





دانشگاه شاهرود

دانشکده علوم زمین

گروه تکتونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان

تحلیل ساختاری الگوی چین خوردگی و گسلش در منطقه کاکان

(جنوب شرقی یاسوج)

حسن آرامش

استاد راهنما

دکتر رمضان رمضانی اومالی

استاد مشاور

دکتر عزیزالله طاهری

بهمن ۹۳

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : علوم زمین
گروه زمین شناسی - تکتونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای حسن آرامش

تحت عنوان: تحلیل ساختاری الگوی چین خوردگی و گسلش در منطقه کاکان (جنوب شرقی یاسوج)

در تاریخ ۹۳/۱۱/۲۷ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه بسیار خوب مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : دکتر عزیز الله طاهری		نام و نام خانوادگی : دکتر رمضان رمضانی اومالی

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر سعید عقیق پور		نام و نام خانوادگی : دکتر پرویز امیدی
			نام و نام خانوادگی : دکتر سعید اسلامی
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :



دانشگاه اسلامی ایران

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

باسمه تعالی

شماره:

تاریخ:

ویرایش:

فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای حسن آرامش رشته زمین شناسی گرایش تکتونیک تحت عنوان تحلیل ساختاری الگوی چین خوردگی و گسلش در منطقه کاکان (جنوب شرقی یاسوج) که در تاریخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۷ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

☐ مردود	☐ دفاع مجدد	☒ قبول (با درجه: بسیار خوب امتیاز ۱۸/۴۱)
--------------------------------	------------------------------------	--

۱- عالی (۲۰ - ۱۹) ۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸)

۳- خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶) ۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر رمضان رمضانی اومالی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر عزیز الله طاهری	استاد	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید سعیدزاده	استادیار	
۴- استاد ممتحن	دکتر پرویز امید	استادیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر سعید اسلامی	استادیار	

رئیس دانشکده:

امضاء

تقدیم بہ پدر و مادر

کہ از نگاہشان صلابت

از رفارشان محبت

واز صبرشان ایستادگی را آموختم.

بہتم بدرقہ راہ کن ای طایر قدس کہ دراز است رہ مقصد و من نوشم

شکریان نثار ایند منان کہ توفیق رار فیک راہم ساخت تا این پایان نامہ را بہ پایان برسانم.

در آغاز از خانوادہ کرامت تقدیرم کہ دعای خیرشان در تمام مراحل زندگی و تحصیلی ام پشتوانہ ام بودہ شکر و قدردانی می نمایم.

بر خود لازم می دانم کہ از اساتید محترم و سایر اشخاصی کہ در انجام این پژوهش مرا یاری کردہ اند، تقدیر و شکر نمایم:

ابتدا از استاد ارجمند و کتر رمضان رمضانانی کہ مسئولیت راہنمایی این پایان نامہ را بر عہدہ داشتہ اند و در کلیہ مراحل انجام پژوهش، ہموارہ بار راہنمایی های مفید و بی

دینشان را بجانب راد حل مشکلات یاری نمودہ و از پیچ کوششی مضائقہ ننمودند، نهایت پاس و قدردانی را دارم. بہنچنین مراتب انتان و پاسکزاری خویش را

بہ جناب آقای دکتر عزیزانہ طاہری کہ بہ عنوان استاد مشاور بار راہنمایی های خردمندانہ خویش مرا یاری نمودند، ابراز نمودہ و سلامتی و توفیق ایشان را آرزو مندم.

از جناب آقایان دکتر امید و دکتر اسلامی کہ داور این پایان نامہ رو بر عہدہ داشتند، پاسکزارم.

از جناب آقایان دکتر قاسمی، دکتر کاظمی، دکتر صادقان و دکتر کریمی کہ بار راہنمایی های مفیدشان بہ نحو مراد انجام این پژوهش یاری نمودند، تقدیر می نمایم.

از جناب آقای میر باقری و سرکار خانم سعیدی و سرکار خانم فارسی بی نهایت پاسکزارم.

و در نهایت از جناب آقای محمد گشکویی و تمام دوستانی کہ در انجام این پژوهش مرا یاری نمودند، بی نهایت پاسکزارم.

