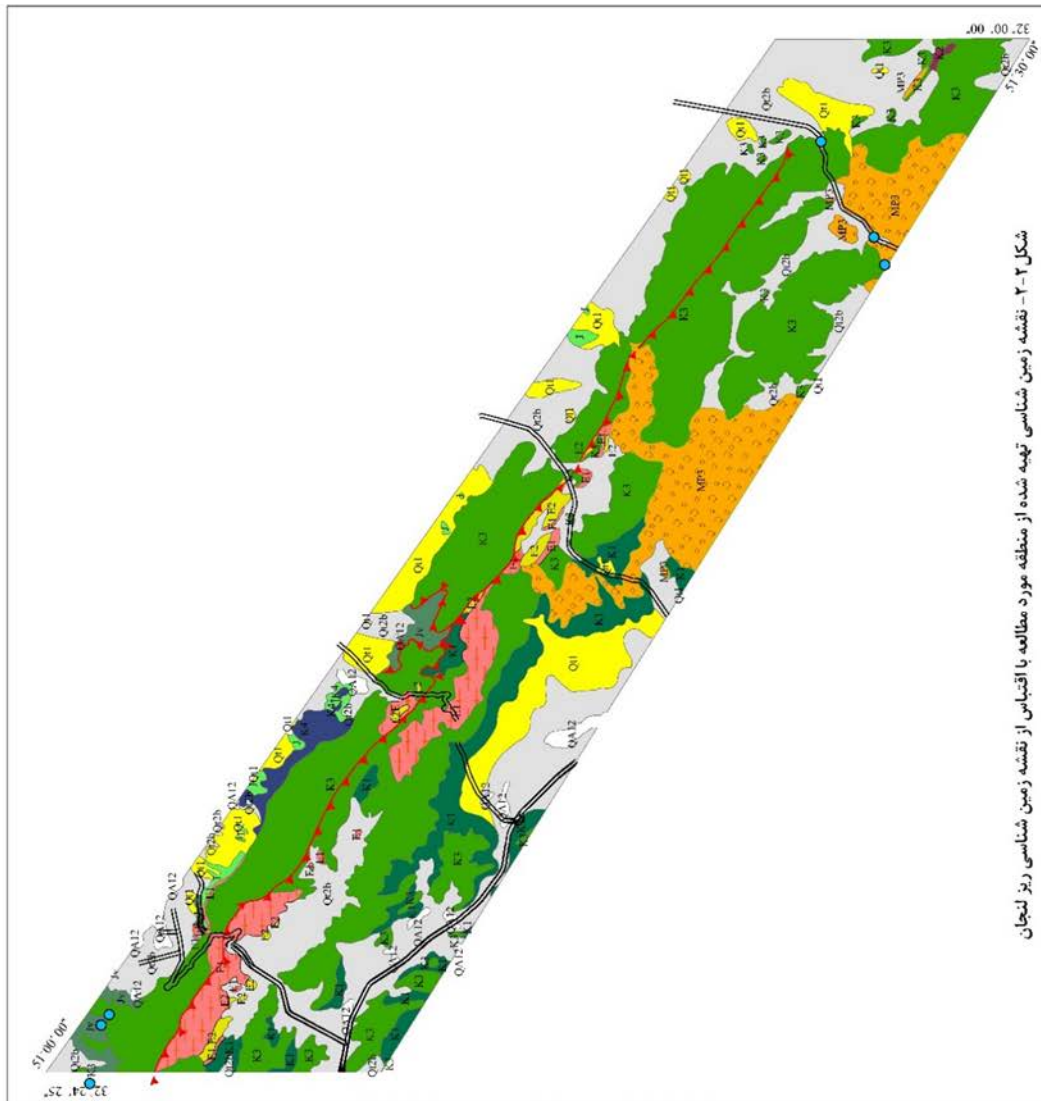
(۲) کمر بند داخلی که بخش اصلی این پهنه محسوب می‌شود و از واحدهای دگرگونی با سن مزوزوئیک ساخته شده است (Mohajjel et al., 2003).



شکل ۱-۲- نقشه زمین ساخت ساده از جنوب باختر (برگرفته از Mohajjel et al., 2003) مربع قرمز رنگ موقعیت منطقه مورد پژوهش را نشان می دهد.

علاوه بر مطالب گفته شده، در شکل (۲-۲) نقشه زمین شناسی ترسیم شده در محیط (Arc GIS 10.3)، گستره مورد مطالعه (برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰/۰۰۰: اریز لنجان) آورده شده است.

Geological map of Rize lenjan
Complied by: n. Jamali (2016)



شکل ۲- نقشه زمین شناسی تهیه شده از منطقه مورد مطالعه با القیاس از نقشه زمین شناسی ریز لنجان

CENOZOIC	
QUATERNARY	<p>Qq12: Apical and sub-green and trees</p> <p>Qq2b: Grassland/dusty</p> <p>Qq1: Old farms</p>
NEOGENE	<p>Pliocene</p> <p>NP3: Conglomerate</p>
EOCENE	<p>Lutetian</p> <p>L2: Non-matrix limestone and conglomerate limestone</p> <p>L1: Conglomerate with intercalations of mammalian limestone</p>
MESOZOIC	<p>CRETACEOUS</p> <p>Aptian</p> <p>K3: Limestone (crushed and brecciated) containing orbitolites</p> <p>K2: Grey limestone containing orbitolites and ammonites</p> <p>K1: Red sandstone and conglomerate with intercalations of red sandy shale</p> <p>Berriamian</p> <p>J: Thin bedded shaly limestone, shale and sandstone</p>
JURASSIC	<p>J: Andesit Volcanics</p> <p>J: Shale containing ammonites, with intercalation conglomerate, sandstone, calciferous limestone and volcanics</p>

LEGEND	
Thrust	Asphalted road
Spring	

8 4 0 8 Kilometers

۲-۲ - چینهنگاری

پوشش ملایم و تپه‌های با شیب دامنه‌ای کم متعلق به نهشته‌های آندزیتی ژوراسیک و مناطق ستیغ و مرتفع مربوط به واحدهای آهکی کرتاسه است. همچنین وجود رخنمونهایی از کنگلومرای پلیوسن و رخنمون زیبایی از تناوب نهشته‌های کواترنری قدیمی و جدید در کنار هم قرار گرفته‌اند. با توجه به مطالب گفته شده ستون چینهنگاری واحدهای موجود در منطقه شکل (۲-۳) ترسیم گردیده است. واحدهای ژوراسیک متشکل از شیل‌های حاوی آمونیت با بین لایه های از کنگلومرا، ماسه سنگ و آهک می باشد. واحدهای کرتاسه زیرین شامل آهک های اربیتولین دار با بین لایه های از ماسه سنگ مارن است. سنگهای تشکیل دهنده پالتوسن شامل کنگلومرای پلی ژنتیک است. واحدهای ائوسن متشکل از آهکهای نومولیتی و بین لایه های کنگلومرای می باشد. واحدها کواترنری شامل تراسهای قدیمی و رسوبات رودخانه ای عهد حاضر می باشد.

ERATHM	SYSTEM	SERIES	STAGE	Lithology	Description
CENOZOIC	QUATERNARY	HOLOCENE			Agricultural soils, green and trees
		PLEISTOCENE			Gravel plain (dasht) Old terraces
	NEOGENE	EOCENE			Nummulitic limestone and conglomerate limestone Conglomerate with intercalations of nummulitic limestone
		PLAOCENE			Conglomerate
MESOZOIC	CRETACEOUS	LOVER	Aptian		Limestone (crushed and brecciated) containing orbitolinas
			Barreemian		Grey limestone containing orbitolinas and ammonites
					Red sandstone and conglomerate with intercalations of red sandy shale
	JURASSIC	UPPER			Thin-bedded slaty limestone, shale, marl and sandstone
			MIDDLE		Andesit Volcanics
			LOVER		Shale containing ammonites, with intercalations conglomerate, sandstone, radiolarite limestone and volcanics

شکل ۲-۳ - ستون چینهنگاری واحدهای موجود در منطقه (از شهر کرد تا دهقان) (بدون مقیاس)

فصل سوّم

زمین شناسی ساختاری

بیشتر سنگ‌های رخنمون یافته در سطح زمین، نشان‌دهنده تاریخ پیوسته‌ای از فعالیت زمین و در نتیجه بالآمدگی سنگها از ترازهای عمیق زمین تحت تأثیر شکستگی، خمش و چین‌خوردگی لایه سطحی زمین است. ویژگی‌های اصلی پوسته زمین به طور مستقیم و غیرمستقیم در ارتباط با حرکات سنگ کره است (Twiss and Moores 1992).

با توجه به سن واحدهای سنگی موجود در منطقه (شکل ۲-۲)، به نظر می‌رسد قدیمی‌ترین عامل دگرشکلی قابل مشاهده و فراگیر در منطقه، وابسته به فعالیت‌های زمین‌ساختی مرتبط با آغاز برخورد قاره‌ای صفحه عربی به خرده ورق ایران مرکزی است. تصاویر ماهواره‌ای از قبیل تصاویر لندست ۸ و گوگل ارث ابزاری با ارزش برای نقشه برداری ساختارهای زمین و تحلیل آنها در گستره مقیاس نقشه قلمداد می‌گردد. همچنین داده‌های حاصل از عملیات صحرایی ابزاری مهم و سنتی برای مشاهده سنگهای دگرشکل شده و ساختار آنها هستند (Fossen, 2016).

با توجه به هدف این فصل، در اینجا سعی شده است مطالعات زمین‌شناسی ساختاری منطقه مورد نظر در دو بخش صورت پذیرد:

الف) مطالعات زمین‌شناسی ساختاری بر مبنای سنجش از دور

ب) مطالعات زمین‌شناسی ساختاری بر مبنای مشاهدات میدانی

۳-۱- مختصری درباره عناصر مهم ساختاری

الف- شکستگی‌ها

شکستگی‌ها از معمولی‌ترین ساختارهای زمین‌شناسی هستند که بر اثر دگرشکلی شکنا به وجود می‌آیند. شکستگی‌ها به عنوان گسستگی‌های مکانیکی در سنگها در نظر گرفته می‌شود، که متضمن ناپیوستگی و جابه‌جایی بر روی سطوح آن یا پهنه‌های باریکی از آن باشد (Twiss and Moores, 2007).

در کل دو نوع اصلی از شکستگی‌ها قابل تمایز است:

- (۱) شکستگی‌های کششی که می‌توان آن را مانند دو سطح در نظر گرفت که در جهت تقریبی عمود بر سطح شکستگی از یکدیگر جدا شده‌اند. در اعماق این نوع شکستگی‌ها ممکن است کاملاً سیمانی شده باشند (Twiss and Moores, 2007).
- (۲) شکستگی‌های برشی که بعد از تکامل و رشد می‌تواند به شکل گسل عمل کنند، این شکستگی‌ها معمولاً دارای سطوحی صاف و نامنظم، گاهی بازشدگی‌های در طول خود نشان می‌دهد. اگر به موازات سطح شکستگی جابه‌جایی قابل اندازه‌گیری مشاهده نشود آن شکستگی درزه (Joint) نامیده می‌شود و اگر با جابه‌جایی همراه باشد شکستگی را گسل (Fault) می‌نامند.

ب- گسل‌ها

- گسل نوعی از شکستگی محسوب می‌گردد که بر روی آن جابه‌جایی صورت می‌گیرد. گسل‌ها بر اساس لغزش به سه دسته تقسیم می‌شوند:
۱. در صورتی که لغزش کلی در جهت شیب گسل باشد، گسل شیب‌لغز (Dip-slip fault) نامیده می‌شوند. گسل‌های شیب‌لغز می‌توانند عادی باشند و یا معکوس باشند.
 ۲. در صورتی که لغزش کلی به موازات امتداد گسل باشد، گسل امتدادلغز (Strike-slip fault) نامیده می‌شوند. در این نوع گسل‌ها سطح گسل تقریباً قائم است.
 ۳. در صورتی که لغزش دارای هر دو مؤلفه امتدادی و شیبی باشد، گسل مورب لغز (Oblique-slip fault) یا Diagonal-slip fault نامیده می‌شوند.

ج - چین خوردگی‌ها

هنگامی که یک سطح اولیه بر اثر فرآیند دگرشکلی، خمیده و یا منحنی می شود ساختاری به نام چین تولید می شود. چین از دگرریختی نرم یا ترد سطح‌های مستوی سنگها و تبدیل آن‌ها به سطح‌های خمیده پدید می‌آیند. چین‌ها به طور معمول به صورت یک مجموعه از تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها در کنار هم دیده می‌شوند (Twiss and Moores., 1992).

۳-۲- زمین‌شناسی ساختاری منطقه بر مبنای سنجش از دور

بکارگیری تصاویر رقومی ماهواره‌ای و استفاده از تکنیک سنجش از دور در مطالعات زمین‌شناسی می‌تواند باعث کاهش زمان و هزینه‌ها و بالا رفتن دقت نتایج مطالعات شود. در اینجا، برای شناخت بهتر روند ساختارهای خطی (خطوط شکستگی و امتداد لایه‌بندی) در منطقه مورد مطالعه، از تکنیک سنجش از دور بر روی تصاویر ماهواره‌ای SRTM، Landsat 8 و Google Earth Imagery استفاده شده است.

ابزار مورد نیاز در مطالعه آماری کلیه ساختارهای خطی برداشت شده از روش سنجش از دور در اینجا، Polar Plots and Circular Statistics (زیر مجموعه نرم افزار 10 Polar Plots for GIS) در محیط Arc map است. در مجموع بطور خلاصه روش کار با این ابزار عبارت است از:

(۱) کلیه ساختارهای خطی قابل استخراج به وسیله سنجش از دور با تبدیلات مورد نظر به صورت Shape file وارد Arc map می‌گردد.

(۲) خطوطی که راست خط نیستند را با ابزار Features To Segments به خطوط راست خط قطعه‌بندی می‌شوند (خطوط مورب را به خطوط راست خط تبدیل می‌کند).

(۳) خطوط راست خط با ابزار Polar Plots and Circular Statistics بصورت رز دیاگرام ترسیم می‌شود. این رز دیاگرام به دو صورت قابل استخراج است:

الف) بر اساس ارزش طول خطواره‌ها (Select Weight source → By Polyline Length)

ب) بر اساس ارزش فراوانی خطوط بدون توجه به اندازه طولی آنها (Select Weight source → Do Not Weight).

۳-۲-۱- پردازش تصاویر ماهواره‌ای

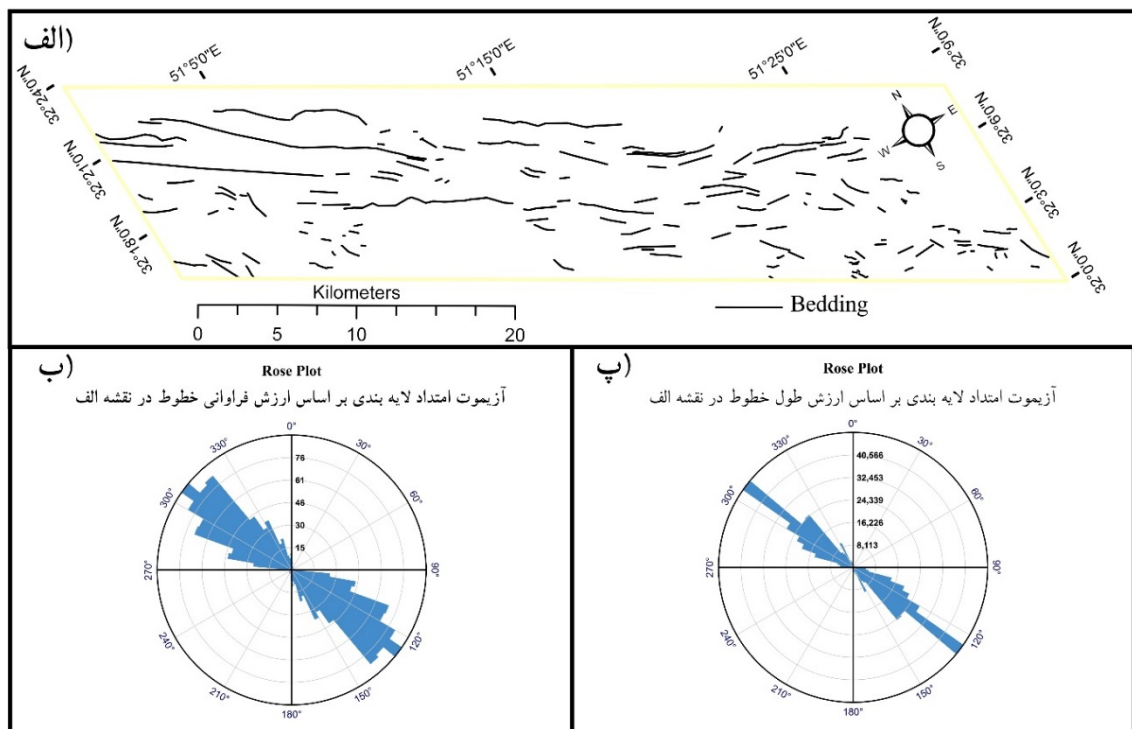
در اولین قدم طی تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، ویژگی‌های جهت‌گیری، فواصل و ابعاد عناصر ساختاری، اندازه‌گیری و برداشت می‌شوند. لذا لازم است نقشه‌ها و داده‌های رقومی از نظر هندسی تصحیح شوند. در پژوهش حاضر، جهت پردازش داده‌های ماهواره‌ای، نرم افزارهای ENVI 5.1 ، Arc GIS 10.3 ، Google Earth ، Er mapper ، Global mapper و Polar Plots and Circular Statistics بکار گرفته شده است.

