

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته



دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین ساخت (تکتونیک)

تحلیل زمین شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک

نگارنده: رضا جدیدی

استاد راهنما

دکتر رمضان رمضانی اومالی

بهمن ۱۳۹۷

شماره: ۹۸۰۱۰۱۰۱

تاریخ: ۹۸/۲/۴

باسمه تعالی



مدیریت تحصیلات تکمیلی

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

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای رضا جدیدی
با شماره دانشجویی ۹۴۳۷۵۴۴ رشته زمین شناسی گرایش زمین ساخت (تکتونیک)
تحت عنوان تحلیل زمین شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک.
که در تاریخ ۱۳۹۷/۱۱/۰۳ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید
به شرح ذیل اعلام می گردد:

☐ مردود ☒ قبول (با درجه: خوب)			
☐ نظری ☒ عملی			
عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر رمضان رمضانی اومالی	دانشیار	
۲- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مسعود علیپور اصل	استادیار	
۳- استاد امتحن اول	دکتر پرویز امیدی	استادیار	
۴- استاد امتحن دوم	دکتر ناصر حافظی مقدس	استاد	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر پرویز امیدی

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

۹۸/۲/۴

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

یاد تو حس غمشکی است که در دل دارم

چه تو باشی چه نباشی کنکاش می دارم.

تقدیم به پدر و مادرم که در تمام مراحل زندگیم پشتیبانم بوده و، هستند.

و برادر و خواهر عزیزم که بسیاری از مسئولیت های برابر عهده گرفته اند.

و همسر مهربانم که در این مسیر مریاری نموده است.

گفت استاد: مبردرس از یاد یاد باد آنچه به من گفت استاد

در این مرحله لازم به قدردانی از تمام اساتید دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود بمحله جناب آقای دکتر رمضان رمضان‌افشاری که مسئولیت راهبردی پیمان نامه بنده را بر عهده گرفتند و جناب آقای دکتر پرویز امید، که با صبر و شکیبایی مطالب و نکات زمین‌شناسی ساختاری و زمین‌شناسی ساختمانی را به بنده آموزش دادند را دارم.

همچنین از دانشجویان کارشناسی ارشد گروه زمین‌ساخت دانشگاه صنعتی شاهرود، سرکار خانم مهندس حسینی، سرکار خانم مهندس خانلری قادی، سرکار خانم مهندس خالقی خسروی، سرکار خانم مهندس امرانی سربونیدی و دیگر دانشجویان دانشکده علوم زمین که در مدت تحصیل از کمک ایشان استفاده نمودم را دارم.

در پایان تشکر ویژه‌ای از خانواده محترم محمدی که در طول مدت انجام عملیات صحرایی در منطقه مورد بررسی از حمایت همه‌جانبه آن عزیزان استفاده نمودم، را دارم.

و از خداوند متعال آرزوی سلامتی و نشاط برای تمام این عزیزان را خواستارم.

تعمدنامه

اینجانب رضا جدیدی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌ساخت (تکتونیک) دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه تحلیل زمین‌شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک تحت راهنمایی آقای دکتر رمضان رمضانی اومالی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان‌نامه 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 صنعتی شاهرود می‌باشد 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 پایان‌نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

۱۳۹۷/۱۱/۰۳

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 می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

منطقه مورد مطالعه در جنوب و جنوب خاوری شهر اراک، در زون سندج-سیرجان قرار دارد. مطالعات چینه‌شناسی در این منطقه وجود واحدهای سنگی مزوزوئیک و سنوزوئیک را با روند ساختاری شمال باختری-جنوب خاوری را تأیید می‌نماید. این منطقه در اثر تاقدیس و ناودیس‌های مکرر با بزرگی در مقیاس ناحیه‌ای تشکیل گردیده است. ولیکن بخاطر توده‌ای بودن آهک‌های درون منطقه، نفوذ توده‌های آذرین و همچنین در اثر فعالیت گسل‌ها و فرسایش صورت گرفته این تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها به طور کامل در سطح زمین مشخص نمی‌باشند. تعداد پنج چین کامل به نام‌های چین کوه شمس آباد، چین زالو، چین ورچه، چین ورچه ۲، چین کوه خانه نیاز که برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردد بیان شده است. تعداد ۱۱ گسل در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. این گسل‌ها شامل گسل کوه هما، گسل کوه شاه‌نشین، گسل نظم آباد، راندگی کوه زرد و گسل آراگن با راستای شمال باختری-جنوب خاوری، که این روند با الگوی راندگی زاگرس مطابقت دارد. گسل‌های کوه چاهک، گسل کنداب و گسل F1 و گسل F2 که برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردند، دارای راستای شمال خاوری-جنوب باختری و گسل‌هایی با راستای خاوری-باختری به نام گسل آرکون که گسلی چپ بر از نوع فرسایشی است و گسل نورعین که گسلی نرمال می‌باشد. همچنین برای شناسایی بهتر گسل‌های اصلی از نشانه‌های مورفولوژیکی استفاده گردیده است. بخشی از شکستگی‌های درون منطقه از نوع کششی و بخش دیگری از این شکستگی‌ها، شکستگی برشی در امتداد گسل‌ها می‌باشد. کلمات کلیدی: گسل کوه هما، گسل کوه زرد، گسل کوه شاه‌نشین، گسل آرکون، چین ورچه، چین کوه شمس آباد.

فهرست مطالب

۱	فصل ۱: مقدمه
۲	۱-۱ - موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی.....
۲	۲-۱ - تاریخچه مطالعات پیشین.....
۵	۳-۱ - تعریف مسئله و اهداف تحقیق.....
۵	۴-۱ - روش انجام تحقیق.....
۷	فصل ۲: زمین‌شناسی عمومی
۸	۱-۲ - زون ساختاری سنندج-سیرجان.....
۹	۲-۲ - تکوین و تکامل ساختاری زون سنندج-سیرجان.....
۱۰	۳-۲ - آب و هوا و ریخت‌شناسی منطقه.....
۱۱	۴-۲ - چینه‌شناسی منطقه.....
۱۷	فصل ۳: زمین‌شناسی ساختمانی
۱۸	۱-۳ مطالعه چین خوردگی‌ها.....
۱۹	۱-۱-۳ چین کوه شمس آباد.....
۲۱	۲-۱-۳ چین زالو.....
۲۳	۳-۱-۳ چین ورچه.....
۲۵	۴-۱-۳ چین ورچه ۲.....
۲۹	۵-۱-۳ چین کوه خانه نیاز.....
۳۲	۲-۳ - گسل‌ها.....
۳۲	۱-۲-۳ - گسل کوه هما.....
۴۰	۲-۲-۳ - گسل کوه زرد.....

۴۹	 ۳-۲-۳ - گسل کوه شاه‌نشین
۵۳	 ۴-۲-۳ - گسل آرکوبین
۶۱	 ۵-۲-۳ - گسل کوه آرگن
۶۴	 ۶-۲-۳ - گسل نظم آباد
۷۴	 ۷-۲-۳ - گسل نورعین
۷۸	 ۸-۲-۳ - گسل کوه چاهاک
۸۲	 ۹-۲-۳ - گسل کنداب
۸۳	 ۱۰-۲-۳ - گسل F1
۸۵	 ۱۱-۲-۳ - گسل F2
۸۷	فصل ۴: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۸۸	 ۱-۴ - الگوی گسلش
۹۰	 ۱-۱-۴ - بررسی هندسه و سازوکار گسل‌ها
۹۰	 ۱-۴ - شواهد مرتبط با گسل‌ها
۹۱	 ۲-۴ - الگوی چین خوردگی
۹۳	 ۳-۴ - پیشنهادها
۹۴	پست
۹۹	نقشه

فهرست جداول

۱۹	جدول ۱-۳- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین کوه شمس آباد
۲۰	جدول ۲-۳- موقعیت هندسی خصوصیات چین کوه شمس آباد
۲۰	جدول ۳-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین کوه شمس آباد
۲۲	جدول ۴-۳- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین زالو
۲۲	جدول ۵-۳- موقعیت هندسی خصوصیات چین زالو
۲۲	جدول ۶-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین زالو
۲۴	جدول ۷-۳- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین ورچه
۲۴	جدول ۸-۳- موقعیت هندسی خصوصیات چین ورچه
۲۴	جدول ۹-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین ورچه
۲۷	جدول ۱۰-۳- مشخصات هندسی چین ورچه ۲
۲۸	جدول ۱۱-۳- موقعیت هندسی خصوصیات چین ورچه ۲
۲۸	جدول ۱۲-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین ورچه
۳۰	جدول ۱۳-۳- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین کوه خانه نیاز
۳۱	جدول ۱۴-۳- موقعیت هندسی خصوصیات چین کوه شمس آباد
۳۱	جدول ۱۵-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین کوه خانه نیاز
۳۴	جدول ۱۶-۳- مختصات ایستگاه راندگی کوه هما، بخش شمالی
۳۶	جدول ۱۷-۳- مختصات ایستگاه راندگی کوه هما، بخش جنوبی
۳۶	جدول ۱۸-۳- مختصات راندگی کوه هما در بخش شمالی و جنوبی
۳۸	جدول ۱۹-۳- برداشت اطلاعات هندسی مورد نظر
۳۹	جدول ۲۰-۳- برداشت مشخصات هندسی سطح گسل کوه هما

۴۱	جدول ۳-۲۱- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد
۴۴	جدول ۳-۲۲- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد
۴۶	جدول ۳-۲۳- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره سه راندگی کوه زرد
۵۰	جدول ۳-۲۴- مشخصات هندسی سطح گسل در ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین
۵۲	جدول ۳-۲۵- مشخصات هندسی سطح گسل و لایه سیلیکاته در ایستگاه شماره دو گسل کوه شاه‌نشین
۵۴	جدول ۳-۲۶- برداشت‌های صورت گرفته در ایستگاه شماره یک گسل آرکوبین
۵۵	جدول ۳-۲۷- برداشت اطلاعات در ایستگاه شماره دو
۵۶	جدول ۳-۲۸- برداشت‌های صورت گرفته در محدوده ایستگاه شماره سه گسل آرکوبین
۵۸	جدول ۳-۲۹- برداشت‌های صورت گرفته در ایستگاه شماره چهار گسل آرکوبین
۶۲	جدول ۳-۳۰- برداشت اطلاعات حاصل از ایستگاه کوه آرگن
۶۵	جدول ۳-۳۱- برداشت اطلاعات از ایستگاه شماره یک
۶۷	جدول ۳-۳۲- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد
۶۹	جدول ۳-۳۳- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد
۷۱	جدول ۳-۳۴- برداشت اطلاعات در ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد
۷۵	جدول ۳-۳۵- برداشت اطلاعات از ایستگاه شماره یک گسل نورعین
۷۶	جدول ۳-۳۶- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره دو گسل نورعین
۷۹	جدول ۳-۳۷- برداشت اطلاعات گسل کوه چاهاک
۸۱	جدول ۳-۳۸- برداشت اطلاعات هندسی از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهک
۸۳	جدول ۳-۳۹- برداشت اطلاعات حاصل از ایستگاه کنداب
۸۴	جدول ۳-۴۰- برداشت اطلاعات از ایستگاه گسل F1

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- نقشه راه‌های دسترسی به منطقه (سازمان نقشه برداری کشور) ۲
- شکل ۱-۲- تقسیم بندی زون ساختاری ایران (برگرفته از اشتوکلین ۱۹۶۴) ۸
- شکل ۲-۲- نقشه ارتفاعی محدوده مورد مطالعه (پردازش در برنامه Global Mapper) ۱۱
- شکل ۳-۲- واحد سنگی فیلیت درون منطقه ۱۲
- شکل ۴-۲- کنگلومرای موجود در محدوده ۱۳
- شکل ۵-۲- کنگلومرا موجود در منطقه ۱۳
- شکل ۶-۲- سنگ آهک کرتاسه بالایی ۱۴
- شکل ۷-۲- رسوبات کواترنری در منطقه ۱۵
- شکل ۸-۲- توده آذرین درون منطقه ۱۵
- شکل ۱-۳- موقعیت قرارگیری چین‌های برداشت شده در نقشه زمین‌شناسی ورچه ۱۸
- شکل ۲-۳- چین خوردگی کوه شمس آباد. دید به سمت شمال باختری ۱۹
- شکل ۳-۳- تصویر استریوگرام چین کوه شمس آباد، به همراه سطح محوری ۲۰
- شکل ۴-۳- استریوگرام مربوط به چین کوه شمس آباد، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است. ۲۰
- شکل ۵-۳- تصویری از چین خوردگی در آهک‌های کرتاسه، چین زالو (دید به سمت شمال باختری) ۲۱
- شکل ۶-۳- نمایی از چین زالو در منطقه مورد مطالعه (دید به سمت شمال باختری) ۲۲
- شکل ۷-۳- تصویر استریوگرام چین زالو، به همراه سطح محوری، خط لولا ۲۲
- شکل ۸-۳- نمایی از چین ورچه (دید به سمت جنوب خاوری) ۲۳
- شکل ۹-۳- نمایی از چین ورچه که شاخص با دایره قرمز رنگ مشخص شده است (دید به سمت جنوب خاوری) ۲۳
- شکل ۱۰-۳- استریوگرام مربوط به چین ورچه، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است. ۲۴

- شکل ۳-۱۱- قرار گیری توده آذرین در کنار آهک ۲۵
- شکل ۳-۱۲- تصویر نمونه دستی سنگ آذرین ۲۶
- شکل ۳-۱۳- تصویر برداشت لایه جهت دید به سمت خاور ۲۶
- شکل ۳-۱۴- تصویر برداشت لایه. دید به سمت خاور ۲۷
- شکل ۳-۱۵- استریوگرام چین ورچه ۲ ۲۷
- شکل ۳-۱۶- استریوگرام مربوط به چین ورچه ۲، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است. ۲۸
- شکل ۳-۱۷- محل قرارگیری چین کوه خانه نیاز برروی نقشه ورچه ۲۹
- شکل ۳-۱۸- تصویری از لایه بندی چین. دید به سمت شمال ۲۹
- شکل ۳-۱۹- تصویر استریوگرام چین کوه خانه نیاز، به همراه سطح محوری ۳۰
- شکل ۳-۲۰- استریوگرام مربوط به چین کوه خانه نیاز، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است. ۳۰
- شکل ۳-۲۱- جایگاه چین‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سطح محوری و پلانژ محور (فلوتی ۱۹۶۴) ۳۱
- شکل ۳-۲۲- تصویر ماهواره‌ای از موقعیت گسل‌های بررسی شده در منطقه. ۳۲
- شکل ۳-۲۳- تصویر ایستگاه راندگی کوه هما (بخش شمالی)، راندگی و گسل خوردگی نرمال قابل مشاهده است. ۳۳
- شکل ۳-۲۴- راندگی و گسل خوردگی کوه هما بخش شمالی و وجود خش لغز بر سطح دیواره گسل. (دید به سمت خاور) ۳۴
- شکل ۳-۲۵- تصویر استروگرام ایستگاه شماره یک (بخش شمالی) راندگی کوه هما و گسل نرمال موجود ۳۴
- شکل ۳-۲۶- تصویر ایستگاه راندگی کوه هما دید به سمت جنوب خاوری ۳۵
- شکل ۳-۲۷- راندگی کوه هما بخش جنوبی ایستگاه دید به سمت جنوب ۳۶
- شکل ۳-۲۸- تصویر استریوگراف بخش جنوبی ایستگاه راندگی کوه هما ۳۶
- شکل ۳-۲۹- تصویر استریوگراف راندگی کوه هما در ایستگاه شماره یک ۳۷

- شکل ۳-۳۰- موقعیت ایستگاه شماره دو گسل کوه هما بر روی نقشه گلپایگان نشان داده شده است. ۳۷
- شکل ۳-۳۱- بالا آمدگی واحد سنگی کرتاسه بالایی. دید به سمت جنوب خاوری ۳۸
- شکل ۳-۳۲- استریوگرام گسل کوه هما به همراه رگه کوارتز ۳۸
- شکل ۳-۳۳- موقعیت ایستگاه شماره سه گسل کوه هما در نقشه ورچه ۳۹
- شکل ۳-۳۴- تصویر سطح گسل، دید به سمت شمال ۳۹
- شکل ۳-۳۵- تصویر سطح گسل، دید به سمت خاور ۳۹
- شکل ۳-۳۶- استریوگرام گسل‌های موجود در ایستگاه شماره سه. به همراه گسل کوه هما ۴۰
- شکل ۳-۳۷- جایگاه ایستگاه شماره یک در نقشه زمین‌شناسی ورچه ۴۱
- شکل ۳-۳۸- تصویری از رخنمون راندگی کوه زرد و گسل‌های دیگر، در کوه زرد، دید به سمت خاور ۴۱
- شکل ۳-۳۹- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد، نمایش گسل کوه زرد به همراه دیگر گسل‌ها و سطح محوری ۴۲
- شکل ۳-۴۰- تطابق گسل کوه زرد با میانگین گسل‌های برداشت شده در ایستگاه شماره یک ۴۲
- شکل ۳-۴۱- جایگاه ایستگاه شماره دو در نقشه زمین‌شناسی ورچه، منطبق بودن گسل برداشت شده با گسل موجود در نقشه. ۴۳
- شکل ۳-۴۲- تصویر صحرایی محل قرارگیری سه تیغ کوهستان، دید به سمت شمال خاوری ۴۳
- شکل ۳-۴۳- تصویری از سطح گسل کوه زرد، دید به سمت خاور. ۴۴
- شکل ۳-۴۴- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو راندگی کوه زرد، نمایش گسل‌ها و سطح محوری ۴۵
- شکل ۳-۴۵- تطابق میانگین گسل‌های برداشت شده در ایستگاه شماره دو با گسل کوه زرد به همراه سطح محوری ۴۵
- شکل ۳-۴۶- جایگاه ایستگاه شماره سه در نقشه زمین‌شناسی ورچه ۴۶
- شکل ۳-۴۷- راندگی کوه زرد به همراه گسل خوردگی. ۴۶
- شکل ۳-۴۸- سطح گسل خوردگی در کنگلومرا، دید به سمت شمال خاوری. ۴۶
- شکل ۳-۴۹- تصویری از استریوگرام راندگی کنگلومرا و گسل خوردگی. ۴۷

- شکل ۳-۵۰- تصویر استریوگرام گسل‌های کوه زرد در سه ایستگاه ۴۷
- شکل ۳-۵۱- سطوح مثلثی شکل ایجاد شده توسط گسل‌ها، برگرفته از داده‌های ماهواره لندست ۸ و پردازش در برنامه ENVI طیف بانندی ۷,۴,۲. ۴۸
- شکل ۳-۵۲- محدوده پوشیده شده واحد سنگی فیلیت توسط آهک کرتاسه در اثر فعالیت راندگی کوه زرد، همچنین قرارگیری دو واحد سنگی دوران تریاس و دوران کرتاسه در کنار یکدیگر. ۴۹
- شکل ۳-۵۳- ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین با کادر زرد مشخص شده است. (نقشه زمین‌شناسی ساختاری ۱,۲۵۰۰۰ اراک) ۵۰
- شکل ۳-۵۴- تصویر صحرایی از ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین. ۵۰
- شکل ۳-۵۵- تصویر استریوگرام بخش شمالی دره ۵۱
- شکل ۳-۵۶- تصویر استریوگرام بخش جنوبی دره ۵۱
- شکل ۳-۵۷- موقعیت ایستگاه شماره دو (بید سوخته) (رادفر و کهنسال ۱۳۸۳). ۵۲
- شکل ۳-۵۸- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل کوه شاه‌نشین ۵۲
- شکل ۳-۵۹- تصویر قرارگیری گسل آرکوپین و چاه، چشمه آب ۵۳
- شکل ۳-۶۰- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک گسل آرکوپین ۵۴
- شکل ۳-۶۱- رسوبات کنگلومرای کواترنری در خاور گسل آرکوپین. دید به سمت ۵۴
- شکل ۳-۶۲- تصویر استریوگرام گسل خوردگی واحد سنگی کنگلومرا در ایستگاه شماره دو گسل آرکوپین ۵۵
- شکل ۳-۶۳- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره سه گسل آرکوپین ۵۶
- شکل ۳-۶۴- تصویر ترک موجود در جاده منطبق با امتداد گسل. دید به سمت خاور ۵۷
- شکل ۳-۶۵- تراس آبرفتی بخش شمالی به همراه راندگی و گسل خوردگی. دید به سمت شمال باختر ۵۸
- شکل ۳-۶۶- قرارگیری واحد سنگی کنگلومرا بر روی رسوبات کنگلومرای و رسوبات عهد حاضر. دید به سمت شمال خاوری. ۵۹
- شکل ۳-۶۷- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره چهار ۵۹
- شکل ۳-۶۸- محل قرارگیری گسل‌ها در تصویر ماهواره لندست ۸ (باند ۷,۴,۲) ۶۰

- شکل ۳-۶۹- گسل کوه آرگن، قرارگیری توده آذرین در کنار سنگ آهک کرتاسه. دید به سمت شمال ۶۱
- شکل ۳-۷۰- سنگ آهک کرتاسه صفحه فرودیواره. دید به سمت شمال خاوری ۶۲
- شکل ۳-۷۱- توده سنگ آذرین گرانودیوریت، صفحه فرادیواره. دید به سمت شمال ۶۲
- شکل ۳-۷۲- تصویر استریوگرام حاصل از برداشت اطلاعات ۶۳
- شکل ۳-۷۳- موقعیت قرارگیری گسل آرگن در نقشه زمین‌شناسی (رادفر و کهنسال ۱۳۸۳) ۶۳
- شکل ۳-۷۴- تصویر صحرایی گسل نظم آباد (با خط چین مشخص گردیده) دید به سمت شمال. ۶۴
- شکل ۳-۷۵- تصویر صحرایی گسل نظم آباد دید به سمت جنوب خاوری ۶۵
- شکل ۳-۷۶- تصویر کلی از امتداد گسل نظم آباد ۶۵
- شکل ۳-۷۷- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک گسل نظم آباد ۶۶
- شکل ۳-۷۸- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره یک گسل نظم آباد در نقشه زمین‌شناسی اراک رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) نشان داده شده است. ۶۶
- شکل ۳-۷۹- تصویر صحرایی ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد، دید به سمت جنوب باختری ۶۷
- شکل ۳-۸۰- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد ۶۷
- شکل ۳-۸۱- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره دو و محل قرارگیری چشمه‌ها در کادر آبی مشخص گردیده است. نقشه زمین‌شناسی اراک رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) ۶۸
- شکل ۳-۸۲- تصویر صحرایی ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد، محل تقریبی گسل نظم آباد با خط چین مشخص شده است. دید به سمت جنوب خاوری. ۶۹
- شکل ۳-۸۳- تصویر صحرایی از شکستگی موجود در ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد، دید به سمت جنوب. ۶۹
- شکل ۳-۸۴- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد ۷۰
- شکل ۳-۸۵- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) ۷۰
- شکل ۳-۸۶- تصویر صحرایی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد قسمت جنوبی جاده. دید عکس به سمت جنوب. ۷۱
- شکل ۳-۸۷- تصویر صحرایی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد قسمت شمالی جاده. دید عکس به سمت شمال. ۷۱

- شکل ۳-۸۸- تصویر استریوگرام بخش شمالی جاده ۷۲
- شکل ۳-۸۹- تصویر استریوگرام بخش جنوبی جاده ۷۲
- شکل ۳-۹۰- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد ۷۲
- شکل ۳-۹۱- تصویر رز دیاگرام امتدادی و رز دیاگرام شیبی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد. ۷۳
- شکل ۳-۹۲- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره چهار در نقشه زمین‌شناسی ساختاری کوهپایما (۱۳۹۷)، رز دیاگرام در این نقطه رز دیاگرام شکستگی‌های موجود در این نقطه می‌باشد. ۷۳
- شکل ۳-۹۳- تصویر صحرایی از ایستگاه شماره یک گسل نورعین، دید به سمت جنوب باختر ۷۴
- شکل ۳-۹۴- تصویر گوگل ارث از گسل نورعین، دید به سمت جنوب باختر ۷۴
- شکل ۳-۹۵- تصویر استریوگرام مربوط به ایستگاه یک گسل نورعین ۷۵
- شکل ۳-۹۶- تصویر صحرایی از گسل نورعین در ایستگاه شماره دو گسل نورعین. ۷۶
- شکل ۳-۹۷- تصویر صحرایی از جابجایی رگه کوارتز در محدوده ایستگاه شماره دو گسل نورعین ۷۶
- شکل ۳-۹۸- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل نورعین، گسل نرمال نورعین. ۷۷
- شکل ۳-۹۹- تصویر استریوگرام مرتبط با گسل امتداد لغز و جابجایی شیبستیزیته و رگه کوارتز در ایستگاه شماره دو گسل نورعین ۷۷
- شکل ۳-۱۰۰- موقعیت قرارگیری گسل نورعین در نقشه زمین‌شناسی حدادیان (۱۳۸۶) به همراه اضافه شدن خطوط توپوگرافی. ۷۸
- شکل ۳-۱۰۱- تصویر صحرایی ایستگاه شماره یک از گسل کوه چاهاک، دید به سمت جنوب. ۷۹
- شکل ۳-۱۰۲- تصویر پله گسلی موجود در سطح گسل، دید به سمت جنوب. ۷۹
- شکل ۳-۱۰۳- تصویر استریوگرام گسل کوه چاهاک ۸۰
- شکل ۳-۱۰۴- موقعیت قرارگیری گسل کوه چاهاک در تصویر ماهواره لندست طول باند ۲، ۴، ۷ به همراه قرارگیری خطوط توپوگرافی. ۸۰
- شکل ۳-۱۰۵- تصویر شکستگی از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهاک ۸۱
- شکل ۳-۱۰۶- تصویر شکستگی‌های درون ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهاک ۸۱

- شکل ۳-۱۰۷- تصویر استریوگرام حاصل از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهک ۸۲
- شکل ۳-۱۰۸- تصویر صحرایی از گسل کوه کنداب، دید به سمت شمال. ۸۲
- شکل ۳-۱۰۹- تصویر استریوگرام گسل کنداب به همراه تغییر شیب سیستوزیته. ۸۳
- شکل ۳-۱۱۰- تصویر صحرایی از گسل F۱، دید به سمت شمال باختر ۸۴
- شکل ۳-۱۱۱- تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث از گسل‌های F۱ و F۲، دید به سمت شمال. ۸۴
- شکل ۳-۱۱۲- تصویر استریوگرام گسل F۱ ۸۵
- شکل ۳-۱۱۳- جایگاه قرارگیری گسل F۱ در نقشه زمین‌شناسی حدادیان (۱۳۸۶) ۸۵
- شکل ۳-۱۱۴- تصویر صحرایی از گسل F۱ و گسل F۲، دید به سمت جنوب خاوری ۸۶
- شکل ۳-۱۱۵- تصویر استریوگرام گسل F۲ ۸۶
- شکل ۴-۱- نقشه زمین‌شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک. ۸۹
- شکل ۴-۲- تصویر رزیدیاگرام از برداشت‌های صورت گرفته از سطح گسل و شکستگی‌های درون منطقه ۹۰
- شکل ۴-۳- تصویر استریوگرام چین‌های درون منطقه ۹۲
- شکل ۴-۴- تصویر رزیدیاگرام امتدادی و شیبی از موقعیت سطح محوری چین‌های درون منطقه ۹۲
- شکل ۴-۵- جایگاه چین‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سطح محوری و پلانژ محور (فلوتی ۱۹۶۴) ۹۳
- شکل ۴-۶- بخشی از کروکی تهیه شده توسط بربریان و قرشی (۱۳۶۵) ۹۴
- شکل ۴-۷- کروکی زمین‌شناسی تهیه شده توسط خدابخشی (۱۳۷۰) ۹۴
- شکل ۴-۸- نقشه تهیه شده توسط شیخ‌الاسلامی (۱۳۹۳) ۹۵
- شکل ۴-۹- تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ (طیف باند طبیعی، ۰.۷، ۴، ۲) ۹۶
- شکل ۴-۱۰- تصویر نقاط برداشت شده و مسیر حرکت در تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ (طیف باند طبیعی، ۰.۷، ۴، ۲) ۹۷

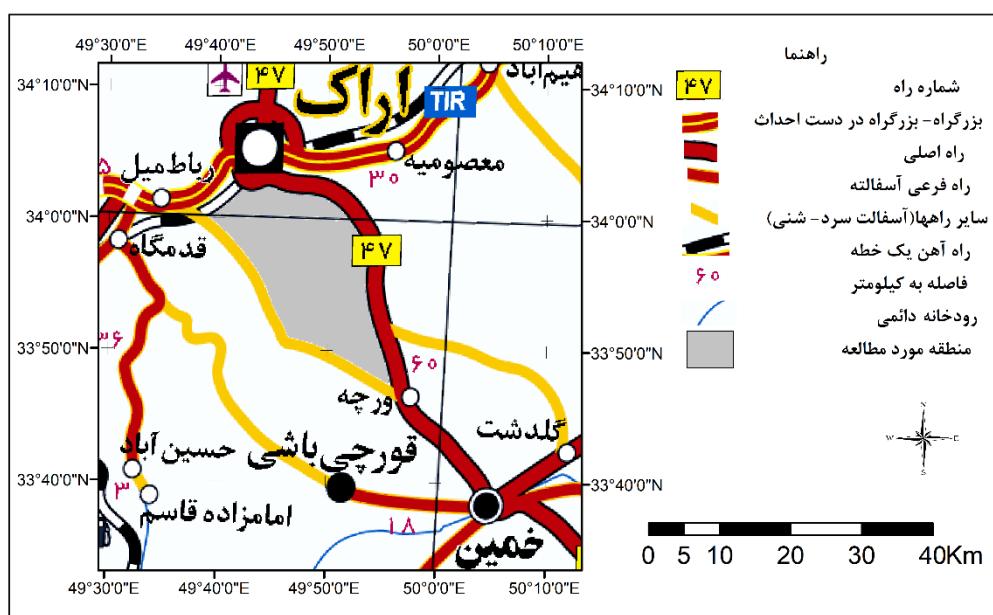


فصل ۱ : مقدمه



۱-۱ - موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

منطقه مورد مطالعه از کوه‌های جنوب شهر اراک تا روستای ورچه ادامه پیدا می‌کند، که در طول‌های جغرافیایی $49^{\circ}35'$ تا $49^{\circ}55'$ خاوری و در عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ}05'$ تا $33^{\circ}45'$ شمالی قرار دارد. دسترسی به منطقه مورد نظر از طریق جاده اصلی اراک-خمین و جاده ورچه-رباط میل و جاده کمربندی جنوب شهر اراک که به عنوان مرز منطقه مورد مطالعه نیز در نظر گرفته شده است امکان پذیر است. که مساحتی حدود ۵۴۰ کیلومترمربع را در برمی‌گیرد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱ - نقشه راه‌های دسترسی به منطقه (سازمان نقشه برداری کشور)

۲-۱ - تاریخچه مطالعات پیشین

در منطقه مورد نظر مطالعات بسیاری از جنبه‌های مختلف علوم زمین شامل چینه‌شناسی، زمین‌ساخت و سنگ‌شناسی توسط افراد مختلف برای مقاصد گوناگون صورت پذیرفته است. از جمله اولین مطالعاتی که تا حدودی به جزئیات ساختاری منطقه پرداخته است، می‌توان به نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گلیپایگان (تیل^۱ و همکاران ۱۹۶۸)، اشاره نمود (اولین نقشه تهیه شده به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

^۱ : Tille

کشور) می‌باشد. همچنین این مطلب را بیان نموده‌اند که طبقات کرتاسه پائینی با دگرشیبی برروی شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک قرار گرفته‌اند. مطالعات دیگری که در محدوده مورد نظر صورت گرفته شامل موارد زیر است:

عمیدی و مجیدی (۱۹۷۶)، جایگاه قرارگیری واحدهای سنگی کرتاسه پائینی را که تحت عنوان آهک‌های اربیتولین‌دار شناخته می‌شوند را برروی ماسه سنگ و شیل‌های ژوراسیک (معادل سازند شمشک) بیان نموده است. که این شیل و ماسه سنگ نیز برروی اسلیت و فیلیت زیرین خود قرار می‌گیرند.