تعهد نامه

اینجانب حسن آرامش دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی تکتونیک دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تحت عنوان تحلیل ساختاری الگوی چین خوردگی و گسلش در منطقه کاکان (جنوب شرقی یاسوج)، به راهنمایی دکتر رمضان رضانی اومالی متعهد می شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .

چکیده

محدوده مورد مطالعه در استان کهگیلویه و بویراحمد و در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر یاسوج واقع شده است. بر طبق تقسیم بندی های زمین شناسی بخش عمده این منطقه در زاگرس مرتفع و بخشی از آن در زاگرس چین خورده قرار دارد و گسل کاکان به عنوان بخشی از گسل زاگرس مرتفع، در حد فاصل این دو ناحیه قرار دارد.

واحد های سنگی موجود در منطقه را واحدهای سنگی پالئوزوئیک (سازند هرمز)، مزوزوئیک (سازند کژدمی و سازند سروک)، سنوزوئیک (سازند پابده-گورپی، سازند چهارم، سازند رازک و رسوبات کواترنری) تشکیل می دهند.

دگرریختی اصلی در گستره مورد مطالعه به صورت چین خوردگی و گسلش انجام شده است. از مهمترین چین های موجود در منطقه می توان به ناودیس کاجیان، تاقدیس کاجیان، تاقدیس جهان آباد، تاقدیس پوزه و تاقدیس دهنو اشاره کرد. روند ساختاری این چین ها، شمال باختر- جنوب خاور بوده و هم روند با روند عمومی کمربند چین خورده - رانده زاگرس می باشند. تحلیل داده های برداشت شده از این چین ها گویای این است که جهت شیب سطح محوری اغلب چین های منطقه به سمت شمال خاوری بوده که می تواند متأثر از سمت فرورانش صفحه عربی به زیر ایران - مرکزی باشد.

گسل کاکان به عنوان بخشی از گسل زاگرس مرتفع، اصلی ترین گسل در محدوده مورد مطالعه می باشد.

تغییر در جهت محور تنش بیشینه (σ_1) به صورت پادساعتگرد، علاوه بر ایجاد تغییر در روند سطح محوری ناودیس کاجیان و تاقدیس جهان آباد، باعث ایجاد سازوکار غالب امتدادلغز راست بر، به عنوان جدیدترین مکانیسم در امتداد گسل کاکان شده است.

واژه های کلیدی: یاسوج، زاگرس، گسل کاکان

مقالات مستخرج از پایان نامه

آرامش، ح.، رمضانی اومالی، ر.، طاهری، ع.، (۱۳۹۳)، تحلیل هندسی و جنبشی الگوی چین خوردگی در ناحیه کاکان واقع در کمربند چین خورده-رانده زاگرس، هجدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات.....	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی	۲
۱-۳- آب و هوا و ژئومورفولوژی منطقه	۳
۱-۴- انگیزه پژوهش	۴
۱-۵- روش های بررسی	۵
۱-۵-۱- بررسی های میدانی	۵
۱-۵-۲- بررسی های دفتری	۵
۱-۶- پیشینه مطالعاتی	۶
فصل دوم: زمین شناسی عمومی	۹
۲-۱- تاریخچه تکتونیکي زاگرس	۱۰
۲-۲- زیر پهنه های زاگرس	۱۱
۲-۲-۱- زیر پهنه راندگی ها	۱۲
۲-۲-۲- زیر پهنه زاگرس چین خورده	۱۴
۲-۳- چینه شناسی	۱۶
۲-۳-۱- واحد سنگی پالئوزوئیک	۱۶
۲-۳-۲- واحدهای سنگی مزوزوئیک	۱۷
۲-۳-۳- واحدهای سنگی سنوزوئیک	۲۰
فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه	۲۵