الف- امتداد لایه‌بندی در منطقه

برای به دست آوردن امتداد لایه‌بندی در منطقه مورد پژوهش، ابتدا در نرم افزار گوگل ارث با eye alt حدود ۳ کیلومتر خطوطی منطبق بر امتداد حقیقی لایه‌بندی ترسیم می‌شود. تمام خطوط ترسیم شده با فرمت Kmz خروجی گرفته و بعد از آن فایل حاصل توسط نرم افزار Global mapper به لایه وکتوری Shape file تبدیل می‌گردد و در ادامه بوسیله Arc map نقشه ۳-۱- الف بدست می‌آید. سپس مطابق در محیط Arc map دو رز دیاگرام شامل رز دیاگرام امتداد لایه‌بندی بر اساس ارزش فراوانی خطوط (شکل ۳-۱ ب) و رز دیاگرام امتداد لایه‌بندی بر اساس ارزش طول خطوط (شکل ۳-۱ پ) ترسیم می‌گردد. نتایج حاصل از این رز دیاگرامها نشان می‌دهد ، که امتداد غالب لایه‌بندی‌ها در منطقه در بازه N40W – N85W است.

قابل توجه اینکه در کل، امتداد لایه‌بندی‌های بدست آمده با امتداد سطوح محوری چین خوردگی در منطقه قابل تطابق است.

با توجه به اینکه بیشترین سمت لایه بندی در نمودار نشان می دهد گسترش لایه ها در جهت شمال غرب - جنوب شرق است.



شکل ۳-۱- الف) نقشه ساده از روند لایه بندی (Bedding) استخراج شده در محیط نرم افزار Google Earth آورده شده است. برای توضیحات بیشتر به متن مراجعه شود. ب) آزمون امتداد لایه بندی بر اساس ارزش فراوانی خطوط در نقشه الف خطوط. پ) آزمون امتداد لایه بندی بر اساس ارزش طول خطوط

ب- پردازش شکستگی های موجود بر روی تصویر ماهواره ای لندست ۸

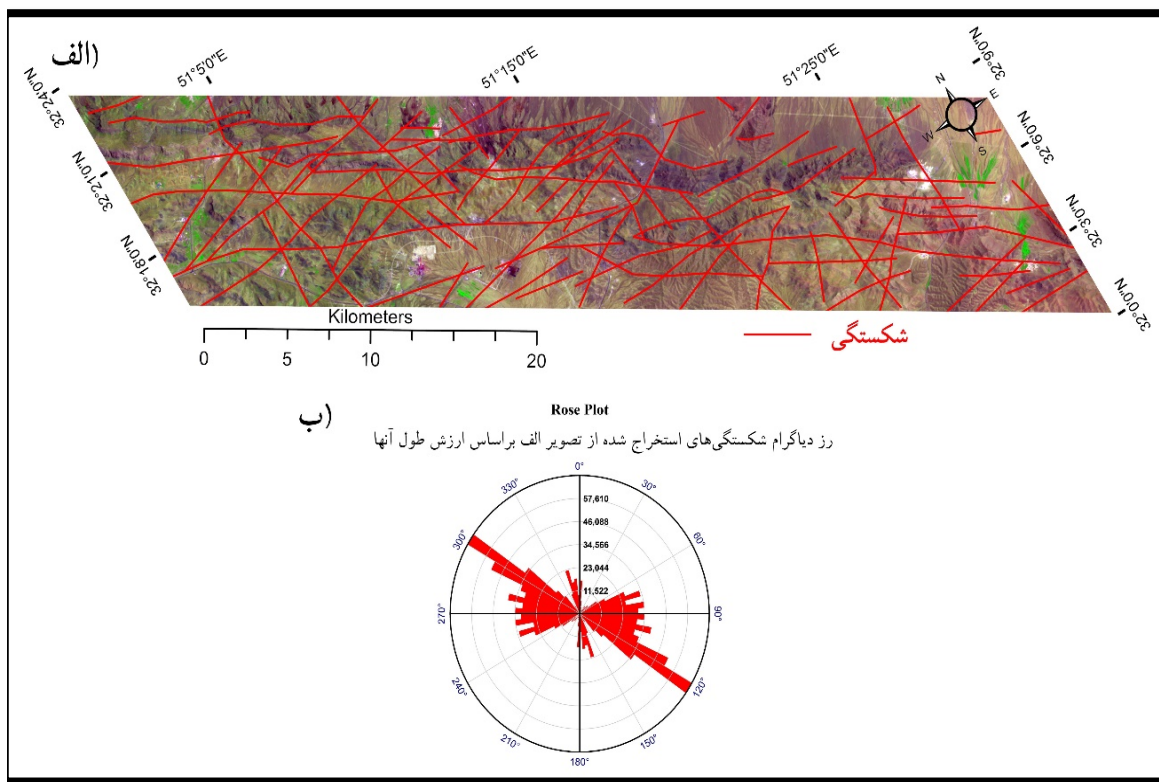
در اینجا ابتدا در محیط نرم افزار ENVI 5.1 باندهای (RGB=752) از تصویر لندست ۸ ترکیب می شود. سپس در نرم افزار Arc map خطواره کلیه شکستگی های شاخص منطقه ترسیم می گردد. برای تشخیص بهتر شکستگی ها، در تصویر ترکیب شده ترتیب سه باند را در چند مرحله جابه جا نموده (C1, C2, C3) و کلیه خطواره شکستگی های مؤثر در توپوگرافی سطحی، جابه جایی زمین ریختها و برش واحدهای زمین شناختی (از دید دانش مورفوتکتونیک) ترسیم می گردد که در اینجا تعداد این خطوط ۸۷ عدد بدست می آید. نتیجه حاصل از این عمل در شکل (۳-۲ الف) آورده شده است.

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری

با توجه به اینکه چند دسته پراکندگی در این نمودار و نقشه که شامل جهات شمال غرب - جنوب شرق، شرقی - غربی و شمالی - جنوبی که، غالبترین و بیشترین پراکندگی شمال غرب - جنوب شرق است.

همچنین رزیدیاگرام این خطوط در شکل (۳-۲) آورده دیده می شود، که نتایج حاصل از آن چنین است:

درصد بالایی از شکستگی در بازه موقعیتی N54W-N60W جای دارند و درصد کمتری در بازه های N60W - S60W ، N39W - N57W ، N07E - N17W قرار گرفته اند.

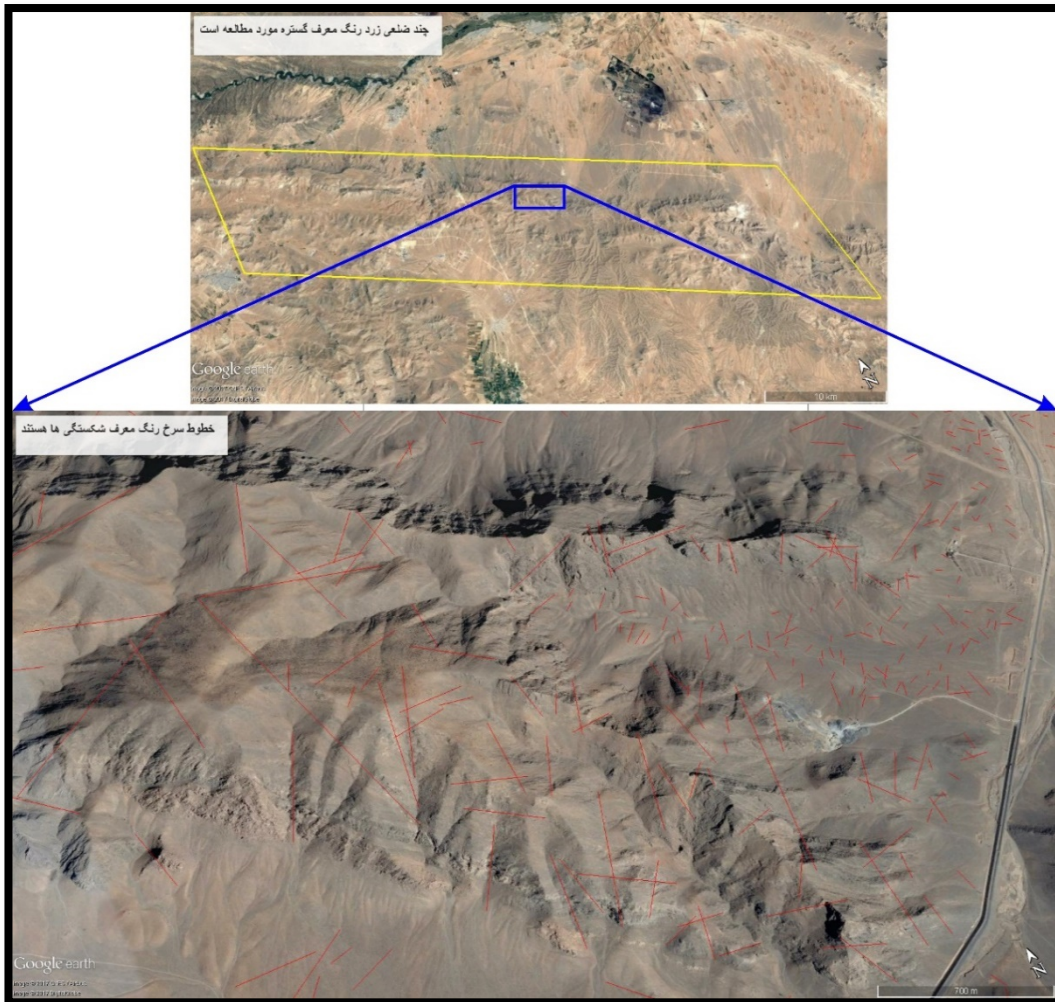


شکل ۳-۲-الف) خطوط شکستگی قابل مشاهده بر روی تصویر لندست 8 با ترکیب باندهای (RGB=752). ب) رزیدیاگرام شکستگی های استخراج شده براساس ارزش طول آنها.

۳-۲-۲ - پردازش شکستگی های استخراج شده در نرم افزار گوگل ارث

برای مطالعه شکستگی ها در این بخش، به ترتیب زیر عمل گردید:

۱) در نرم افزار گوگل ارث با eye alt حدود دو و نیم کیلومتر، خطواره شکستگی های قابل مشاهده در منطقه با استفاده از ابزار Add path در قالب یک فولدر برای کل گستره مورد مطالعه ایجاد و ترسیم گردید (برای نمونه به شکل (۳-۳) توجه شود).



شکل ۳-۳- تصویر گوگل ارث به همراه خطوط شکستگی های رسم شده بر روی آن در محیط نرم افزار گوگل ارث بصورت نمونه آورده شده است.

۲) فولدر شکستگی های ترسیم شده در نرم افزار گوگل ارث پس از اتمام کار (به تعداد ۱۴۴۳۲ عدد خطوط شکستگی) با فرمت Kmz خروجی گرفته می شود.

۳) با استفاده از نرم افزار Global Mapper (یا نرم افزار Arc GIS)، فایل حاصل از مرحله قبل، با فرمت Shapefile از نوع پلی لاین، تبدیل یا Convert می گردد.

۴) با بهره گیری از نرم افزار Arc map شکل (۳-۴) بدست آمد.

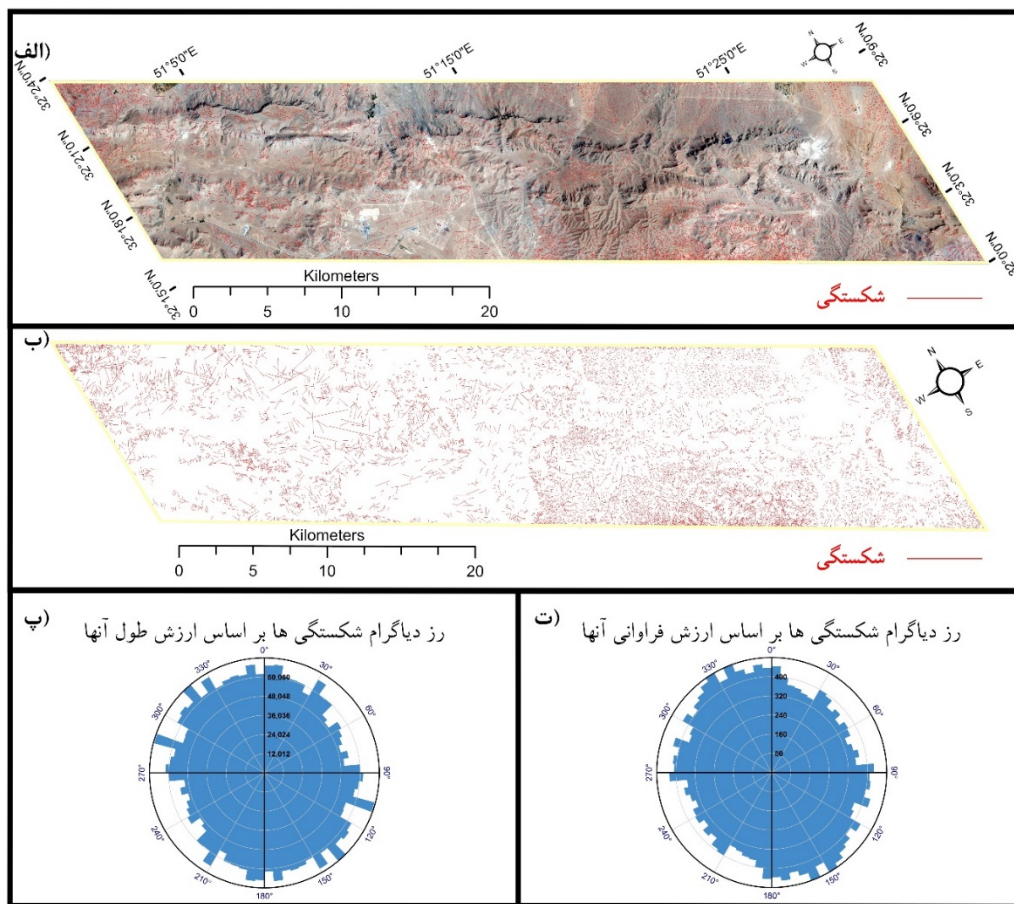
نتایج حاصل از رز دیاگرام آورده شده در شکل (۳-۴ پ) چنین است:

- امتداد شکستگی‌های اصلی در منطقه دارای درجه اهمیت بیشتر بر اساس ارزش طول شکستگی‌ها در دو بازه $N69W - N74W$ و $N40W - N45W$ جای دارد.
- امتداد شکستگی‌های اصلی در منطقه دارای درجه اهمیت متوسط بر اساس ارزش طول شکستگی‌ها در پنج بازه $E - N85E$ ، $N30E - N35E$ ، $N - N10E$ ، $N05W - N10W$ و $N30W - N34W$ قرار دارد.
- امتداد شکستگی‌های فرعی با توجه به شکل بسیار متنوع است. در این رز دیاگرام نبود شکستگی در هیچ آزمون‌تی وجود ندارد.