بربریان^۲ و کینگ^۳ (۱۹۸۱)، کرتاسه پایینی در منطقه را به دو قسمت زیرین و بالایی تقسیم نموده است، که آغاز کرتاسه در این منطقه را با کنگلومرا مشخص نموده است. که با دگرشیبی برروی شیل و ماسه سنگ ژوراسیک قرار گرفته است.

بربریان و قرشی (۱۳۶۵)، به بررسی سازوکار گسل‌های منطقه و توان لرزه‌خیزی آنها پرداخته‌اند که جزئیات ساختاری و چینه‌شناسی منطقه را به طور دقیق‌تر و جزئی‌تری مورد بررسی قرار داده است به طوری که چندین گسل برای اولین بار در این گزارش معرفی شده است.

حاجیان و امامی (۱۳۷۰)، نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ قم را تهیه نمودند که در آن راندگی درون منطقه مورد مطالعه را با نماد گسل نشان داده است.

خدابخشی (۱۳۷۰)، به بررسی سنگ‌شناسی کرتاسه پایینی در بخشی از منطقه پرداخته است که قسمتی از راندگی‌های درون منطقه را به نمایش گذاشته است و یک راندگی را برای اولین بار معرفی نموده است.

رادفر و کهنسال (۱۳۸۳)، نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اراک را تهیه کردند. که در آن بخشی از گسل‌های فرعی موجود در منطقه مطالعاتی را نشان داده‌اند.

^۲ : Berberian

^۳ : King

حدادیان (۱۳۸۶)، نقشه زمین شناسی ورچه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ را تهیه نموده‌اند که در آن خطواره‌های شناسایی شده توسط کارهای سنجش از دور را به عنوان گسل معرفی نموده است. و حالت سینوسی یک گسل در نقشه گلپایگان را برداشته است. همچنین سن سنگهای ژوراسیک در نقشه گلپایگان را براساس فسیل‌های شاخص شناخته شده به زمان تریاس تغییر داده است.

بختیار و صفری (۱۳۹۱)، نقشه شکستگی‌های ورقه ورچه را با استفاده از پردازش داده‌های ماهواره لندست استخراج و این خطواره‌ها را به عنوان گسل و شکستگی معرفی نموده‌اند. این خطوط با سطح زمین چک نشده است. البته حدادیان (۱۳۸۶) در نقشه زمین‌شناسی ورچه نیز از این تکنیک استفاده نموده است.

ملک (۱۳۹۳)، نیز به بررسی آبهای زیر زمینی دشت خمین و عناصر موجود در آن پرداخته است. که به وجود آرسنیک در بخشی از منطقه اشاره نموده است.

شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۹۳)، گسل‌های درون محدوده را با توجه به گزارش‌ها، پایان‌نامه‌ها و مقالات ارائه شده به نمایش گذاشته است. نام و محل بعضی از گسل‌ها دچار جابجایی و تغییر شده است. جوادی و شیخ الاسلامی (۲۰۱۳)، بر اساس اطلاعات حاصله از کار شیخ الاسلامی و همکاران (۱۳۹۳) نقشه گسل‌های ایران را با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ تهیه نمودند.

کوهپایما و کهنسال (۲۰۱۳)، نقشه ساختاری اراک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ را تهیه نمودند. که در آن شکستگی‌ها و گسل‌های بخش شمالی منطقه را به نمایش گذاشته است. همچنین نام بعضی از گسل‌ها نیز تغییر کرده است. همچنین با توجه به نبود چین کامل در منطقه چین‌های به نمایش گذاشته را براساس شیبستوزیته و زاویه لایه‌ها توجیه نموده است.

همچنین از دیگر کارهای صورت گرفته می‌توان به نقشه‌های: مغناطیس هوایی گلپایگان، مغناطیس هوایی قم، شدت کل میدان مغناطیس هوابرد قم، و شدت کل میدان مغناطیس هوابرد گلپایگان که خطواره‌های مغناطیسی را به نمایش گذاشته‌اند اشاره نمود (نکته قابل بیان حذف توضیحات اصلی کنار

نقشه‌های ژئوفیزیک و قرار دادن توضیحات دیگر به جای آنان می‌باشد که تفسیر اصلی ارائه شده حذف گردیده است).

۱-۳ - تعریف مسئله و اهداف تحقیق

منطقه مورد مطالعه در میان زون سنندج-سیرجان و در جنوب شهر اراک قرار دارد. با بررسی تحقیق و پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص ساختارهای زمین‌شناسی منطقه مشخص گردید برخی از این ساختارها و خصوصیات بطور کامل بررسی نشده است. لذا مقرر گردید در این مطالعه روند چین‌ها، الگوی چین خوردگی و تحلیل هندسی گسل‌های موجود در منطقه پردازیم. امید است که نتایج این پژوهش بتواند در خصوص بررسی کانه‌زایی توده گرانودیوریت، کانه زایی لایه‌های سیلیکاته و در خصوص نحوه نفوذ آرسنیک به آبهای منطقه در راستای گسل‌ها و شکستگی‌های منطقه مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۴ - روش انجام تحقیق

روش کار در این پژوهش، به ترتیب شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- گردآوری اطلاعات شامل بررسی و جمع‌آوری اطلاعات مرتبط اعم از کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها، مقالات، گزارش‌های زمین‌شناسی، نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های خطوط مغناطیس‌هوایی، نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیسی هوابرد، داده‌های ماهواره‌ای (لندست ۸ و اسپات) و جمع‌آوری اطلاعات پیرامون موضوع مورد بررسی.

۲- انجام مطالعات صحرایی به منظور اندازه‌گیری‌های ساختاری شامل آثار گسلش سطحی و تعیین نحوه‌ی حرکت گسل‌ها، ارتباط آن با وضعیت ساختاری منطقه؛ لازم به ذکر است که نحوه‌ی بیان موقعیت عناصر ساختاری صفحه‌ای به صورت شیب و جهت شیب (Dip, Dip direction) و عناصر خطی به صورت میل و جهت میل (Plunge, Plunge Direction) است.

۳- پس از برداشت اطلاعات صحرایی این اطلاعات را برای نگهداری و انجام محاسبات و استفاده سریعتر در محیط اکسل^۴ بارگذاری گردید. پس از آن آمیختن اطلاعات حاصل از مطالعات و جمع‌آوری اطلاعات حاصل از فعالیت‌های کتابخانه‌ای و برداشت داده‌های صحرایی، پردازش این اطلاعات در نرم‌افزارهای تخصصی سنجش از دور، جغرافیا و زمین‌شناسی ساختمانی صورت پذیرفته است. تا بتوان با دقت و سرعت بالاتری نسبت به پردازش اطلاعات اقدام نمود. نرم‌افزارهای شاخص مورد استفاده شامل ENVI, ArcGis, Dips, Stereo Net, Tectonic FP و دیگر نرم‌افزارهای مرتبط می‌باشد.

۴- تدوین پایان‌نامه با اطلاعات ساختاری و محوریت موضوع مورد نظر و تهیه نقشه ساختاری با مقیاس مناسب از منطقه مورد مطالعه. قابل ذکر است که در این بخش از نرم‌افزارهای مرتبط مانند Global Mapper, Arc GIS استفاده شده است.

⁴ : Excel



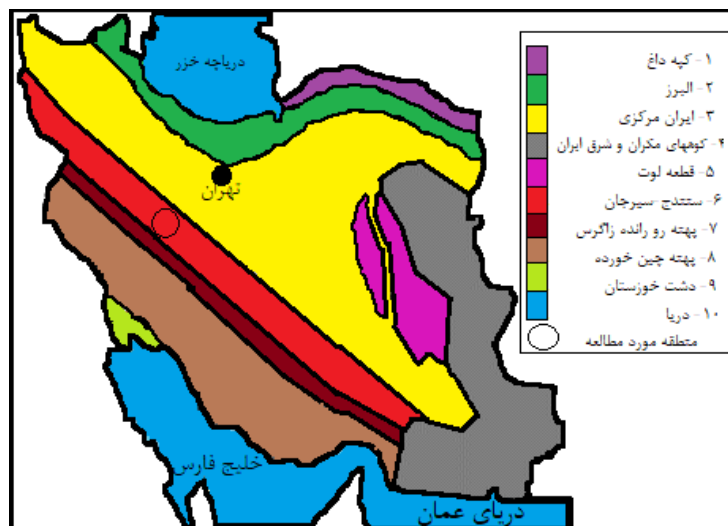
فصل ۲ : زمین شناسی عمومی



با توجه به این نکته که منطقه مورد بررسی در زون ساختاری سنندج-سیرجان قرار دارد، در ابتدا این زون را معرفی نموده و پس از آن مطالبی در خصوص چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی منطقه را بیان می‌نماییم.

۱-۲ - زون ساختاری سنندج-سیرجان

اشتوکلین (۱۹۶۸) بر اساس امتداد ساختارها و ویژگی‌های رسوبی در بخش‌های مختلف، کشور ایران را به ۹ واحد ساختاری-رسوبی با وضعیت تکتونیکی و تاریخچه رسوبی متفاوت که دارای چندین زیر زون می‌باشند، تقسیم نموده است. بر این اساس منطقه مورد مطالعه در زون سنندج-سیرجان قرار گرفته است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲ - تقسیم بندی زون ساختاری ایران ، محدوده مورد مطالعه با دایره مشخص گردیده است. (برگرفته از اشتوکلین ۱۹۶۴)

زون ساختاری دگرگونی سنندج-سیرجان با نام‌هایی از جمله زون همدان (GariGori, 1929)، سنندج-سیرجان (Stocklin, 1968)، (نبوی، ۱۳۵۵)، زون دگرگونی زاگرس (Bro, riko 1971)، اسفندقه-رضائیه (Takin, 1971) معرفی شده است.

زون سنندج-سیرجان حدود ۱۵۰۰ کیلومتر طول و حدود ۲۵۰-۱۵۰ کیلومتر پهنا دارد، این زون از گسل میناب در جنوب بندرعباس آغاز شده و در راستای شمال باختری-جنوب خاوری تا باختر دریاچه ارومیه و یا به نظر اشتوکلین (۱۹۶۸) تا جنوب ترکیه ادامه دارد. مرز جنوب باختری این زون با راندگی

اصلی زاگرس که در بخش باختری منطقه قرار دارد، و مرز شمال خاوری این زون با زون ایران مرکزی مشخص می‌شود. همچنین فروافتادگی دریاچه توزلوگل که در بخش خاوری منطقه مورد مطالعه قرار دارد فصل مشترک تقریبی سندرچ-سیرجان با ایران میانی است.

زون سندرچ-سیرجان به صورت یک حوضه درون کراتونی^۵ در طول پالتوزوئیک شکل گرفته، که در طول مزوزوئیک به یک حاشیه قاره‌ای فعال تبدیل شده است. همچنین اقیانوس نئوتتیس که ایران را از گندوانا جدا می‌کرده است در جنوب باختر سندرچ-سیرجان قرار داشته است (بربریان و کینگ، ۱۹۸۱).

۲-۲ - تکوین و تکامل ساختاری زون سندرچ-سیرجان

زون سندرچ-سیرجان، به عنوان یک کافت درون قاره‌ای، به دلیل داشتن پدیده‌های دگرگونی، ماگمایی و زمین‌ساخت که منطبق بر فازهای زمین‌ساختی شناخته شده است، جزء ناآرام‌ترین پهنه زمین‌ساختی ایران است. این زون دارای یک آشکوب ساختاری اصلی که از پرکامبرین پسین با کافتش شروع شده و در کوهزایی سیمرین پیشین با وارونگی زمین‌ساختی به پایان رسیده است. در تریاس پسین حوضه‌های توریدیتی مزوزوئیک شکل گرفته که به احتمال در فاز سیمرین پسین و به احتمال بیشتر در فاز لارامید سرانجام گرفته است (آقانباتی، ۱۳۹۲).

خلاصه‌ای از اطلاعات پالتوزوگرافی زون سندرچ-سیرجان در زیر آورده شده است. بخش قابل توجهی از سنگ‌های پرمین این زون از نوع دیابازها و یا بازالت‌های قلیایی همراه با رسوب‌های فلیش گونه تخریبی-آهکی با تغییرات زمانی و مکانی زیاد هستند. که می‌تواند نشانگر کافت‌های درون قاره‌ای شکل گرفته از نیروهای کششی حاکم بر سکوی پالتوزوئیک ایران، به ویژه آغاز شکل‌گیری اقیانوس آلپی زاگرس (تتیس جوان) باشد (آقانباتی، ۱۳۹۳). همچنین در فاصله‌ای کوتاه میان تریاس پسین تا ژوراسیک پیشین، در این پهنه شرایط سکویی برقرار بوده و واحدهای سنگی تریاس در منطقه

بر اثر فاز کوهزایی لارامید به سنگ‌های دگرگونی فیلیت و شیست تبدیل شده‌اند (سبزه‌ئی، ۱۳۶۴). در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ گلیپایگان سن واحدهای سنگی فیلیت به زمان ژوراسیک نسبت داده شده است. ولیکن در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ با پیدا شدن فسیل‌های شاخص تریاس این واحدهای سنگی به عنوان سنگهای تریاس بالایی معرفی شده است. همچنین بربریان (۱۹۷۳) تناوبی از سنگ‌آهک، آندزیت، رسوب‌های شیلی و ماسه‌سنگی خاکستری تیره رنگ موجود در منطقه را به ژوراسیک بالا نسبت داده است.

کوهزایی آلپی که از اواخر دوران دوم شروع شده است در دوران سوم به حداکثر فعالیت خود می‌رسد که باعث خارج شدن ایران از آب گردیده است. همچنین در نوار سنندج-سیرجان توده‌های نفوذی کرتاسه پایانی-پالئوسن، بین همدان-گلیپایگان برونزد دارند. که منطقه مورد مطالعه در این ناحیه قرار گرفته است. همچنین برو (۱۹۷۵) ماگمازایی وابسته به رخداد لارامید را حاصل تغییر ماهیت نیروهای فشارشی به کششی دانسته است، که با ایجاد و یا فعال شدن گسل‌ها همراه بوده است.

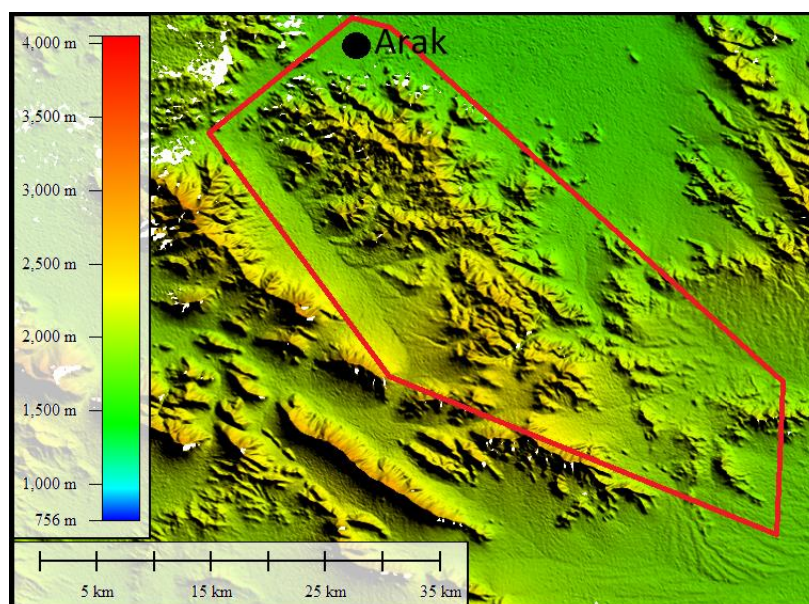
در ایران دگرگونی کرتاسه به طور عمده ناشی از حرکات کوهزایی کرتاسه پسین، رخداد لارامید با درجه ضعیف می‌باشد. که گستره زیر پوشش آن نیز محدود به بخش شمالی کمر بند سنندج-سیرجان می‌باشد. در نهایت دگرشکلی لارامید، شیست‌وارگی فاز ژوراسیک را چین داده و شیست‌وارگی تازه‌ای در راستای N140E به وجود آورده است. چین‌خوردگی ناشی از رخداد لارامید تا ائوسن میانی ادامه داشته است.

۳-۲ - آب و هوا و ریخت شناسی منطقه

آب‌وهوای منطقه مورد مطالعه کوهستانی بوده و از زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های معتدل برخوردار است. متوسط بارندگی سال زراعی ۳۱۱/۸ میلی متر که بیشترین بارندگی ۴۸۵/۸ میلی متر در سال زراعی ۷۰-۷۱ و کمترین بارندگی ۱۵۴/۴ میلیمتر در سال زراعی ۷۷-۷۸ رخ داده ثبت شده است. متوسط دمای سالانه شهر اراک ۱۴/۰ درجه سانتی گراد می باشد، که ماه تیر با میانگین ۲۷/۱ درجه سانتی گراد گرمترین ماه و ماه بهمن صفر درجه سانتی گراد سرد ترین ماه سال می باشد. میانگین رطوبت سالیانه اراک ۴۶٪ می باشد. که ماه دی با میانگین ۶۸٪ مرطوبترین و ماه مرداد با ۲۷٪ خشکترین

ماه سال می باشد. باد غالب شهر اراک باختری و جنوب باختری می باشد و بیشترین سرعت باد وزیده شده به میزان ۱۲۳ کیلومتر در ساعت در اسفند ۱۳۶۲ و اردیبهشت ۱۳۸۵ ثبت و گزارش شده است. اقلیم شهر اراک بر اساس طبقه بندی دومارتن نیمه خشک و بر اساس طبقه بندی آمبرژه خشک و سرد می باشد (سازمان هواشناسی کشور).

منطقه مورد بررسی در زون سنندج-سیرجان قرار دارد، که این منطقه از لحاظ ریخت‌شناسی به دو بخش تقسیم می‌گردد. دسته اول ارتفاعات جنوب شهر اراک را شامل می‌شود، که دارای سنگ‌های آهکی کرتاسه و در بعضی نقاط سنگ‌های آذرین (گرانودیوریت) بعد از کرتاسه پیشین است. و دسته دوم شامل دشت‌های آبرفتی می‌باشد. با استفاده از داده تصاویر SRTM و پردازش در برنامه Global Mapper (شکل ۲-۲) حاصل گردید. که می‌توان این دوبخش را مشاهده نمود.



شکل ۲-۲- نقشه ارتفاعی محدوده مورد مطالعه (پردازش در برنامه Global Mapper)

۴-۲ - چینه شناسی منطقه

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته‌ی پیشین و همین‌طور مشاهدات صحرایی نگارنده، واحدهای سنگ چینه‌ای منطقه از قدیم به جدید شامل فیلیت (شکل ۲-۳)، شیل و ماسه سنگ،

کنگلومرا (شکل ۲-۴) (شکل ۲-۵) و آهک‌های کرتاسه پایینی، آهک‌های کرتاسه بالایی (شکل ۲-۶) و همچنین توده‌های آذرین در منطقه مشاهده گردید و در نهایت رسوبات کواترنری (شکل ۲-۷) سطح منطقه را پوشیده است.

آهک‌های کرتاسه بالایی با دگرشیبی مربوط به فاز کوهزایی اتریشین برروی آهک‌های کرتاسه پائینی که در این منطقه با کنگلومرا مشخص می‌شود قرار گرفته است. همچنین آهک‌های کرتاسه پائینی که با دگرشیبی مربوط به فاز کوهزایی کیمیرین پسین برروی ماسه سنگ و شیل‌های ژوراسیک (معادل سازند شمشک) قرار می‌گیرند (بربریان و کینگ، ۱۹۸۱).

در نهایت راندگی‌های موجود در منطقه باعث قرارگیری شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک در برابر واحدهای سنگی آهک کرتاسه شده است.



شکل ۲-۳- واحد سنگی فیلیت درون منطقه (جنوب روستای ارکوبین)



شکل ۲-۴- کنگلومرای موجود در محدوده



شکل ۲-۵- کنگلومرا موجود در منطقه



شکل ۲-۶- سنگ آهک کرتاسه بالایی (جنوب اراک)



شکل ۷-۲- رسوبات کواترنری در منطقه (خاور روستای ارکوبین)



شکل ۸-۲- توده آذرین درون منطقه (باختر روستای امامزاده ورچه)



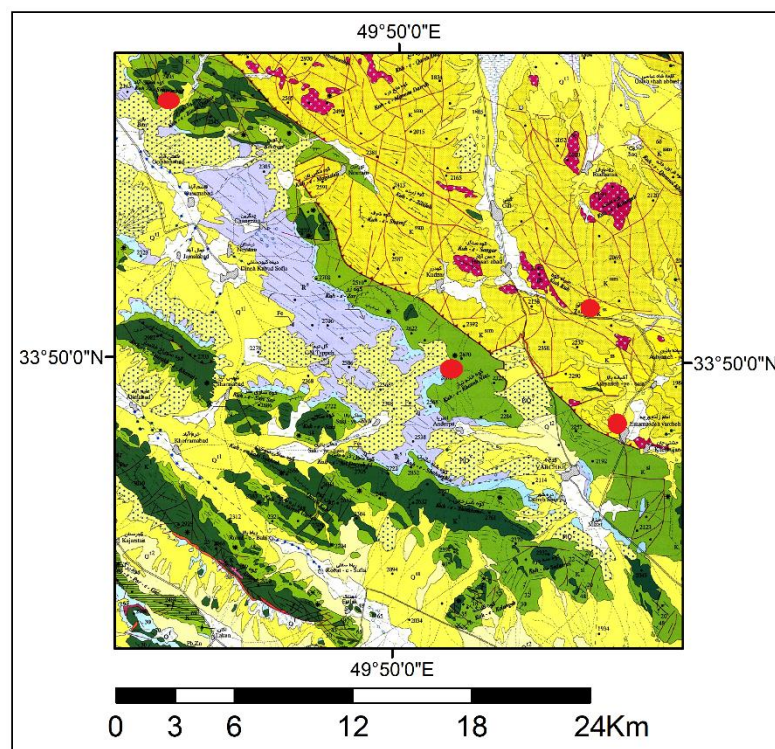
فصل ۳ : زمین شناسی ساختمانی



به منظور تحلیل ساختارهای منطقه، عملیات صحرایی صورت گرفت که حاصل آن دستیابی به اطلاعاتی از چین‌ها و گسل‌های موجود در منطقه می‌باشد که در ادامه به توضیح آنها پرداخته می‌شود.

۳-۱ مطالعه چین خوردگی‌ها

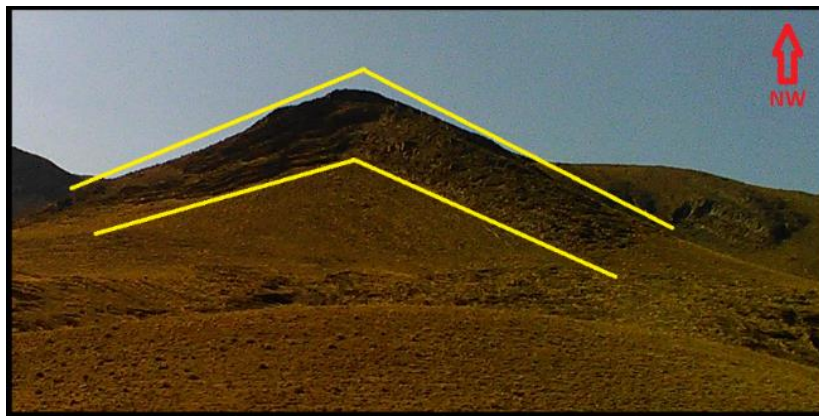
در منطقه مورد مطالعه چین خوردگی‌ها در واحد سنگی آهک‌های کرتاسه مشاهده شد، که طی عملیات صحرایی پنج چین مورد بررسی قرار گرفت که موقعیت آنها در شکل ۳-۱ مشخص شده است. طی عملیات صحرایی برداشت‌هایی از لایه‌های چین خورده صورت گرفت که اطلاعات حاصل از آنها را در استریوگرام پلات کرده و با استفاده از این استریوگرام‌ها، میانگین یال‌ها، موقعیت محور و سطح محوری و همچنین زاویه بین یالی برای هر چین به‌طور جداگانه مشخص گردیده و جایگاه آن‌ها در طبقه‌بندی فلوتی^۶ (۱۹۶۴) تعیین گردید. در ادامه به توضیح هر کدام از چین‌ها به‌طور جداگانه پرداخته می‌شود. قابل ذکر است که در این پژوهش چین‌های مذکور با توجه به موقعیت محلی نام‌گذاری شده‌اند.



شکل ۳-۱- موقعیت قرارگیری چین‌های برداشت شده در نقشه زمین‌شناسی ورچه (حدادیان ۱۳۸۶)، با دایره قرمز مشخص شده است.

۳-۱-۱ چین کوه شمس آباد

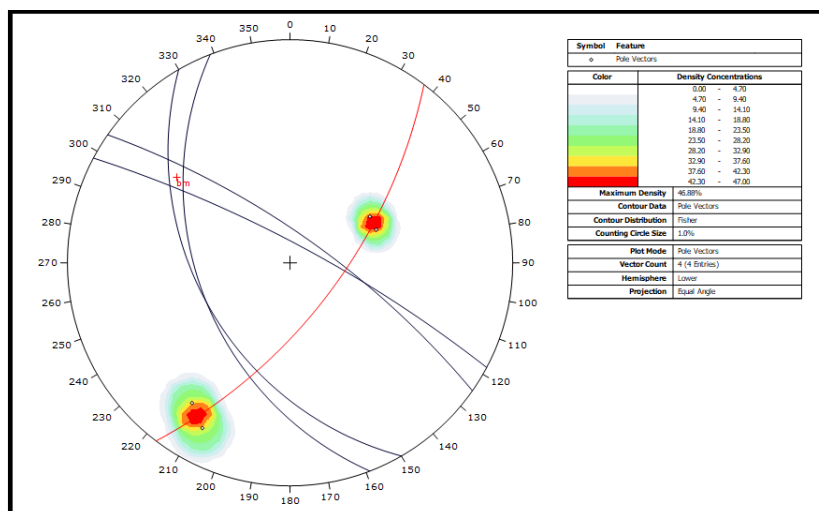
چین کوه شمس آباد در شمال خاوری روستای بان و در میان شیل‌های آهکی کرتاسه در کوه شمس‌آباد با موقعیت جغرافیایی $E:49^{\circ}42'32''$ $N:33^{\circ}57'04''$ مشاهده گردید. تصاویری از برداشت لایه‌بندی در شکل ۳-۲ قابل مشاهده است. بر اساس استریوگرام رسم شده از داده‌ها در شکل ۳-۳ موقعیت خط لولا، سطح محوری اندازه‌گیری‌های مربوط به این چین در جدول ۳-۱ آورده شده است.



شکل ۳-۲- چین خوردگی کوه شمس آباد. دید به سمت شمال باختری

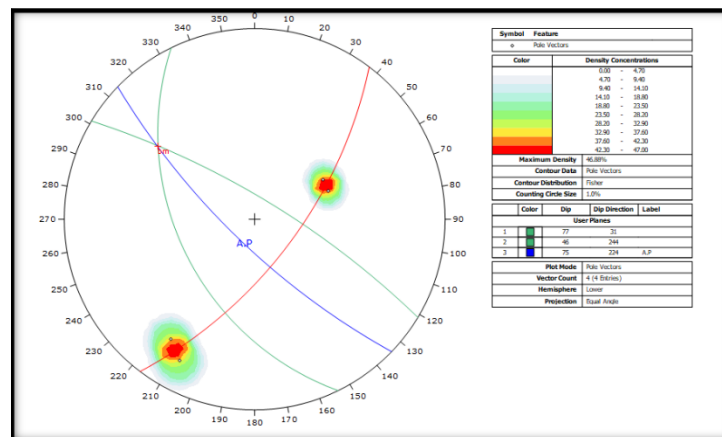
جدول ۳-۱- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین کوه شمس آباد

NO	Dip	Dip Direction
1	75	035
2	80	028
3	45	249
4	45	240



شکل ۳-۳- تصویر استریوگرام چین کوه شمس آباد، به همراه سطح محوری

مشخصات میانگین برای یال شمال خاوری ۷۷/۰۳۱ و یال جنوب باختری ۴۶/۲۴۴ به دست آمد. برای دستیابی به موقعیت محور و سطح محوری اطلاعات مربوط به لایه بندی در یال های شمال خاوری و جنوب باختری در روی استریوگرام پیاده سازی و اندازه گیری شد (شکل ۳-۴) که نتایج حاصل از آنها در جدول ۳-۲ آورده شده است.



شکل ۳-۴- استریوگرام مربوط به چین کوه شمس آباد، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است.

جدول ۳-۲- موقعیت هندسی خصوصیات چین کوه شمس آباد

موقعیت محور	سطح محوری	زاویه بین یالی
25/N52W	65/S53E	۶۵ درجه

به منظور تعیین جایگاه چین در طبقه‌بندی فلوتی، بررسی‌هایی صورت گرفت که باتوجه به زاویه بین یالی به دست آمده، چین کوه شمس آباد جزو چین‌های بسته می‌باشد (جدول ۳-۳).

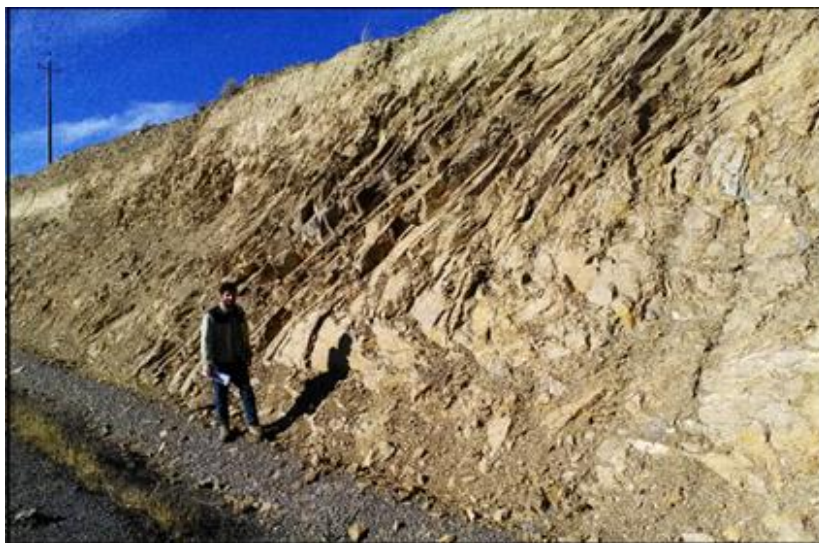
جدول ۳-۳- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین کوه شمس آباد

Description	Gentle	Open	Close	Tight	Isoclinal
I	$120 < I \leq 180$	$70 < I \leq 120$	$30 < I \leq 70$	$0 < I \leq 30$	$I = 0$

همچنین چین مورد مطالعه در طبقه بندی فلوتی براساس سطح محوری و میل لولا در رده چین‌های پرشیب با پلانژ کم (Steeplly inclined/ Gently plunging) محسوب می‌شود (شکل ۳-۲۱).

۳-۱-۲ - چین زالو

چین زالو در میان آهک‌های کرتاسه در خاور روستای زالو با موقعیت جغرافیایی $E:49^{\circ}56'02''$ $N:33^{\circ}51'12''$ مشاهده گردید. تصاویری از برداشت لایه‌بندی در شکل ۳-۵ و شکل ۳-۶ نیز قابل مشاهده است. براساس استریوگرام رسم شده از داده‌ها در شکل ۳-۷ موقعیت خط لولا، سطح محوری اندازه‌گیری‌های مربوط به این چین در جدول ۳-۴ آورده شده است.