۲۶	۱-۳- چین ها
۲۷	۱-۱-۳- ناودیس کاچیان
۳۴	۲-۱-۳- تاقدیس کاچیان
۳۷	۳-۱-۳- تاقدیس جهان آباد
۴۸	۴-۱-۳- تاقدیس پوزه
۵۱	۵-۱-۳- تاقدیس دهنو
۵۵	۲-۳- گسل ها
۵۵	۱-۲-۳- گسل زاگرس مرتفع (HZF)
۵۷	۲-۲-۳- گسل کاکان
۶۱	۳-۲-۳- گسل F_1
۶۲	۴-۲-۳- گسل F_2
۶۳	۵-۲-۳- گسل F_3
۶۵	۶-۲-۳- گسل F_4
۶۵	۷-۲-۳- گسل F_5
۶۷	۸-۲-۳- گسل F_6
۶۸	۹-۲-۳- گسل F_7
۶۹	۱۰-۲-۳- گسل F_8
۷۱	۱۱-۲-۳- گسل F_9
۷۱	۱۲-۲-۳- گسل F_{10}
۷۴	۱۳-۲-۳- گسل F_{11}
۷۴	۱۴-۲-۳- گسل F_{12}
۷۵	۱۵-۲-۳- گسل F_{13}
۷۸	۱۶-۲-۳- ارتباط گسل ها و الگوی دگرشکلی در منطقه

فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک	۸۱
۴-۱- شاخص گرادیان طولی رودخانه (SL)	۸۲
۴-۲- شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره (V_F)	۸۶
۴-۳- شاخص سینوسیته یا پیچ و خم رودخانه (S)	۸۹
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات	۹۱
۵-۱- الگوی گسلش	۹۲
۵-۲- الگوی چین خوردگی	۹۲
۵-۲-۱- ناودیس کاجیان	۹۲
۵-۲-۲- تاقدیس کاجیان	۹۳
۵-۲-۳- تاقدیس جهان آباد	۹۳
۵-۲-۴- تاقدیس پوزه	۹۴
۵-۲-۵- تاقدیس دهنو	۹۴
۵-۳- پیشنهادات	۹۷
منابع	۹۹

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه..... ۳
- شکل ۱-۲- نمایی از رخنمون سازندهای منطقه مورد مطالعه..... ۴
- شکل ۱-۲- موقعیت کمربند چین خورده - رانده زاگرس ۱۰
- شکل ۲-۲- برش شماتیک از مراحل تحولات زمین ساختی زاگرس..... ۱۲
- شکل ۳-۲- زیر پهنه های عمده زاگرس..... ۱۵
- شکل ۴-۲- برونزد سازند نمکی هرمز در شرق محدوده مورد مطالعه..... ۱۷
- شکل ۵-۲- نمایی از برونزد سازند کژدمی در هسته تاقدیس دهنو..... ۱۸
- شکل ۶-۲- نمایی از رخنمون سازند سروک..... ۱۹
- شکل ۷-۲- نمایی از رخنمون سازندهای جهرم و پابده - گورپی..... ۲۰
- شکل ۸-۲- نمایی از رخنمون سازندهای رازک و جهرم..... ۲۱
- شکل ۹-۲- نمایی از رسوبات کواترنری واقع در دشت کاکان..... ۲۳
- شکل ۱۰-۲- توالی سازندهای موجود در منطقه مورد مطالعه..... ۲۳
- شکل ۱-۳- تصویر ماهواره ای از موقعیت چین های محدوده مورد مطالعه ۲۷
- شکل ۲-۳- تصویر ماهواره ای Google earth از جایگاه ساختاری ناودیس کاجیان ۲۸
- شکل ۳-۳- موقعیت پیمایش A-A' در بخش خاوری ناودیس کاجیان..... ۲۹
- شکل ۴-۳- تصاویر استریوگرافیک از چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش A-A'..... ۲۹
- شکل ۵-۳- تصاویر استریوگرافیک از چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش A-A'..... ۳۰
- شکل ۶-۳- موقعیت پیمایش های B-B' و C-C' در ناودیس کاجیان..... ۳۱
- شکل ۷-۳- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش B-B'..... ۳۲
- شکل ۸-۳- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش B-B'..... ۳۲
- شکل ۹-۳- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش C-C'..... ۳۳