نتایج حاصل از رز دیاگرام آورده شده در شکل (۳-۴ ت) عبارت است از:

- شکل این رز دیاگرام تقریباً مایل به بیضوی است که روند اصلی شکستگی‌ها با درجه اهمیت بیشتر در دوبازه $N20W - N25W$ و $N30W - N50W$ قرار دارد.
- با توجه به رز دیاگرام، روند اصلی شکستگی‌ها با درجه اهمیت متوسط دارای بازه‌های مختلف است.
- بازه قرارگیری شکستگی‌های فرعی بین روندهای $N10E$ و $N30E$ قرار دارد.

توجه: تعداد زیادی پراکندگی دیده می‌شود که شامل جهت‌های شمال غرب - جنوب شرق، شمال شرق - جنوب غرب، شمالی - جنوبی و شرقی - غربی است که در این نمودارها هم پراکندگی غالب و اصلی تر پراکندگی شمال غرب - جنوب شرق است.



شکل ۳-۴- الف) تصویر گوگل ارث و شکستگی‌های استخراج شده در محیط نرم‌افزاری گوگل ارث. ب) نقشه ساده از شکستگی‌های آورده شده در شکل (الف) دیده می‌شود. برای توضیحات بیشتر به متن مراجعه گردد. پ) رز دیاگرام شکستگی‌ها بر اساس ارزش طول آنها. ت) رز دیاگرام شکستگی‌ها بر اساس ارزش فراوانی آنها

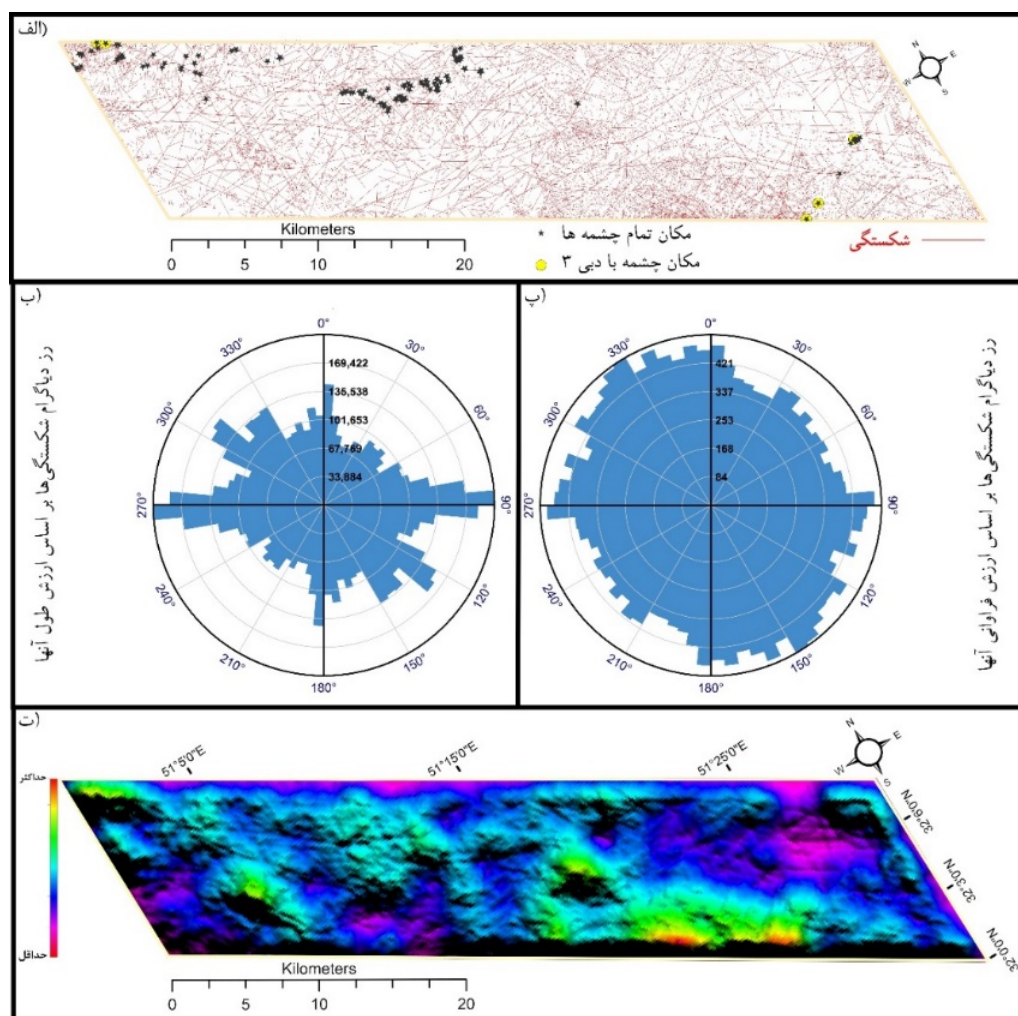
۳-۲-۳- بحث

برای درک روند اصلی شکستگی‌ها در منطقه، ابتدا تمام خطوط شکستگی‌های بدست آمده از بخش‌های (۳-۱-۳-۳) و (۲-۱-۳-۳) را توسط نرم‌افزار Arc GIS با یکدیگر تلفیق نموده که نتیجه حاصل در شکل (۳-۵-الف) دیده می‌شود. دو رز دیاگرام آورده شده در شکل (۳-۵-ب و پ) نشان‌دهنده طبقه‌بندی شکستگی‌های اصلی و فرعی در محدوده مورد مطالعه است.

نتایج قابل استخراج از رز دیاگرام شکل (۳-۵-ب) چنین است:

- روند شکستگی‌های درجه اهمیت بیشتر اصلی بر اساس طول شکستگی‌ها، در بازه $N85E - E$ قرار می‌گیرد.

- روند شکستگی‌های فرعی درجه اهمیت بیشتر بر اساس طول شکستگی‌ها، در بازه‌های N – N50E، N80E – N85E، N60W – N50W، N85W – W قرار دارد.
- روند شکستگی‌های فرعی (درجه اهمیت متوسط و کم) با توجه به شکل در بازه‌های مختلفی قرار دارند.
- در نمودر (ب) پراکندگی‌های مختلفی در این نمودار دیده می‌شود که براساس ارزش طول آنها بیشترین و بزرگترین شکستگی‌ها در راستای شرقی - غربی، شمال غرب - جنوب شرق و شمالی - جنوبی در رده‌های بعدی قرار دارد و در قسمت (پ) براساس نودار فراوانی شکستگیها چند دسته که شکستگی در جهات شرقی - غربی، شمال غرب - جنوب شرق، شمالی - جنوبی و شمال شرق - جنوب غرب که بیشترین فراوانی در راستای شمال غرب - جنوب شرق است.



شکل ۳-۵- الف) نقشه ساده از تمام شکستگی‌های برداشت شده از پردازش تصویر لندست ۸ (با ترکیب باندهای RGB=752) تصویر گوگل ارث به‌مراه مکان چشمه‌های آورده شده است. ب و پ) رز دیاگرام خطوط شکستگی در نقشه الف آورده شده است. ت) تصویر توپوگرافی کاذب HSV shader از نقشه چگالی خطوط شکستگی آورده شده در تصویر الف دیده می‌شود. برجستگی در این شکل متناسب با چگالی شکستگی‌ها هستند.

نتایج قابل استخراج از رز دیاگرام شکل (۳-۵ پ) عبارت است از:

- روند شکستگی‌ها اصلی درجه اهمیت بیشتر در بازه N30W – N39W جای دارد.
- روند شکستگی‌های فرعی (از درجه اهمیت بیشتر و متوسط و غیره) با توجه به رز دیاگرام در بازه‌های مختلفی قرار می‌گیرند.

همچنین در شکل (۳-۵ ت) نقشه چگالی (Density) شکستگی‌های نشان داده شده در شکل (۳-۵ الف) آورده شده است (ایجاد شده در محیط نرم افزار Arc GIS). شکل برجسته مانند دو بعدی از شکستگی‌ها که نسبت مستقیم با فراوانی این خطوط ساختاری دارد، در اینجا به روش زیر استخراج شده است:

الف) نقشه چگالی شکستگی‌ها با فرمت Tiff خروجی گرفته می‌شود (در محیط نرم افزاری Arc map).

ب) فایل Tiff حاصله توسط نرم‌افزار Global mapper باز شده و سپس به صورت برجسته‌سازی دو بعدی از نوع HSV Shader خروجی گرفته می‌شود. تصویر حاصل در محیط Arc map شبکه‌بندی شده که نتیجه حاصل در شکل (۳-۵ ت) آورده شده است. در اینجا، مناطقی که شکستگی‌ها چگالتر هستند، برجستگی بیشتر (مناطق کم رنگ که بر روی راهنمای نقشه، حداکثر نام گرفته است). و به صورت متناسب در مناطقی که شکستگی‌ها کم چگال هستند، برجستگی کمتر است (مناطق پررنگ که بر روی راهنمای نقشه، حداکثر نام گرفته است).

نتایج حاصل از نقشه چگالی شکستگی‌ها (شکل ۳-۵ ت) عبارت است از:

- روند خطی در مجاورت لبه بالایی نقشه، منطبق به یک ساختار خطی مهم است که در اینجا تحت عنوان گسل دهاقان تعریف می گردد.
- این نقشه از الگوی زمین ریخت منطقه تقریباً پیروی می کند. بنابراین هر مکانی از منطقه که تحت تأثیر بالآمدگی فعال (زمین ساخت پویا) باشد دارای تراکم شکستگی بیشتر نیز است و کشیدگی برجستگی ها گواهی بر ساختارهای صفحه ای مثل گسل ها باشد مانند بخش غرب منطقه).
- موقعیت مکانی چشمه ها (شکل ۳-۵ الف) در این نقشه تراکم شکستگی ها، تقریباً از روند و گستره چگالش متوسط تا حداکثر شکستگی ها پیروی می نماید.

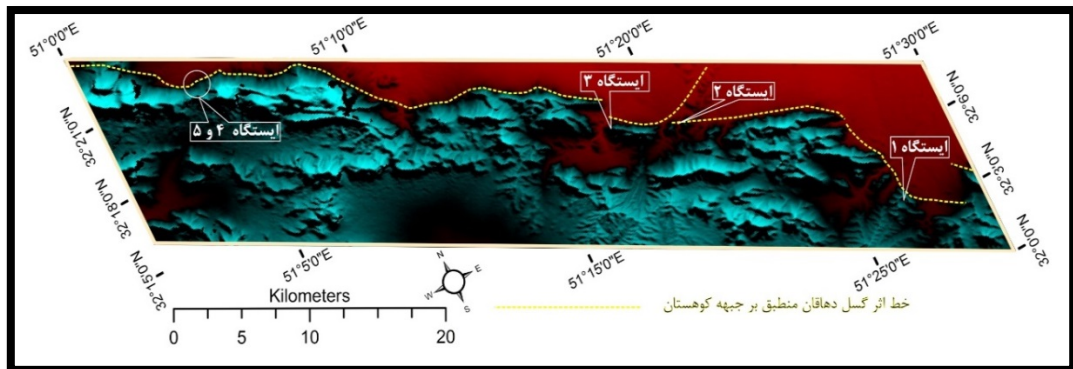
۳-۳- زمین شناسی ساختاری منطقه بر مبنای مشاهدات میدانی

در بخش (۳-۲) با استفاده از تکنیک سنجش از دور نقشه شکستگی ها و روند لایه بندی منطقه بدست آمد. همچنین با توجه به الگوی زمین ریخت منطقه می توان خط اثر گسل دهاقان را منطبق بر مرز شمال خاوری (جبهه کوهستان) نشان داده شده در شکل (۳-۶) تعریف نمود. در اینجا، خطواره اثر این گسل به صورت راست خط نیست. در این بخش با تأکید بر مطالعه گسلش دهاقان، مطالعات میدانی هدفمند انجام شده است.

۳-۳-۱ - ایستگاههای عملیات برداشت میدانی

به منظور شناسایی بهتر منطقه و انجام مطالعات میدانی، از تصاویر و عکس های ماهواره ای مختلف و همچنین داده های مربوط به بخش (۳-۲)، برای مشخص نمودن مناطق مناسب برای برداشت میدانی استفاده شده است. سپس مناطق مهم، ساختارها و پدیده های مهم زمین شناسی منطقه در ۵ ایستگاه

برداشت صحرائی در مجاورت اثر توپوگرافی معرف گسل دهاقان مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶- تصویر توپوگرافی رقومی با وضوح ۹۰ متر از منطقه به‌مراه مکان ایستگاه‌های برداشت صحرائی در مجاورت اثر توپوگرافی معرف جبهه کوهستان (منطبق بر جایگاه گسل دهاقان) آورده شده است.

ایستگاه شماره ۱

حاصل تلفیق اطلاعات بدست آمده از سنجش از دور بر روی تصویر گوگل ارث و مشاهدات صحرائی در شکل (۳-۷) قابل مشاهده است. با توجه به مشاهدات بر روی تصویر گوگل ارث، حرکت گسل دهاقان دارای مؤلفه مشخص راست‌بر زمین‌ریخت از توده‌های سنگی کرتاسه است. با توجه به شکل (۳-۷ ب و پ)، این گسل کاملاً مشخص با روند شمال باختر- جنوب خاور دارای دو مؤلفه حرکتی معکوس راست‌بر و معکوس چپ بر می باشد، که مؤلفه راست بر جدیدتر می باشد. با توجه به مشاهدات در اینجا، گسل دهاقان در واحد آهکی کرتاسه دارای مؤلفه جوان حرکتی معکوس راست بر می باشد.

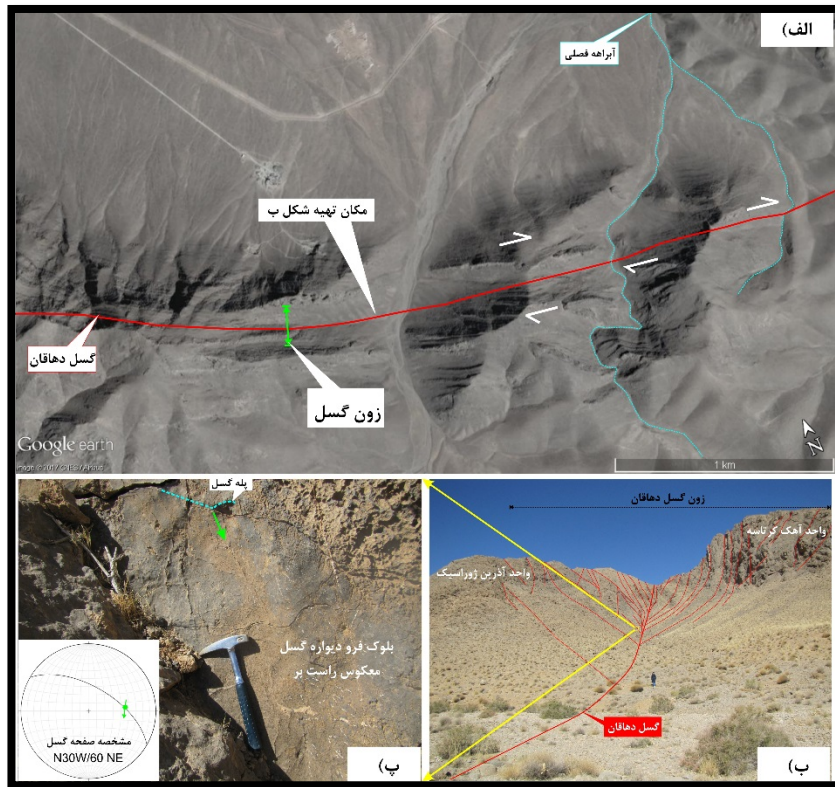


شکل ۳-۷- الف) تصویر گوگل ارث از گستره ایستگاه شماره ۱ به همراه خطوط گسلی آورده شده است. به حرکت راست بر گسل بر اساس جابه‌جایی زمین ریخت مشخص توجه شود (ب) سن واحدهای آهک در دیواره ترانشه معدن، کرتاسه است. موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}48'N$ و $51^{\circ}27'7''E$ و سمت دید تصویر شمال باختر. پ) فلش‌های آبی روشن و زرد رنگ جهت حرکت بلوک فرادیواره را نشان می‌دهند. سمت دید جنوب غرب.