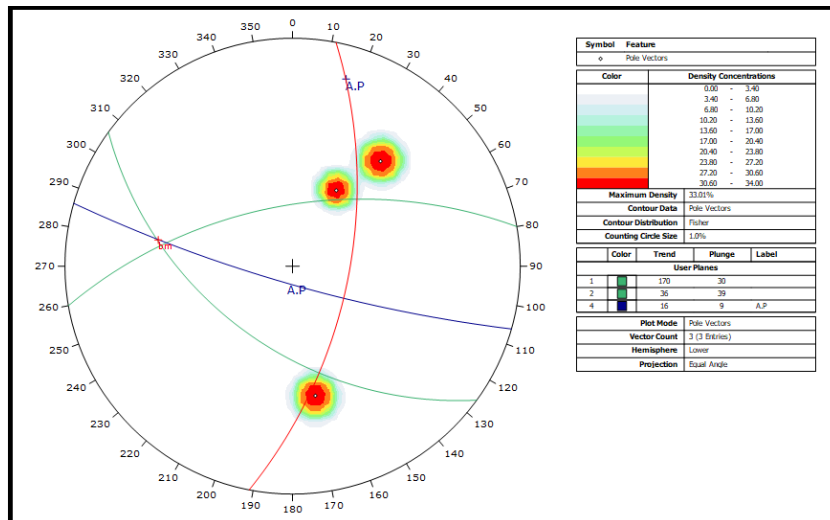
شکل ۳-۵- تصویری از چین خوردگی در آهک‌های کرتاسه، چین زالو (دید به سمت شمال باختری)



شکل ۳-۶- نمایی از چین زالو در منطقه مورد مطالعه (دید به سمت شمال باختری)

جدول ۳-۴- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین زالو

NO	Dip	Dip Direction
1	60	350
2	62	220
3	42	210



شکل ۳-۷- تصویر استریوگرام چین زالو، به همراه سطح محوری، خط لولا.

مشخصات میانگین برای یال شمالی ۶۰/۳۵۰ و یال جنوبی ۵۱/۲۱۶ به دست آمد. برای دستیابی به موقعیت محور و سطح محوری اطلاعات مربوط به لایه بندی در یال‌های شمالی و جنوبی در روی استریوگرام پیاده سازی و اندازه گیری شد (شکل ۳-۷) که نتایج حاصل از آن‌ها در جدول ۳-۵ آورده شده است.

جدول ۳-۵- موقعیت هندسی خصوصیات چین زالو

موقعیت محور	سطح محوری	زاویه بین یالی
28/N79W	81/S16W	۹۹ درجه

به منظور تعیین جایگاه چین در طبقه‌بندی فلوئی، بررسی‌هایی صورت گرفت که باتوجه به زاویه بین یالی به دست آمده، چین زالو جزو چین‌های باز می‌باشد (جدول ۳-۶).

جدول ۳-۶- طبقه بندی فلوئی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین زالو

Description	Gentle	Open	Close	Tight	Isoclinal
I	$120 < I \leq 180$	$70 < I \leq 120$	$30 < I \leq 70$	$0 < I \leq 30$	$I = 0$

همچنین چین مورد مطالعه در طبقه بندی فلوتی براساس سطح محوری و میل لولا در رده چین‌های قائم با پلانژ ملایم (Upright/ Gently plunging) محسوب می‌شود (شکل ۳-۲۱).

۳-۱-۳ - چین ورچه

در ایستگاه مطالعاتی روستای امامزاده ورچه با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}57'25''$ $N:33^{\circ}48'02''$ وجود چند لایه توده نفوذی (سیل) مشاهده گردید تصاویری از برداشت لایه‌بندی در شکل‌های ۳-۸ و ۳-۹ قابل مشاهده است. بر اساس استریوگرام رسم شده از داده‌ها در شکل ۳-۱۰ میانگین یال‌ها، موقعیت خط لولا و همچنین سطح محوری تعیین گردید. اندازه‌گیری‌های مربوط به این چین در جدول ۳-۷ آورده شده است.



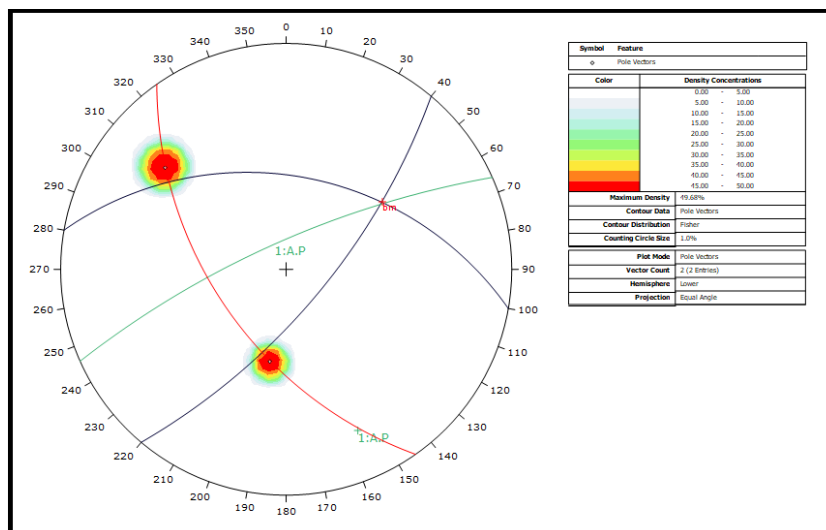
شکل ۳-۸- نمایی از چین ورچه (دید به سمت جنوب خاوری)



شکل ۳-۹- نمایی از چین ورچه که شاخص (چکش زمین‌شناسی) با دایره قرمز رنگ مشخص شده است (دید به سمت جنوب خاوری)

جدول ۳-۷- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین ورچه

NO	Dip	Dip Direction
1	70	130
2	45	010



شکل ۳-۱۰- استریوگرام مربوط به چین ورچه، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است.

مشخصات میانگین برای یال شمالی ۴۵/۰۱۰ و یال جنوب‌خاوری ۷۰/۱۳۰ به‌دست آمد. برای دستیابی به موقعیت محور و سطح محوری اطلاعات مربوط به لایه بندی در یال‌های شمال خاوری و جنوب‌باختری در روی استریوگرام پیاده سازی و اندازه گیری شد (شکل ۳-۱۰) که نتایج حاصل از آن‌ها در جدول ۳-۸ آورده شده است.

جدول ۳-۸- موقعیت هندسی خصوصیات چین ورچه

موقعیت محور	سطح محوری	زاویه بین یالی
55/S55W	76/N24W	۹۵ درجه

به منظور تعیین جایگاه چین در طبقه‌بندی فلوئی، بررسی‌هایی صورت گرفت که باتوجه به زاویه بین یالی به دست آمده، چین امامزاده ورچه جزو چین‌های باز می‌باشد (جدول ۳-۹).

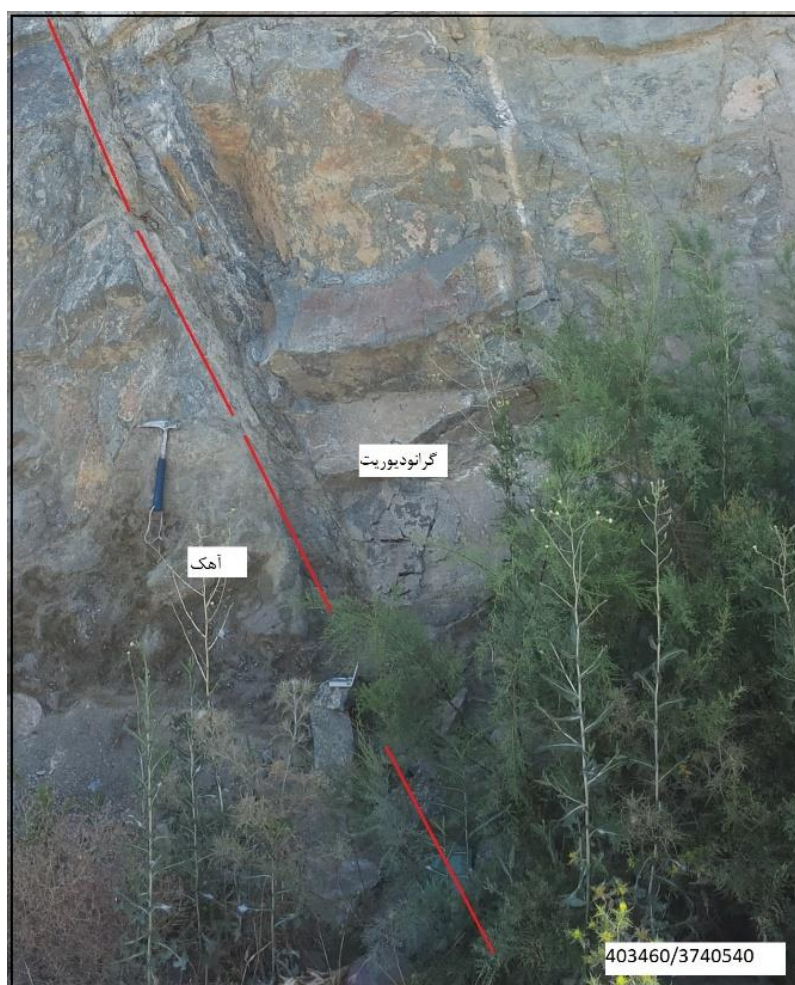
جدول ۳-۹- طبقه بندی فلوئی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین ورچه

Description	Gentel	Open	Close	Tight	Isoclinal
I	$120 < I \leq 180$	$70 < I \leq 120$	$30 < I \leq 70$	$0 < I \leq 30$	$I=0$

همچنین چین مورد مطالعه در طبقه بندی فلوتی براساس سطح محوری و میل لولا در رده چین پرشیب با پلانژ شیب دار (Steeply inclined/ Moderately plunging) محسوب می شود (شکل ۳-۲۱).

۳-۱-۴ - چین ورچه ۲

در ایستگاه مطالعاتی روستای امامزاده ورچه با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}57'25''$ $N:33^{\circ}48'02''$ وجود چندین لایه مشاهده گردید تصاویری از برداشت لایه بندی در شکل های ۳-۱۱ الی ۳-۱۴ قابل مشاهده است. بر اساس استریوگرام رسم شده از داده ها در شکل ۳-۱۵ میانگین یال ها، موقعیت خط لولا و همچنین سطح محوری تعیین گردید (شکل ۳-۱۶). اندازه گیری های مربوط به این چین در جدول ۳-۷ آورده شده است.



شکل ۳-۱۱- قرار گیری توده آذرین در کنار آهک، باختر روستای امامزاده ورچه



شکل ۳-۱۲- تصویر نمونه دستی سنگ آذرین



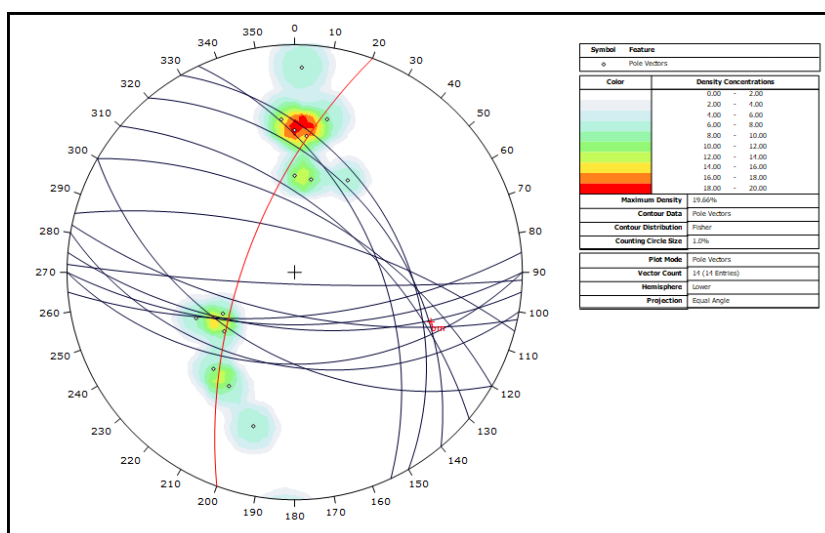
شکل ۳-۱۳- تصویر برداشت لایه جهت دید به سمت خاور



شکل ۳-۱۴- تصویر برداشت لایه. دید به سمت خاور

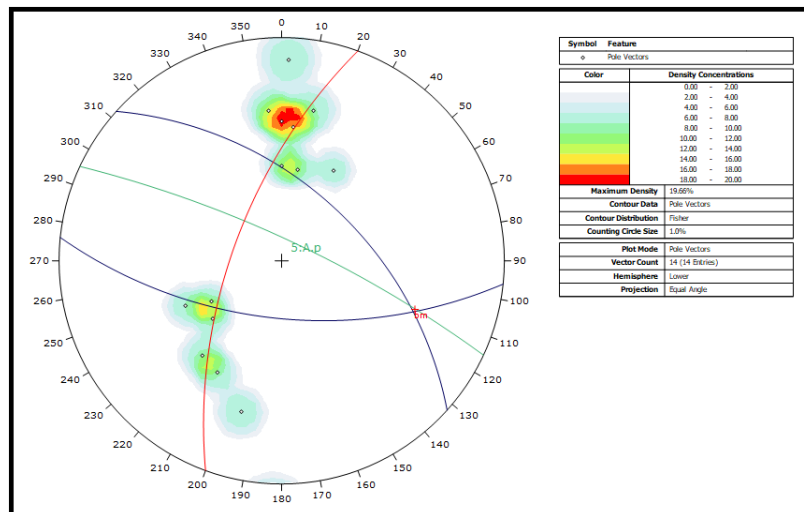
جدول ۳-۱۰- مشخصات هندسی چین ورچه ۲

NO	Dip	Dip Direction	NO	Dip	Dip Direction	NO	Dip	Dip Direction
1	46	180	6	62	185	11	70	015
2	45	190	7	69	192	12	51	065
3	50	210	8	84	182	13	40	060
4	68	175	9	60	030	14	58	040
5	64	180	10	44	050			



شکل ۳-۱۵- استریوگرام چین ورچه ۲

مشخصات میانگین برای یال شمالی ۵۳/۰۴۲ و یال جنوبی ۶۱/۱۸۶ به دست آمد. برای دستیابی به موقعیت محور و سطح محوری اطلاعات مربوط به لایه بندی در یال‌های شمالی و جنوبی در روی استریوگرام پیاده سازی و اندازه گیری شد (شکل ۳-۱۶) که نتایج حاصل از آن‌ها در جدول ۳-۱۱ آورده شده است.



شکل ۳-۱۶- استریوگرام مربوط به چین ورچه ۲، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است.

جدول ۳-۱۱- موقعیت هندسی خصوصیات چین ورچه ۲

موقعیت محور	سطح محوری	زاویه بین یالی
25/S70E	79/N25E	۱۰۵,۵ درجه

به منظور تعیین جایگاه چین در طبقه بندی فلوتی، بررسی‌هایی صورت گرفت که باتوجه به زاویه بین یالی به دست آمده، چین ورچه ۲ جزو چین‌های باز می‌باشد (جدول ۳-۱۲).

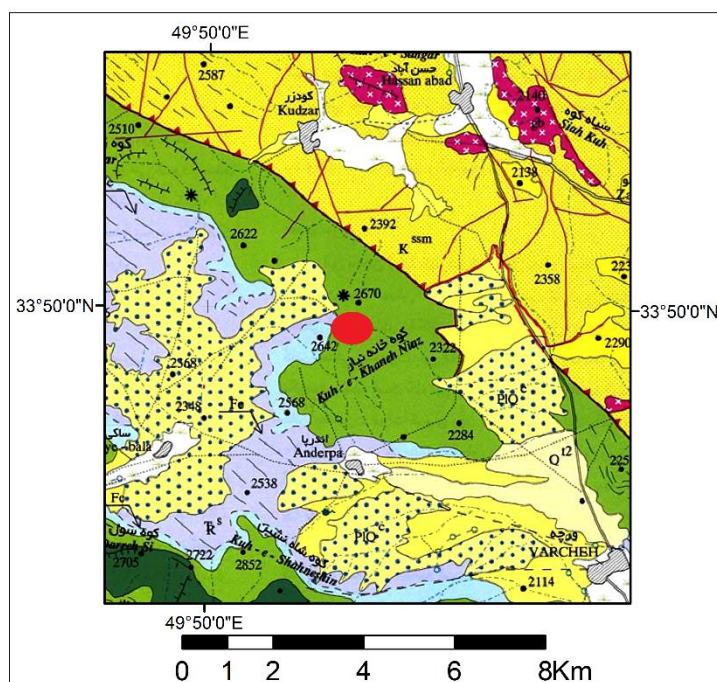
جدول ۳-۱۲- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین ورچه

Description	Gentel	Open	Close	Tight	Isoclinal
I	$120 < I \leq 180$	$70 < I \leq 120$	$30 < I \leq 70$	$0 < I \leq 30$	$I = 0$

همچنین چین مورد مطالعه در طبقه بندی فلوتی براساس سطح محوری و میل لولا در رده چین‌های پرشیب با پلانژ ملایم (Steeply inclined/ Gently plunging) محسوب می‌شود. موقعیت این چین در شکل ۳-۲۱ نشان داده شده است.

۳-۱-۵ - چین کوه خانه نیاز

چین کوه خانه نیاز در شمال روستای اندرپا و در میان شیل‌های آهکی اوربیتولین‌دار کرتاسه در کوه خانه نیاز با موقعیت جغرافیایی $E:49^{\circ}51'52''$ $N:33^{\circ}49'37''$ مشاهده گردید (شکل ۳-۱۷). تصاویری از برداشت لایه‌بندی در شکل ۳-۱۸ و برداشت‌های صورت پذیرفته در جدول ۳-۱۳ قرار گرفت و استریوگرام مربوطه در شکل ۳-۱۹ ترسیم گردید. همچنین در این نقطه گسلی با امتداد ۲۷۵ درجه مشاهده گردید.



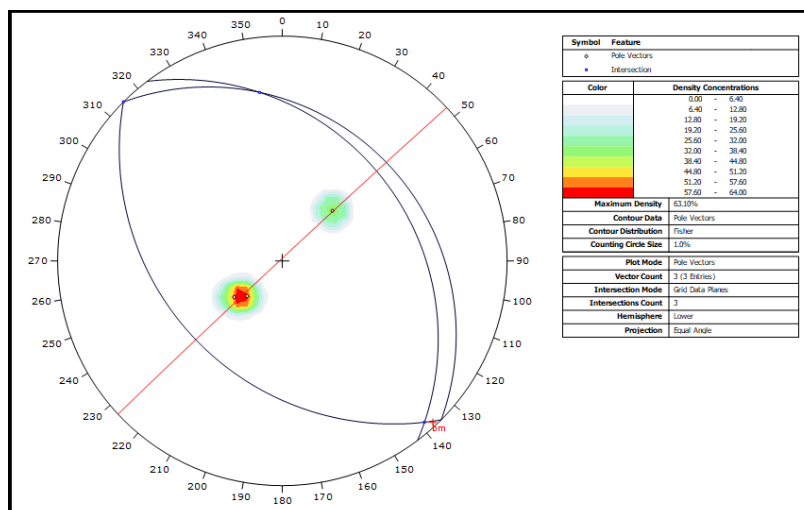
شکل ۳-۱۷- محل قرارگیری چین کوه خانه نیاز بر روی نقشه ورچه



شکل ۳-۱۸- تصویری از لایه بندی چین. دید به سمت شمال

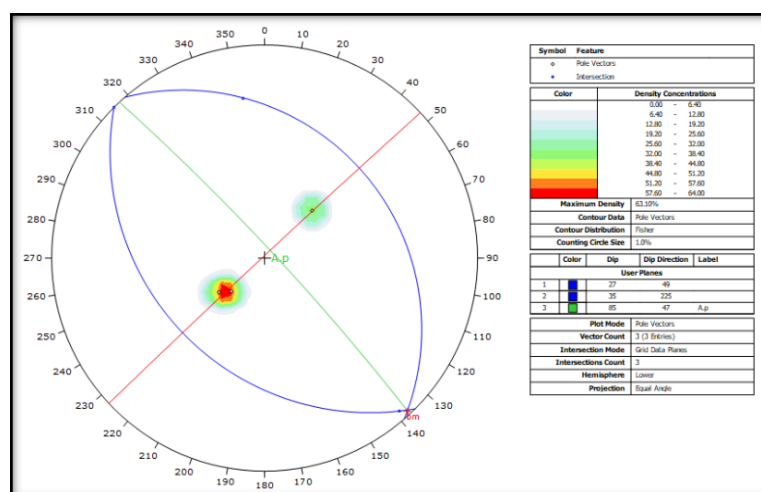
جدول ۳-۱۳- داده‌های برداشت شده از لایه‌بندی در چین کوه خانه نیاز

NO	Dip	Dip Direction	
1	35	225	Bed
2	30	053	Bed
3	25	045	Bed



شکل ۳-۱۹- تصویر استریوگرام چین کوه خانه نیاز، به همراه سطح محوری

مشخصات میانگین برای یال شمال‌خاوری ۲۶/۰۴۹ و یال جنوب‌باختری ۳۵/۲۲۵ به‌دست آمد. برای دستیابی به موقعیت محور و سطح محوری اطلاعات مربوط به لایه بندی در یال‌های شمال‌خاوری و جنوب‌باختری در روی استریوگرام پیاده سازی و اندازه گیری شد. بر اساس استریوگرام رسم شده از داده‌ها در شکل ۳-۲۰ موقعیت خط لولا، سطح محوری و اندازه‌گیری‌های مربوط به این چین در جدول ۳-۱۴ آورده شده است.



شکل ۳-۲۰- استریوگرام مربوط به چین کوه خانه نیاز، که موقعیت سطح محوری، خط لولا و زاویه بین یالی روی آن مشخص شده است.

جدول ۳-۱۴- موقعیت هندسی خصوصیات چین کوه شمس آباد

موقعیت محور	سطح محوری	زاویه بین یالی
01/S43E	85/N47E	۶۴ درجه

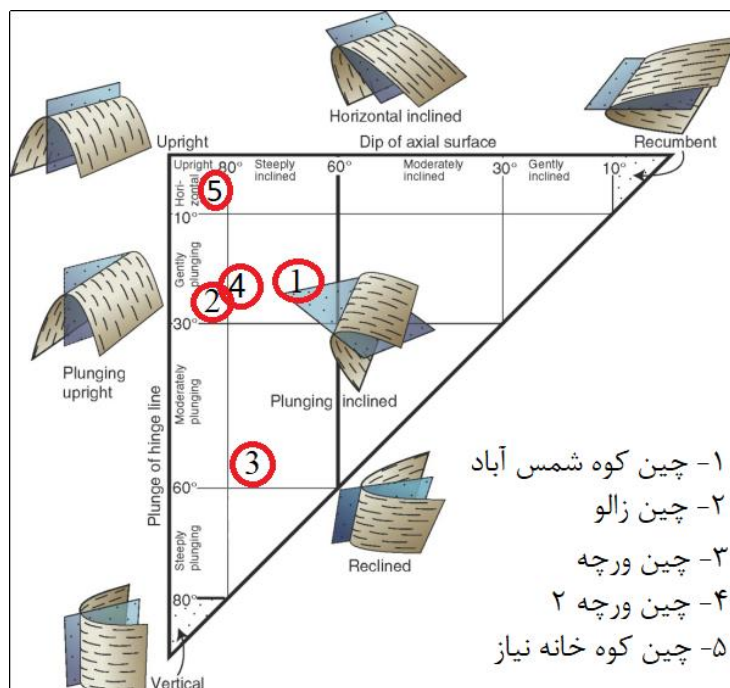
به منظور تعیین جایگاه چین در طبقه‌بندی فلوتی، بررسی‌هایی صورت گرفت که باتوجه به زاویه بین یالی به دست آمده، چین کوه شمس آباد جزو چین‌های بسته می‌باشد (جدول ۳-۱۵).

جدول ۳-۱۵- طبقه بندی فلوتی براساس زاویه بین یالی به همراه موقعیت چین کوه خانه نیاز

Description	Gentel	Open	Close	Tight	Isoclinal
I	$120 < I \leq 180$	$70 < I \leq 120$	$30 < I \leq 70$	$0 < I \leq 30$	$I=0$

همچنین چین مورد مطالعه در طبقه بندی فلوتی براساس سطح محوری و میل لولا در رده چین‌های قائم با پلانژ افقی (Upright / Horizontal) محسوب می‌شود (شکل ۳-۲۱).

با توجه به مطالب ذکر شده، جایگاه چین‌های کوه شمس آباد، زالو، ورچه و ورچه ۲ در طبقه‌بندی فلوتی بر اساس زاویه بین یالی به ترتیب باز، بسته، باز و باز می‌باشد. همچنین موقعیت قرار گیری این چین‌ها در طبقه بندی فلوتی بر اساس سطح محوری و پلانژ محور در شکل (۳-۲۱) مشخص شده است.



شکل ۳-۲۱- جایگاه چین‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سطح محوری و پلانژ محور (فلوتی ۱۹۶۴)

۲-۳ - گسل‌ها

در محدوده مورد مطالعه گسل‌ها با روند شمال باختری-جنوب خاوری (شکل ۳-۲۲) از جمله مهمترین عناصر ساختاری موجود در منطقه مورد مطالعه هستند، که از روند راندگی زاگرس پیروی می‌کنند. در این پژوهش سعی بر این است که براساس منابع و شواهد معتبر مطالعه هندسه گسل‌ها صورت گیرد. برخی از این شواهد شامل هندسه صفحه گسل و شواهد مورفوتکتونیک می‌باشد، که به طور مختصر به توضیح آن‌ها پرداخته می‌شود.



شکل ۳-۲۲- تصویر ماهواره‌ای از موقعیت گسل‌های بررسی شده در منطقه.

۳-۲-۱ - گسل کوه هما

گسل کوه هما برای اولین بار توسط تیله و همکاران (۱۹۶۸) معرفی گردید (دلیل نامگذاری این گسل قرار گیری در کوه هما واقع در جنوب اراک است). این گسل به سه بخش با طول‌های ۲۰، ۱۴٫۵ و ۸ کیلومتر تقسیم شده است که در مجموع معادل ۴۲ کیلومتر با راستای شمال باختری-جنوب خاوری و شیب به سمت شمال خاوری می‌باشد. بخش جنوبی در کوه زرد واقع در شمال خاوری روستای امامزاده

ورچه می‌باشد. برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در سه ایستگاه مشخص گردید.

ایستگاه شماره یک: در بخش شمالی امتداد گسل و در باختر روستای خورزن در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}43'02''$ $N:33^{\circ}58'54''$ دارای دو قسمت متفاوت می‌باشد، قسمت شمالی دره و قسمت جنوبی دره که به تفسیر هر قسمت می‌پردازیم.

قسمت شمالی دره: گسل کوه هما با سازوکار راندگی باعث حرکت بلوک فرا دیواره به سمت باختر شده است، سپس در اثر فعالیت یک گسل نرمال با مؤلفه راست‌بر با توجه به جابجایی لایه‌ها و وجود خش لغز در سطح دیواره گسل که بخشی از این بلوک جابجا شده، قابل تشخیص است. تصاویری از برداشت‌های صحرایی در این ایستگاه در شکل ۳-۲۳ و ۳-۲۴ قابل مشاهده است.



شکل ۳-۲۳- تصویر ایستگاه راندگی کوه هما (بخش شمالی)، راندگی و گسل خوردگی نرمال قابل مشاهده است.

سنگ‌های شیلی کرتاسه بالایی به سمت جنوب باختری بر روی سنگ‌های آهکی اوریتولین‌دار کرتاسه پیشین رانده شده‌اند.

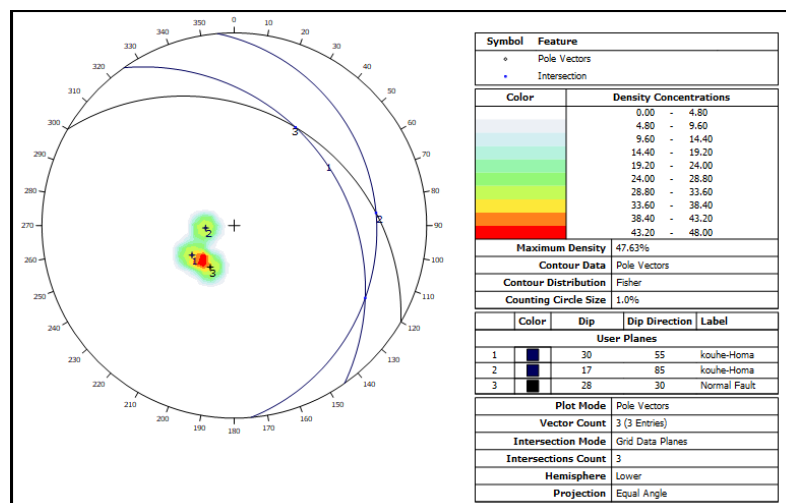


شکل ۳-۲۴- راندگی و گسل خوردگی کوه هما بخش شمالی و وجود خش لغز بر سطح دیواره گسل. (دید به سمت خاور)

داده‌های برداشت شده از سطح راندگی کوه هما و گسل نرمال در بخش شمالی دره در جدول ۳-۱۶ آورده شده است. این برداشت‌ها در استریوگرام شکل شماره ۳-۲۵ به نمایش درآمده است.

جدول ۳-۱۶- مختصات ایستگاه راندگی کوه هما، بخش شمالی

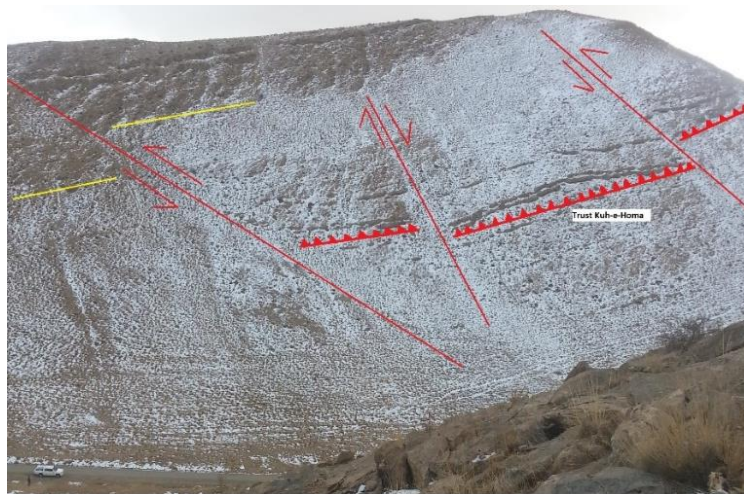
28/N30E	17/N85E	30/N55E	موقعیت هندسی گسل
Fault Normal	Kuh-Homa Trust	Kuh-Homa Trust	توضیحات



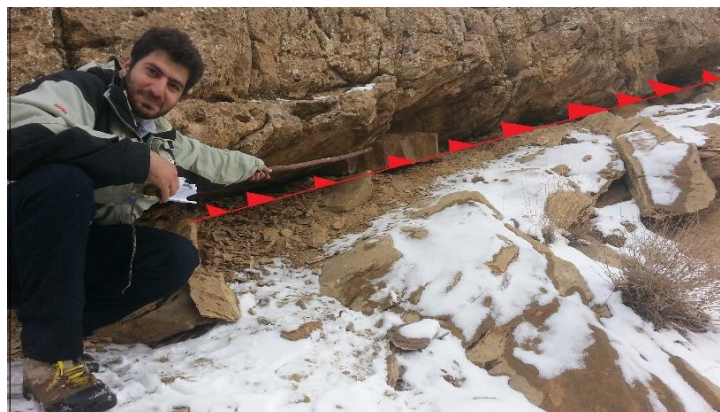
شکل ۳-۲۵- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک (بخش شمالی) راندگی کوه هما و گسل نرمال موجود

با توجه به مطالب مذکور در این قسمت می‌توان گسل کوه هما را راندگی در نظر گرفت که یک گسل نرمال با مؤلفه راست‌بر باعث جابجایی در شیب و امتداد راندگی کوه هما در این نقطه گردیده است. قسمت جنوبی دره: گسل کوه هما با سازوکار راندگی باعث حرکت بلوک فرا دیواره به سمت باختر شده است، سپس در اثر فعالیت چندین گسل نرمال و معکوس با توجه به جابجایی لایه‌ها قابل تشخیص است (شکل ۳-۲۶) (۳-۲۷). این راندگی سنگ‌های شیلی کرتاسه بالایی را به سمت جنوب باختری بر روی سنگ‌های آهکی اوربیتولین‌دار کرتاسه پیشین رانده است. مختصات گسل‌ها و راندگی کوه هما در بخش جنوبی دره در جدول ۳-۱۷ آورده شده است. این برداشت‌ها در استریوگرام شکل شماره ۳-۲۸ به نمایش درآمده است.