- شکل ۳-۱۰- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی ناودیس کاجیان در پیمایش C-C'..... ۳۴
- شکل ۳-۱۱- موقعیت تاقدیس کاجیان در تصویر ماهواره ای Google earth..... ۳۵
- شکل ۳-۱۲- تصویری از تاقدیس کاجیان..... ۳۶
- شکل ۳-۱۳- تصاویر استریوگرافیک از چین خوردگی تاقدیس کاجیان..... ۳۶
- شکل ۳-۱۴- تصاویر استریوگرافیک از چین خوردگی تاقدیس کاجیان..... ۳۷
- شکل ۳-۱۵- تصویر ماهواره ای Google earth از تاقدیس جهان آباد ۳۸
- شکل ۳-۱۶- نمایی از مسیر پیمایش های A-A' و B-B' در تاقدیس جهان آباد..... ۳۹
- شکل ۳-۱۷- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش A-A'..... ۳۹
- شکل ۳-۱۸- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش A-A'..... ۴۰
- شکل ۳-۱۹- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش B-B'..... ۴۱
- شکل ۳-۲۰- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش B-B'..... ۴۱
- شکل ۳-۲۱- دور نمایی از سه پیمایش C-C', D-D' و E-E' بر تاقدیس جهان آباد..... ۴۳
- شکل ۳-۲۲- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش C-C'..... ۴۳
- شکل ۳-۲۳- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش C-C'..... ۴۴
- شکل ۳-۲۴- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش D-D'..... ۴۵
- شکل ۳-۲۵- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش D-D'..... ۴۵
- شکل ۳-۲۶- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش E-E'..... ۴۷
- شکل ۳-۲۷- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس جهان آباد در پیمایش E-E'..... ۴۸
- شکل ۳-۲۸- موقعیت تاقدیس پوزه در تصویر ماهواره ای Google earth..... ۴۹
- شکل ۳-۲۹- دور نمایی از تاقدیس پوزه در نزدیکی روستای پوزه..... ۵۰
- شکل ۳-۳۰- تصاویر استریوگرافیک از چین خوردگی تاقدیس پوزه..... ۵۰
- شکل ۳-۳۱- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاقدیس پوزه..... ۵۰

- شکل ۳-۳۲- دور نمایی از تاق‌دیس دهنو در نزدیکی روستای دهنو..... ۵۲
- شکل ۳-۳۳- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاق‌دیس دهنو..... ۵۳
- شکل ۳-۳۴- تصاویر استریوگرافیک چین خوردگی تاق‌دیس دهنو..... ۵۳
- شکل ۳-۳۵- نمایی از چین خوردگی واحدهای سنگی در ادامه تاق‌دیس کاجیان..... ۵۴
- شکل ۳-۳۶- نیمرخ عرضی از کمربند کوهستانی چین خورده - رانده زاگرس..... ۵۶
- شکل ۳-۳۷- ویژگی های نوزمین ساختی استان فارس ۵۶
- شکل ۳-۳۸- ویژگی های نوزمین ساختی ناحیه دنا و بهبهان..... ۵۷
- شکل ۳-۳۹- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ یاسوج..... ۵۸
- شکل ۳-۴۰- نمایی از موقعیت قرارگیری گسل کاکان در محدوده مورد مطالعه..... ۵۹
- شکل ۳-۴۱- استریوگرام مربوط به داده های برداشت شده در امتداد گسل F_k ۶۰
- شکل ۳-۴۲- نمایی نزدیک از گسل F_k ۶۰
- شکل ۳-۴۳- تصویری از موقعیت قرار گیری گسل ها در محدوده مورد مطالعه ۶۱
- شکل ۳-۴۴- دور نمایی از گسل F_1 و جابجایی واحدهای سنگی در ناودیس کاجیان..... ۶۲
- شکل ۳-۴۵- استریوگرام موقعیت گسل F_1 ۶۲
- شکل ۳-۴۶- نمایی از عملکرد گسل F_2 ۶۳
- شکل ۳-۴۷- تصویر استریوگرافیک از سطح گسل F_2 ۶۳
- شکل ۳-۴۸- دورنمایی از عملکرد گسل F_3 ۶۴
- شکل ۳-۴۹- تصویر استریوگرافیک از گسل F_3 ۶۴
- شکل ۳-۵۰- تصویری از گسل F_4 با مولفه شیب لغز نرمال..... ۶۵
- شکل ۳-۵۱- گسل F_5 و نمایی نزدیک از سطح گسل..... ۶۶
- شکل ۳-۵۲- تصویر استریوگرافیک از گسل F_5 ۶۶
- شکل ۳-۵۳- تصویر ماهواره ای از موقعیت دره جوب خله..... ۶۷