ایستگاه شماره ۲

در شکل (۳-۸ الف)، تصویر ماهواره‌ای و به‌مراه حرکت راست‌بر گسل دهاقان مؤثر بر روی جابه‌جایی زمین ریخت‌ها و آبراهه‌های جوان نشان داده شده است. در شکل (۳-۸ ب) در سمت چپ با توجه به صعب‌العبور بودن منطقه و شیب نسبتاً قائم گسلش اصلی دهاقان یکی از شاخه‌های فرعی با شیب به سمت جنوب خاورانتخاب گردید و در سمت راست منطقه مجموعه شکستگی‌ها با فاصله کم و موازی و حالت تقریباً قائم دارند، دیده می‌شود.

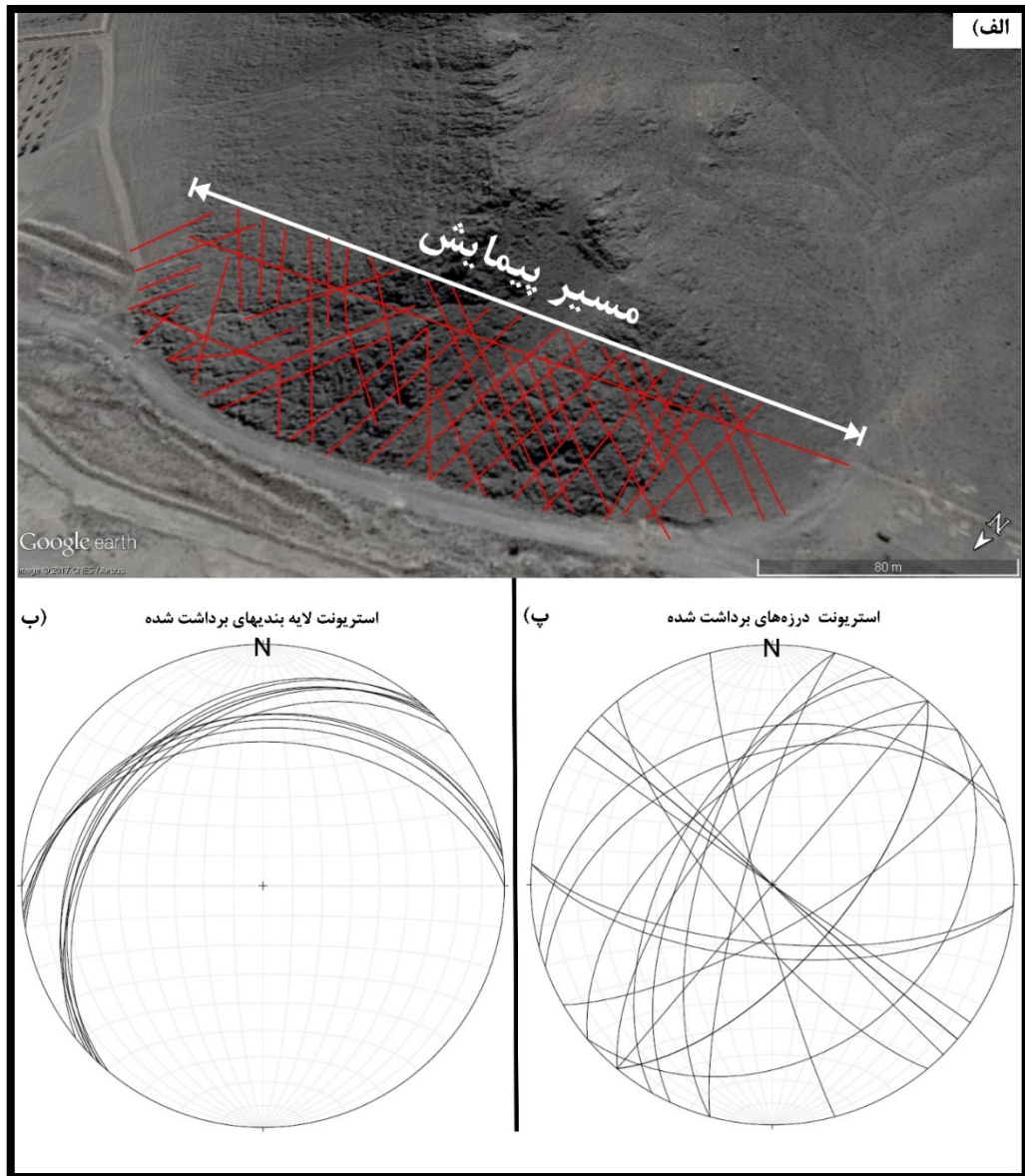
مشخصه صفحه گسله شاخه فرعی گسل دهاقان شکل (۳-۸ پ)، از نوع معکوس با مؤلفه متفاوت راست‌بر (در جهت فلش سبز رنگ) در واحد آهک کرتاسه است.



شکل ۳-۸-الف) تصویر ماهواره‌ای به همراه خط اثر گسل دهاقان آورده شده است. ب) تصویری از منطقه گسلش دهاقان دیده می‌شود. سمت دید شمال باختر است. به خطوط شکستگی (خطوط قرمز رنگ) و جایگاه واحد کرتاسه و ژوراسیک در دو سوی منطقه گسل دهاقان توجه شود و موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}39'22''N$ و $51^{\circ}42'29''E$ (پ) فلش سبز رنگ نشان‌دهنده جهت حرکت بلوک فرود دیواره گسل است و موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}10'31''N$ و $51^{\circ}19'36''E$ و سمت دید عکس جنوب باختر.

ایستگاه شماره ۳

همان‌طور که در شکل (۳-۹) آورده شده است، هدف از عملیات صحرایی در اینجا، برداشت کلیه خطوط درزه‌ها (شکستگی) و لایه‌بندی در مسیر پیمایش، ۲۲۰ متر (شکل ۳-۹ الف) بر روی واحد آهکی کرتاسه تقریباً توده‌ای با لایه بندی ضعیف است (جدول ۳-۱ و ۳-۲). شکستگی‌ها شان دهنده فعالیت **Warping** در فرا دیواره گسل دهاقان نزدیک جبهه کوهستان منطبق بر گسل دهاقان است.



شکل ۳-۹-الف- تصویر ماهواره‌ای (برگرفته از google earth) از گستره مسیر پیمایش در ایستگاه شماره ۳ آورده شده است. موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}11'50''N$ و $51^{\circ}18'06''E$

جدول ۳-۱- مشخصات لایه‌بندی برداشت شده در مسیر پیمایش ایستگاه شماره ۳

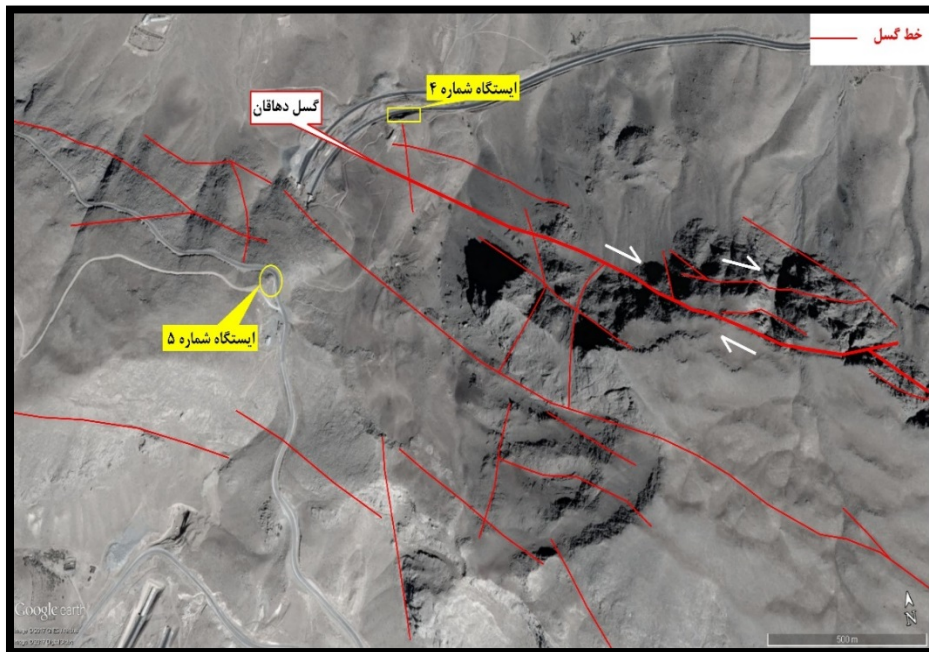
امتداد	شیب	سمت شیب	امتداد	شیب	سمت شیب
265	35	NW	225	30	NW
260	30	NW	220	28	NW
262	32	NW	223	33	NW
270	40	NW	263	30	NW
225	25	NW	231	35	NW

جدول ۳-۲- مشخصات شکستگی‌های (درزه‌ها) برداشت شده در مسیر پیمایش ایستگاه شماره ۳

امتداد	شیب	سمت شیب	امتداد	شیب	سمت شیب
220	65	SE	230	55	NW
205	60	NW	305	90	
70	45	NW	15	65	NW
40	90		40	65	SE
240	75	SE	320	75	SW
275	65	SW	345	85	SW
95	70	SW	315	90	
280	75	SW	220	65	NW
30	55	NW	15	80	NW
75	35	NW	310	90	
230	30	SE	310	90	

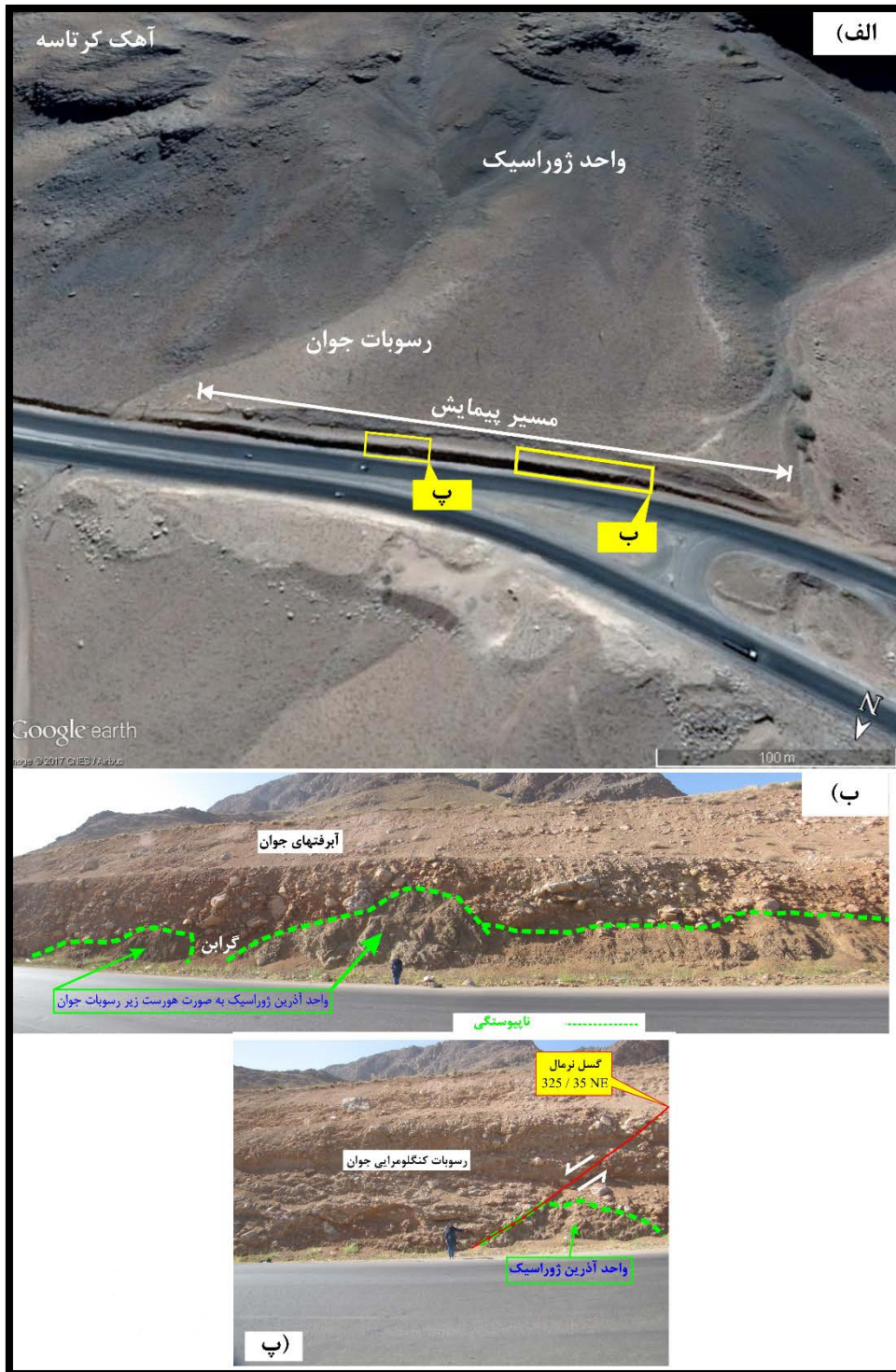
ایستگاه شماره ۴

با توجه به شکل (۳-۱۰)، مکان ایستگاه شماره ۴ و ۵ مشخص شده است.



شکل ۳-۱۰- تصویر گوگل ارث به همراه موقعیت ایستگاه شماره ۴ و شماره ۵ آورده شده است. خطوط گسلی بر اساس تأثیر گسلش در زمین‌ریختها تشخیص داده شده است. به مؤلفه راست بر گسله‌ها توجه شود.

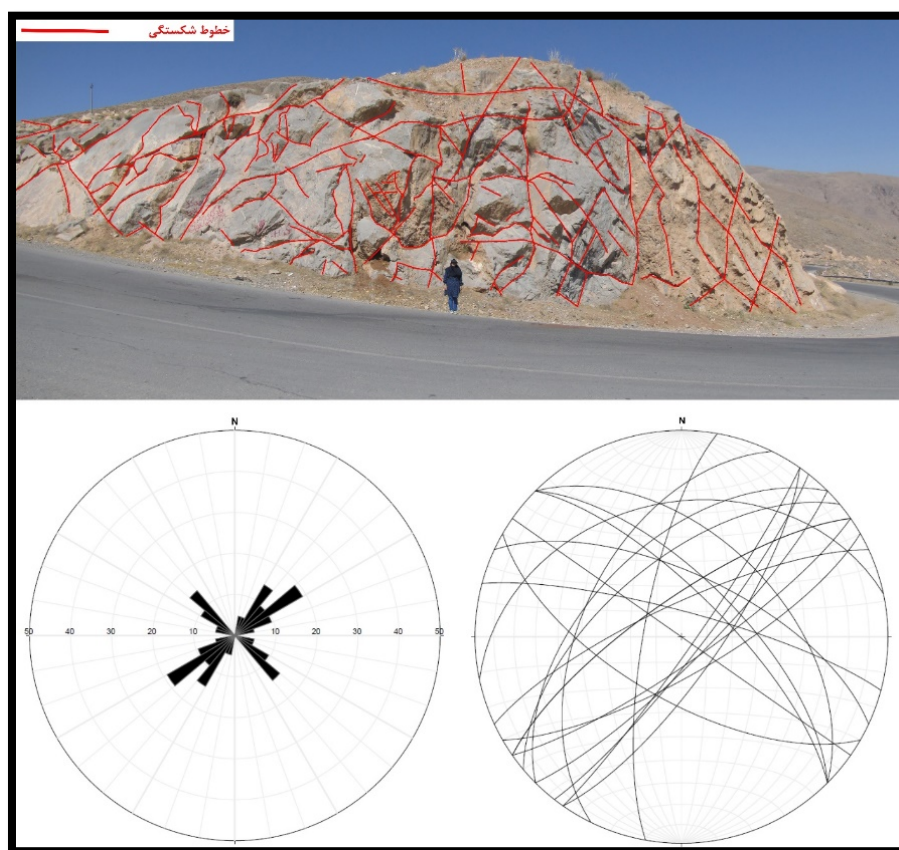
با توجه به مشاهدات صحرایی صورت گرفته در این ایستگاه، شکل (۳-۱۱پ)، گسله ثقلی در مسیر پیمایش با مشخصه ساختاری گسلش نرمال و ایجاد هورست و گرابن، مشاهده گردید. با توجه با این که گسلش نرمال (کشش سطحی و محلی) ارتباط ژنتیکی با گسل دهاقان دارد و گسل دهاقان یک گسل زمین ساختی است و چه بسا که نهشته های کواترنری را قطع کرده، یک گسل کواترنری است. در شکل مذکور رخنمونی که مشاهده می شود و بازشدگی به میزان در حد چند سانتیمتر به حساب گسل های نرمال ثقلی که چندان هم عمقی نیستند.