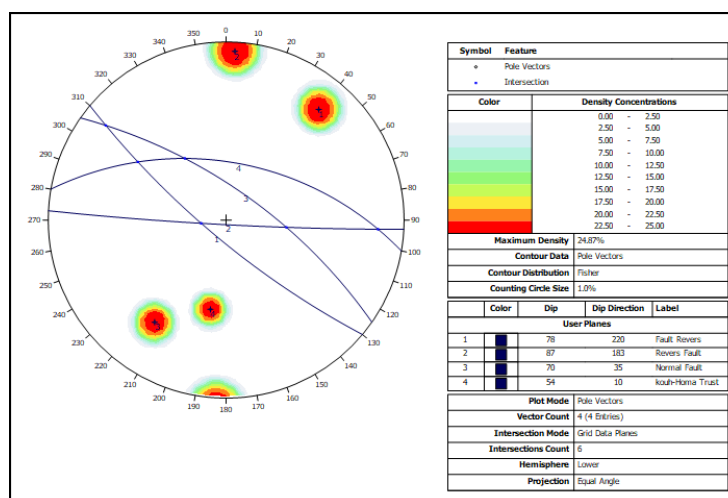
ولیکن گسله نرمال موجود در بخش شمالی دره در قسمت جنوبی وجود ندارد بلکه با توجه به شکل (۳-۲۶) سیستم هورست و گرابنی ایجاد گردیده است.



شکل ۳-۲۶- تصویر ایستگاه راندگی کوه هما دید به سمت جنوب خاوری



شکل ۳-۲۷- راندگی کوه هما بخش جنوبی ایستگاه دید به سمت جنوب



شکل ۳-۲۸- تصویر استریوگراف بخش جنوبی ایستگاه راندگی کوه هما

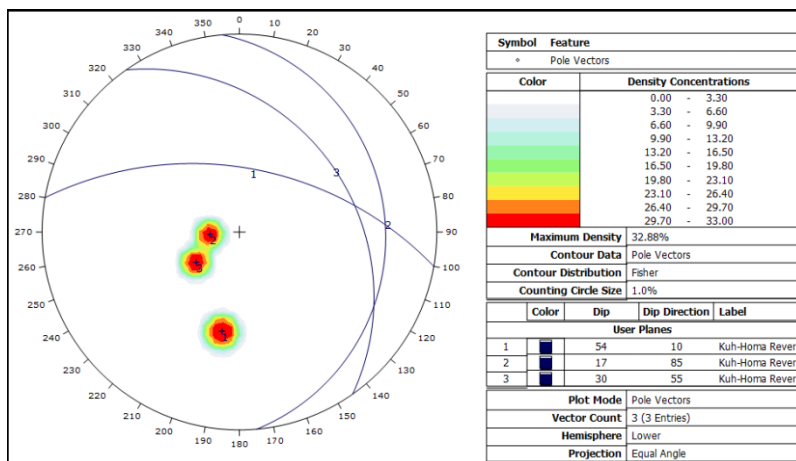
جدول ۳-۱۷- مختصات ایستگاه راندگی کوه هما، بخش جنوبی

54/N10E	70/N35E	78/S40W	87/S03W	موقعیت گسل
Kuh-Homa Revers Fault	Fault Normal	Fault	Revers Fault	نوع گسل

در نهایت امتداد و شیب راندگی کوه هما مشاهده شده در این ایستگاه در جدول ۳-۱۸ و شکل ۳-۲۹ آورده شده است.

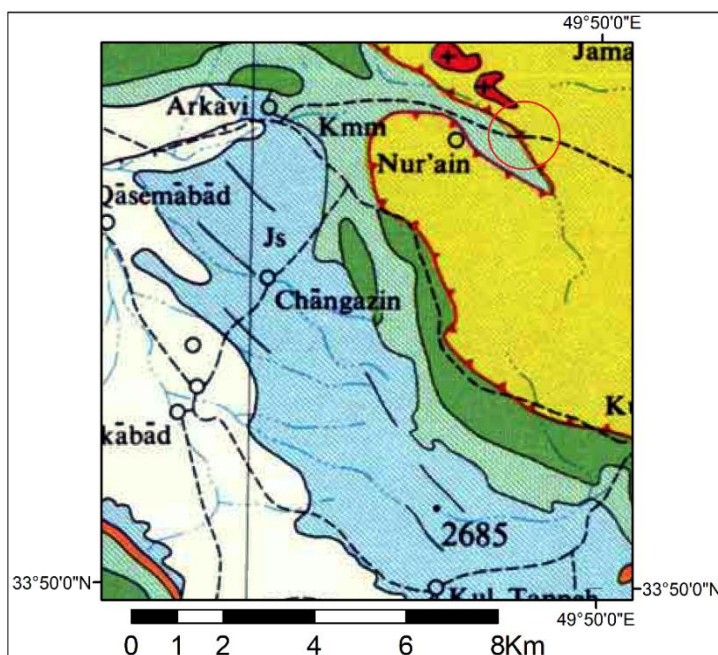
جدول ۳-۱۸- مختصات راندگی کوه هما در بخش شمالی و جنوبی

54/N10E	17/N85E	30/N55E	موقعیت گسل
Kuh-Homa Revers Fault	Kuh-Homa Revers Fault	Kuh-Homa Revers Fault	نوع گسل



شکل ۳-۲۹- تصویر استریوگراف راندگی کوه هما در ایستگاه شماره یک

محدوده ایستگاه شماره دو: این ایستگاه در خاور روستای نورعین با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}48'55''$ $N:33^{\circ}55'23''$ مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳-۳۰). گسل کوه هما در این نقطه با توجه به شکل ۳-۳۱ باعث بالا آمدگی واحد سنگی کرتاسه بالایی در بخش خاوری منطقه گردیده است. مختصات این برداشت در جدول ۳-۱۹ و استریوگرام مربوطه در شکل ۳-۳۲ به نمایش درآمده است.



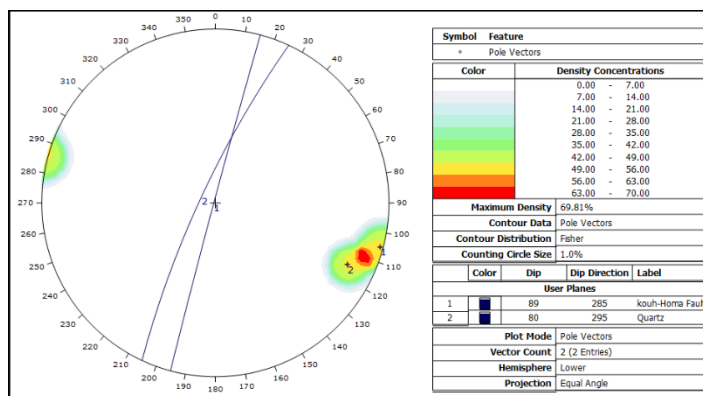
شکل ۳-۳۰- موقعیت ایستگاه شماره دو گسل کوه هما در داخل دایره بر روی نقشه گلیایگان نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۱- بالا آمدگی واحد سنگی کرتاسه بالایی. دید به سمت جنوب خاوری

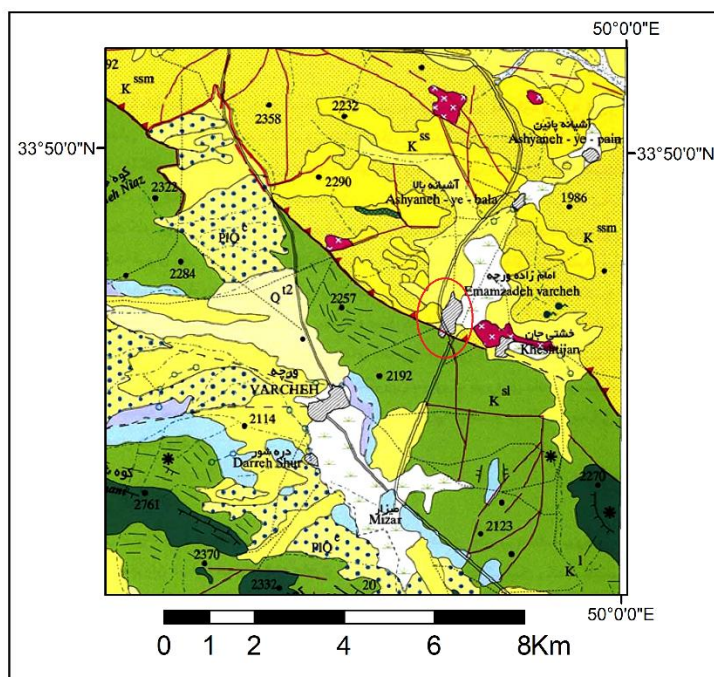
جدول ۳-۱۹- برداشت اطلاعات هندسی مورد نظر

مشخصات	شیب و جهت شیب
گسل کوه هما	89/N75W
رگه کوارتز	80/N65W



شکل ۳-۳۲- استریوگرام گسل کوه هما به همراه رگه کوارتز

محدوده ایستگاه شماره سه: این ایستگاه در باختر روستای امامزاده ورچه با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}57'26''$ $N:33^{\circ}47'57''$ قرار دارد (شکل ۳-۳۳). تصاویر گسل در شکل ۳-۳۴ و شکل ۳-۳۵ قابل مشاهده است. برداشت‌های صورت گرفته از گسل‌های این محل در جدول ۳-۲۰ آورده شده است. سپس براساس این برداشت‌ها استریوگرام مربوطه ترسیم گردید (شکل ۳-۳۶).



شکل ۳-۳۳- موقعیت ایستگاه شماره سه گسل کوه هما در نقشه ورچه

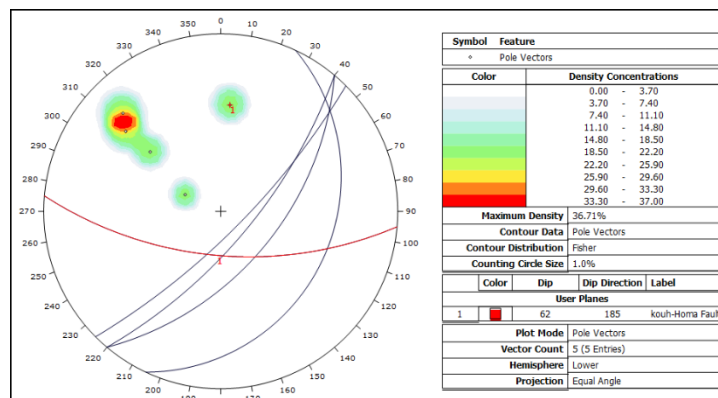


شکل ۳-۳۵- تصویر سطح گسل، دید به سمت خاور

شکل ۳-۳۴- تصویر سطح گسل، دید به سمت شمال

جدول ۳-۲۰- برداشت مشخصات هندسی سطح گسل کوه هما

62/S05W	76/S45E	25/S65E	55/S50E	70/S50E	مشخصات هندسی گسل‌ها
---------	---------	---------	---------	---------	---------------------



شکل ۳-۳- استریوگرام گسل‌های موجود در ایستگاه شماره سه. به همراه گسل کوه هما

گسل کوه هما در این بخش با مشخصات هندسی 62/S05W دارای مولفه چپ بر با ریک ۲۵ درجه می‌باشد.

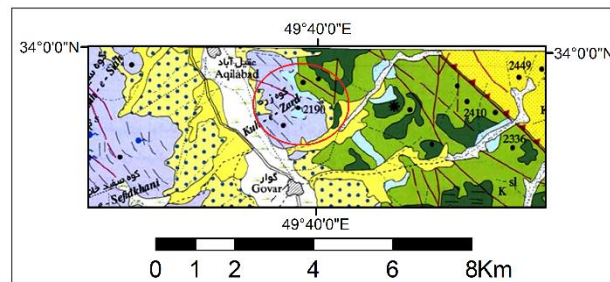
۳-۲-۲- گسل کوه زرد

راندگی کوه زرد برای اولین بار توسط بربریان و قرشی (۱۳۶۵) معرفی گردیده است. علت نامگذاری این گسل قرارگیری بخش شمالی این راندگی در کوه زرد در جنوب خاوری روستای عقیل آباد می‌باشد. این گسل با سه بخش به طول‌های ۱۵، ۱۳، ۱۸ کیلومتر و در مجموع ۴۶ کیلومتر می‌باشد. با راستای شمال باختری-جنوب خاوری و شیب به سمت شمال خاوری می‌باشد، در نقشه گلپایگان (تبله و همکاران، ۱۹۶۸) بخش اول این گسل را به صورت تراس آبرفتی ۷ معرفی شده است.

برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در سه ایستگاه مشخص گردید.

ایستگاه شماره یک: در قسمت شمالی گسل کوه زرد و در جنوب خاوری روستای عقیل آباد و در کوه زرد نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}39'16''$ $N:33^{\circ}58'48''$ ، گسل کوه زرد با سازوکار راندگی مشاهده گردید (شکل ۳-۳۷)، که باعث حرکت بلوک فرادیواره به سمت باختر شده است. این عملکرد در شکل ۳-۳۸ قابل تشخیص است.

⁷ Gravel terrace



شکل ۳-۳۷- جایگاه ایستگاه شماره یک در میان دایره در نقشه زمین‌شناسی ورچه



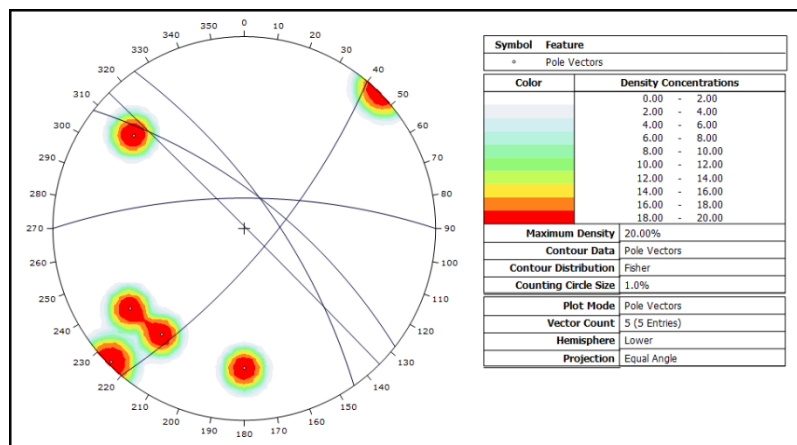
شکل ۳-۳۸- تصویری از رخنمون راندگی کوه زرد و گسل‌های دیگر، در کوه زرد، دید به سمت خاور

برداشت مشخصات هندسی از گسل‌های این ایستگاه در جدول ۳-۲۱ قرار گرفته است. تصویر استریوگرام

این نقطه در شکل ۳-۳۹ به نمایش درآمده است.

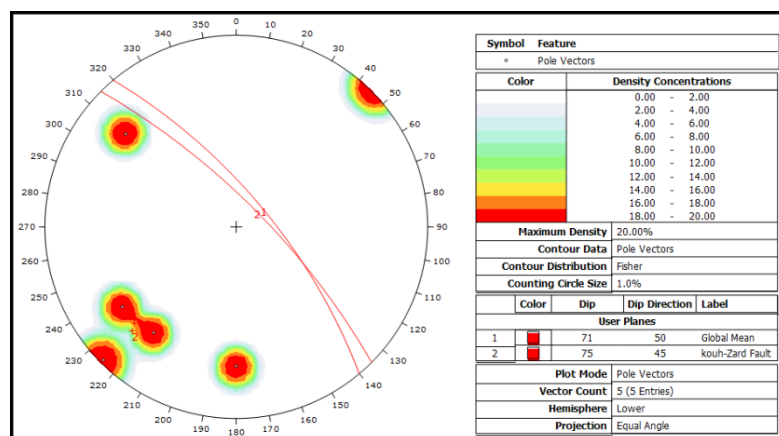
جدول ۳-۲۱- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد

72/N00N	70/N38E	72/N55E	74/S50E	89/N45E	مشخصات هندسی گسل‌ها
---------	---------	---------	---------	---------	---------------------



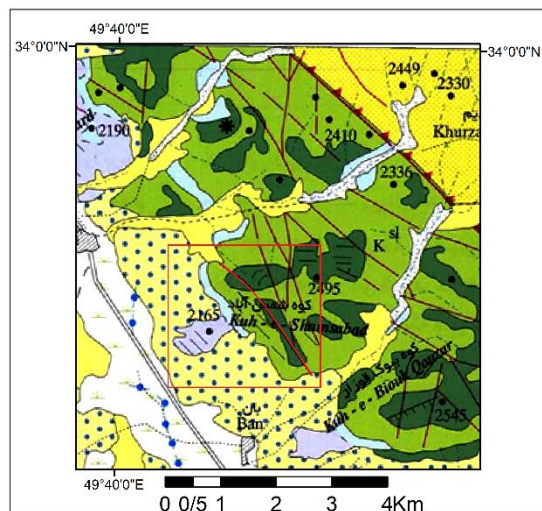
شکل ۳-۳۹- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد، نمایش گسل کوه زرد به همراه دیگر گسل‌ها و سطح محوری

با توجه به مطالب مذکور در این قسمت تمامی گسل‌های برداشت شده منطبق با راندگی کوه زرد 75/N45E می‌باشد (شکل ۳-۴۰).



شکل ۳-۴۰- تطابق گسل کوه زرد با میانگین گسل‌های برداشت شده در ایستگاه شماره یک

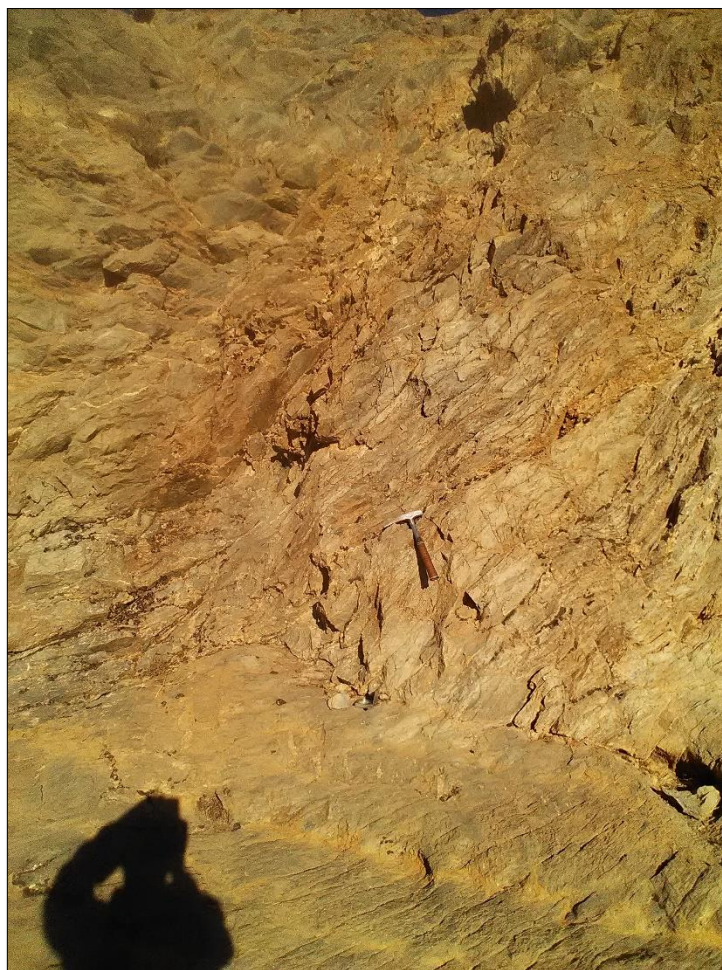
ایستگاه شماره دو: در بخش میانی قسمت شمالی گسل کوه زرد و در باختر کوه شمس‌آباد، نقطه‌ی مورد نظر با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}39'16''$ $N:33^{\circ}58'48''$ در نقشه زمین‌شناسی نشان داده شده است (شکل ۳-۴۱). تصویر صحرایی محل قرارگیری سه تیغ کوهستان در شکل ۳-۴۲ و تصویر سطح گسل در شکل ۳-۴۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۴۱- جایگاه ایستگاه شماره دو در نقشه زمین‌شناسی ورچه، منطبق بودن گسل برداشت شده با گسل موجود در نقشه.



شکل ۳-۴۲- تصویر صحرایی محل قرارگیری سه تیغ کوهستان، دید به سمت شمال خاوری

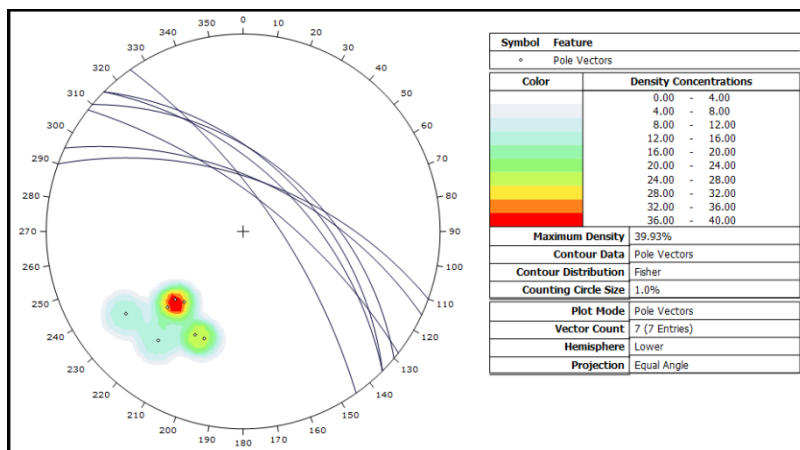


شکل ۳-۴۳- تصویری از سطح گسل کوه زرد، دید به سمت خاور.

برداشت مشخصات هندسی سطح گسل این ایستگاه در جدول ۳-۲۲ قرار گرفته است. تصویر استریوگرام از داده‌های این نقطه در شکل ۳-۴۴ به نمایش درآمده است.

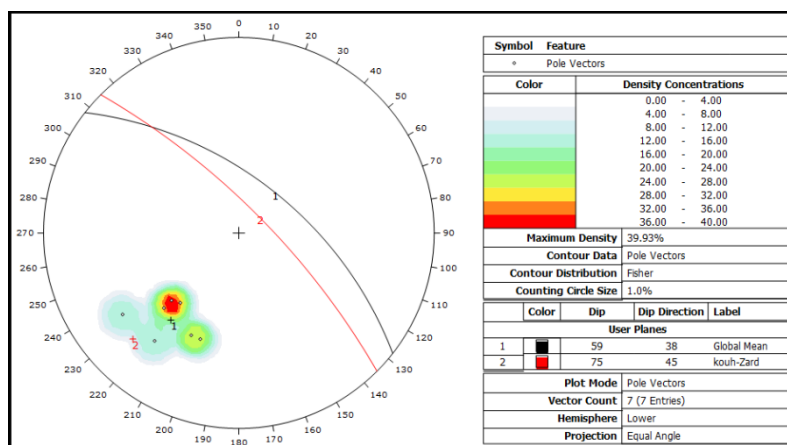
جدول ۳-۲۲- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره یک راندگی کوه زرد

60/N20E	52/N45E	57/N45E	70/N38E
50/N40E	60/N25E	72/N55E	



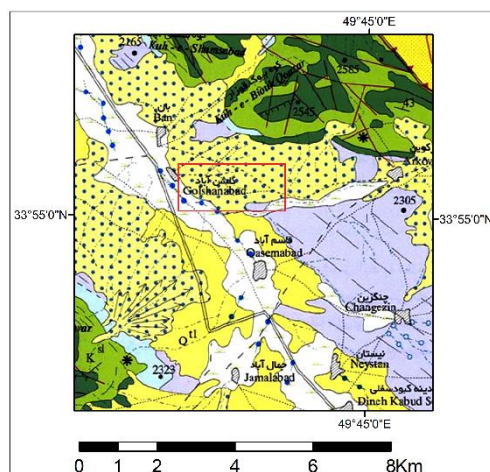
شکل ۳-۴۴- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو راندگی کوه زرد، نمایش گسل ها و سطح محوری

با توجه به مطالب مذکور میانگین امتداد و شیب گسل ها را در شکل ۳-۴۵ به نمایش درآمده است. در این قسمت تمامی گسل های برداشت شده منطبق با راندگی کوه زرد می باشد.



شکل ۳-۴۵- تطابق میانگین گسل های برداشت شده در ایستگاه شماره دو با گسل کوه زرد به همراه سطح محوری

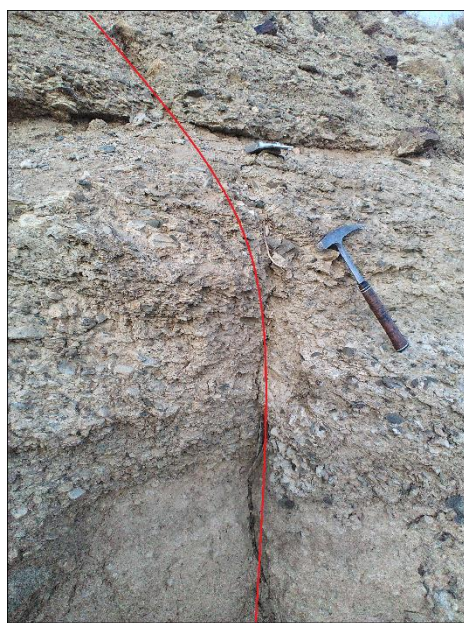
ایستگاه شماره سه: در بخش شمالی گسل کوه زرد و در جنوب خاوری روستای گلشن آباد در نقطه ای با مختصات جغرافیایی "E:49°42'28" N:33°54'59"، این محدوده در شکل ۳-۴۶ مشخص شده است. سطح گسل های برداشت شده در جدول ۳-۲۳ نشان داده شده، تصویر مرتبط با سطح گسل در شکل ۳-۴۷، ۳-۴۸ و تصویر استریوگرام مربوطه در شکل ۳-۴۹ نشان داده شده است.



شکل ۳-۴۶- جایگاه ایستگاه شماره سه در نقشه زمین‌شناسی ورچه

جدول ۳-۲۳- برداشت اطلاعات ایستگاه شماره سه راندگی کوه زرد

10/N25E	28/N10E	مشخصات هندسی راندگی واحد سنگی کنگلومرا
70/N75W		مشخصات هندسی گسل خوردگی کنگلومرا

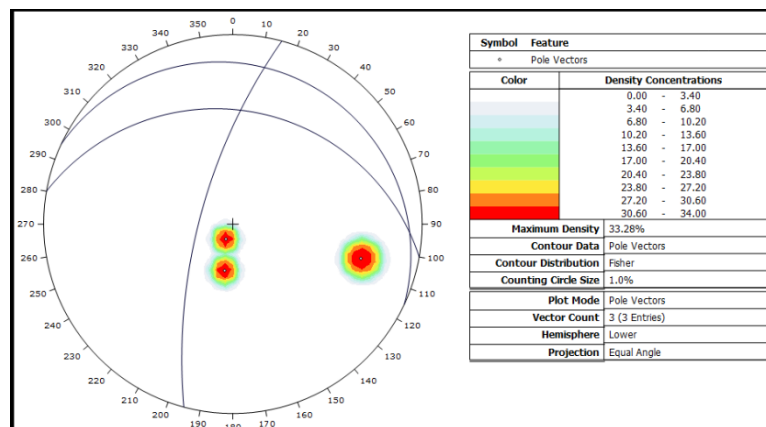


شکل ۳-۴۸- سطح گسل خوردگی در کنگلومرا، دید به سمت شمال

خاوری.

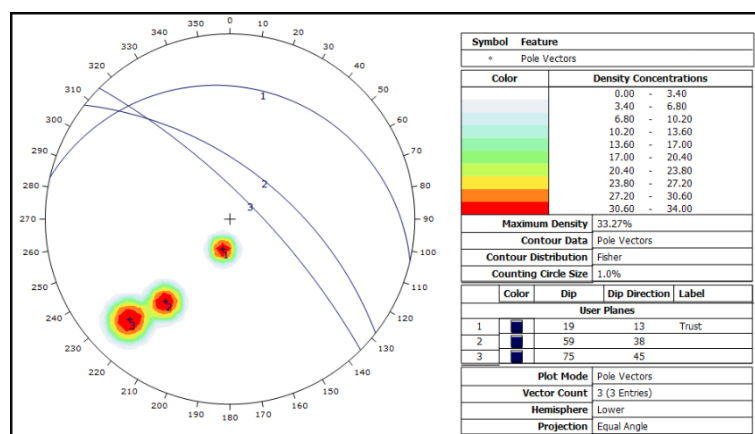


شکل ۳-۴۷- راندگی کوه زرد به همراه گسل خوردگی.



شکل ۳-۴۹- تصویری از استریوگرام راندگی کنگلومرا و گسل خوردگی.

با توجه به مطالب مذکور در این قسمت واحد سنگی کنگلومرا بر روی رسوبات ترشیری رانده شده است. براساس برداشت‌های صورت گرفته و نتایج حاصل از این سه ایستگاه تصویر استریوگرام در شکل ۳-۵۰ نشان داده شده است.



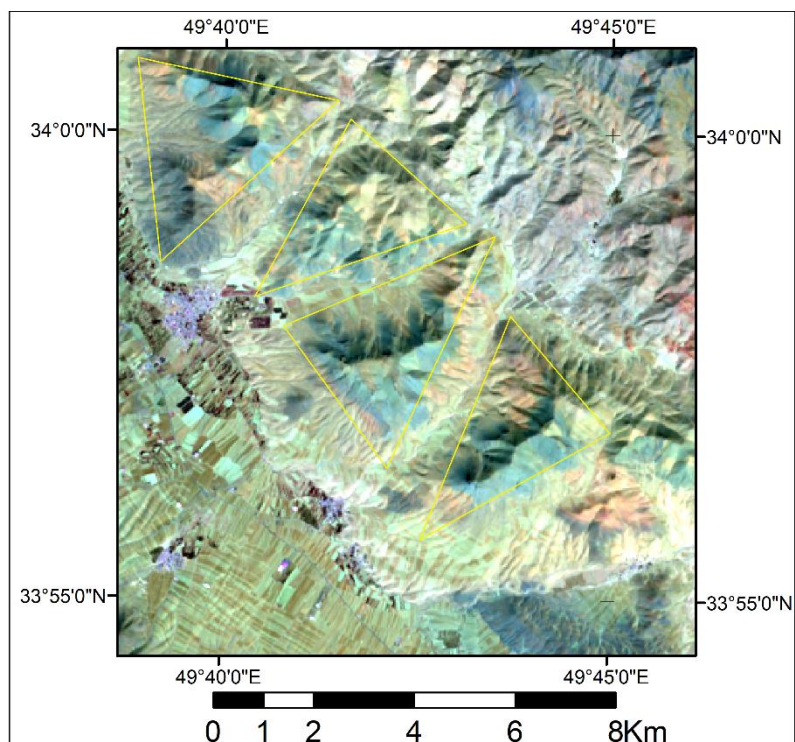
شکل ۳-۵۰- تصویر استریوگرام گسل‌های کوه زرد در سه ایستگاه

از نشانه‌های فیزیوگرافیک نمایان شده توسط این گسل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

پرتگاه: دیواره‌ای با شیب نسبتاً تند و مستقیم ایجاد شده در شکل ۳-۴۲ نشان داده شده است، که امتداد این پرتگاه با امتداد گسل برداشت شده یکسان می‌باشد.

سطوح مثلثی شکل: سطوح مثلثی شکل ایجاد شده در این محل در شکل ۳-۵۱ نشان داده شده است.