- شکل ۳-۵۴- تصویر استریو گرافیک از سطح گسل F_6 ۶۸
- شکل ۳-۵۵- تصویری از گسل F_6 ۶۸
- شکل ۳-۵۶- دورنمایی از موقعیت گسل F_7 ۶۹
- شکل ۳-۵۷- تصویر استریو گرافیک از گسل F_7 ۶۹
- شکل ۳-۵۸- تصویری از گسل F_8 در واحدهای چهارم ۷۰
- شکل ۳-۵۹- استریوگرام گسل F_8 ۷۰
- شکل ۳-۶۰- برش دره جوب خله توسط گسل F_9 ۷۲
- شکل ۳-۶۱- تصویری از خراش های گسلی در سطح گسل F_9 ۷۲
- شکل ۳-۶۲- نمایی نزدیک از گسل F_{10} ۷۳
- شکل ۳-۶۳- موقعیت غالب گسل F_{10} ۷۳
- شکل ۳-۶۴- تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل F_{10} ۷۴
- شکل ۳-۶۵- دورنمایی از گسل F_{11} ۷۵
- شکل ۳-۶۶- تصویری از رخنمون گسل های F_{12} و F_{13} ۷۶
- شکل ۳-۶۷- تصویر استریو گرافیک از دو داده برداشت شده از گسل F_{12} ۷۶
- شکل ۳-۶۸- نمایی از موقعیت گسل F_{13} و در تقاطع با گسل F_{12} ۷۷
- شکل ۳-۶۹- تصویر استریو گرافیک از داده های برداشت شده از گسل F_{13} ۷۷
- شکل ۳-۷۰- تصویری از جهت گیری گسل های نرمال در قسمت میانی دره جوب خله ۷۸
- شکل ۳-۷۱- ارتباط تغییرات جهت تنش بیشینه با ساختارهای موجود در منطقه ۸۰
- شکل ۴-۱- تصویری از نحوه محاسبه شاخص گردیان طولی رودخانه ۸۳
- شکل ۴-۲- رده بندی تغییرات اندیس SL در مسیر رودخانه جوب خله ۸۵
- شکل ۴-۳- تغییرات گرادیان طولی رودخانه ۸۶
- شکل ۴-۴- تصویری از جایگاه های اندازه گیری شاخص V_f ۸۸

- شکل ۴-۵- مقطع طولی رودخانه جوب خله..... ۹۰
- شکل ۵-۱- برشی نمادین از عملکرد گسل کاکان..... ۹۵
- شکل ۵-۲- رزدياگرام سطوح محوری چین ها..... ۹۶
- شکل ۵-۳- موقعیت خط لولا و سطح محوری چین ها در تصاویر استریوگرافیک..... ۹۶
- شکل ۵-۴- رده بندی چین های منطقه..... ۹۷
- شکل ۵-۵- نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه..... ۹۸

فهرست جدول ها

- جدول ۳-۱- داده های برداشت شده از ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش A-A' ۲۹
- جدول ۳-۲- ویژگی های هندسی ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش A-A' ۳۰
- جدول ۳-۳- داده های برداشت شده از ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش B-B' ۳۱
- جدول ۳-۴- ویژگی های هندسی ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش B-B' ۳۲
- جدول ۳-۵- داده های برداشت شده از ناودیس کاجیان در مسیر C-C' ۳۳
- جدول ۳-۶- ویژگی های هندسی ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش C-C' ۳۴
- جدول ۳-۷- داده های برداشت شده از ناودیس کاجیان ۳۵
- جدول ۳-۸- ویژگی های هندسی ناودیس کاجیان ۳۷
- جدول ۳-۹- داده های برداشت شده از ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش A-A' ۳۹
- جدول ۳-۱۰- ویژگی های هندسی ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش A-A' ۴۰
- جدول ۳-۱۱- داده های برداشت شده از ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش B-B' ۴۱
- جدول ۳-۱۲- ویژگی های هندسی ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش B-B' ۴۲
- جدول ۳-۱۳- داده های برداشت شده از ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش C-C' ۴۳
- جدول ۳-۱۴- ویژگی های هندسی ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش C-C' ۴۴
- جدول ۳-۱۵- داده های برداشت شده از ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش D-D' ۴۶
- جدول ۳-۱۶- ویژگی های هندسی ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش D-D' ۴۶
- جدول ۳-۱۷- داده های برداشت شده از ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش E-E' ۴۷
- جدول ۳-۱۸- ویژگی های هندسی ناودیس جهان آباد در مسیر پیمایش E-E' ۴۸
- جدول ۳-۱۹- داده های برداشت شده از ناودیس پوزه در مسیر پیمایش A-A' ۴۹
- جدول ۳-۲۰- ویژگی های هندسی ناودیس پوزه ۵۱