شکل ۳-۱۱- الف) تصویر ماهواره‌ای از ایستگاه شماره ۴ آورده شده است. برداشت در دیواره و راستای مسیر پیمایش ترانسه جاده انجام شده است. ب) به خطوط شکستگی در واحدهای آذرین ژوراسیک و آبرفت‌های جوان توجه شود. با توجه به شکل (ب و پ)، گسلش شمال در این ترانسه شاخص است. موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}20'33''N$ و $51^{\circ}44'33''E$ و سمت دید دو تصویر (ب و پ) جنوب است.

ایستگاه شماره ۵

موقعیت مکانی این ایستگاه در شکل های (۳-۶) و (۳-۱۰) نشان داده شده است. هدف از مشاهدات صحرایی در اینجا، برداشت شکستگی‌ها (درزه‌ها) در واحد آهک توده‌ای کرتاسه است (شکل ۳-۱۲). با توجه به اطلاعات جدول (۳-۴) و استریونت و رزدیگرام آورده شده در شکل (۳-۱۲)، اطلاعات حاصله عبارت است از: ۱) بازه شکستگی‌های دارای درجه اهمیت بیشتر شامل $N40E - N61E$ (۲) بازه شکستگی‌های دارای درجه اهمیت متوسط شامل $N41W - N50W$ ، $N32E - N39E$ (۳) دیگر بازه شکستگی‌ها از درجه اهمیت کمتر در شکل مشخص است.

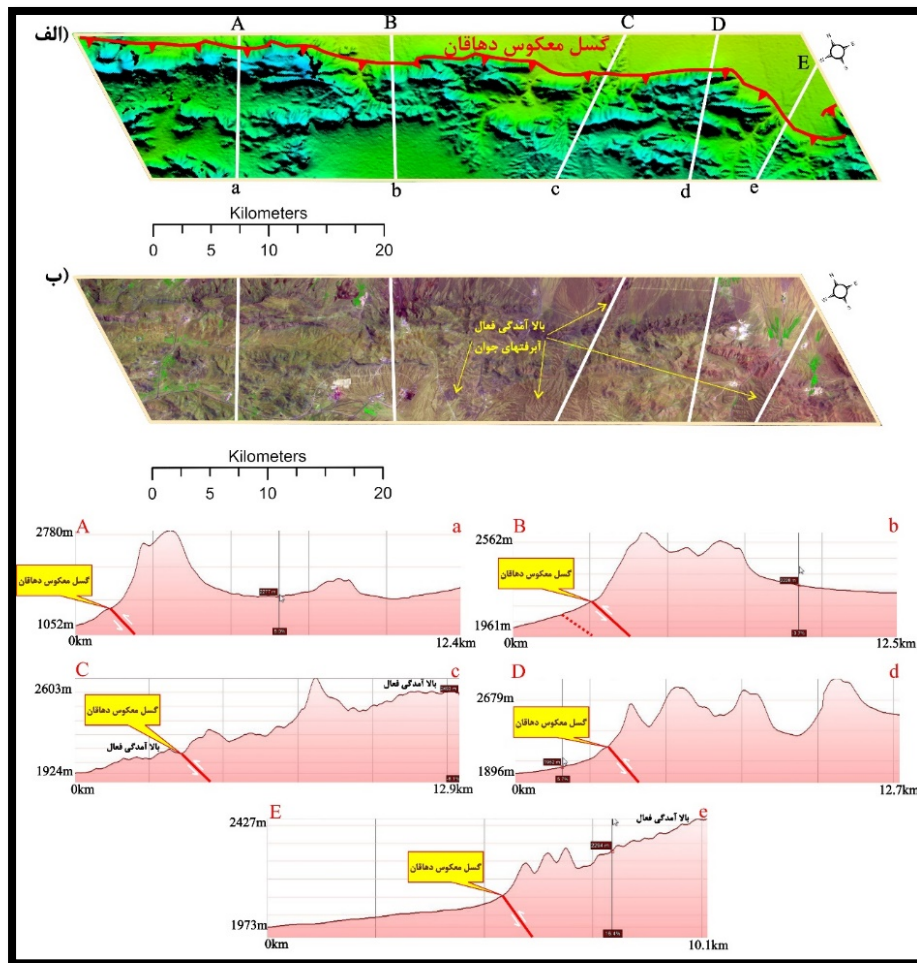


شکل ۳-۱۲-الف- تصویری از آهکهای توده‌ای کرتاسه به همراه خطوط شکستگی بر روی آنها در ایستگاه شماره ۲ به همراه استریونت و رزدیگرام این خطوط آورده شده است. موقعیت جغرافیایی $32^{\circ}20'17''N$, $51^{\circ}3'59''E$ و سمت دید تصویر جنوب باختر.

جدول ۳-۳- مشخصات شکستگیهای (درزه ها) برداشت شده در ایستگاه شماره ۵						
امتداد	شیب	سمت شیب		امتداد	شیب	سمت شیب
120	65	SW		105	80	NE
38	82	SE		60	75	SE
45	80	SE		55	75	NW
215	85	SE		115	65	NE
135	67	NE		315	73	NE
285	35	NW		26	50	NW
50	60	NW		35	75	SE
65	77	NW		305	90	
10	75	NE		315	50	NE
55	80	SE		55	75	NW
225	53	NW		215	85	SE

۳-۳-۲- بحث

با توجه به مشاهدات میدانی و تلفیق آنها با مشاهدات سنجش از دور و الگوی نیمرخ توپوگرافی، موقعیت مکانی گسل دهاقان و کلیه مشخصات توپوگرافی مرتبط با آن بدست آمده است (شکل ۳-۱۳).

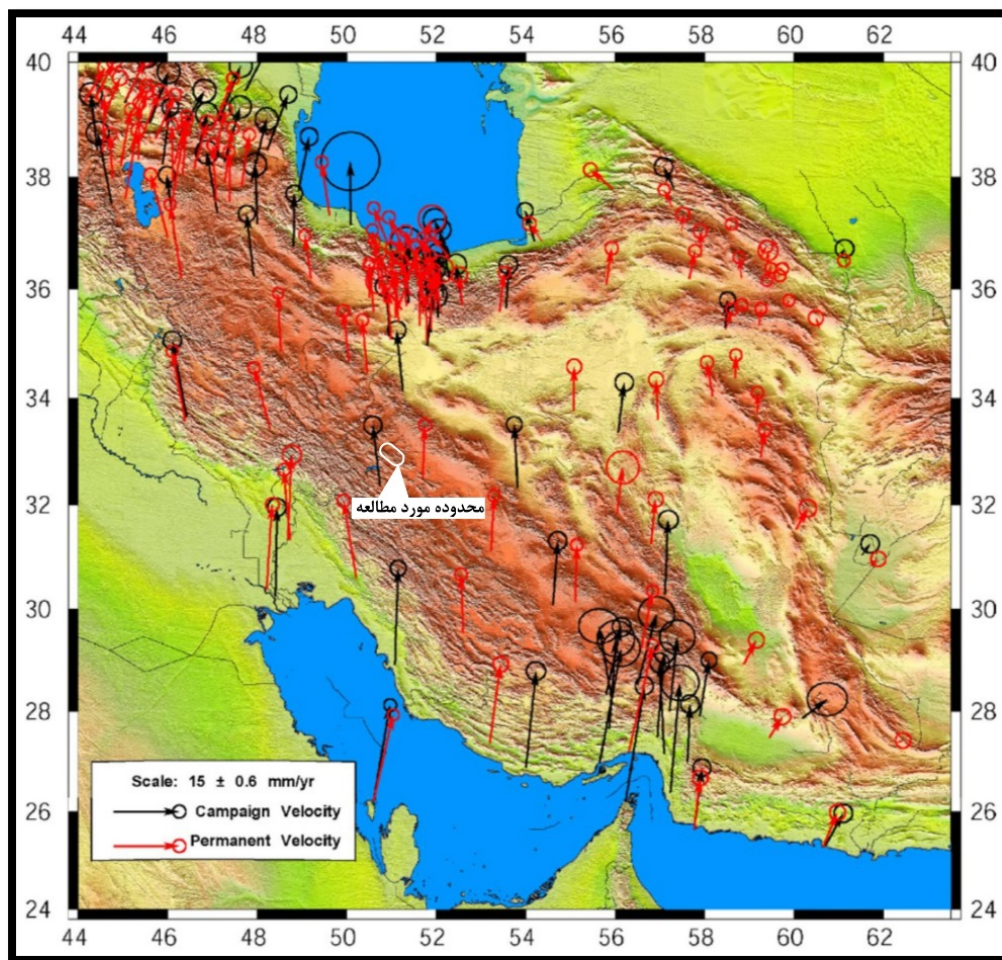


شکل ۳-۱۳- الف) تصویر SRTM با وضوح ۹۰ متر به‌مراه موقعیت مکانی گسل معکوس دهاقان و روند خطوط نیمرخ توپوگرافی بر روی آن مشخص شده است. ب) تصویر لندست ۸ (RGB=752) و خطوط سفید رنگ با خطوط نیمرخ توپوگرافی در شکل الف) همانند هستند. نیمرخهای توپوگرافی A-a، B-b، C-c، D-d و E-e در نرم افزار گوگل ارث استخراج شده است.

بنابراین با توجه به مشاهدات حاصله، گسل دهاقان با امتداد شمال باختر- جنوب خاور و با روند دارای انحنا از نوع معکوس با مؤلفه راست‌بر می‌باشد. در بخش مشاهدات میدانی و ایستگاه‌های ۱ و ۲ با گسلی با شیب به سمت جنوب باختر و مؤلفه حرکت معکوس مواجه بودیم که، معرف گسل دهاقان است. می‌توان پیشنهاد نمود که بر روی بلوک فرادیواره این گسل، گستره دگرشکلی مرتبط با گسل دهاقان قابل تعریف است.

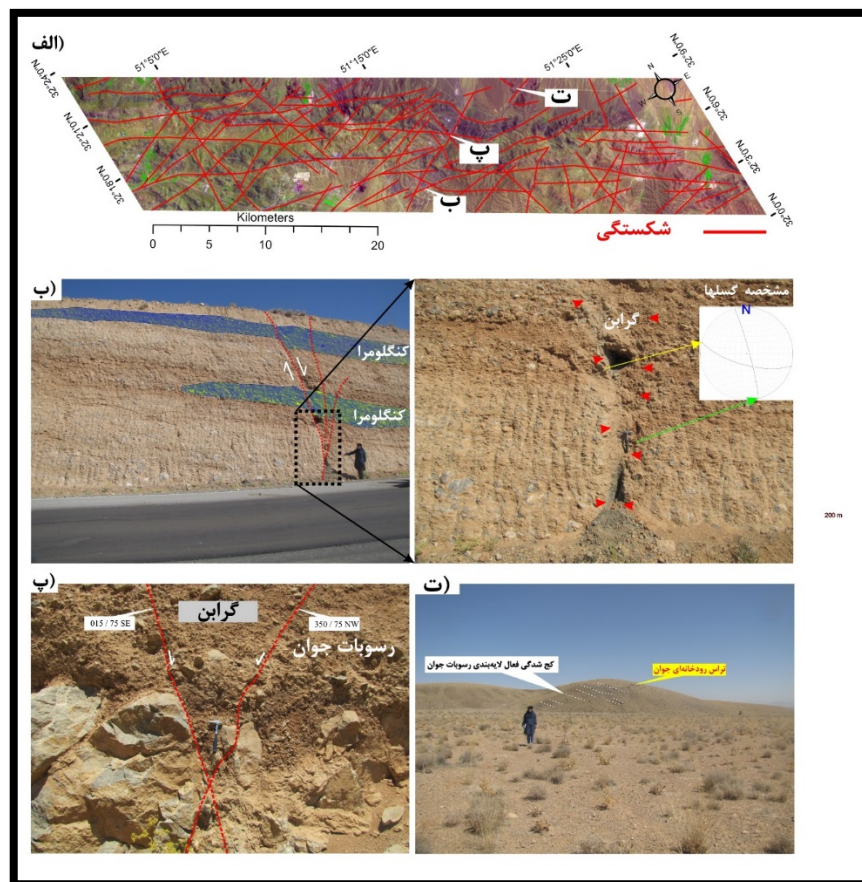
۳-۴- نگاهی کوتاه به دگرشکلی فعال در منطقه

منطقه مورد مطالعه بعنوان بخش کوچکی از ایران و در محدوده بین ایران مرکزی و کمربند ساختاری زاگرس، تحت تأثیر فعالیتهای دگرریختی متأثر از همگرایی فعال صفحه عربی به سمت اوراسیا است. با توجه به نقشه شبکه ایستگاههای جی پی اس کشور (شکل ۳-۱۴)، جهت کوتاه شدگی امروزی در محدوده مورد مطالعه N است.



شکل ۳-۱۴- تصویر توپوگرافی رقومی با وضوح ۴۰۰ متر و دادههای سرعت جی پی اس مربوط به ایران. بر گرفته از گزارش محاسبات شبکه ژئودینامیک دائم کشور در سال ۱۳۸۸ توسط سازمان نقشهبرداری کشور.

مشاهدات سنجش از دور و برداشتهای صحرایی در منطقه گواهی بر چیرگی دگریختی فعال در این گستره مطالعاتی است. برای نمونه در شکل (۳-۱۵ ب و پ)، گسلش نرمال در واحدهای آبرفتی در حال خمش به سمت بالا کاملاً مشهود است و بررسی گسل دهقان در بازه نوزمین ساختی بررسی گردیده است و یک گسل کواترنری است. بعلاوه در شکل (۳-۱۵ ت)، تراس رودخانه‌ای و کج‌شدگی فعال لایه‌بندی رسوبات جوان مشخصه گسلش فعال بر روی یکی از شاخه‌های فرعی گسل دهقان است.



شکل ۳-۱۵-الف) تصویر لندست ۸ (RGB=752) به‌همراه خطوط شکستگی بر روی آن آورده شده است. موقعیت مکانی تهیه تصاویر بعد دیده می‌شود. ب) خط‌چین سرخ رنگ معرف خطوط گسلش نرمال در رسوبات جوان است. موقعیت دوربین $32^{\circ}09'20''N$ و $51^{\circ}13'49''E$ و سمت دید شمال باختر. پ) فلشهای سرخ رنگ معرف خط گسلش است. موقعیت دوربین $32^{\circ}11'28''N$ و $51^{\circ}17'16''E$ و سمت دید شمال باختر. ت) کج‌شدگی فعال در تراس رودخانه‌ای در اثر فعالیت شاخه‌های فرعی گسل دهقان، سمت دید باختر.