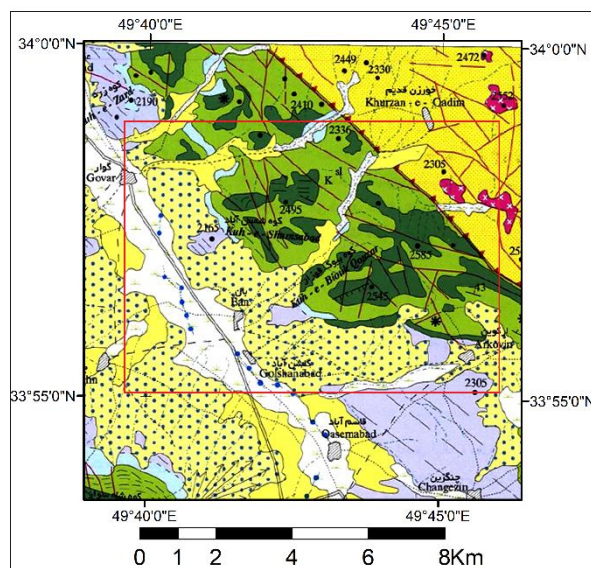
این سطوح در اثر فعالیت گسل کوه زرد ایجاد شده است.



شکل ۳-۵۱- سطوح مثلثی شکل ایجاد شده توسط گسل‌ها، برگرفته از داده‌های ماهواره لندست ۸ و پردازش در برنامه ENVI طیف بانندی
۲، ۴، ۷.

تکرار و گم شدگی چینه‌ها: با توجه به عملکرد گسل‌ها بعضی از لایه‌ها دچار ناپدید شدگی شده‌اند، که می‌توان به شکل ۳-۵۲ اشاره نمود. که در آن واحد سنگی فیلیت دوران تریاس توسط آهک‌های کرتاسه پائینی به وسیله این گسل پوشیده شده است.

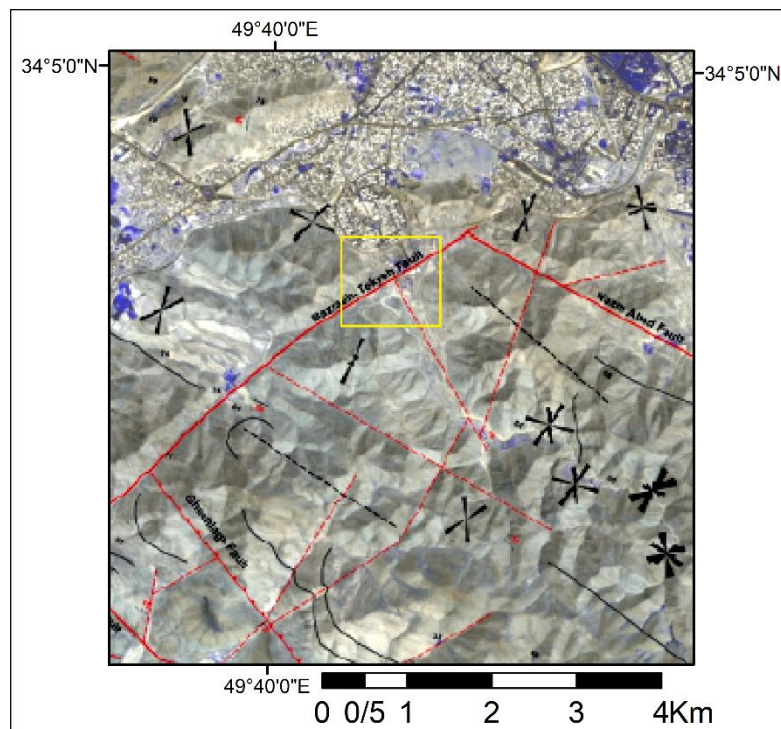
قرارگیری دو رخساره متفاوت: این گسل به عنوان یک راندگی باعث قرارگیری دو رخساره متفاوت سنگ‌های کرتاسه در برابر سنگ‌های تریاس شده است.



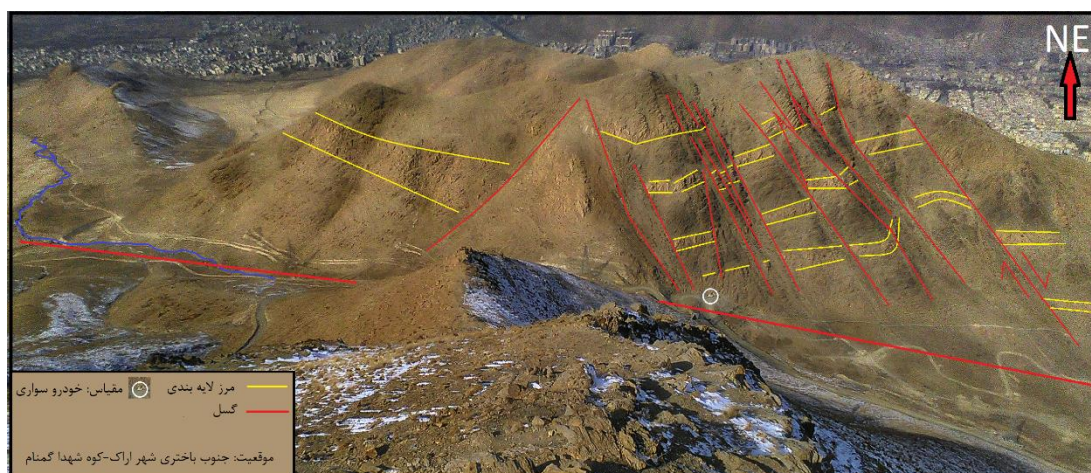
شکل ۳-۵۲- محدوده پوشیده شده واحد سنگی فیلیت توسط آهک کرتاسه در اثر فعالیت راندگی کوه زرد، همچنین قرار گیری دو واحد سنگی دوران تریاس و دوران کرتاسه در کنار یکدیگر.

۳-۲-۳- گسل کوه شاه‌نشین

گسل کوه شاه‌نشین برای اولین بار توسط بربریان و قرشی (۱۳۶۵) معرفی گردید. دلیل نامگذاری این گسل قرار گیری در کوه شاه‌نشین واقع در جنوب اراک است. این گسل به طول ۲۳ کیلومتر و راستای شمال باختر-جنوب خاور، دارای سازوکار نرمال می‌باشد، برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در دو ایستگاه مشخص گردید. ایستگاه شماره یک: در بخش شمالی امتداد گسل، در شهرک گردو واقع در جنوب اراک، با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}42'11''$ $N:34^{\circ}02'38''$ قرار دارد. جایگاه قرار گیری این ایستگاه در نقشه زمین‌شناسی، شکل ۳-۵۳ نشان داده شده است و تصویر صحرایی این ایستگاه در شکل ۳-۵۴ نشان داده شده است.



شکل ۳-۵۳- ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین با کادر زرد مشخص شده است. (نقشه زمین‌شناسی ساختاری ۱:۲۵۰۰۰ اراک)



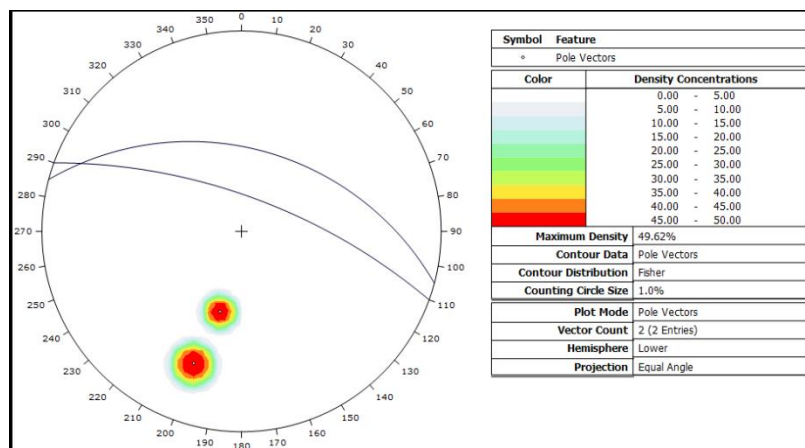
شکل ۳-۵۴- تصویر صحرایی از ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین.

اطلاعات هندسی از سطح گسل‌های درون ایستگاه شماره یک در جدول ۳-۲۴ نشان داده شده است.

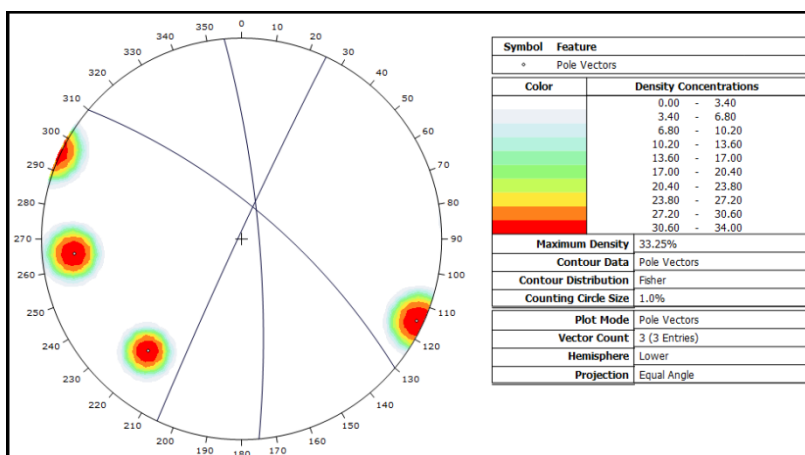
جدول ۳-۲۴- مشخصات هندسی سطح گسل در ایستگاه شماره یک گسل کوه شاه‌نشین

	70/N20E	45/N15E	سطح گسل در بخش شمالی
72/N40E	80/N85E	88/N65W	سطح گسل در بخش جنوبی

با توجه به برداشت‌های صورت گرفته در دو طرف دره، و عبور یک گسل در وسط دره دو تصویر استریوگرافی برای این ایستگاه در نظر گرفته شد که در شکل ۳-۵۵ و ۳-۵۶ نشان داده شده است. نکته لازم به ذکر عدم نمود سطح گسل در وسط دره می‌باشد.

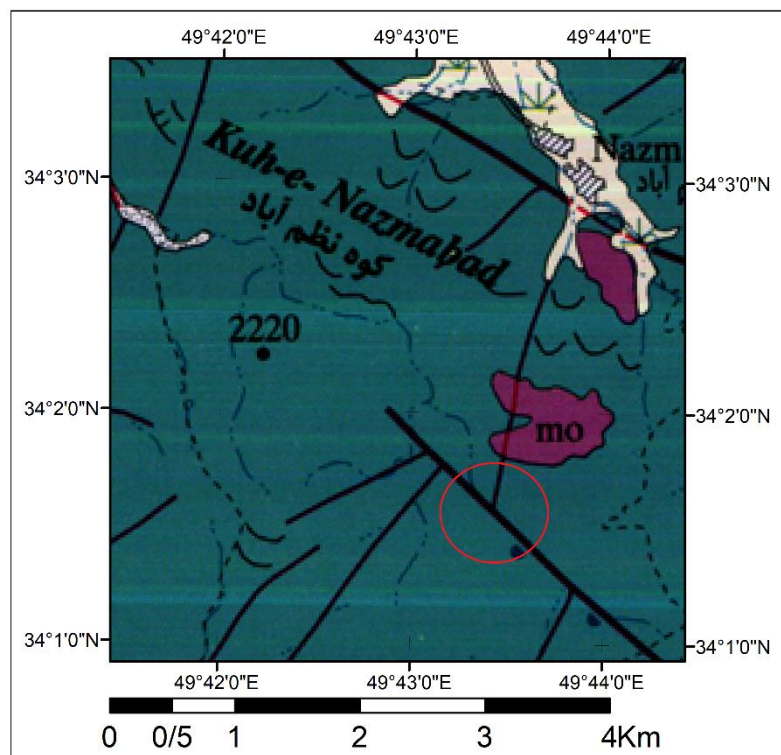


شکل ۳-۵۵- تصویر استریوگرام بخش شمالی دره



شکل ۳-۵۶- تصویر استریوگرام بخش جنوبی دره

ایستگاه شماره دو: در نقطه‌ای با نام محلی بید سوخته با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}43'27''$ قرار گرفته است. جایگاه قرارگیری این ایستگاه در شکل ۳-۵۷ نشان داده شده است.



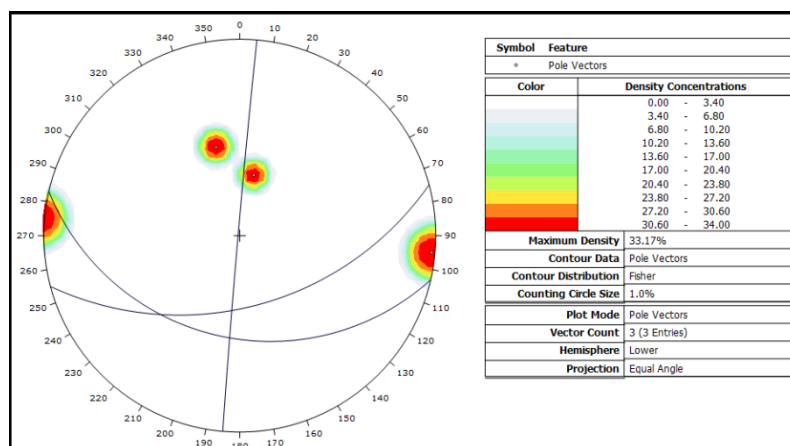
شکل ۳-۵۷- موقعیت ایستگاه شماره دو بید سوخته در دایره قرمز در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) مشخص شده است.

برداشت اطلاعات هندسی سطح گسل و لایه سیلیکات در جدول ۳-۲۵ قرار گرفته است. این برداشت‌ها

در استریوگرام در شکل ۳-۵۸ نشان داده شده است.

جدول ۳-۲۵- مشخصات هندسی سطح گسل و لایه سیلیکات در ایستگاه شماره دو گسل کوه شاه‌نشین

89/N85W	35/S13W	مشخصات هندسی گسل
50/S15E		مشخصات هندسی رگه کوارتز

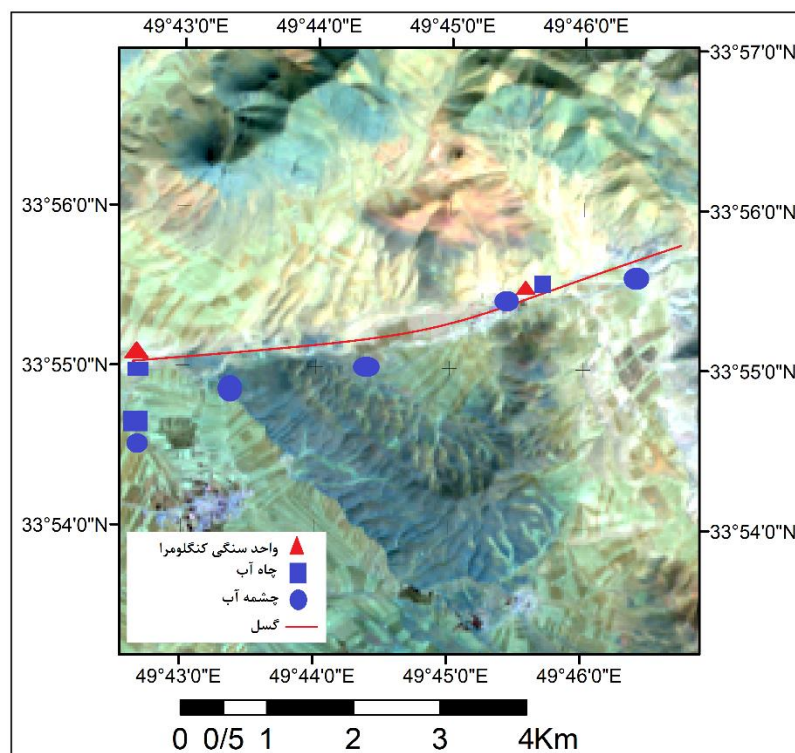


شکل ۳-۵۸- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل کوه شاه‌نشین

با توجه به مطالب مذکور در این قسمت گسل F2 منطبق با گسل موجود در نقشه شکل ۳-۵۷ می‌باشد. نزدیک بودن دو قطب صفحه گسل و رگه کوارتز در شکل ۳-۵۸ می‌توان این نتیجه را گرفت که احتمال وجود ارتباط بین شکستگی ایجاد شده توسط گسل و پرشدگی این شکستگی‌ها توسط سیلیکات‌ها وجود دارد.

۳-۲-۴ - گسل آرکوبین

گسل آرکوبین برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردد (دلیل نامگذاری این گسل قرار گیری آن در روستای آرکوبین است). این گسل به طول ۹ کیلومتر با راستای خاوری- باختری می‌باشد (شکل ۳-۵۹). برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در چهار ایستگاه مشخص گردید، به همراه دیگر شواهد مورفولوژیکی موجود که به شرح زیر می‌باشد.



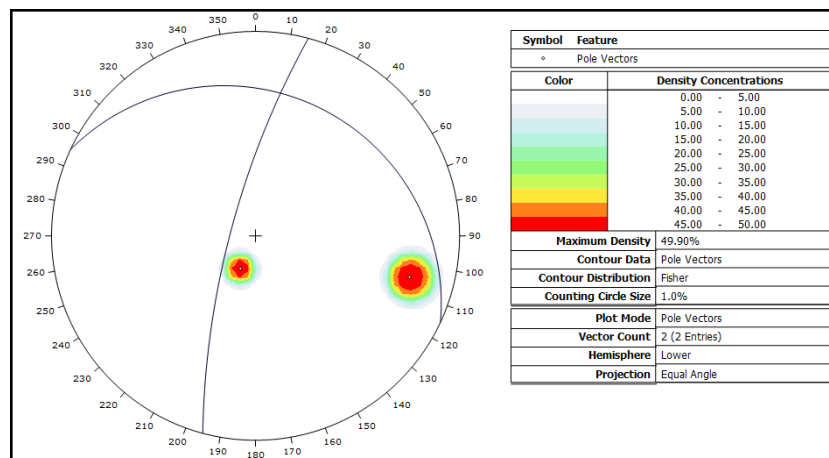
شکل ۳-۵۹- تصویر قرارگیری گسل آرکوبین و چاه، چشمه آب

ایستگاه شماره یک: در بخش خاوری گسل و همچنین خاور روستای آرکوبین در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}46'31''$ $N:33^{\circ}55'37''$ قرار دارد. اطلاعات برداشت شده در این ایستگاه در جدول ۳-۲۶ آورده شده است.

جدول ۳-۲۶- برداشت‌های صورت گرفته در ایستگاه شماره یک گسل آرکوبین

توضیحات	شیب و جهت شیب
شیستوزیته واحد سنگی آهک	20/N25E
شکستگی در واحد سنگی آهک	76/N75W

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت ایستگاه شماره یک در شکل ۳-۶۰ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۶۰- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک گسل آرکوبین

همچنین تصویری از رسوبات کواترنری موجود در این محدوده در شکل ۳-۶۱ قابل مشاهده است.



شکل ۳-۶۱- رسوبات کنگلومرایی کواترنری در خاور گسل آرکوبین. دید به سمت

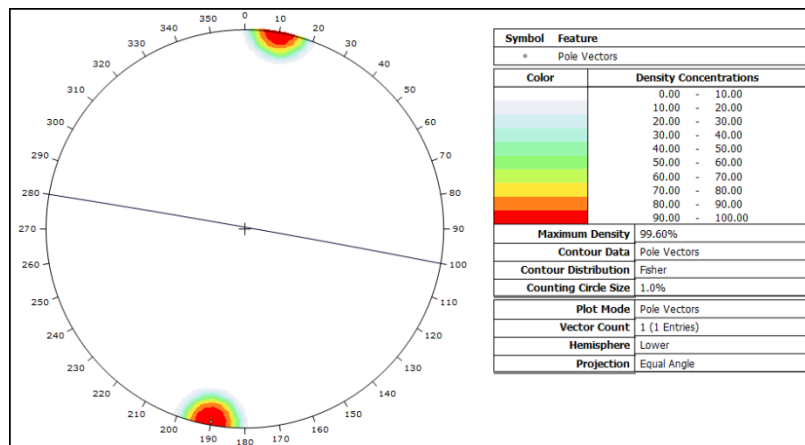
ایستگاه شماره دو: در بخش میانی گسل آرکوپین در نقطه‌ای به مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}45'51''$

$N:33^{\circ}55'32''$ قرارداد. اطلاعات برداشت شده در این ایستگاه در جدول ۳-۲۷ آورده شده است.

جدول ۳-۲۷- برداشت اطلاعات در ایستگاه شماره دو

توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل راست بر	89/N10E

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت ایستگاه شماره دو در شکل ۳-۶۲ به نمایش در آمده است.



شکل ۳-۶۲- تصویر استریوگرام گسل خوردگی واحد سنگی کنگلومرا در ایستگاه شماره دو گسل آرکوپین

تصویر صحرایی از این گسل به همراه خش لغز موجود در شکل ۳-۶۳ نشان داده شد است.



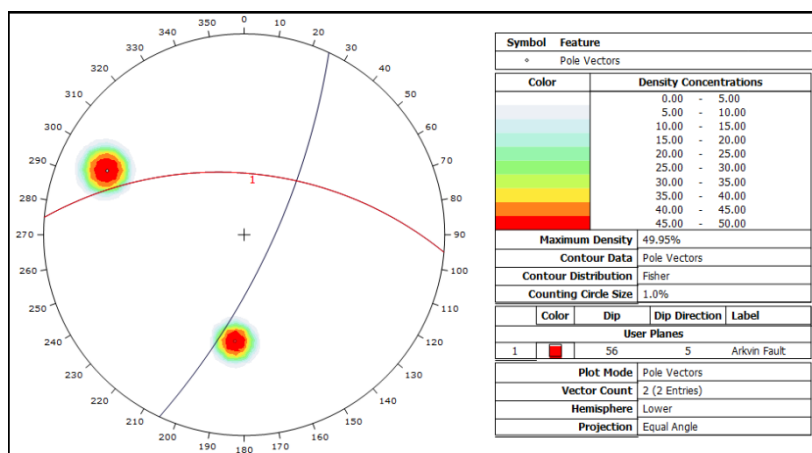
شکل ۳-۶۳- تصویر صحرایی از رخنمون سطح گسل آرکوپین (خط قرمز) خش لغز موجود با رنگ زرد مشخص شده است با حرکت راست بر. دید عکس به سمت خاور.

ایستگاه شماره سه: در بخش باختری گسل و باختر روستای آرکوپین در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}43'19''$ $N:33^{\circ}54'53''$ قرار دارد. اطلاعات برداشت شده در این ایستگاه در جدول ۳-۲۸ آورده شده است.

جدول ۳-۲۸- برداشت‌های صورت گرفته در محدوده ایستگاه شماره سه گسل آرکوپین

توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل	56/N05E
شکستگی	74/S65E

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت ایستگاه شماره سه در شکل ۳-۶۴ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۶۴- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره سه گسل آرکوپین

تصویر صحرایی از این ایستگاه در شکل ۳-۶۵ نمایش داده شده است. همچنین در این نقطه چشمه آب وجود دارد.



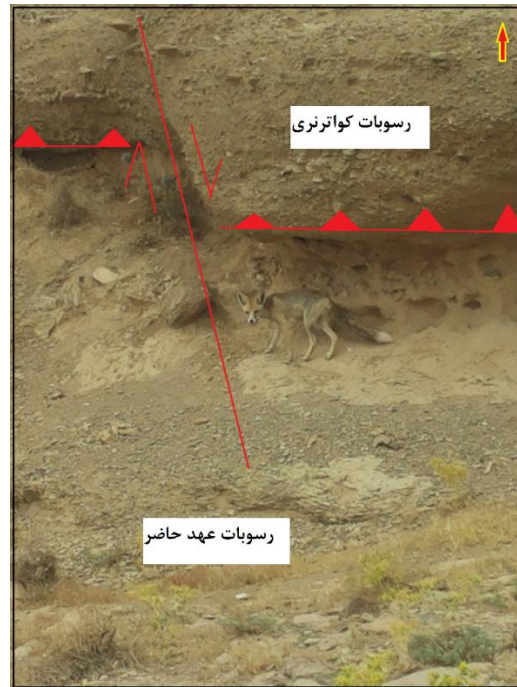
شکل ۳-۶۵- تصویر صحرایی از ایستگاه شماره سه گسل آرکوبین. دید به سمت خاور

از نشانه‌های فیزیوگرافیک نمایان شده این ایستگاه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
ترک خوردگی آسفالت جاده: با توجه به شکل ۳-۶۶ در امتداد مسیر جاده که منطبق بر امتداد گسل (خاوری- باختری) یک شکستگی قابل مشاهده است (با توجه به بررسی‌های صورت پذیرفته در خصوص گسل‌های پنهان می‌توان این مورد را به صورت یک شاهد در نظر گرفت).



شکل ۳-۶۶- تصویر ترک موجود در جاده منطبق با امتداد گسل. دید به سمت خاور

تراس‌های آبرفتی: در امتداد این گسل در بخش شمالی رودخانه، در اثر فعالیت این گسل باعث بالا آمدگی رسوبات کنگلومرای کواترنری گردیده است (شکل ۳-۶۷).



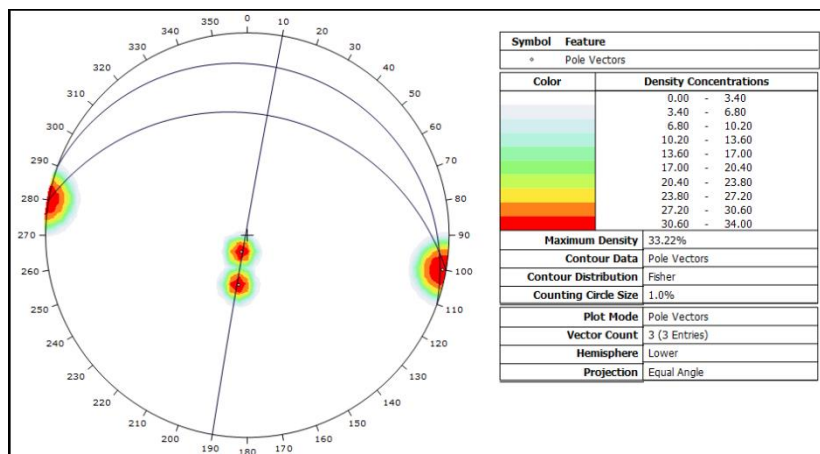
شکل ۳-۶۷- تراس آبرفتی بخش شمالی به همراه راندگی و گسل خوردگی نرمال. دید به سمت شمال باختر.

ایستگاه شماره چهار: در بخش باختری گسل آرکون و باختر روستای آرکون در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}42'28''$ $N:33^{\circ}54'59''$ قرار دارد. اطلاعات برداشت شده در این ایستگاه در جدول ۳-۲۹ آورده شده است.

جدول ۳-۲۹- برداشت‌های صورت گرفته در ایستگاه شماره چهار گسل آرکون

توضیحات	شیب و جهت شیب
راندگی واحد سنگی کنگلومرا	10/N20E
گسل آرکون	28/N10E
گسل خوردگی واحد سنگی کنگلومرا	89/N80W

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت ایستگاه شماره چهار در شکل ۳-۶۸ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۶۸- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره چهار

تصاویر صحرایی از این ایستگاه در شکل ۳-۶۹ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۶۹- قرارگیری واحد سنگی کنگلومرا بر روی رسوبات کنگلومرایی و رسوبات عهد حاضر. دید به سمت شمال خاوری.

از دیگر نشانه‌های فیزیوگرافیک نمایان شده توسط این گسل در این ایستگاه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

رسوبات کنگلومرا کواترنری در بخش خاوری این گسل در بستر رودخانه قرار دارد و در بخش باختری این گسل واحد سنگی کنگلومرا در ارتفاعی بیش از ۸ متری بستر رودخانه بر روی رسوبات کنگلومرای کواترنری قرار گرفته است، همچنین رسوبات کنگلومرای کواترنری بر روی رسوبات عهد حاضر قرار گرفته است (شکل ۳-۶۹)، که این مساله به مؤلفه راندگی این گسل اشاره دارد.

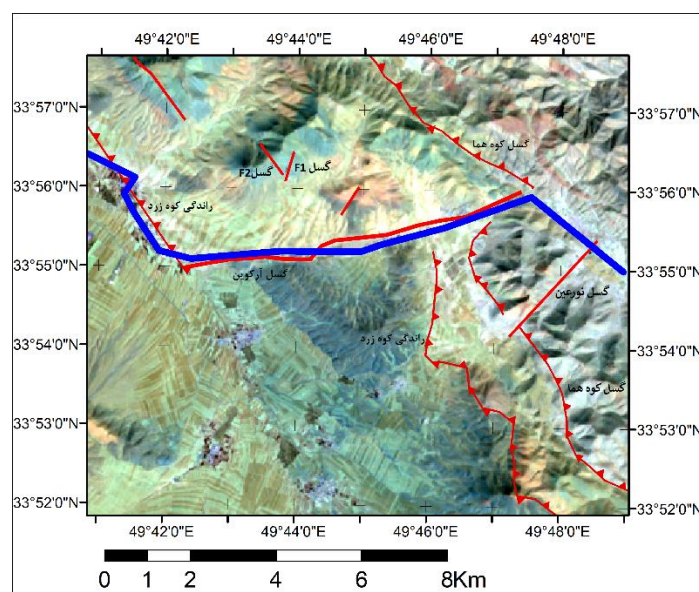
تکرار و گم شدگی چینه‌ها: با توجه به عملکرد گسل‌ها بعضی از لایه‌ها دچار ناپدید شدگی شده‌اند، که می‌توان به شکل ۳-۵۲ اشاره نمود. که در آن واحد سنگی فیلیت دوران تریاس توسط آهک‌های کرتاسه پائینی به وسیله این گسل پوشیده شده است.

قرارگیری دو رخساره متفاوت: این گسل به عنوان یک گسل امتدادلغز که جابجایی افقی دارند، باعث قرارگیری دو رخساره متفاوت سنگ‌های کرتاسه در برابر سنگ‌های تریاس شده است (شکل ۳-۵۲).

قرارگیری چشمه‌ها: با توجه به این نکته که گسل‌ها مسیر مناسبی برای جابجا شدن آب‌های زیر سطحی می‌باشد و در بعضی نقاط آب‌های موجود توسط این گسل‌ها به سطح زمین راه پیدا می‌کنند.

قرارگیری چشمه‌ها در بخش پیشانی کوه نشانه‌ای از وجود گسل در امتداد این چشمه‌ها و وجود ارتباط بین چشمه‌ها و گسل مربوطه داتست. پنج چشمه آب در امتداد این گسل وجود دارد که در شکل ۳-۵۹ نشان داده شده است.

بریدگی در امتداد ساختمانها: اگر چینه‌ها بطور ناگهانی در مقابل طبقاتی که از جنس و ساختمان مختلف قرار گیرند، در امتداد این دو بخش ممکن است گسلی موجود باشد. با توجه به شکل ۳-۷۰ همچنین گسل‌ها نیز توسط این گسل عمود بر این امتداد قطع شده‌اند. گسل آرکونین در میانه گسل کوه زرد قرار دارد. که با راستا و حرکتی متفاوت باعث جابجایی گسل کوه زرد شده است.



شکل ۳-۷۰- محل قرارگیری گسل‌ها در تصویر ماهواره لندست ۸ (باند ۲، ۴، ۷)

آبراهه‌ها: آبراهه ایجاد شده با سرمنشأ گرفتن از کوه‌های روستای نورعین شکل ۳-۷۰ در ابتدا مسیر حرکتی از سمت جنوب به سمت شمال باختری داشته است سپس تغییر مسیر داده و به راستای خاوری-باختری در امتداد گسل آرکوپین قرار گرفته است، و پس از آن دوباره مسیری به سمت شمال باختری را در پیش گرفته است (به موازات گسل‌ها).