جدول ۳-۲۱- داده های برداشت شده از تاقدیس دهنو.....	۵۲
جدول ۳-۲۲- ویژگی های هندسی تاقدیس دهنو.....	۵۳
جدول ۳-۲۳- داده های برداشت شده از سطح گسل F_k	۶۰
جدول ۳-۲۴- داده های برداشت شده از گسل F_{13}	۷۷
جدول ۴-۱- مقادیر شاخص SL در امتداد رودخانه جوب خله.....	۸۴
جدول ۴-۲- مقادیر شاخص V_f در مسیر رودخانه جوب خله.....	۸۸
جدول ۴-۳- مقدار شاخص سینوسیته (S) رودخانه جوب خله.....	۹۰
جدول ۴-۴- بررسی تغییرات سینوسیته و درصد شیب رودخانه جوب خله.....	۹۰
جدول ۵-۱- خلاصه ای از ویژگی های هندسی چین ها در محدوده مورد مطالعه.....	۹۵

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

کمربند چین خورده-رانده زاگرس به عنوان بخشی از رشته کوه های آلپ - هیمالیا و با امتداد جنوب خاوری - شمال باختری، حاصل برخورد قاره ای بین صفحه های عربی و ایران می باشد. این رشته کوه با طولی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از گسل شرق آناتولی در شرق ترکیه تا خط عمان در شرق بندرعباس ادامه دارد. این کمربند شامل توالی با ضخامت بیش از ۱۰ کیلومتر واحدهای رسوبی پالئوزوئیک - سنوزوئیک می باشد (Colman & sadd, 1978; Falcon, 1974) و در اثر فرایند بازشدگی در پرموتریاس و برخورد در ترشیاری پایانی تغییر کرده است (Berberian & King, 1981). برخورد صفحه عربستان با صفحه ایران، موجب کوتاه شدگی به میزان ۲۰۰ کیلومتر در زاگرس شده است. از این میزان کوتاه شدگی، ۸۰ کیلومتر آن به صورت چین خوردگی و ۱۲۰ کیلومتر آن به صورت روراندهای عمل کرده است (Falcon, 1967).

منطقه مورد مطالعه (کاکان) در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر یاسوج و از نظر زمین شناسی در رشته کوه های زاگرس واقع شده است. از آنجایی که این منطقه تحت تاثیر چین خوردگی و گسلش قرار گرفته است، لذا بستر مناسبی را جهت مطالعات تکتونیکی فراهم نموده است.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان کهگیلویه و بویراحمد و در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر یاسوج واقع شده است (شکل ۱-۱). این منطقه در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ یاسوج، در حد فاصل طول های جغرافیایی ۵۱° ۵۲' - ۵۱° ۴۳' و عرض های جغرافیایی ۳۰° ۴۰' - ۳۰° ۳۲' قرار گرفته است. بر طبق تقسیم بندی های زمین شناسی بخش عمده این منطقه در زاگرس مرتفع و بخشی از آن در زاگرس چین خورده قرار دارد و گسل کاکان به عنوان بخشی از گسل زاگرس مرتفع^۱ در حد فاصل این دو ناحیه

^۱ Hight Zagros Fault

فصل اول: کلیات

قرار دارد. محورهای ارتباطی به این منطقه، از طرف شرق به شهرستان اقلید، از طرف جنوب به شهرستان اردکان (سپیدان) و از طرف شمال غربی منتهی به شهر یاسوج می باشد.