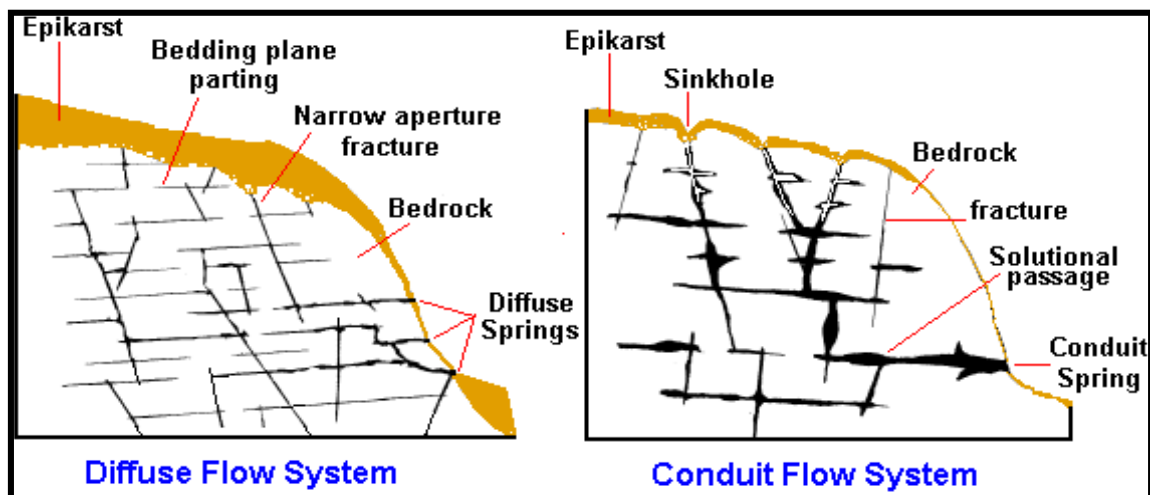
فصل چهارم
بررسی توسعه کارست در راستای
منطقه گسلی دهاقان

کارست عبارت است از یک منطقه با شکل ظاهری خاص که دارای سیستم زهکشی قوی زیرسطحی که ناشی از انحلال سنگ‌های با قابلیت انحلال بالا در آب‌های طبیعی است (Karami, 2002). علاوه بر اهمیت سازندهای کارستی در ذخیره و تأمین منابع آب، این سنگ‌ها، در ذخایر کانی‌ها، نفت و گاز نیز نقش مهمی را ایفا می‌کنند. طبق یک برآورد ۲۵ درصد از مردم دنیا از منابع آب موجود در کارست استفاده می‌کنند (Ford et al, 1988).

یک آبخوان کارستی منطقه‌ای است که به عنوان ذخیره‌کننده آب‌های زیرزمینی عمل می‌کند و آب ذخیره شده در این آبخوانها از طریق درزه و شکستگی‌ها و فضاهای باز شده که در اثر فرایند انحلال در آن‌ها به وجود آمده‌اند، جریان دارد.

۴-۱- طبقه‌بندی سیستم‌های کارستی

شاستر و وایت (Shuster and White 1971) سیستم جریان در کارست را به دو نوع افشان (Diffuse) و مجرای (Conduit) تقسیم کرده‌اند، که البته بین دو نوع سیستم جریان ذکر شده حالت‌های حد واسط زیادی نیز مشاهده شده است. شکل (۴-۱) تصویری شماتیک از سیستم‌های جریان کارستی افشان و مجرای را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱- سیستم‌های کارستی افشان و مجرای (Karami, 2002)

الف - سیستم‌های کارستی افشان

در سیستم جریان افشان، آب زیرزمینی درون شکستگی‌ها و حفرات کوچک جریان دارد و حرکت آب به صورت خطی از خلال شکستگی‌های به هم پیوسته‌ای که بازشدگی کمتر از یک سانتی‌متر دارند صورت می‌گیرد. تغییرات فیزیکی و شیمیایی زیادی در این نوع چشمه‌ها مشاهده نمی‌شود، در این نوع جریان، چشمه‌ها متعدد، پراکنده، با دبی کم بوده و هدایت هیدرولیکی این سیستم‌ها تقریباً در کل توده به صورت یکنواخت می‌باشد. تغذیه این آبخوان‌ها عمدتاً به صورت مستقیم و از طریق درزه و شکاف‌های ریز موجود در سنگ‌های کربناته دربرگیرنده و پوشش‌های خاک فوقانی صورت می‌گیرد.

در حوضه آبگیر سیستم‌های افشان عارضه‌های ژئومورفولوژیکی مهم مانند فروچاله (Sinkhole)، گودی مسدود (Closed depression)، پلیه (Polje) و غار مشاهده نمی‌گردد. مهمترین عارضه‌های ژئومورفولوژیکی موجود در این سیستم‌های کارستی شامل دره‌های خشک (Dry valleys)، کارنها (Karrens) و عوارض انحلالی کوچک (Small solutional features) می‌باشند.

اپی‌کارست (Epikarst) در این آبخوان‌های کارستی در مناطق با اقلیم مرطوب و نیمه‌مرطوب به صورت اپی‌کارست ضخیم ظاهر می‌شود و سنگهای برهنه (Bare rocks) به ندرت مشاهده می‌شوند. در هر حال، در مناطق خشک و نیمه خشک به علت بالا بودن سرعت فرسایش در مقایسه با تشکیل خاک، سنگهای برهنه به وفور یافت می‌شوند.

در این قبیل آبخوان‌ها چشمه‌های کارستی بزرگ مشاهده نمی‌شود و به علت غیرمتمرکز بودن جریان معمولاً چشمه‌های کارستی کوچک ظاهر می‌شوند. در مواردی هم به علت مجاورت با آبرفتهای دانه درشت و پخش بودن جریان آبهای زیرزمینی، هیچ چشمه‌ای در آنها مشاهده نمی‌شود و آبهای تغذیه شده به این آبخوانها به آبرفتهای دانه درشت مجاور تخلیه می‌شوند.

ب- سیستم‌های کارستی مجرای

جریان آب در سیستم کارست‌های مجرای دارای شرایط متفاوتی نسبت به سیستم افشان می‌باشد. در این گونه سیستم‌ها جریان آب در کانال‌های بزرگ و مجاری لوله‌ای شکلی که دارای بازشدگی بیشتر از یک سانتی‌متر می‌باشند صورت می‌گیرد. این مجاری بزرگ بیشتر ناشی از پدیده‌های انحلالی صورت گرفته در کربنات‌ها می‌باشد. هدایت هیدرولیکی در اینگونه سیستم‌ها نسبت به سیستم افشان بسیار بیشتر بوده و به همین دلیل جریان آب در آن‌ها عمدتاً به صورت آشفته می‌باشد.

در حوضه آبگیر سیستم‌های کارستی مجرای در اکثریت موارد عارضه‌های ژئومورفولوژیکی مهم مانند فروچاله (Sinkhole)، گودی مسدود (Closed depression)، پلیه (Polje) و غار مشاهده می‌شود. علاوه بر این، در چنین گستره‌های کارستی سنگهای برهنه و حفرات انحلالی از دیگر عوارض ژئومورفولوژیکی قابل مشاهده می‌باشند.

اپی کارست (Epikarst) در این آبخوان‌های کارستی معمولاً به صورت اپی کارست نازک ظاهر می‌شود و سنگ‌های برهنه (Bare rocks) بخش وسیعی از گستره کارستی را به خود اختصاص می‌دهند. البته در برخی از مناطق تحت تأثیر عواملی از قبیل لیتولوژی و شیب زمین، ممکن است به صورت محلی (Local) اپی کارست نسبتاً ضخیم هم تشکیل شود.

تخلیه طبیعی در این سیستم کارستی معمولاً از طریق یک چشمه بزرگ با دبی بالا صورت می‌گیرد. همچنین تغذیه آب در سیستم‌های دارای جریان مجرای بیشتر از طریق درزه‌ها و فروچاله‌های موجود در سنگ‌ها، که فاقد پوشش خاک و گیاه می‌باشند صورت می‌گیرد و به دلیل جریان آب در مجاری و حفرات بزرگ، سطح تماس آب با دیواره مجاری بسیار کمتر از سیستم افشان است.

۴-۲- تأثیر عوامل ساختاری بر جریان آب زیرزمینی در کارست‌ها

بر اثر جریان آب زیرزمینی در آبخوانهای کارستی، شبکه‌ای به هم پیوسته از شکاف‌ها و درزه‌های توسعه یافته به وجود می‌آید. از دیدگاه متخصصین کارست برای این قبیل شکاف‌ها و درزه‌های توسعه یافته نامهای مختلفی از قبیل کانال، درزه‌های بزرگ و درزه‌های ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرند. نقش عوامل ساختاری تنها به کنترل ناهمواری‌های کارستی محدود نمی‌شود، بلکه در واقع در اغلب موارد، کنترل و هدایت آب‌های زیرزمینی نیز تحت تأثیر مستقیم و یا غیرمستقیم این عوامل قرار دارد. نقش شکستگی‌ها و گسل‌ها بر جریان آب زیرزمینی در گستره‌های کارستی مختلف بسیار پیچیده است. گسل‌ها ممکن است با افزایش شدت شکستگی در اطراف خود باعث افزایش نفوذپذیری سنگ بستر شوند و به این ترتیب نقش مثبتی را بر روی جریان آب زیرزمینی بگذارند. این شکستگی‌ها گاهی تا صدها متر در اطراف گسل گسترش دارند.

در برخی از موارد تشکیل مواد غیرقابل نفوذ در سطح گسل‌ها، مانع عبور جریان آب شده و باعث انحراف جریان آبهای زیرزمینی به جهت دیگر می‌شود. این موضوع گاهی اوقات موجب ظهور آب در مناطق پایین دست می‌گردد. که در این صورت به آن چشمه‌های گسلی اطلاق می‌گردد. در مواردی هم گسل‌ها با جابجایی واحدهای مختلف، سنگ‌هایی با تراوایی‌های متفاوت را در کنار یکدیگر قرار داده و باعث تأثیر بر جهت جریان آب زیرزمینی می‌شوند. در برخی موارد نیز پدیده گسلش هیچ‌گونه نقشی در جریان آب زیرزمینی در آبخوان کارستی ندارد (Casting 1977).

شکستگی‌ها مهمترین عامل گسترش تخلخل ثانویه و نفوذپذیری در سنگ‌ها محسوب می‌شوند. دلیل این مطلب از این قرار است که شکستگی‌ها بافت اولیه و دست نخورده سنگ را بر هم زده و مناطق خردشده‌ای را ایجاد می‌کنند. در مراحل بعدی امکان نفوذ آبهای نفوذی به درون این شکستگی‌ها فراهم می‌شود و با گسترش انحلالی آنها مجاری زیرزمینی ایجاد می‌شوند. اکثریت شکستگی‌های موجود در سنگها در اثر عملکرد نیروهای تکتونیکی ایجاد می‌شوند. در موارد محدودی این شکستگی‌ها در اثر هوازدگی و تخریب مکانیکی ایجاد می‌شوند.

ونی (Veni, 1987) اظهار داشته است که سنگ‌های کربناته به ویژه در صورتی که ضخیم و توده‌ای باشند، بسیار شکننده هستند. خرد شدن این طبقات در اثر شکستگی‌های ایجاد شده موجب افزایش تخلخل و نفوذپذیری و در نتیجه گسترش شبکه‌های کارستی در جهات مختلف می‌شود. ونی (Veni, 1987) مراحل تکامل شبکه‌های کارستی در سنگ‌های دارای درجه خردشدگی متفاوت را به چهار مرحله تقسیم نموده است.

در فاز نخست (Initial phase) که در تمام انواع سنگ‌های خرد شده مشترک است، آشفستگی محلی جریان در شکستگی‌ها موجب می‌شود تا انحلال افزایش یافته و شکستگی‌ها به تدریج افزایش پیدا کنند. پدیده انحلال در این حالت، معمولاً از محل تقاطع شکستگی‌ها با یکدیگر، که در مقایسه با جاهای دیگر از نفوذپذیری بالاتری برخوردار هستند، شروع می‌شود. دومین مرحله از تکامل سیستم نفوذپذیری در سنگ‌های کربناته، مرحله آبرایی (Piracy phase) می‌باشد. در این حالت مجاری تشکیل شده در مرحله قبل، مکانهای هیدرولوژیکی خاصی می‌شوند که آب از مجاری و شکستگی‌های مجاور به سمت آنها هدایت می‌شوند. در مرحله سوم یا مرحله یکپارچگی (Integration phase) فرایندهای سطحی و زیرسطحی به یکدیگر ملحق شده و منطقه‌های انحلالی گسترش پیدا می‌کنند. در مرحله نهایی (Final phase) شدت عمل مرحله قبلی افزایش یافته و سیمای کارست گسترده‌تر می‌شوند. در حالت کلی هرچه نفوذپذیری شکستگی‌ها در سنگ‌ها بیشتر باشد، امکان گسترش سیمای انحلالی نظیر غارها و فروچاله‌ها بیشتر می‌شود.

۳-۴ - طبقه‌بندی هیدروژئولوژیکی واحدهای منطقه

طبقه‌بندی هیدروژئولوژیکی واحدها بر اساس مقدار تراوایی آنها انجام می‌شود. به این ترتیب که واحدها به سه گروه واحدهای با تراوایی بالا، واحدهای با تراوایی متوسط و واحدهای با تراوایی کم تقسیم

می‌شوند. واحدهایی که در منطقه مورد مطالعه رخنمون دارند شامل ، واحدهای آندزیت ژوراسیک و واحدهای آهکی توده ای با لایه‌بندی ضعیف کرتاسه، سنگهای آهکی و کنگلومراهای ائوسن بعلاوه کنگلو مراهای پلیوسن و آبرفتهای عهد حاضر می‌شوند. این سازندها با توجه به ویژگی‌های آنها به لحاظ تراوایی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند؛

الف- واحدهای با تراوایی بالا

در منطقه مورد مطالعه، واحدهای آهکی که وجود دارد شامل آهکهای کرتاسه است. آهکهای کرتاسه به دلیل این که به طور قابل توجهی کارستی شده است دارای نفوذپذیری ثانویه قابل توجهی است. در مناطقی که این واحدها عمدتاً از سنگهای برهنه (Bare rocks) پوشیده شده است، از تراوایی بالایی برخوردار است. شکل‌های (۲-۴) و (۳-۴) تصاویری از آهکهای برهنه در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند.



شکل ۴-۲- سنگهای آهکی کرتاسه در کوه بیدکان



شکل ۴-۳- سنگهای آهکی برهنه در کوه شاهلرا

ب- واحدهای با تراوایی متوسط

در منطقه مورد مطالعه، در محدوده‌هایی که سنگهای آهکی دارای پوششی از نهشته‌های عهد حاضر وجود دارد، این محدوده‌ها دارای تراوایی متوسطی هستند. تراوایی این مناطق بالا می‌باشد و جزء این گروه قلمداد نمی‌شوند. شکل‌های (۴-۴) الی (۵-۴) تصاویری از آهکهای پوشیده از نهشته‌های عهد حاضر را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند.



شکل ۴-۴- سنگهای آهکی پوشیده از نهشته‌های عهد حاضر در منطقه کوه شاهلرا



شکل ۴-۵- سنگهای آهکی پوشیده از نهشته‌های عهد حاضر در منطقه کوه شاهلرا

ج- واحدهای با تراوایی کم

در منطقه مورد مطالعه واحدهای سنگی آندزیت و هم‌چنین کنگلومرای پلیوسن که عمدتاً قشر سطحی آنها از نهشته‌های سخت نشده تشکیل شده است. این واحدها به دلیل تراوایی ناچیزی که دارند، در اغلب بارندگی‌ها باعث ایجاد رواناب می‌شوند و بخش اساسی جریانهای سیلابی موجود در رودخانه‌های منطقه به این واحدها مربوط می‌شود. شکل‌های (۴-۶) الی (۴-۷) تصاویری از کنگلومرای پلیوسن و از سنگهای آندزیتی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند.



شکل ۴-۶- کنگلومرای پلیوسن در مسیر جاده زرین‌شهر به سفیددشت



شکل ۴-۷- سنگهای آندزیتی در کوه شاهلرا

۴-۴- توسعه کارست در راستای منطقه گسلی دهاقان

توسعه کارست به معنای متمرکز شدن توسعه فضاهای انحلالی در مناطق یا مسیرهای خاصی از واحدهای کارستی است. به منظور ارزیابی توسعه کارست در منطقه مورد مطالعه ابتدا با بررسی دقیق تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی محدوده‌های با توسعه‌یافتگی مختلف مورد شناسایی قرار گرفتند. سپس با انجام بازدیدهای صحرایی مکرر نتایج بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی به طور دقیق مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این فصل، خلاصه‌ای از شواهد بیان‌کننده توسعه کارست در راستای منطقه گسلی دهاقان ارائه می‌شود.

الف- دره‌های خشک کارستی

دره‌های خشک کارستی (Karstic dry valleys) غالباً مسیرهای قدیمی انتقال آب در سنگهای کارستی هستند که در راستای آنها فرایند انحلال در مقیاسه با فرسایش سطحی بیشتر بوده است. در

صورتی که این دره‌ها عمیق بوده (در حدود سطح اساس فرسایش منطقه‌ای) و به ویژه به سوی نقطه‌ای همگرایی داشته باشند، مکان‌های مناسبی برای احداث چاه هستند.