۳-۲-۵ - گسل کوه آرگن

این گسل در کوه آرگن در شمال باختری روستای امان آباد با مختصات جغرافیای $E:49^{\circ}53'48''$ $N:34^{\circ}00'57''$ به طول ۲ کیلومتر در سطح زمین نمایان است. دلیل نامگذاری این گسل قرارگیری آن در کوه آرگن می‌باشد. این گسل برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردد. برای پیدا کردن بهترین سطح این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در یک ایستگاه کوه آرگن مشاهده گردید. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۷۱ و تصاویر از جنس واحدهای سنگی صفحه فرودیواره و صفحه فرادیواره در شکل ۳-۷۲ و شکل ۳-۷۳ نشان داده شده است. این گسل با فعالیت معکوس باعث قرار گیری توده آذرین گرانودیوریت در کنار سنگ آهک گردیده است.



شکل ۳-۷۱ - گسل کوه آرگن، قرارگیری توده آذرین در کنار سنگ آهک کرتاسه. دید به سمت شمال



شکل ۳-۷۲- سنگ آهک کرتاسه صفحه فرودیواره. دید به سمت شمال خاوری



شکل ۳-۷۳- توده سنگ آذرین گرانودیوریت، صفحه فرادیواره. دید به سمت شمال

برداشت اطلاعات از سطح گسل در جدول ۳-۳۰ آورده شده است.

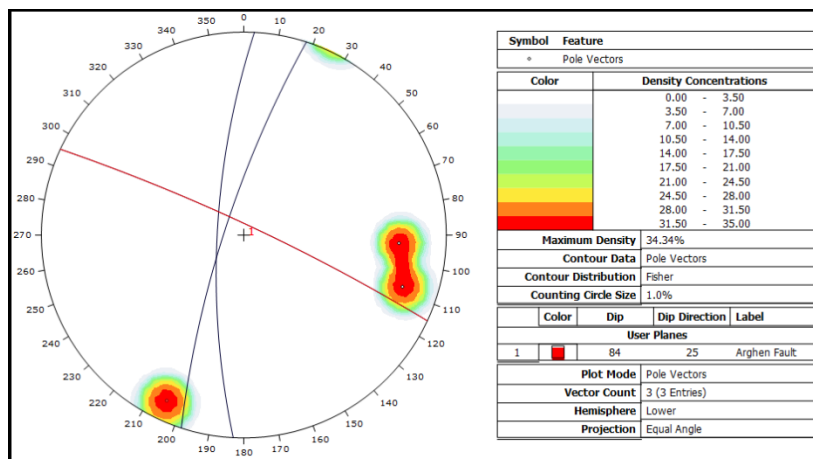
جدول ۳-۳۰- برداشت اطلاعات حاصل از ایستگاه کوه آرگن

توضیحات	گسل معکوس آرگن	شکستگی	گسل فرعی
شیب و جهت شیب	84/N25E	75/N87W	79/N72W

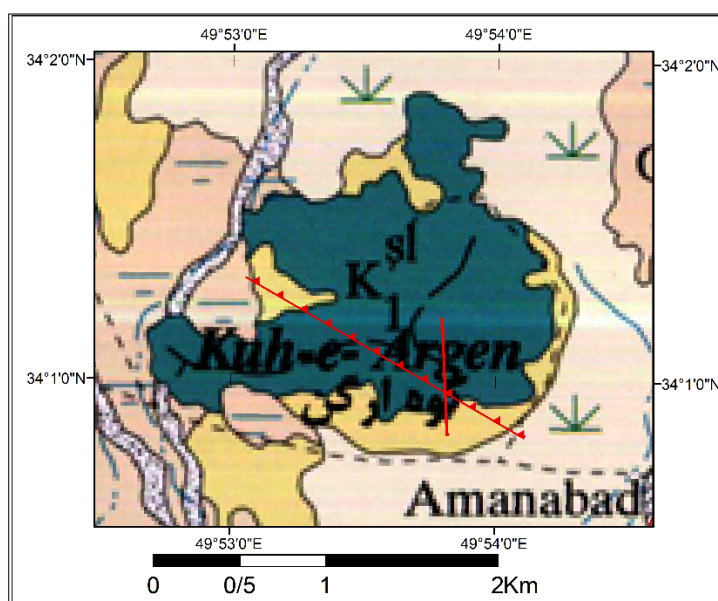
با توجه به برداشت داده این گسل دارای سازوکار معکوس با راستای شمال باختر-جنوب خاور و شیب

به سمت شمال خاوری می باشد. تصویر استریوگرام برداشت این ایستگاه در شکل ۳-۷۴ به نمایش

درآمده است. موقعیت قرارگیری این گسل در نقشه زمین شناسی شکل ۳-۷۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۷۴- تصویر استریوگرام حاصل از برداشت اطلاعات



شکل ۳-۷۵- موقعیت قرارگیری گسل آرگن در نقشه زمین‌شناسی (رادفر و کهنسال ۱۳۸۳)

از دیگر نشانه‌های فیزیوگرافیک این گسل می‌توان به پرتگاه گسلی مرکب^۸ اشاره نمود (شکل ۳-۷۱). یک نوع پرتگاه گسلی توسط گسل معکوس آرگن ایجاد گردیده است، که در بخش فرادیواره توده سنگ آذرین را به سمت جنوب بر روی بخش فرودیواره سنگ‌های آهکی حرکت داده است.

^۸ Composite fault scarp

۳-۲-۶ - گسل نظم آباد

گسل نظم آباد برای اولین بار در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) به نمایش درآمده، و توسط کوهپیما (۲۰۱۳) به نام گسل نظم آباد معرفی گردید. علت نامگذاری این گسل قرارگیری گسل در شهرک نظم آباد می‌باشد. این گسل به طول ۶ کیلومتر و در قسمت جنوبی شهر اراک در منطقه نظم‌آباد واقع گردیده است.

برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل از چهار ایستگاه در دو ایستگاه مشخص گردید.

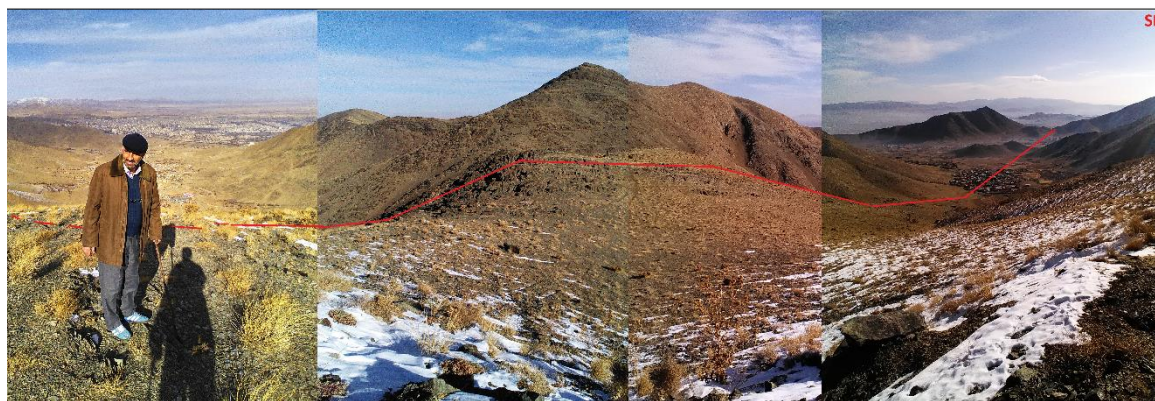
ایستگاه شماره یک: در جنوب باختری شهرک نظم آباد با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}44'47''$ ایستگاه شماره دو: $N:34^{\circ}02'31''$ با سازوکاری نامشخص مشاهده گردید. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۷۶ الی ۷۸ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۷۶- تصویر صحرایی گسل نظم آباد (با خط چین مشخص گردیده) دید به سمت شمال.



شکل ۳-۷۷- تصویر صحرایی گسل نظم آباد دید به سمت جنوب خاوری



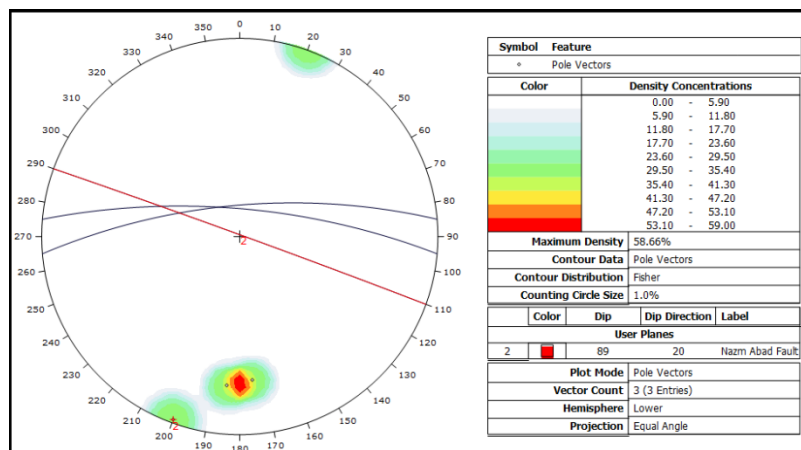
شکل ۳-۷۸- تصویر کلی از امتداد گسل نظم آباد

برداشت‌های صورت گرفته از این ایستگاه در جدول ۳-۳۱ آورده شده است.

جدول ۳-۳۱- برداشت اطلاعات از ایستگاه شماره یک

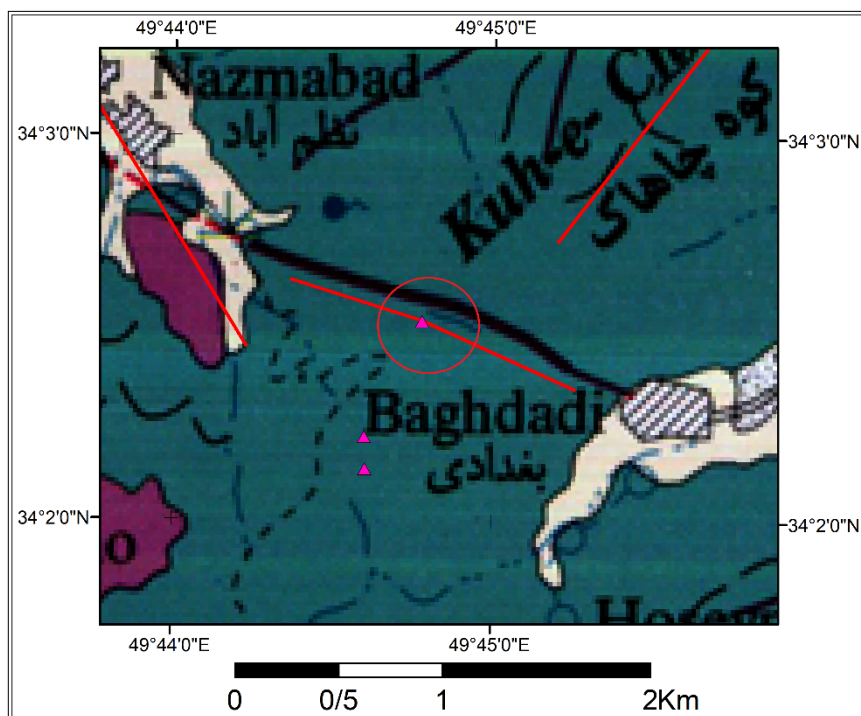
توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل نظم آباد	89/N20E
شیستوزیته بخش شمال خاوری گسل نظم آباد	74/N05E
شیستوزیته بخش جنوب باختری گسل نظم آباد	72/N05W

تصویر استریوگرام حاصل از جدول ۳-۳۱ در شکل ۳-۷۹ نشان داده شده است.



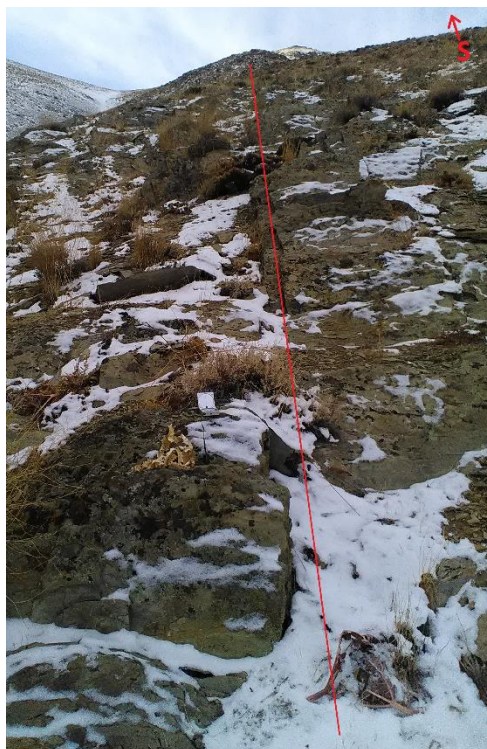
شکل ۳-۷۹- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره یک گسل نظم آباد

موقعیت گسل نظم آباد در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) در شکل ۳-۸۰ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۰- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره یک گسل نظم آباد در نقشه زمین‌شناسی اراک رادفر و کهنسال (۱۳۸۳)

ایستگاه شماره دو: در محدوده نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}44'14''$ $N:34^{\circ}02'16''$ تصاویر صحرایی این گسل در شکل ۳-۸۱ نشان داده شده است.



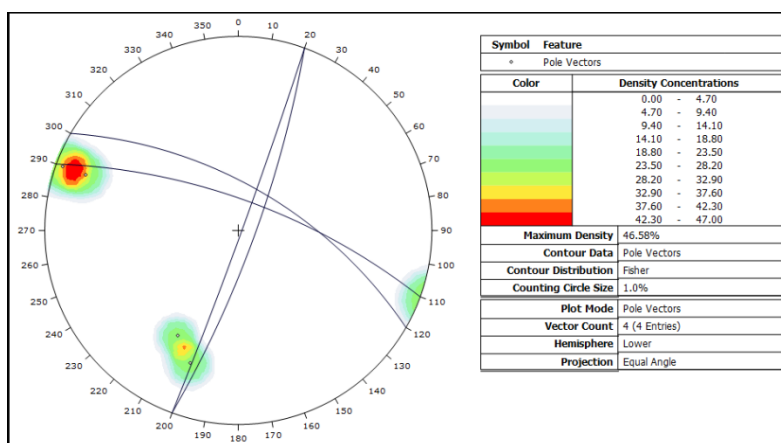
شکل ۳-۸۱- تصویر صحرایی ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد، دید به سمت جنوب باختری

اطلاعات برداشت شده از این ایستگاه در جدول ۳-۳۲ قرار داده شده است.

جدول ۳-۳۲- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد

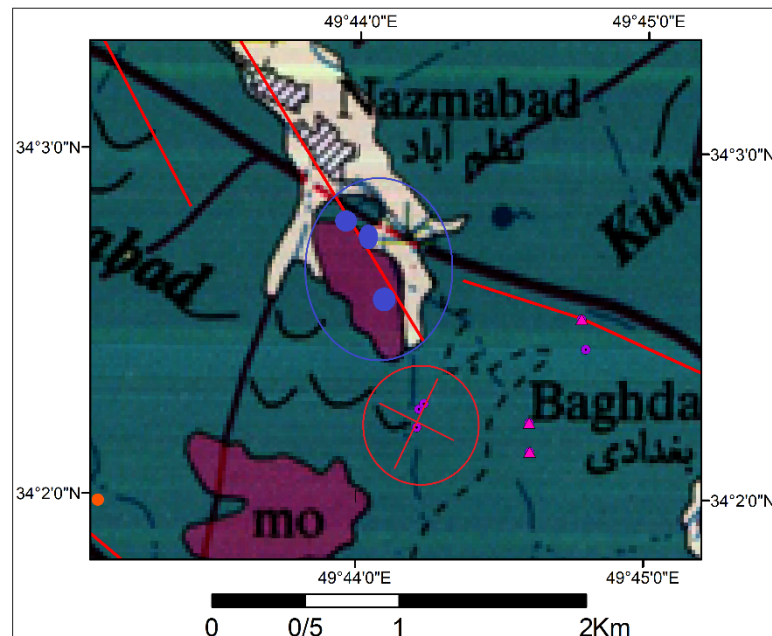
توضیحات	شکستگی	شکستگی	گسل	گسل
شیب و جهت شیب	64/N30E	72/N20E	88/S70E	80/S70E

تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد در شکل ۳-۸۰ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۲- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل نظم آباد

دیگر نشانه مورفولوژیکی موجود از گسل نظم آباد وجود چشمه آب در محدوده‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}44'05''$ $N:34^{\circ}02'34''$ ، سه چشمه آب مشاهده گردید که در محل تقاطع گسل نظم آباد با دره نظم آباد می‌باشد. موقعیت این ایستگاه و محل قرار گیری چشمه آب در این منطقه در نقشه زمین‌شناسی اراک رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) در شکل ۳-۸۳ نشان داده شده است.

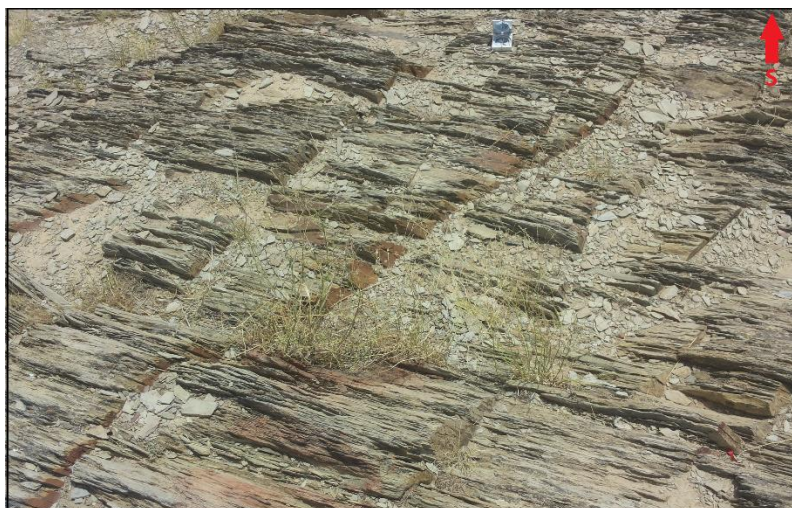


شکل ۳-۸۳- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره دو و محل قرارگیری چشمه‌ها در کادر آبی مشخص گردیده است. نقشه زمین‌شناسی اراک رادفر و کهنسال (۱۳۸۳)

ایستگاه شماره سه: این ایستگاه در جنوب شهر اراک در کوه نظم آباد با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}42'16''$ $N:34^{\circ}03'45''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از گسل نظم آباد و گسل‌های موجود به ترتیب در شکل ۳-۸۴ و شکل ۳-۸۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۴- تصویر صحرایی ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد، محل تقریبی گسل نظم آباد با خط چین مشخص شده است. دید به سمت جنوب خاوری.

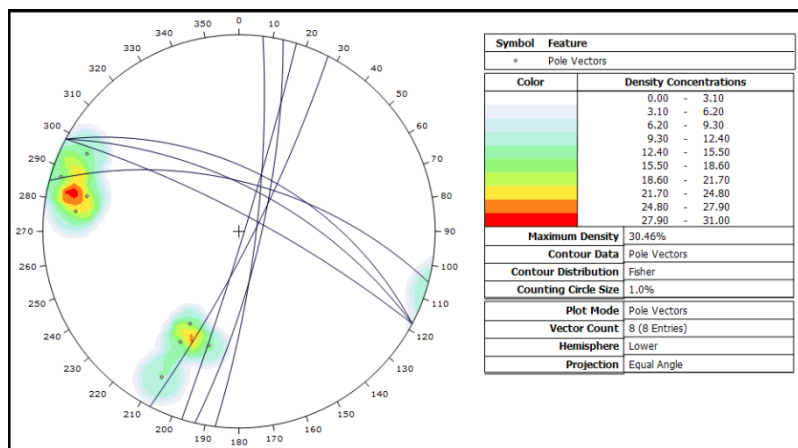


شکل ۳-۸۵- تصویر صحرایی از گسل‌های موجود در ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد، دید به سمت جنوب.

اطلاعات برداشت شده از این ایستگاه در جدول ۳-۳۳ و تصویر استریوگرام مربوط به این ایستگاه در شکل ۳-۸۶ آورده شده است.

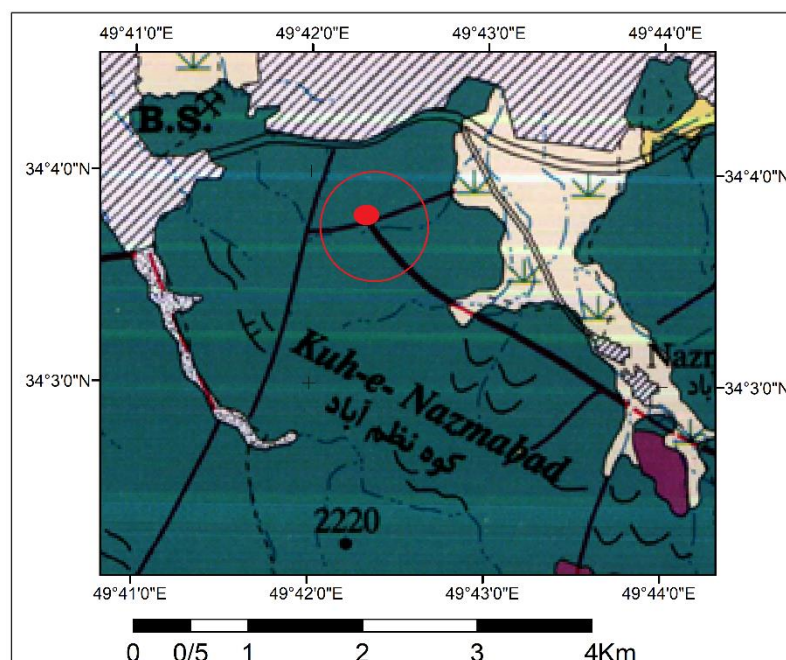
جدول ۳-۳۳- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد

توضیحات	شیب و جهت شیب	توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل	62/N15E	رگه کوارتز	80/N28E
گسل	87/S73E	گسل	56/N28E
گسل	77/S77E	گسل	65/N28E
گسل	80/S83E	گسل	82/S63E



شکل ۳-۸۶- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد

در تصویر سیکلوگرافیک شکل ۳-۸۶ ایستگاه مورد نظر دارای دو امتداد مشخص حاصل از گسل‌ها و رگه کوارتز موجود می‌باشد. دسته‌ای با امتداد ۱۱۰ و ۱۲۰ مربوط به گسل نظم‌آباد است و دسته درزه با امتداد تقریبی ۲۰ درجه مربوط به یک گسل فرعی موجود در منطقه می‌باشد. موقعیت این نقطه در نقشه زمین‌شناسی در شکل ۳-۸۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۷- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره سه گسل نظم آباد در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳)

ایستگاه شماره چهار: موقعیت قرارگیری این ایستگاه در کمربندی جنوب شهر اراک در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}42'46''$ $N:34^{\circ}04'10''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از این گسل در قسمت جنوبی جاده در شکل ۳-۸۸ و قسمت شمالی جاده در شکل ۳-۸۹ نشان داده شده است.



شکل ۳-۸۸- تصویر صحرایی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد قسمت جنوبی جاده. دید عکس به سمت جنوب.



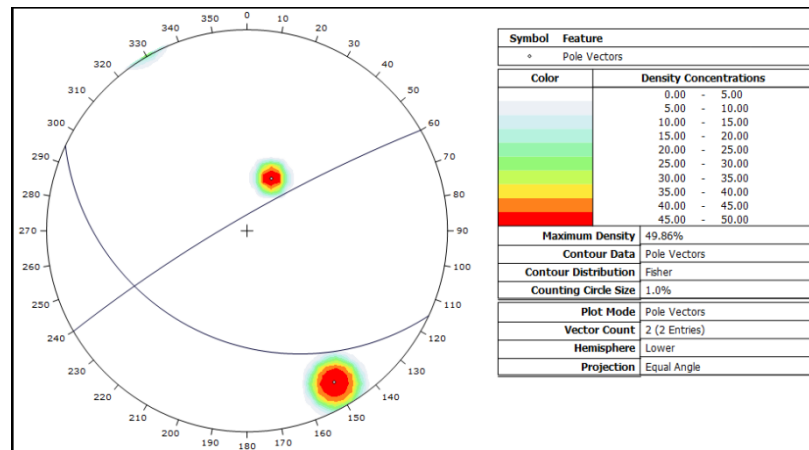
شکل ۳-۸۹- تصویر صحرایی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد قسمت شمالی جاده. دید عکس به سمت شمال.

اطلاعات برداشت شده از این ایستگاه در جدول ۳-۳۴ قرار داده شده است.

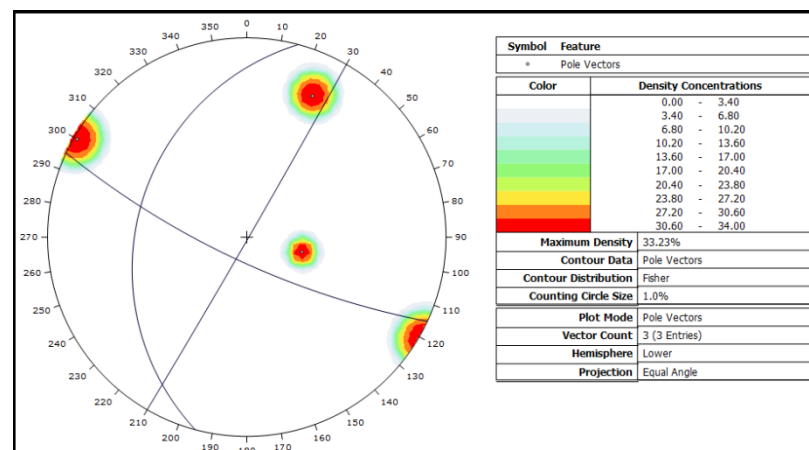
جدول ۳-۳۴- جدول برداشت اطلاعات در ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد

بخش شمالی		بخش جنوبی	
شیب و جهت شیب	توضیحات	شیب و جهت شیب	توضیحات
82/N30W	گسل	76/S25W	گسل
32/S25W	گسل	89/S60E	گسل
		32/N75W	گسل

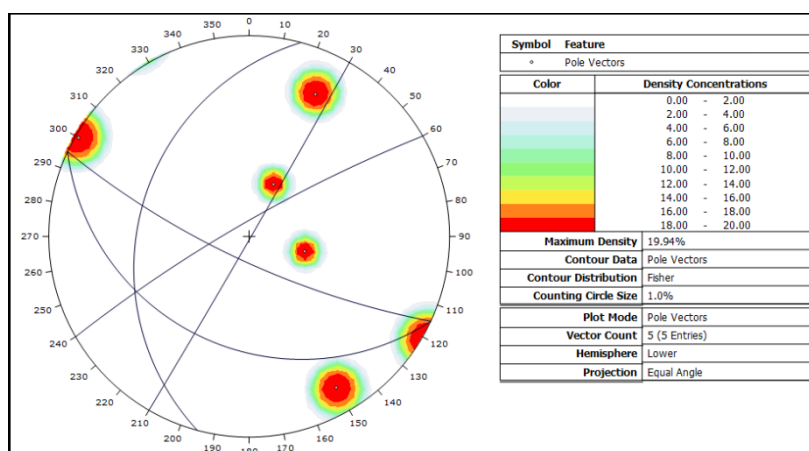
تصویر استریوگرام مربوط به بخش شمالی جاده در شکل ۳-۹۰ و تصویر استریوگرام مربوطه به بخش جنوبی جاده در شکل ۳-۸۹ نشان داده شده است. همچنین از مجموع داده‌های برداشت شده از ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد در شکل ۳-۹۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۹۰- تصویر استریوگرام بخش شمالی جاده

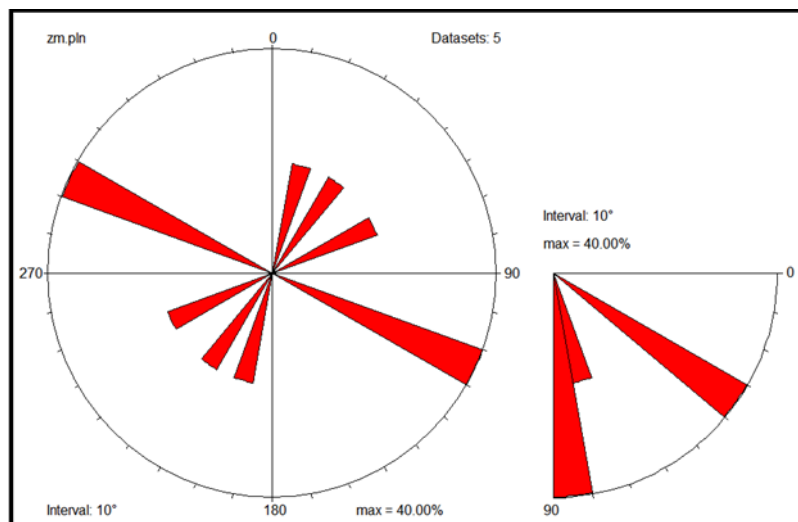


شکل ۳-۹۱- تصویر استریوگرام بخش جنوبی جاده



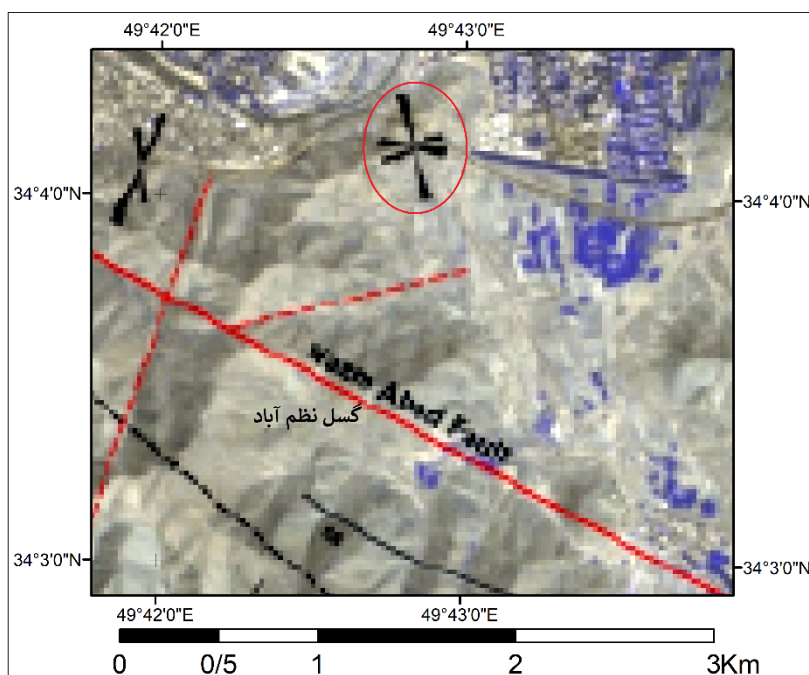
شکل ۳-۹۲- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد

تصویر رزدیاگرام امتدادی و رز دیاگرام شیبی گسل‌ها، این ایستگاه در شکل ۳-۹۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۹۳- تصویر رز دیاگرام امتدادی و رز دیاگرام شیبی ایستگاه شماره چهار گسل نظم آباد.

موقعیت این ایستگاه در نقشه زمین‌شناسی ساختاری کوهپایما (۱۳۹۷) در شکل ۳-۹۴ به نمایش درآمده است.



شکل ۳-۹۴- موقعیت قرارگیری ایستگاه شماره چهار در نقشه زمین‌شناسی ساختاری کوهپایما (۱۳۹۷)، رز دیاگرام مربوطه در این نقطه رز دیاگرام شکستگی می‌باشد.

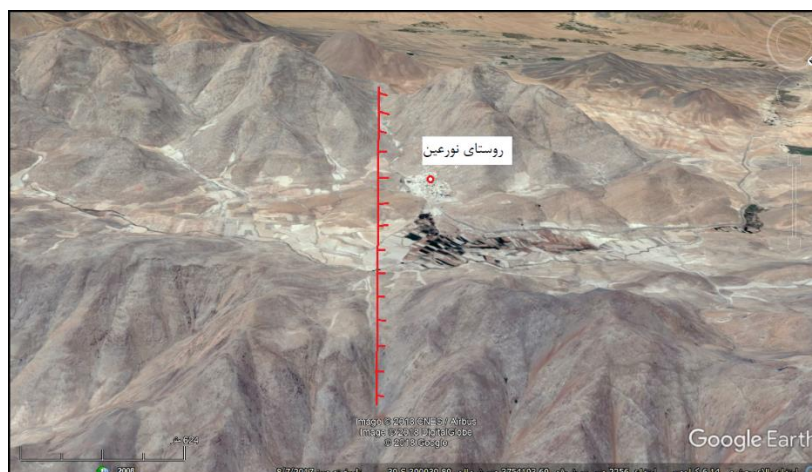
۷-۲-۳ - گسل نورعین

گسل نورعین برای اولین بار در این پژوهش معرفی گردیده است. علت نامگذاری این گسل قرارگیری در روستای نورعین می‌باشد. این گسل به طول سه کیلومتر در روستای نورعین مشاهده گردید. برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون در دو ایستگاه مشخص گردید.

ایستگاه شماره یک: در شمال خاوری روستای نورعین در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}49'11''$ و $N:33^{\circ}55'42''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۹۵ و تصویر گوگل ارث از این منطقه در شکل ۳-۹۶ نشان داده شده است.



شکل ۳-۹۵- تصویر صحرایی از ایستگاه شماره یک گسل نورعین، دید به سمت جنوب باختر



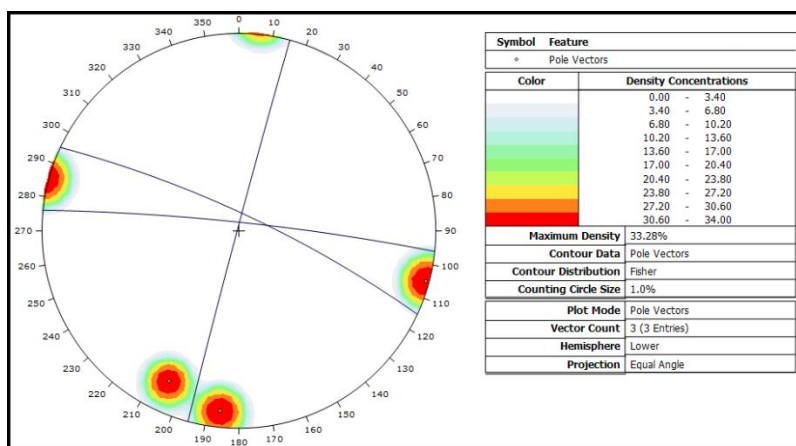
شکل ۳-۹۶- تصویر گوگل ارث از گسل نورعین، دید به سمت جنوب باختر

برداشت‌های صورت گرفته از این ایستگاه تنها از لایه‌های کوارتز موجود می‌باشد زیرا سطح گسلی در این نقطه مشاهده نگردید. ولیکن امتداد لایه‌های کوارتز با امتداد دره‌های ایجاد شده در شمال خاوری و جنوب باختر روستای نورعین برابر می‌باشد. این برداشت‌ها در جدول ۳-۳۵ آورده شده است.

جدول ۳-۳۵- برداشت اطلاعات از ایستگاه شماره یک گسل نورعین

توضیحات	شیب و جهت شیب
رگه کوارتز	85/N06E
رگه کوارتز	80/N25E
رگه کوارتز	89/N75W

تصویر استریوگرام حاصل از جدول ۳-۳۵ در شکل ۳-۹۷ نشان داده شده است.



شکل ۳-۹۷- تصویر استریوگرام مربوط به ایستگاه یک گسل نورعین

ایستگاه شماره دو: در روستای نورعین در محدوده نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}48'25''$ یک گسل نرمال با بالا آمدگی در حدود ۲ متر به طول ۳۰ متر در شکل ۳-۹۸ نشان داده شده است. همچنین یک گسل امتداد لغز نیز در مجاورت این گسل در شکل ۳-۹۹ نشان داده شده است.



شکل ۳-۹۸- تصویر صحرایی از گسل نورعین در ایستگاه شماره دو گسل نورعین.



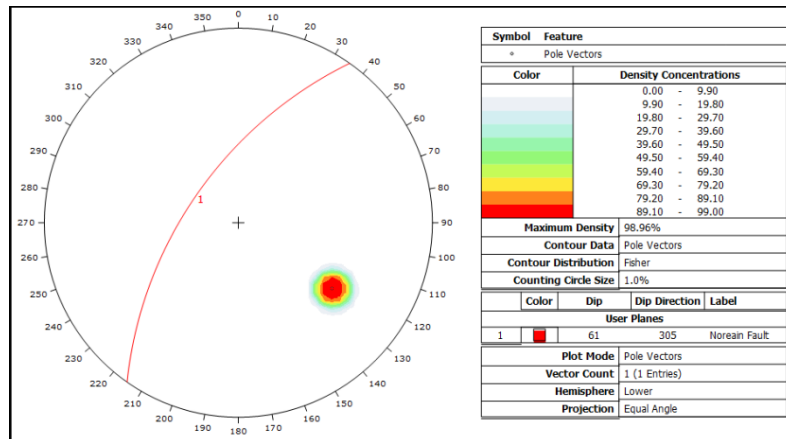
شکل ۳-۹۹- تصویر صحرایی از جابجایی رگه کوارتز در محدوده ایستگاه شماره دو گسل نورعین

اطلاعات برداشت شده از این ایستگاه در جدول ۳-۳۶ آورده شده است.

جدول ۳-۳۶- اطلاعات برداشت شده از ایستگاه شماره دو گسل نورعین

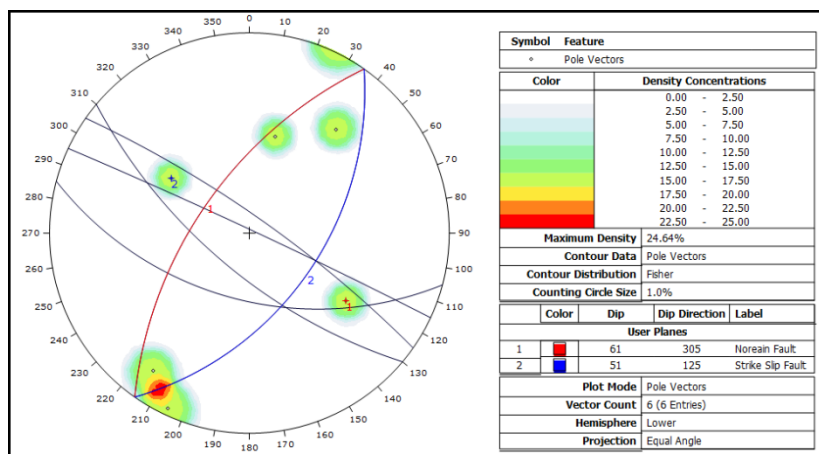
توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل نرمال نورعین	61/N55W
رگه کوارتز	80/N35E
رگه کوارتز	88/N25E
شیستوزیته	53/S15W
شیستوزیته	68/S40W
گسل امتداد لغز	51/S55E

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت‌های صورت گرفته از این ایستگاه در شکل ۳-۱۰۰ و شکل ۳-۱۰۱ نشان داده شده است.



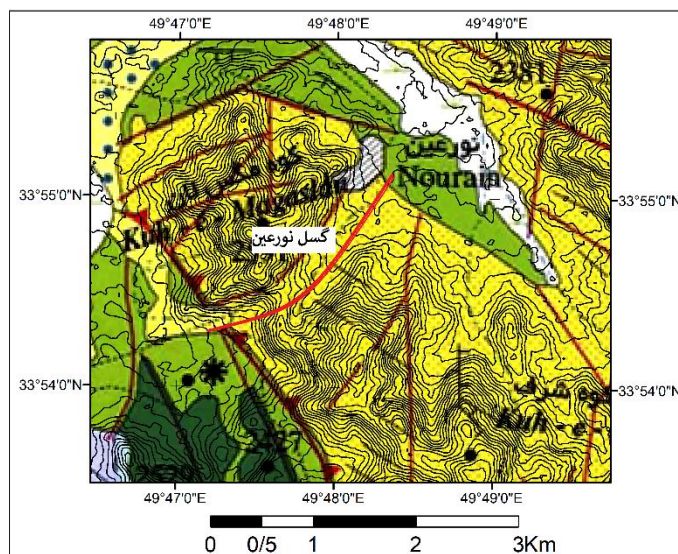
شکل ۳-۱۰۰- تصویر استریوگرام ایستگاه شماره دو گسل نورعین، گسل نرمال نورعین.

گسل نورعین دارای سازوکاری نرمال و شیب به سمت شمال خاوری است. همچنین گسل امتداد لغز مشاهده شده دارای حرکت راست بر و نیز هم راستا گسل نورعین می‌باشد.



شکل ۳-۱۰۱- تصویر استریوگرام مرتبط با گسل امتداد لغز و جابجایی شیبستیزیته و رگه کوارتز در ایستگاه شماره دو گسل نورعین

موقعیت قرارگیری این گسل در نقشه زمین‌شناسی حدادیان (۱۳۸۶) با تلفیق خطوط توپوگرافی حاصل از ماهواره لندست هشت در این نقشه در شکل ۳-۱۰۲ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰- موقعیت قرارگیری گسل نورعین در نقشه زمین‌شناسی حدادیان (۱۳۸۶) به همراه اضافه شدن خطوط توپوگرافی.

۳-۲-۸ - گسل کوه چاهاک

گسل کوه چاهاک برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردد. این گسل به طول ۲,۵ کیلومتر می‌باشد. و برای دستیابی به بهترین رخنمون سطح گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت. ایستگاه شماره یک: در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}45'58''$ $N:34^{\circ}03'33''$ سطح گسل به همراه پله گسلی مشاهده گردید. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۱۰۳ و پله گسلی موجود در سطح گسل در شکل ۳-۱۰۴ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰۴- تصویر پله گسلی موجود در سطح گسل، دید به سمت جنوب.



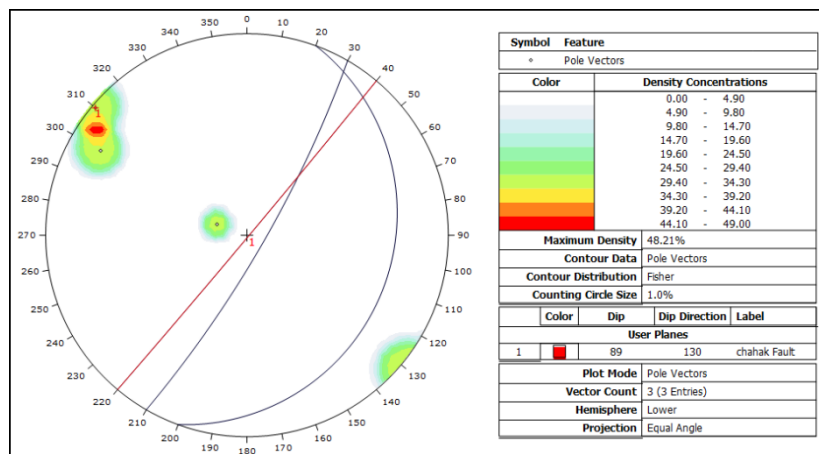
شکل ۳-۱۰۳- تصویر صحرایی ایستگاه شماره یک از گسل کوه چاهاک، دید به سمت جنوب.

اطلاعات برداشت شده در ایستگاه شماره یک در جدول ۳-۳۷ قرار داده شده است.

جدول ۳-۳۷- برداشت اطلاعات گسل کوه چاهاک

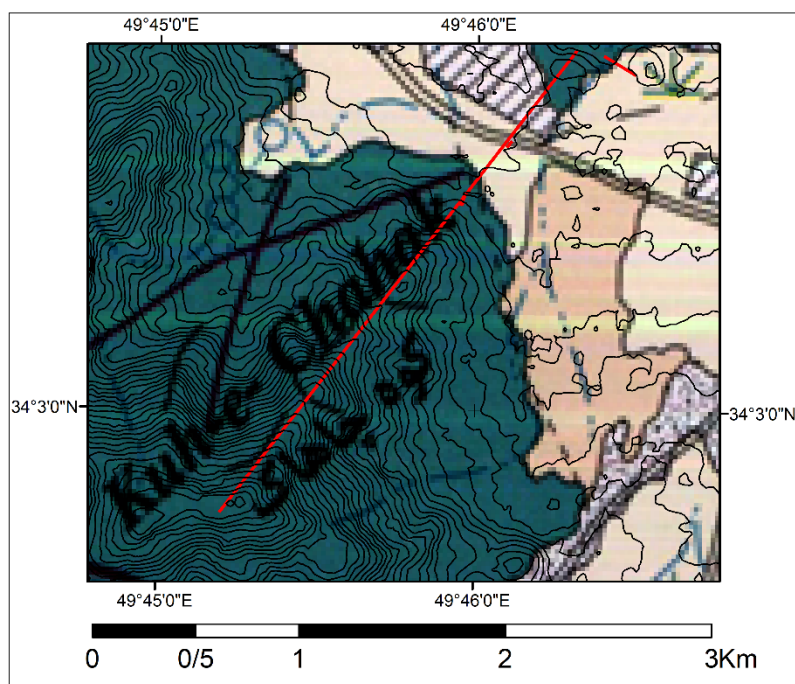
شیب و جهت شیب	توضیحات
89/S50E	گسل نرمال
18/S70E	گسل
80/S60E	رگه کوارتز

استریوگرام حاصل از ایستگاه شماره یک در شکل ۳-۱۰۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰۵- تصویر استریوگرام گسل کوه چاهاک

با توجه به برداشت‌های صورت پذیرفته و وجود پله‌های گسلی موجود در سطح گسل، این گسل با سازوکار نرمال و راستای شمال خاوری- جنوب باختری در امتداد دره کوه چاهاک واقع گردیده است. در شکل ۳-۱۰۶ موقعیت قرارگیری گسل در نقشه زمین‌شناسی تلفیق شده با خطوط توپوگرافی نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰۶- موقعیت قرارگیری گسل کوه چاهاک در نقشه زمین‌شناسی رادفر و کهنسال (۱۳۸۳) به همراه قرارگیری خطوط توپوگرافی.

ایستگاه شماره دو: در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}46'06''$ $N:34^{\circ}03'42''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از این ایستگاه در شکل ۳-۱۰۷ و ۳-۱۰۸ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰۷- تصویر شکستگی از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهاک



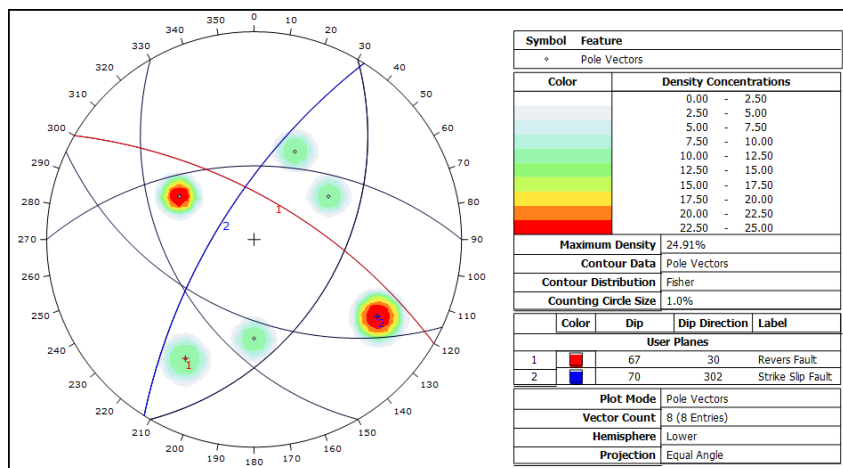
شکل ۳-۱۰۸- تصویر شکستگی‌های درون ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهاک

برداشت اطلاعات هندسی سطح گسل و شیستوزیته در جدول ۳-۳۸ قرار گرفته است. این برداشت‌ها در

استریوگرام شکل ۳-۱۰۹ نشان داده شده است.

جدول ۳-۳۸- برداشت اطلاعات هندسی از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهاک

توضیحات	شیب و جهت شیب	توضیحات	شیب و جهت شیب
شیستوزیته	45/S60E	گسل معکوس	67/N30E
شیستوزیته	45/S60E	گسل	50/S25W
شکستگی	51/S53E	گسل امتدادلغز	70/N58W
شستگی	45/S60W	گسل امتداد لغز	70/N58W



شکل ۳-۹-۱- تصویر استریوگرام حاصل از ایستگاه شماره دو گسل کوه چاهک

باتوجه به برداشت‌های صورت گرفته در دو ایستگاه گسل کوه چاهک در امتدادی بین ۳۰ تا ۴۰ درجه می‌باشد. شکستگی‌ها و شیبستوزیته ایجاد شده در این ایستگاه مرتبط با این گسل می‌باشد.

۳-۲-۹- گسل کنداب

این گسل در کوه آرگن در شمال خاوری روستای کنداب با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}52'08''$ $N:33^{\circ}59'50''$ به طول ۳ کیلومتر در سطح زمین نمایان است. دلیل نامگذاری این گسل قرار گیری در مجاور روستای کنداب می‌باشد. این گسل برای اولین بار در این پژوهش معرفی می‌گردد. برای پیدا کردن بهترین سطح این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در ایستگاه کنداب مشاهده گردید. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۱۱۰ نشان داده شده است. این گسل با فعالیت نرمال باعث جابجایی لایه‌ها به صورت نرمال به میزان ۸ متر شده است.



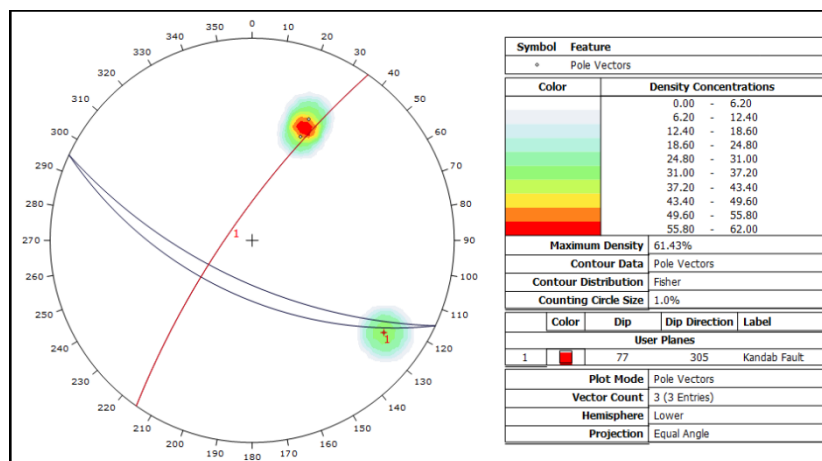
شکل ۳-۱۱۰- تصویر صحرایی از گسل کوه کنداب، دید به سمت شمال.

برداشت اطلاعات از سطح گسل و شیبستوزیته در این ایستگاه در جدول ۳-۳۹ آورده شده است.

جدول ۳-۳۹- برداشت اطلاعات حاصل از ایستگاه کنداب

توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل نرمال کنداب	77/N55W
شیبستوزیته	59/S25W
شیبستوزیته	67/S25W

تصویر استریوگرام حاصل از برداشت‌های صورت گرفته در شکل ۳-۱۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱۱- تصویر استریوگرام گسل کنداب به همراه تغییر شیب شیبستوزیته.

همچنین فعالیت گسل باعث تغییر شیبستوزیته از ۵۹ درجه به ۶۷ درجه، به میزان ۸ درجه به سمت جنوب تغییر پیدا نموده است.

۳-۲-۱۰- گسل F1

گسل F1 برای اولین بار در نقشه زمین‌شناسی ورچه، حدادیان (۱۳۸۶) توسط ابزار سنجش از دور نشان داده شده است. این گسل به طول ۱,۵ کیلومتر و راستای شمال خاوری- جنوب باختری در شمال گسل آرکون قرار دارد. برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}43'50''$ $N:33^{\circ}56'14''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۱۱۲ و تصویر ماهواره‌ای از این منطقه در شکل ۳-۱۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱۲- تصویر صحرایی از گسل F1، دید به سمت شمال باختر

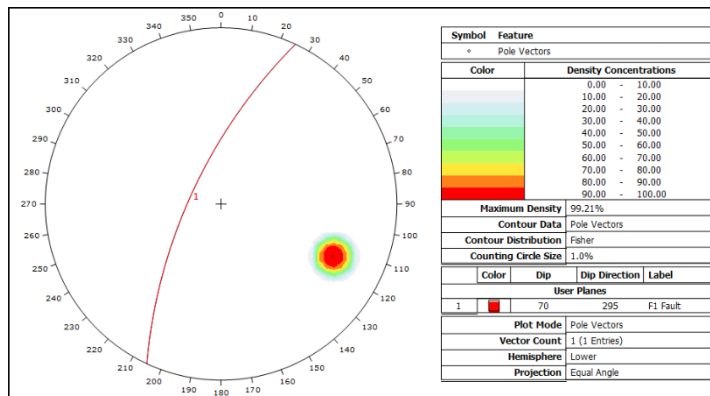


شکل ۳-۱۱۳- تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث از گسل‌های F1 و F2، دید به سمت شمال.

برداشت‌های صورت گرفته از این ایستگاه در جدول ۳-۴۰ آورده شده است. همچنین تصویر استریوگرام مربوطه در شکل ۳-۱۱۴ نشان داده شده است.

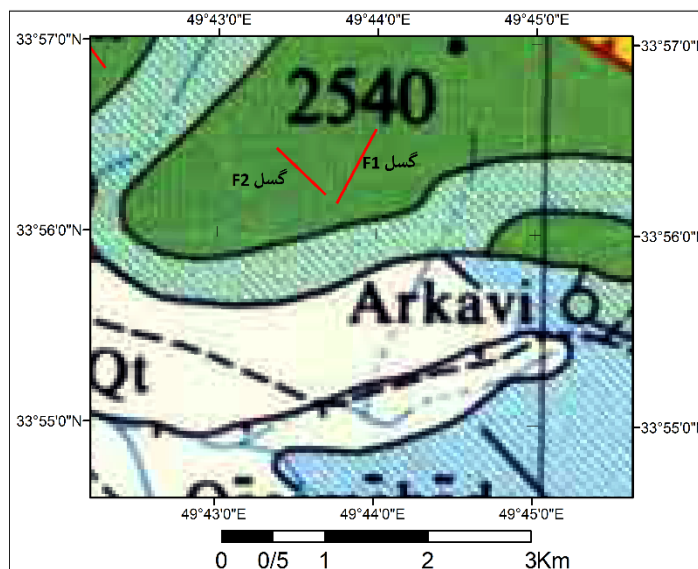
جدول ۳-۴۰- برداشت اطلاعات از ایستگاه گسل F1

شیب و جهت شیب	توضیحات
70/N65W	گسل معکوس



شکل ۳-۱۱۴- تصویر استریوگرام گسل F1

جایگاه این گسل در نقشه زمین‌شناسی تپله و همکاران (۱۹۶۸) در شکل ۳-۱۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱۵- جایگاه قرارگیری گسل F1 در نقشه زمین‌شناسی تپله و همکاران (۱۹۶۸)

۳-۲-۱۱- گسل F2

گسل F2 برای اولین بار در نقشه زمین‌شناسی ورچه، حدادیان (۱۳۸۶) توسط ابزار سنجش از دور نشان داده شده است. این گسل به طول ۱,۷ کیلومتر و راستای شمال خاوری- جنوب باختری در شمال گسل آرکون قرار دارد. برای پیدا کردن این گسل عملیات صحرایی صورت پذیرفت که بهترین رخنمون این گسل در نقطه‌ای با مختصات جغرافیایی $E:49^{\circ}43'40''$ $N:33^{\circ}56'19''$ قرار دارد. تصاویر صحرایی از این گسل در شکل ۳-۱۱۶ و تصویر ماهواره‌ای از این منطقه در شکل ۳-۱۱۳ نشان داده شده است.

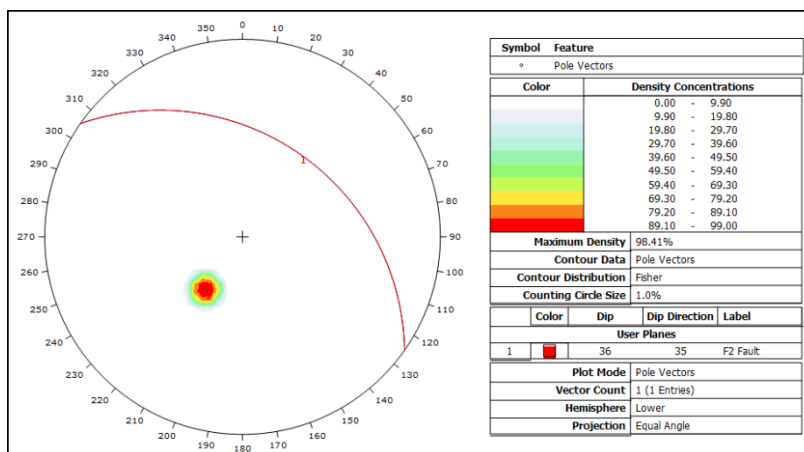
برداشت‌های صورت گرفته از این ایستگاه در جدول ۳-۴۱ قرار داده شده است و تصویر استریونت مربوط نیز در شکل ۳-۱۱۷ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۱۶- تصویر صحرایی از گسل F1 و گسل F2، دید به سمت جنوب خاوری

جدول ۳-۴۱- برداشت‌های صورت گرفته از سطح گسل F2

توضیحات	شیب و جهت شیب
گسل معکوس	36/N35E



شکل ۳-۱۱۷- تصویر استریوگرام گسل F2



فصل ۴ : نتیجه گیری و پیشنهادات



با توجه به برداشت‌های ساختاری صورت گرفته از چین‌ها و گسل‌های درون منطقه و دیگر مطالب بیان شده در فصل‌های پیشین، در این فصل به تشریح و ارائه نتایج بدست آمده پرداخته می‌شود.

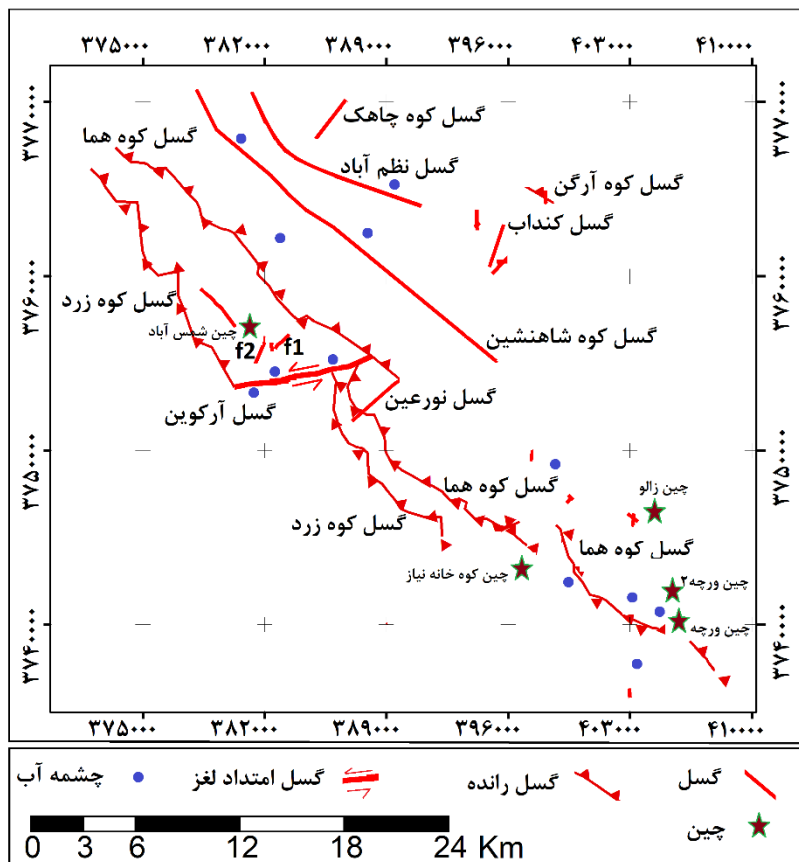
۴-۱ - الگوی گسلش

گسل‌ها نوعی ساختار خطی، همراه با جابه‌جایی هستند که بر تحولات زمین‌ساختی و همچنین تکوین حوضه‌های ساختاری-رسوبی و تحولات زمین‌ساختی گوناگون (دگرشیبی، چین‌خوردگی، ماگماتیسم) نقش مؤثری دارند. و بهترین نوع تقسیم بندی که برای گسل‌ها پیشنهاد شده است براساس چگونگی تولید و زایش آنها می‌باشد. که براساس نیروهای ایجاد کننده گسل می‌باشد. که جهتی که نیروها عمل کرده‌اند را مشخص می‌نماید. البته تقسیم بندی که در این بررسی صورت پذیرفته براساس حرکات نسبی دو دیواره نسبت به همدیگر می‌باشد که در طول گسل مشاهده شده است.

گسل‌های معکوس و رانده حدکوه و دشت را مشخص می‌کنند. همچنین بعضی از گسل‌ها در گذر تکاملی فعالیت خود، ممکن است گاه راستگرد، گاه چپگرد و گاه بدون حرکت باشد. و ما تنها آخرین فعالیت گسل را می‌توانیم مشاهده نماییم. همچنین در طول یک گسل، مقدار و سازوکار جابه‌جایی‌های صورت گرفته، ممکن است یکسان و همانند نباشد و یا ممکن است بخشی از یک گسل به صورت فشارشی و بخش دیگر آن به صورت کششی عمل کند. با توجه به برداشت‌های صورت گرفته از سطح گسل‌های درون منطقه، نقشه زمین‌شناسی ساختاری تهیه شده از منطقه مورد مطالعه در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.

مطالعه صورت گرفته بر روی گسل‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که گسل‌های اصلی این ناحیه دارای روند شمال باختری- جنوب خاوری می‌باشند. گسل‌هایی با روند شمال باختری- جنوب خاوری، شامل گسل نظم آباد، گسل کوه شاه‌نشین، گسل کوه هما، گسل کوه زرد می‌باشند، که از روند عمومی زون رسوبی- ساختاری زاگرس پیروی می‌کنند.

نقشه زمین‌شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک



شکل ۴-۱- نقشه زمین‌شناسی ساختاری جنوب و جنوب خاوری اراک.

گسل‌هایی با امتداد شمال خاوری- جنوب باختری معرفی شده دارای طولی کمتر از ۳ کیلومتر بوده و در اطراف گسل‌های اصلی مشاهده گردیده است که شاید بتوان این گسل‌ها را جزء گسل‌های فرعی به شمار آورد.

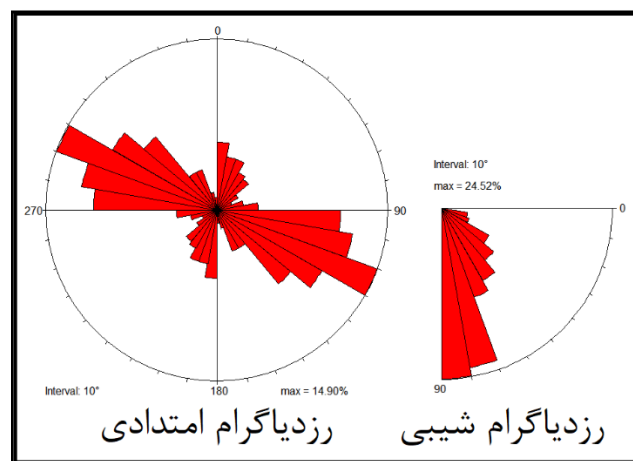
تعیین سازوکار بعضی از این گسل‌ها با توجه به قرارگیری در واحد سنگی آهک‌های توده‌ای کرتاسه نیازمند دقت فراوان می‌باشد. با توجه به شواهدی همچون خراش‌های گسلی، پله‌های گسلی، جابجایی رگه‌های کوارتز موجود سازوکار این گروه از گسل‌ها تشخیص داده شده است. همچنین وجود شواهد مورفولوژیکی کمک قابل توجهی در خصوص ردیابی گسل نموده است.