در منطقه مورد مطالعه دره‌های خشک متعددی دیده می‌شود که اختلاف ارتفاع بستر برخی از آنها با ارتفاع لبه به بیش از ۵۰ متر می‌رسد. شکل‌های (۴-۸) و (۴-۹) تعدادی از دره‌های خشک کارستی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۸- دره خشک کارستی در مسیر جاده مبارکه به بروجن



شکل ۴-۹- دره‌های خشک کارستی در مسیر جاده زرین شهر به سفیددشت

ب- کارنها

کارنهای (Karrens) منطقه عمدتاً از گروه گرایکها (Grike) هستند. این کارنها از معمول‌ترین و مهم‌ترین اشکال کارنها به شمار می‌روند. این اشکال مورفولوژیکی که کارن شکافی (Cleft karren) نیز نامیده می‌شود، در نتیجه انحلال در محل درزه‌ها ایجاد می‌شود. وسعت و عمق انحلال، متمایزکننده‌ی آن از شیارهای انحلالی است. بازشدگی گرایکها معمولاً چند سانتی‌متر و عمق آنها از چند سانتیمتر تا چند متر متغیر می‌باشد.

گرایکهای موجود در سنگ‌های برهنه معمولاً دارای گوشه‌های تیز بوده و دیوارهای عمودی دارند. اهمیت گرایکها از آن جهت است که هدایت‌کننده‌ی اصلی آب باران به داخل سفره‌های کارستی می‌باشد. هر چه گرایکها بازتر و خاک داخل آنها کمتر و یا درشت‌دانه‌تر باشد، نفوذپذیری بیشتر

است. همچنین اگر گرایک پهنای خود را نسبت به عمق از دست ندهد، نفوذپذیری بیشتر خواهد بود. شکلهای (۱۰-۴) و (۱۱-۴) تصاویری از کارنهای موجود در منطقه را نشان می‌دهد.



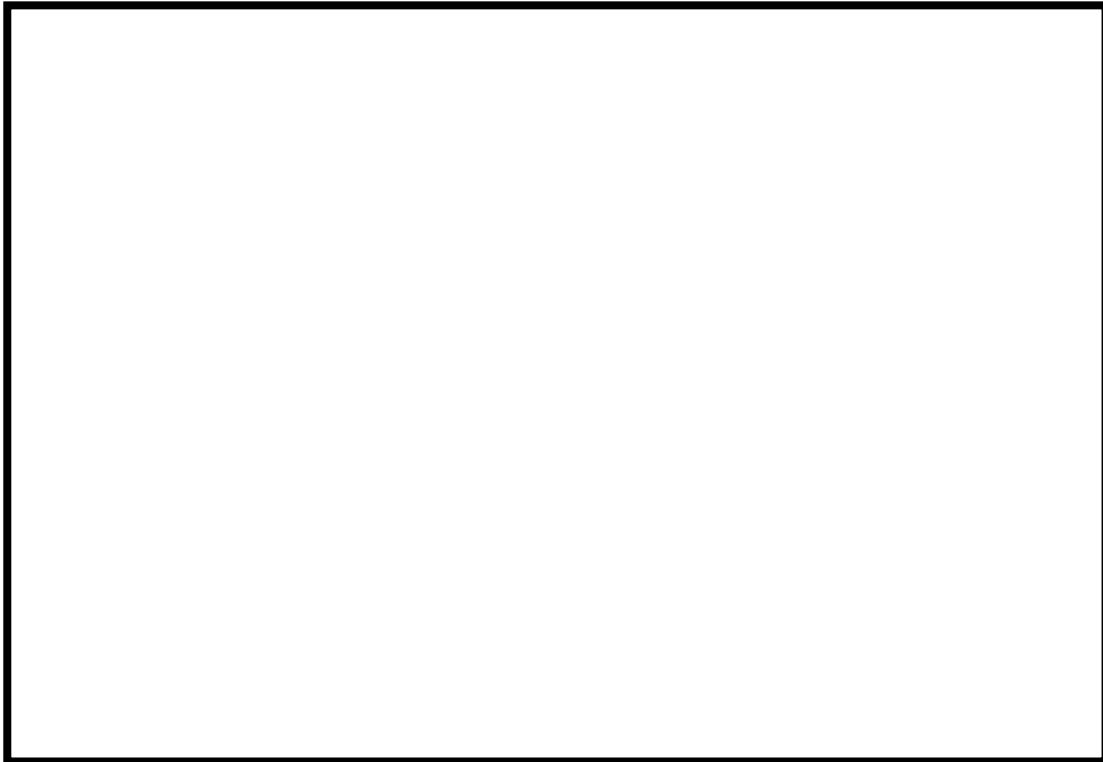
شکل ۴-۱۰- کارنهای کم عمق در منطقه کوه بیدکان



شکل ۴-۱۱- کارنهای نسبتاً عمیق در منطقه کوه بیدکان

ج- حفرات انحلالی

حفرات انحلالی (Solutional cavities) شامل فضاهای خالی انحلالی است که عمدتاً در سنگهای آهکی خالص ایجاد می‌شوند. حفرات انحلالی گاهی اوقات به عنوان چاله (Pit) نیز نامیده می‌شوند و در مواردی هم به عنوان گروهی از کارنها محسوب می‌شوند. در مناطقی که بارش غالب به صورت برف است، امکان توسعه این عوارض مورفولوژیکی بیشتر است. شکل (۴-۱۲) تصویری از حفرات انحلالی موجود در منطقه را نشان می‌دهد.



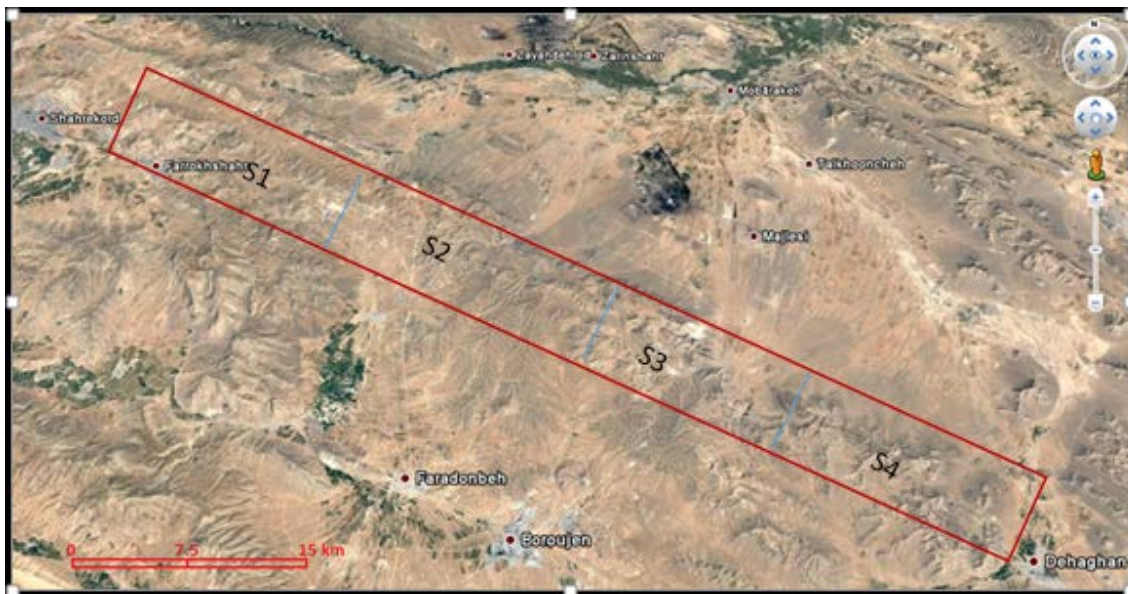


شکل ۴-۱۲- حفرات انحلالی در منطقه کوه بیدکان

۴-۵- مقایسه توسعه کارست در بخش‌های مختلف منطقه گسلی دهاقان

شکل (۴-۱۳) نمایی از منطقه گسلی دهاقان را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود منطقه گسلی دهاقان از شمال غرب دهاقان تا شمال شرق شهرکرد کشیده شده است و یک ژئومورفولوژی کوهستانی و تپه‌ماهوری را در منطقه به وجود آورده است. به منظور مقایسه توسعه کارست در بخش‌های مختلف این منطقه گسلی، محدوده مورد نظر از محدوده شمال غرب تا جنوب شرق منطقه به چهار ایستگاه (S1, S2, S3, S4) نشان داده شده است، شکل‌های (۴-۱۳) تا (۴-۱۷) تصاویر ماهواره‌ای از بخش‌های مذکور را نشان می‌دهند.

شکل (۴-۱۴) نشان دهنده مناطق گسترده در بام کوهستان (شروع تشکیل گودیه‌های مسدود) و توسعه یافتگی کارست نسبتاً بالاست.



شکل ۴-۱۳- تصویر ماهواره‌ای از منطقه گسلی دهقان



شکل ۴-۱۴- تصویر ماهواره‌ای ایستگاه اول (S1) منطقه گسلی دهقان (از سمت شمال غرب)

در شکل (۴-۱۵ و ۴-۱۶) در حقیقت تعداد زیادی دره های خشک هم راستا با زون گسلی شکل گرفته که بیانگر نقش تکتونیک در توسعه کارست است.

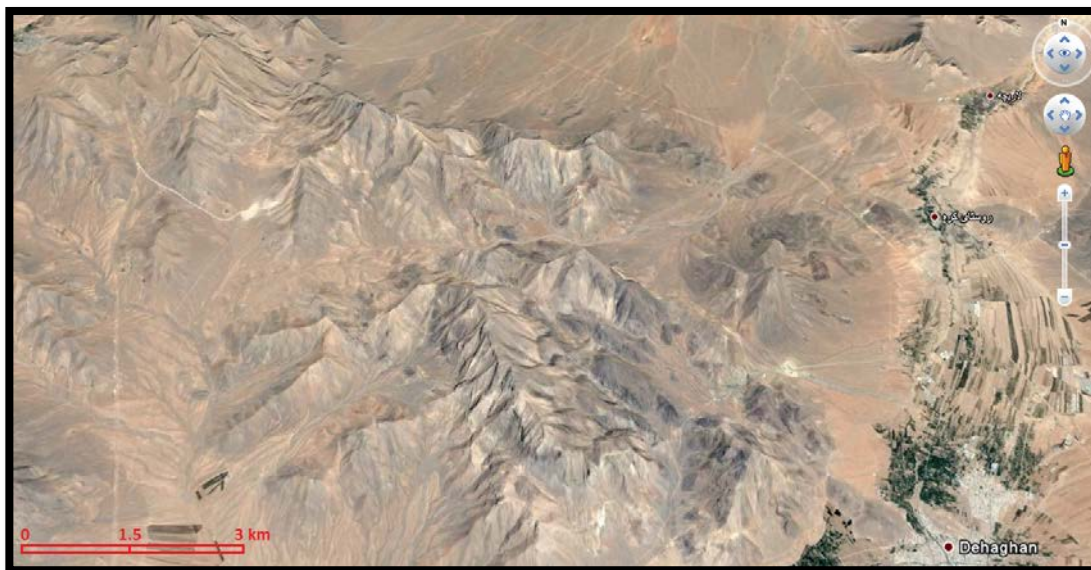


شکل ۴-۱۵- تصویر ماهواره‌ای ایستگاه دوم (S2) منطقه گسلی دهقان (از سمت شمال غرب)

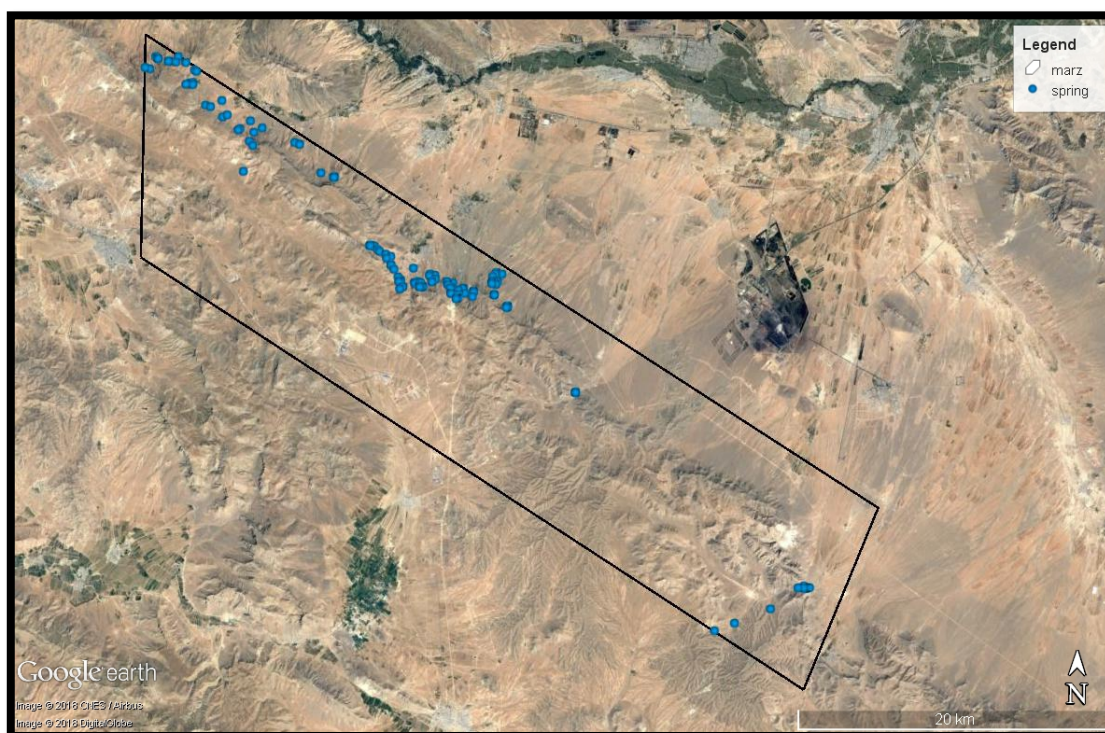


شکل ۴-۱۶- تصویر ماهواره‌ای ایستگاه سوم (S3) منطقه گسلی دهقان (از سمت شمال غرب)

در شکل (۴-۱۷) توسعه کارست در مقایسه با منطقه های قبلی کمتر است.



شکل ۴-۱۷- تصویر ماهواره‌ای ایستگاه چهارم (S4) منطقه گسلی دهاقان (از سمت شمال غرب)



شکل ۴-۱۸- تصویر گوگل ارث به همراه چشمه‌های با دبی کمتر از ۳ lit/s



شکل ۴-۹ تصویر گوگل ارث به همراه چشمه های با دبی بیشتر از ۳ lit/s

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱-نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور مختصر در زیر ارائه می شوند:

۵-۱-۱-نتایج بدست آمده بر مبنای سنجش از دور

۱) باتوجه به رز دیاگرام شکل (۳-۵-ب) روند شکستگی‌های درجه اهمیت بیشتر بر اساس طول شکستگی‌ها در بازه $N85E - E$ قرار می گیرد. همچنین روند شکستگی‌های درجه اهمیت بیشتر بر اساس فراوانی شکستگی‌ها در بازه $N30W - N39W$ جای دارد.

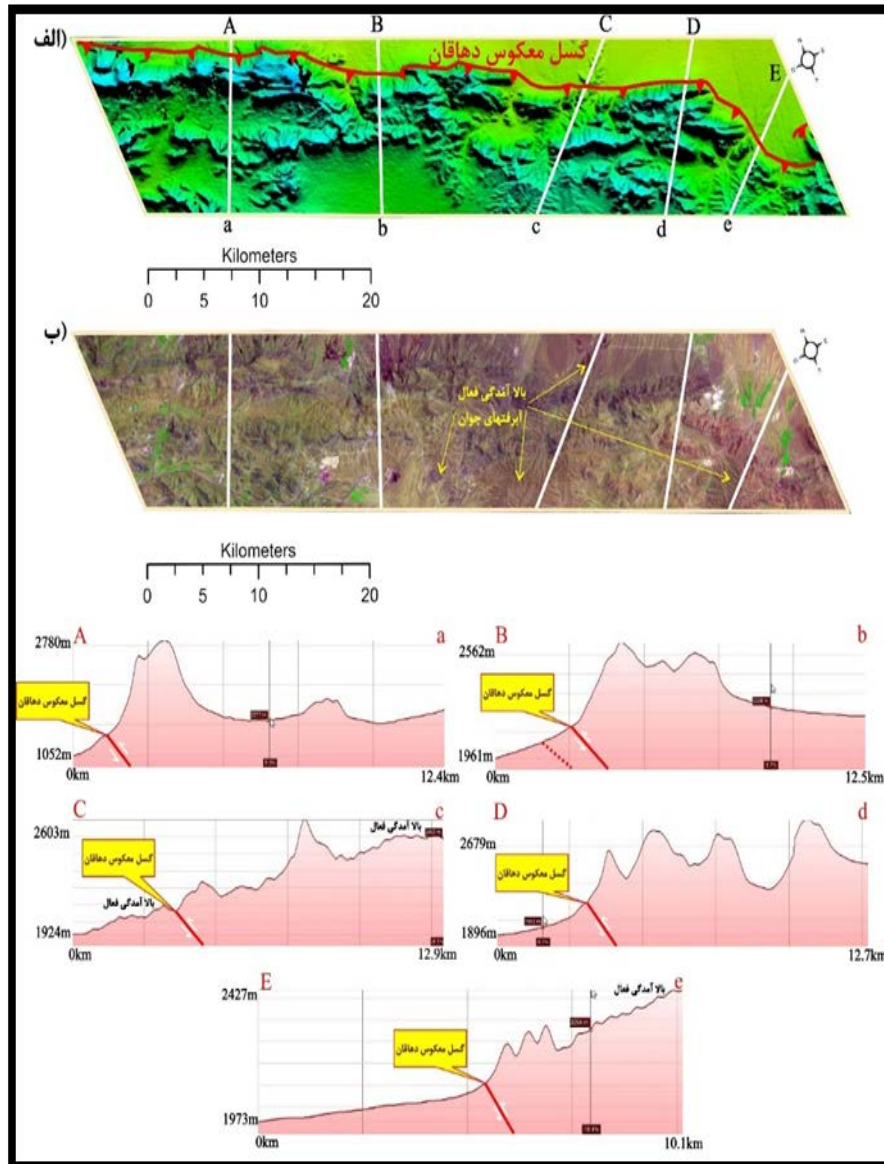
۲) روند شکستگی‌های فرعی (از درجه اهمیت بیشتر و متوسط و غیره) با توجه به رز دیاگرام در بازه‌های مختلفی قرار می گیرند.

۳) با توجه به نقشه چگالی (Density) شکستگی‌های نشان داده شده در شکل (۳-۵ الف)، شکل برجسته مانند دو بعدی از شکستگی‌ها نسبت مستقیم با فراوانی این خطوط ساختاری دارد. در واقع در مناطقی که شکستگی‌ها چگال تر هستند برجستگی بیشتر و به صورت متناسب در مناطقی که شکستگی‌ها کم چگال هستند برجستگی بیشتر است.

۴) شکل (۳-۵ ت) از الگوی زمین ریخت منطقه تقریباً پیروی می کند و هر مکانی از منطقه که دارای بالآمدگی فعال باشد دارای تراکم شکستگی بیشتر و موقعیت مکانی چشمه‌ها را نشان می دهد.

۵-۱-۲-نتایج بدست آمده بر مبنای مطالعات میدانی

باتوجه به مشاهدات میدانی و تلفیق آنها با مشاهدات سنجش از دور و الگوی نیمرخ توپوگرافی موقعیت مکانی گسل دهاقان بدست آمده است و در شکل (۵-۱) نمایش داده شده است.



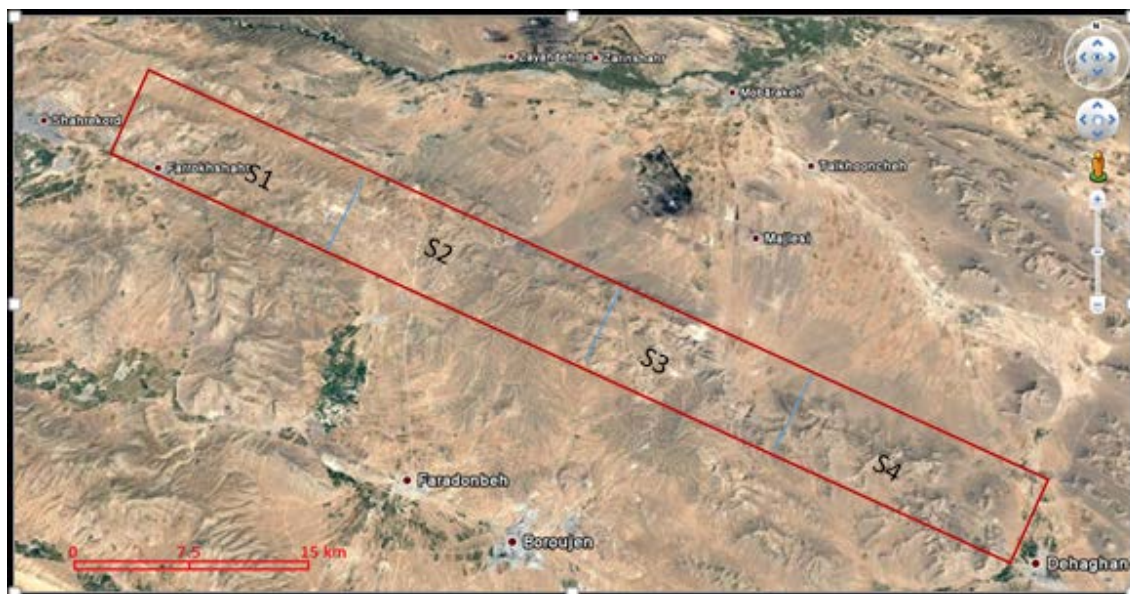
شکل ۵-۱-الف) تصویر SRTM با وضوح ۹۰ متر به همراه موقعیت مکانی گسل معکوس دهقان و روند خطوط نیمرخ توپوگرافی بر روی آن مشخص شده است. ب) تصویر لندست ۸ (RGB=752) و خطوط سفید رنگ با خطوط نیمرخ توپوگرافی در شکل (الف) همانند هستند. نیمرخهای توپوگرافی A-a, B-b, C-c, D-d و E-e در نرم افزار گوگل ارث استخراج شده است

۲) گسل دهاقان دارای امتداد شمال باختر-جنوب خاور می باشد و روند دارای انحنا از نوع معکوس با مؤلفه راست بر و شیب به سمت جنوب باختر می باشد (شکل ۲-۱).

۵-۱-۳- وضعیت توسعه کارست در منطقه

در سرتاسر منطقه گسلی دهاقان آهک‌های کرتاسه بالایی گسترش قابل توجهی دارند. این آهک‌ها تحت تأثیر شکستگی‌های ناشی از گسل دهاقان تا اندازه‌ای کارستی شده‌اند. دلیل این مطلب از این قرار است که در سرتاسر منطقه دره‌های خشک کارستی و کارن‌های کوچک و بزرگی در تمام سنگ‌های آهکی منطقه مشاهده می‌شوند. علاوه بر این چشمه‌های کارستی متعددی در راستای منطقه گسلی ظاهر شده‌اند. در هر حال، عدم وجود چشمه بزرگ کارستی و همچنین عوارض مورفولوژیکی مهم (مانند فروچاله، گودی مسدود، کارن‌های عمیق و پلیه) بیانگر توسعه یافتگی نسبتاً کم کارست در منطقه است. به علاوه اینکه در این چهار ایستگاه، همه سیستم افشان (Diffuse) است و البته سیستم افشان در این چهار ایستگاه متفاوت می باشد، که در ایستگاه اول متوسط، در ایستگاه دوم و سوم متوسط تا کم و در نهایت در سیستم چهارم کم می باشد (شکل ۵-۲).

راستای دره‌های خشک بزرگ کم و بیش در راستای زون گسلی دهاقان و بدون شک شکل گیری این دره‌ها تحت تأثیر این گسل می باشد. علاوه بر این ظهور چشمه‌ها در راستای این زون گسلی و همچنین مکانیسم شکل گیری چشمه‌ها، ارتباط تنگاتنگی با گسل مذکور می باشد.



شکل ۵-۲- تصویر ماهواره‌ای از منطقه گسلی دهاقان

۵-۲- پیشنهادها

- (۱) انجام مطالعات دیرینه لرزه‌شناسی بر روی گسل‌های کواترنری؛
- (۲) انجام مطالعات تنش دیرین بر مبنای لغزش گسل‌ها جهت شناخت تنش حاکم در بازه زمانی قبل از سنوزوئیک به منظور مقایسه جهت تنش بیشینه در سنوزوئیک و قبل تر؛
- (۳) ادامه‌ی مطالعات ساختاری در نواحی مجاور منطقه مورد مطالعه این پژوهش، به منظور شناسایی ساختارهای موجود؛
- (۴) بررسی ارتباط منابع آب کارستی با آبخوانهای آبرفتی مجاور؛

منابع

فارسی

- ۱- تاجمیر ریاحی ز، (۱۳۹۲)، "بررسی سائزموکتونیک و پهنه‌بندی لرزه‌ای شهر اصفهان"، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم زمین، گروه تکتونیک،
- ۲- زاهدی م، (۱۳۵۴) نقشه زمین‌شناسی ورق ریزلنجان به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره ۶۲۵۴، تهران.
- ۳- زاهدی م، (۱۳۵۷) نقشه زمین‌شناسی چهار گوش اصفهان به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره F8، تهران.
- ۴- سربی ع، (۱۳۸۱) نقشه زمین‌شناسی ورق استان اصفهان به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- ۵- شیخ الاسلامی م، (۱۳۹۳) "واحدهای زمین ساخت-چینه‌نگاری بخش جنوب خاوری پهنه سنندج - سیرجان" فصلنامه علوم زمین، پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۹۵، ص ۲۴۳-۲۵۲.
- ۶- صفایی ه، (۱۳۸۲) گزارش نهایی طرح پژوهشی شناسایی گسل‌های بنیادی استان‌های اصفهان و چهارمحال‌بختیاری با استفاده از پردازش اطلاعات رقومی ماهواره‌ای، دانشگاه اصفهان.
- ۷- صفایی ه، (۱۳۸۲) گزارش نهایی طرح پژوهشی: بررسی زمین‌شناسی ساختمانی جنوب و جنوب غرب شهر اصفهان با تکیه بر شناسایی تغییر شکل‌های شکننده، دانشگاه اصفهان.
- ۸- صفایی ه، (۱۳۸۴) گزارش نهایی طرح تحقیقاتی شناسایی و بررسی توان لرزه‌ای گسل‌های اطراف اصفهان، دانشگاه اصفهان.
- ۹- کاظمی ر. غیومیان ج و جلالی ن، (۱۳۸۵) "بررسی نقش عوامل ساختاری در فراوانی منابع آب در منطقه کارستی لار با استفاده از سنجش از دور و GIS" مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۳، ص ۳۴.

- 10-Alavi,M.(1994). Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran;new data and interpretations.Tectonophysics 229,pp211-238.
- 11-Berberian, M.(1977). Three phasas of metamorphism in Haji-Abad quadrangle (southern extremity of the Sannandaj-Sirjan structural Zone): apalaeotectonic discussion. In: Berberian, M.,(Ed0,Contribution to the Seismotectonics of Iran(partIII),Geological Survey of Iran,Report 40,Tehran,Iran,pp.239-263.
- 12-Berberian,M.,King. (1981). “Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran”.Canadian Journal of Earth Sciences 18,210-265.
- 13- Berberian,M. (1995).Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds;active basement tectonics and surface morphotectonics. Tectonophysics 241,193-224.
- 14-Castning E. H., (1977) “**Faults as positive and negative influence on groundwater flow and conduit enlargement, In Dilamarter.**” R.R., Csallany, S.C.(eds). Hydrologic problems in karst regions, Bowling Green, KY, W, Ky. Univ, p 482.
- 15-Ford D.C. and Williams P.W., (1989) “**Karst geomorphology and hydrology London**”: Chapman and Hall, 601 p.
- 16- Fossen H. (2016). “**Structural geology**”. Cambridge University of BERGEN,NORWAY ,PP 221.
- 17-Ghasemi,A., Talbot, C.J. (2006). “A new tectonic scenario for the Sanandaj-sirjan Zone (Iran) ”. Journal of Asian Earth Sciences 26,683-693.
- 18-Karami G.H., (2002) “**Assessment of heterogeneity and flow system in karstic aquifers using pumping test data**” Ph.D. Thesis, School of Civil Engineering and Geosciences University of Newcastle Upon Type, P 180,
- 19-Mohajjel,M.,Fergusson,C.L.,Sahandi,M.R.,(2003).”Cretaceous-Tertiary convergence and continental collision,Sanandaj-SirjanZone, western Iran”,Journal of Asian Earth Sciences 21(2003).p 397-412.
- 20-Nadimi A.,(2010). ” Active strike-slip faults in the central part of the Sanandaj-SirjanZoneof-ZagrosOrogen(Iran) ”:phD.Thesis,Universityof-Warsaw,Poland,Volume121,

- 21-Nadimi,A.,Konon,A.(2012). "Gaw-Khuni Basin:An active stepover structure in the Sanandaj-Sirjanzone,iran",GeologicalSocietyof-America Bulletin,Volume124,484-498.
- 22-Parizek,R.R.,(1976). "Field guide to lineaments and fractures in central Pennsylvania Guide book n dint". Conference on the New Basement Tectonics, Newurk,Delaware,75p.
- 23-Shuster E. T and white W.B., (1971), "Seasonal fluctuations in the chemistry of limestone springs: A possible means for characterizing aquifers" Journal of Hydrology, v.14, p.93-128.
- 24-Stocklin J. (1968), "structural history and tectonic of iran" A review: A.A.P.G., vol. 52, p 1229-1258.
- 25- Twiss R J., & Moores E. M. (1992). "Structural geology". Macmillan.
- 26- Veni G.,(1987), Fracture permeability: Implications on cave and sinkhole development and their environmental assessments, in Beck, B.F., and Wilson, W.L., eds., Karst Hydrogeology: Engineering and Environmental Applications: Rotterdam, Netherlands, A.A. Balkema, p. 101–105.

پایگاه اینترنتی

۲۷- پایگاه داده‌های علوم زمین <http://ngdir.ir>

۲۸- http://www.jennessent.com/arcgis/polar_plots.htm

۲۹- <http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.htm>

۳۰- <https://earthexplorer.usgs.gov>

Abstract

Sanandaj-Sirjan zone as a deformation belt with north-west-south-east trend has dynamic structures due to the convergence of Arabian-Urgeh plates in Iran's territorial part. Here, with the study of land development associated with the activity of the Dehagan fault 60 km southwest of Isfahan, using the combination of remote sensing knowledge and field observations, the structure of the region was analyzed. The inverse fault of the dehagans along the north-west-south-east and the slope to the south-west has a right-movement component. Rose Diagram of all fractures and the process of laminations in the region derived from remote sensing studies on satellite images, indicates the geometric coordination of the inverse fault of the dehajans with the folding of the formations. Also, areas with high fracture severity are approximate in areas with karst springs in the area. According to the results of this study, significant evidence in young sedimentary units indicates the activation of deformation and active non-structural deformation in the region. The upper Cretaceous limestones, which are exposed throughout the fault zone of Dehaghan, have been affected by the fractures due to this fault to the extent of the karstised, and there are the presence of dry karst valleys and small and large carneys in all The calcareous limestone of the region is observed. In addition, several karstic springs have appeared along the fault zone. In any case, the absence of a large karstic spring, as well as important morphological complications (such as crater, blocked bezel, deep carnephins, and plaque) Development is relatively unlikely in the region.

Keywords: Sanandaj Sirjan, Reverse fault of Dehaghan, Fracture, Nezone construction, Karst



Shahrood University of Technology
Faculty of Earth Sciences
Tectonic Group

Detailed Structural Analysis of Dehaghan Fault Zone
(Southwest of Esfahan)

A Thesis
**Presented for the Degree of Master of Science in Structural
Geology**

Supervisor
Parviz Omidy(Ph.D.)

Advisor
Gholam Hossein Karami(Ph.D.)

By
Neda Jamali Dehnavi

January2018