با توجه به این مطلب که در راستای راندگی‌ها باید به دنبال گسل‌های امتداد لغز نیز بود، در این منطقه نیز یک گسل امتداد لغز با راستای خاوری- باختری با نام گسل آرکوبین مشاهده گردید. راه‌های شناسایی

این گسل علاوه بر سطح گسل‌های هم امتداد گسل اصلی و شکستگی‌های موجود در راستای گسل مورد نظر می‌توان به وجود چشمه‌های آب در راستای گسل و شواهد مورفولوژیکی نیز اشاره نمود.

۴-۱-۱- بررسی هندسه و سازوکار گسل‌ها

با توجه به مطالعات صحرایی و اندازه‌گیری ۴۱۶ صفحه گسل و شکستگی‌ها از منطقه مورد مطالعه، تصویر رزدياگرام مربوطه در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. عناصر ساختاری موجود با دو روند مشخص شدند، روند غالب اکثر این گسل‌ها و شکستگی‌ها شمال باختری- جنوب خاوری می‌باشد و روند دیگر شمال خاوری- جنوب باختری می‌باشد. همچنین با توجه به رزدياگرام شیبی مربوطه بیشتر این گسل‌ها و شکستگی‌ها شیبی بیش از ۸۰ درجه را دارا می‌باشند.



شکل ۲-۴- تصویر رزدياگرام از برداشت‌های صورت گرفته از سطح گسل و شکستگی‌های درون منطقه

۴-۱- شواهد مرتبط با گسل‌ها

یکی از راه‌های شناسایی گسل‌های درون منطقه سیلیسی شدن و کاندگی^۹ می‌باشد. بدین صورت که شکستگی‌های وسیع یا در امتداد گسل‌ها یا به موازی این گسل‌ها و یا اینکه جزئی از شاخه‌های فرعی گسل‌ها می‌توانند باشند، و راهی مناسب برای حرکت محلول‌ها در این شکستگی‌ها ایجاد کنند. محلول‌ها

^۹ Silicification and mineralization

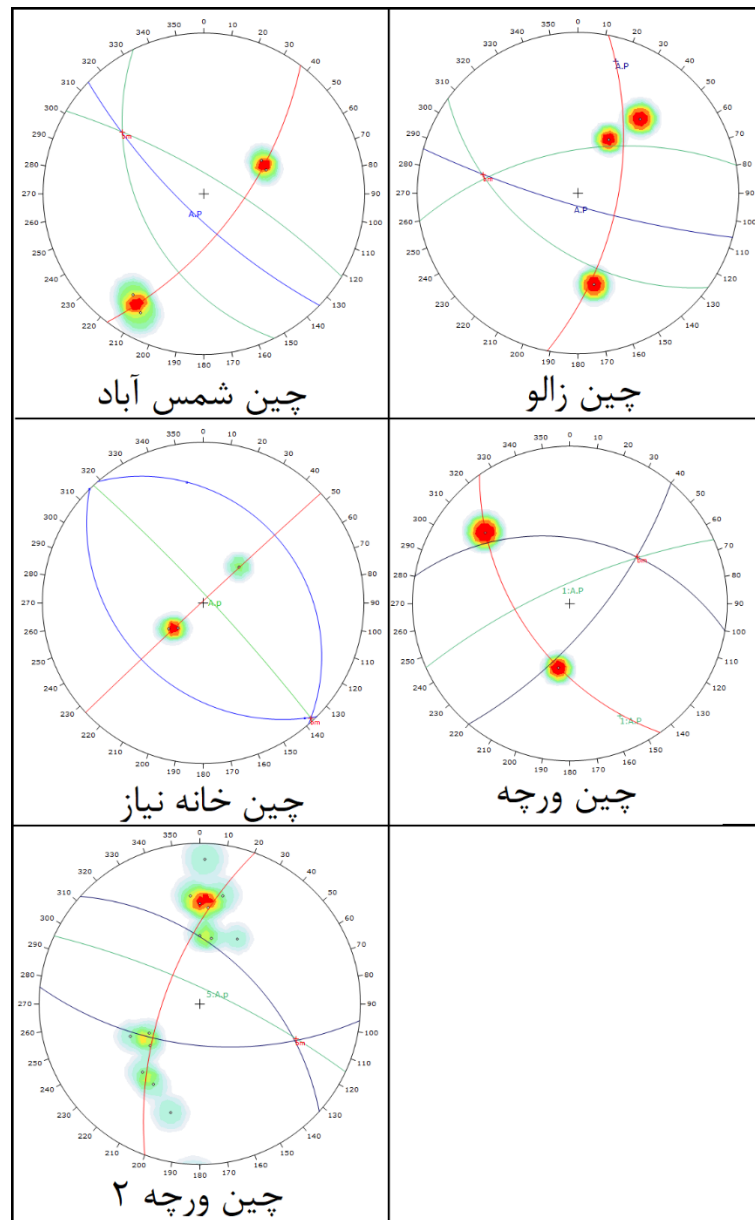
ممکن است سنگهای مجاور گسل که دچار شکستگی شده‌اند را با ذرات ریز سیلیس^{۱۰} جانشین کند که در نتیجه عمل سیلیسی شدن صورت می‌گیرد.

راه دیگر شناسایی گسل، گسل‌های فرعی ایجاد شده توسط گسل اصلی می‌باشد. به این صورت که شکستگی‌هایی که وابسته به فعالیت گسل‌ها هستند در امتداد یا به صورت موازی در کنار این گسل‌ها شکل می‌گیرند، که ممکن است بعضی از این شکستگی‌ها به گسل تبدیل شوند و گسل‌های فرعی دیگری نسبت به گسل اصلی بسازند. که می‌توان به عنوان یکی از راههای شناسایی گسل فرعی از گسل اصلی استفاده نمود. اکثر شکستگی‌هایی که به موازات گسل‌ها ایجاد گردیده از نوع شکستگی برشی هستند. در بعضی نقاط دو دسته شکستگی مشاهده گردید، که با یکدیگر زاویه ۶۰ درجه دارند و به نام شکستگی‌های برشی مزدوج معرفی می‌شوند.

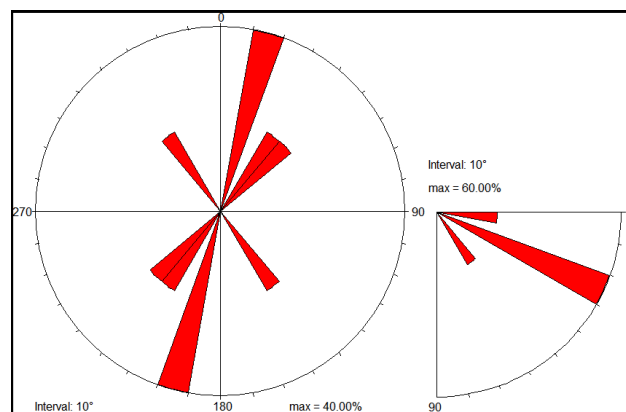
۲-۴ - الگوی چین خوردگی

وضعیت چین خوردگی در محدوده مورد بررسی منجر به شناسایی پنج چین گردید. جایگاه قرارگیری این چین‌ها در شکل ۱-۴ و تصویر استریوگرام برداشت شده از این چین‌ها در شکل ۳-۴ و همچنین تصویر رزیدیاگرام امتدادی و شیبی از موقعیت سطح محوری چین در شکل ۴-۴ نشان داده شده است. همچنین تصویر جایگاه چین‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سطح محوری و پلانژ در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.

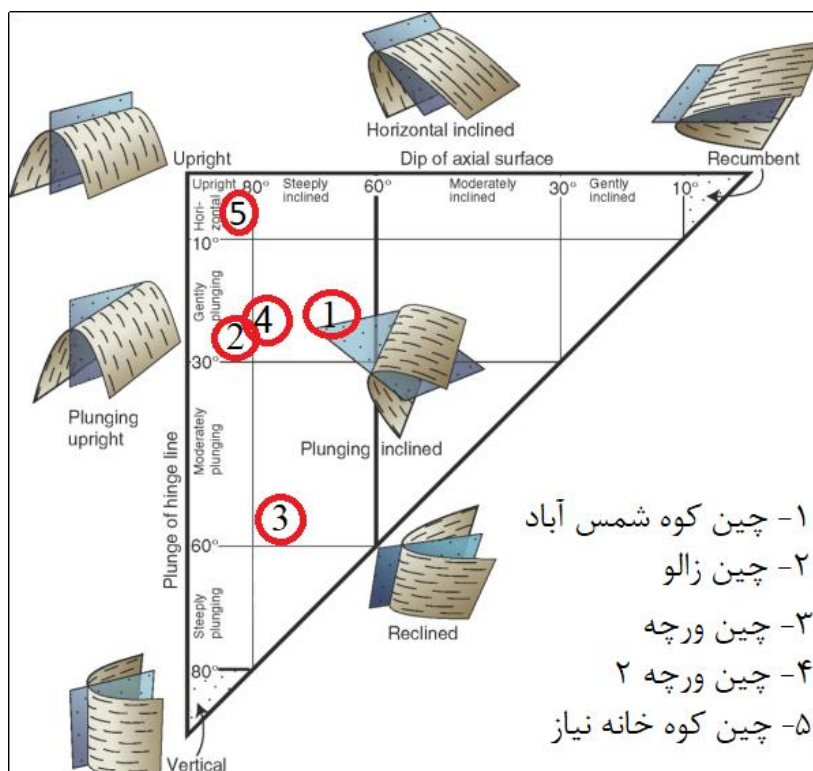
¹⁰ Silica



شکل ۴-۳- تصویر استریوگرام چین‌های درون منطقه



شکل ۴-۴- تصویر رزدياگرام امتدادی و شیبی از موقعیت سطح محوری چین‌های درون منطقه



شکل ۴-۵- جایگاه چین‌های بررسی شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس سطح محوری و پلانژ محور (فلوتی ۱۹۶۴)

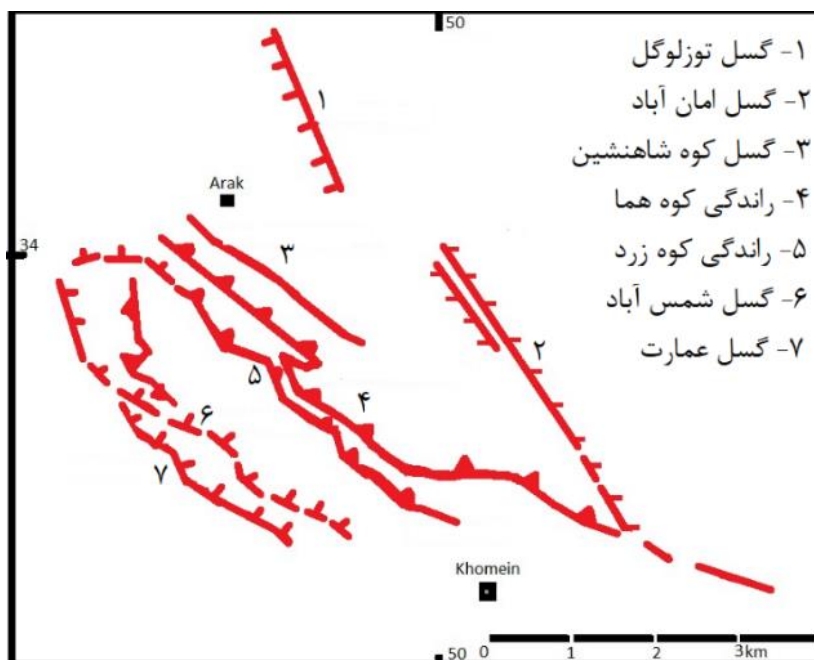
۳-۴ پیشنهادها

با توجه به پژوهش صورت گرفته موارد زیر پیشنهاد می‌گردد.

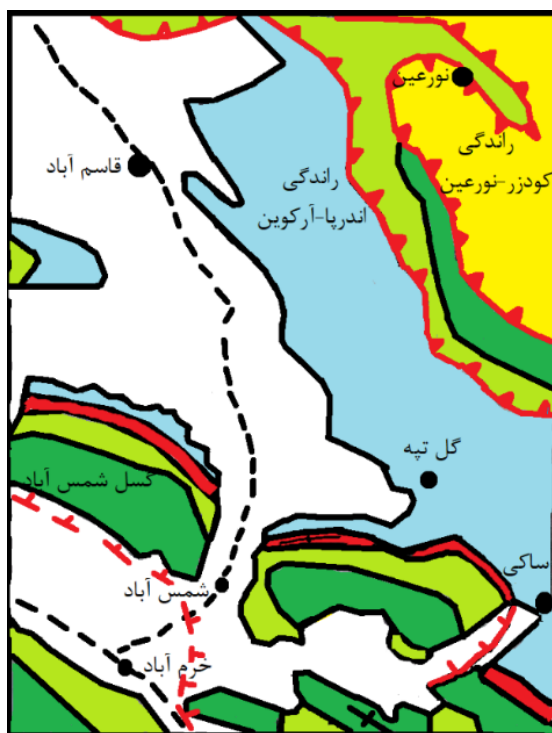
- ۱- انجام مطالعات ژئوفیزیکی به منظور شناسایی و بررسی گسل‌های پنهان درون منطقه و ساختارهای زیرسطحی، که منجر به شناخت بهتر از فعالیت‌های زمین‌ساختی می‌گردد.
- ۲- شناسایی گسل‌های غیر لرزه‌زا درون منطقه.
- ۳- بررسی میدان تنش وارد شده به منطقه.
- ۴- بررسی ارتباط بین چشمه‌های آب و فعالیت کانه‌زایی با گسل‌های درون منطقه.

پوست

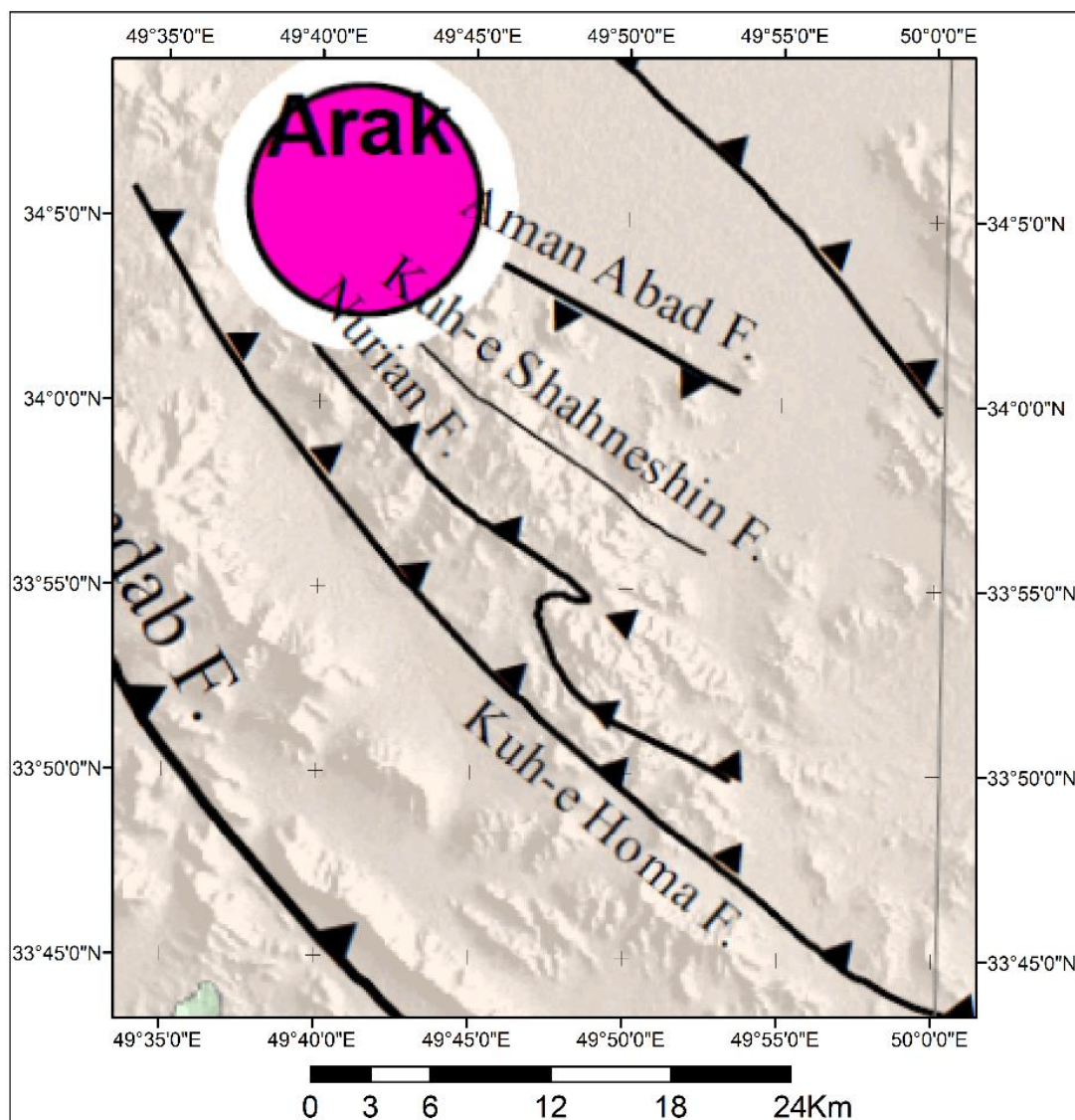
بخشی از نقشه‌ها و کروکی تهیه شده توسط دیگر زمین‌شناسان در این بخش به نمایش درآمده است.



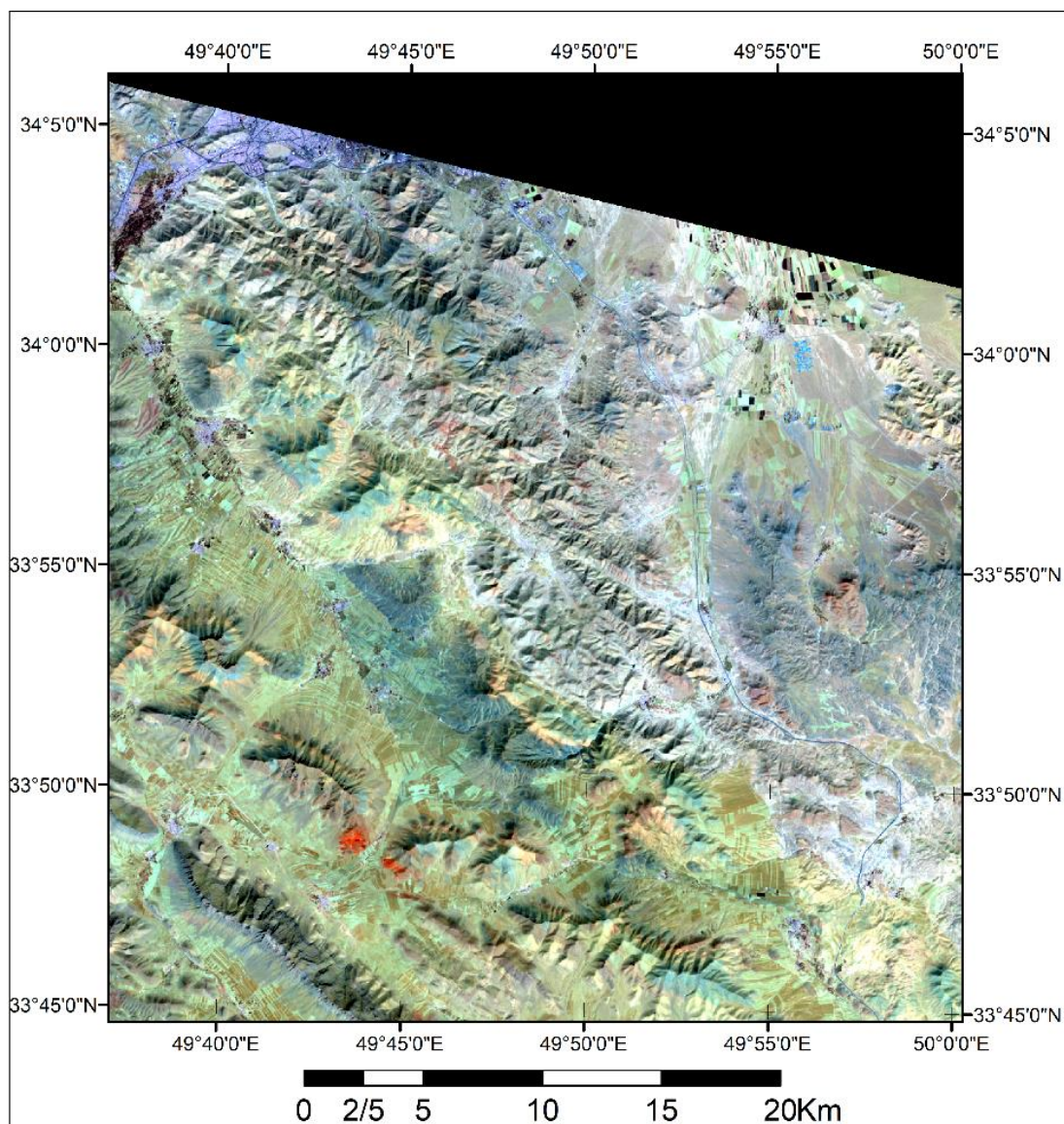
شکل ۴-۶- بخشی از کروکی تهیه شده توسط بربریان و قرشی (۱۳۶۵)



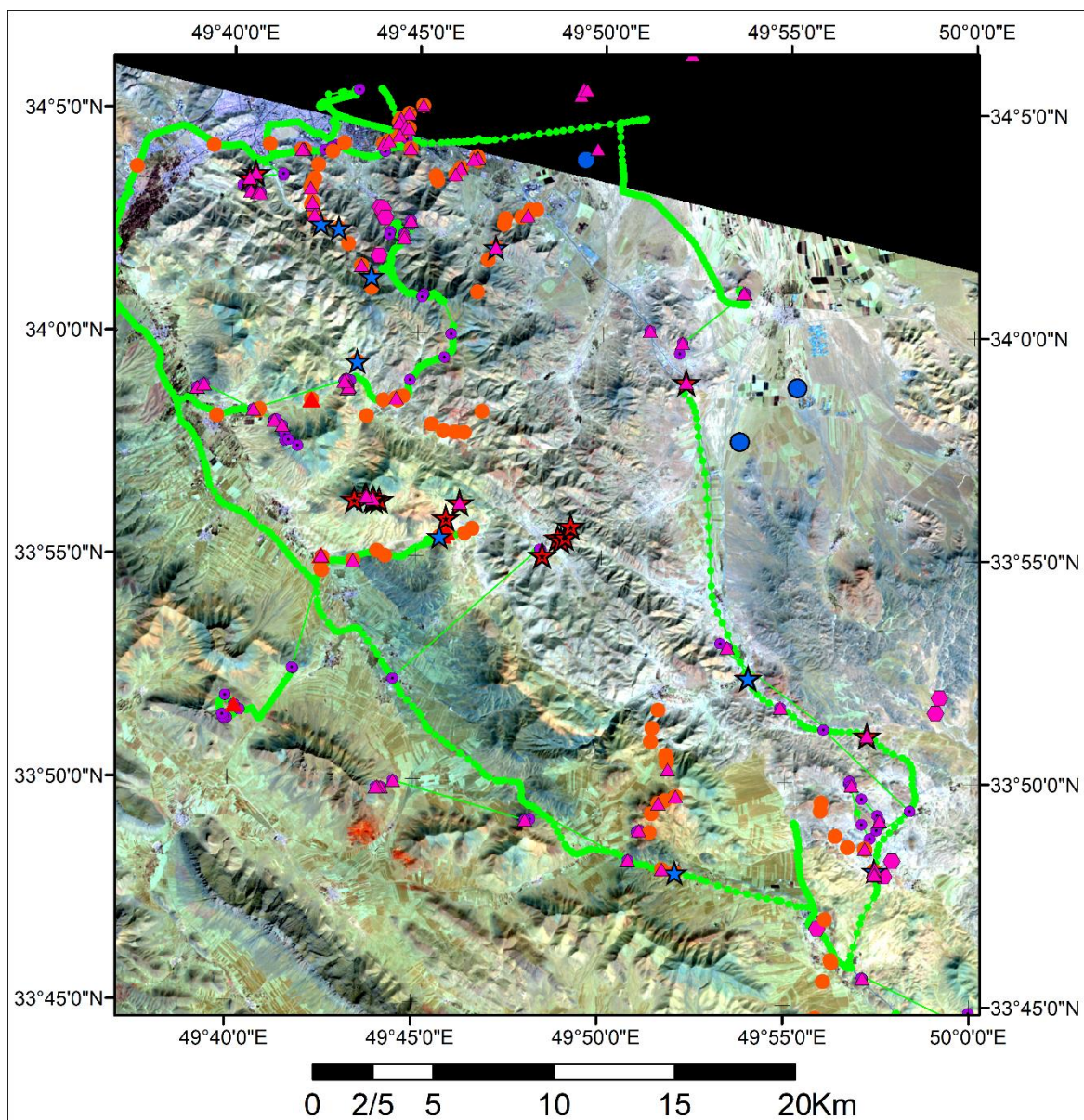
شکل ۴-۷- کروکی زمین‌شناسی تهیه شده توسط خدابخشی (۱۳۷۰)



شکل ۴-۸- نقشه تهیه شده توسط شیخ الاسلامی (۱۳۹۳)



شکل ۴-۹- تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ (طیف باند طبیعی، ۲، ۴، ۷).



شکل ۴-۱۰- تصویر نقاط برداشت شده و مسیر حرکت در تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ (طیف باند طبیعی، ۲، ۴، ۷)

اطلاعات موجود در پیوست دی وی دی ارائه شده شامل موارد زیر می باشد.

۱- فایل اکسل برداشت های صورت گرفته از منطقه ۶۳۴ مورد می باشد که شامل زمان برداشت داده ها

-موقعیت جغرافیایی بر اساس UTM- مشخصات هندسی گسل ها، درزه ها، لایه ها و چین های درون

منطقه - موقعیت جغرافیایی چشمه ها و دیگر موارد قابل ذکر.

۲- تصاویر و داده های زمین مرجع شده برای استفاده در محیط جی ای اس و گوگل ارث به همراه شیپ

فایل های ساخته شده در این پژوهش، شامل شش گیگ بایت اطلاعات می باشد.

۳- عکسبرداری صورت گرفته از منطقه مورد مطالعه.

۴- در صورت راهنمایی به آدرس ایمیل rezajadidi11@yahoo.com یا شماره تماس ۰۹۱۹۵۲۸۰۵۴۹

ارتباط برقرار نمایید.



منهج



- آقا نباتی، سید علی (۱۳۹۲). "زمین‌شناسی ایران". چاپ اول. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ایران‌پناه، ا. (۱۳۵۴). "زمین‌شناسی ساختمانی"، جلد اول، چاپ دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۹ ص.
- ایران‌پناه، ا. (۱۳۷۶). "زمین‌شناسی ساختمانی"، جلد دوم، چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۰ ص.
- باقری، ا (۱۳۸۴). پایان نامه ارشد "تهیه مدل آبخوان دشت امان آباد اراک با وارون سازی داده‌های مقاومت ویژه". دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- بربریان، م. قرشی، م. (۱۳۶۵). "پژوهش و بررسی لرزه زمین ساخت کاربردی در گستره نیروگاه حرارتی اراک"، سازمان زمین شناسی کشور.
- تیله، و. و همکاران. (۱۹۶۸). "نقشه زمین شناسی گلپایگان"، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.
- حاجیان، ج. ، و همکاران. (۱۳۷۰). "نقشه زمین شناسی قم"، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.
- حدادیان، م. (۱۳۸۶). "نقشه زمین شناسی ورچه"، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.
- خدابخشی س. (۱۳۷۰). "بررسی سنگ‌شناسی کرتاسه پائینی در منطقه جنوب اراک". پژوهشگاه صنعت نفت ایران- شرکت ملی نفت ایران.
- خسرو تهرانی، خ. (۱۳۶۷). "کلیاتی درباره چینه‌شناسی ایران و مقاطع تیپ تشکیلات". انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۲ ص.
- رادفر، ج. کهنسال، ر. (۱۳۸۳). "نقشه زمین شناسی اراک"، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور.
- سازمان هواشناسی کشور. www.irimo.ir
- سبزه‌ئی، م. (۱۳۶۴). "پایانی بر فرورائش (Subduction) در ایران. نمونه اختصاصی فرورائش در استعداد زون شکستگی زاگرس". چهارمین گردهمایی علوم زمین. سازمان زمین‌شناسی کشور.
- شیخ الاسلامی، م. و همکاران. (۱۳۹۳). "دانشنامه‌ی گسله های ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۶۰۰ ص.

- قربانی، م. (۱۳۹۳). "زمین شناسی ساختاری و تکتونیک ایران"، انتشارات آراین زمین. ۲۹۳ص.
- کوهپایما، م. کهنسال، ر. (۱۳۹۳). "نقشه ساختاری اراک"، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰. سازمان زمین شناسی کشور.
- ملک، ا. (۱۳۹۳). پایان نامه ارشد "هیدروژئوشیمی و ارزیابی زیست محیطی آب های زیر زمینی دشت خمین"، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- مؤید بختیار، س. صفری، م. (۱۳۹۳). "بررسی شکستگی های منطقه خمین-اراک با استفاده از سنجش از دور (تصاویر ETM+)". هشتمین همایش ملی تخصصی زمین شناسی دانشگاه پیام نور.
- نبوی، م، ح. (۱۳۵۵). "دییاجه ای بر زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی کشور.
- نقشه راه های ایران. مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور.
- Amidi, M. Majidi, B. (1977). "Geological Quadrangle map of Iran", No 6.D.Geological Survey of Iran.
- Berberian, M. King, G.S.P. (1981). "Continental deformation in Iranian 1.2 Lateau. Geological survey of Iran". Report No 52(p.527-535)
- Fleuty, M.J., (1964),"The description of fold, Proceedings of the Geologist Association", vol. 35, pp. 461-492.
- Javadi, H.R, Sheikholeslami, M, R. (2013). "Iran Fault Map on Provincial Subdivisions", Scale 1:1000000, Geological Survey of Iran.
- Stocklin, J. (1968). "Structural history and tectonics of iran". A review. Am. Assoc. pet. Geol. Bull, 52,1229-1258.

Abstract

The study area is located in the southern and southeast of the city of Arak, in the Sanandaj-Sirjan zone. Stratigraphic studies in this region confirm the existence of Mesozoic and Cenozoic rock units with the structural Northwest-Southeast trend. This area is formed by large-scale anticline and syncline. However, due to the masses of lime within the region, the influence of igneous masses, as well as the effects of faults and erosion, these anticlines and syntaxes are not completely determined at the Earth's surface. Five fold full names, Fold Mount Shams Abad, Fold Zalo, Fold Verche, Fold Verche 2, Fold khaneh Neyaz the first time introduced in this study. The number of 11 faults in this study has been investigated. These faults include the Kuh-e-Homa fault, Kuh-e-Shahneshin fault, Nazm Abad fault, Kuhe-Zard Trust, and Aragón fault with Northwest-Southeastern Trust, which corresponds to the Zagros Trust pattern. Mountain faults, Chahak faults, F1 fault and F2 faults, which are first introduced in this study, have a North-Southwest direction and faults with East-West faults, the fault of the Arkwin that the left fault is of a type of erosion, and the Noraeen fault. That is the fault is normal. Morphological symptoms have also been used to better identify major faults. Part of the fractures within the region are tensile and another part of these fractures is the shear fracture along the faults.

Keywords: Kuh-e-Homa fault, Kuh-e-Zard fault, Kuh-e-Shahneshin fault, Arkvin fault, Fold Verch, Fold Kuh-e- Shams Abad.



Shahrood University of
Technology

Faculty of of Earth Sciences
Tectonic Group

M.Sc.Thesis in Tectonic

Structural Geology Analysis in South and Southeast of Arak.

By:Reza Jadidi

Supervisor:

Dr. R.Ramazani Omali

January.2019