شکل ۱-۱- بخشی از نقشه جغرافیایی ایران. (الف) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه. (ب) راه های ارتباطی به این منطقه.

۱-۳- آب و هوا و ریخت شناسی منطقه

گستره مورد مطالعه دارای آب و هوای سرد و کوهستانی می باشد که بیشتر ماه های سال آن جزء ماه های سرد به حساب می آید. میزان نزولات جوی در سال های پربارش ۱۲۰۰ میلی لیتر و در سال های کم بارش ۸۰۰ میلی لیتر می باشد که اکثرا به صورت برف می باشد و ارتفاع برف در این منطقه از ۷۵ سانتی متر تا ۲/۵ متر می رسد (رحیمی زاده، ۱۳۸۷). ریخت شناسی منطقه متأثر از چین خوردگی، گسلش و همچنین فرسایش می باشد به طوری که در منطقه شاهد تشکیل ناودیس و تاقدیس های متوالی هستیم که تحت تاثیر گسل های معکوس و نرمال و همچنین فرسایش قرار گرفته است. فرآیندهای فرسایش و تنوع سنگ شناسی نقش مهمی در تشکیل اشکال زمین ریختی ناحیه ایفا می کنند به طوری که عامل فرسایش در بعضی قسمت ها باعث از بین رفتن یال تاقدیس ها یا ناپدید شدن آن ها در زیر رسوبات شده است. ژئومورفولوژی منطقه نشان دهنده تشکیل ستیغ ها توسط لیتولوژی های سخت (سازند جهرم) و پوشیده شدن مناطق پست توسط رسوبات

کواترنری می باشد (شکل ۱-۲). همه این موارد نشان دهنده نقش مهم تکتونیک، تنوع سنگ شناسی و فرسایش در ریخت شناسی منطقه می باشد.



شکل ۱-۲- نمایی از رخنمون سازندهای منطقه مورد مطالعه (دید به سمت جنوب باختری).

۴-۱- انگیزه پژوهش

با توجه به کمبود و کاستی های موجود در پژوهش های پیشین، عدم شناخت دقیق از سازوکار گسل ها و الگوی چین خوردگی و گسلش در محدوده مورد مطالعه، امید می رود پژوهش حاضر اهداف زیر را میسر سازد:

- تعیین روند چین ها و الگوی چین خوردگی در منطقه
- تحلیل هندسی و جنبشی گسل های موجود در ناحیه
- ارتباط بین چین ها و گسل های موجود در منطقه

نتایج این پژوهش می تواند در مطالعات زمین ساختاری، لرزه خیزی، اکتشافات نفت و ... مورد استفاده قرار گیرد.

۱-۵- روش های بررسی

بررسی های زمین شناسی در منطقه مورد مطالعه به صورت مطالعات دفتری و میدانی انجام شد که هر کدام از این مطالعات به شرح زیر می باشد:

۱-۵-۱- بررسی های میدانی

در این گونه بررسی ها، همه پارامترهای هندسی ساختارهای زمین شناسی و شواهد رسوبی و چین ای به عنوان اطلاعات اولیه در رخنمون های سنگی برداشت شده است. مواردی که در حین کارهای میدانی به آنها توجه شد شامل موارد زیر می باشد:

- ساختمان و شکل کلی واحدهای سنگی و رسوبی

- شناسایی گسل ها

موارد مهمی که به آن توجه شد شامل: روند صفحات گسلی، خش لغزهای موجود بر صفحات گسل، سازوکار گسل، واحدهای سنگی بریده شده توسط گسل ها، ارتباط گسل ها با چین خوردگی و دیگر زمین ریخت ها، سن توالی یا واحدهای بریده شده توسط گسل و شناسایی جوانترین واحد بریده شده.

- چین خوردگی ها

اندازه گیری تغییرات شیب و امتداد یال های چین، روند محور چین، تقارن چین، جنس و سن واحدهای چین خورده، ارتباط چین ها با گسلش و زمین ریخت های دیگر از مواردی هستند که به آن توجه شد.

۱-۵-۲- بررسی های دفتری

در این مرحله، به منظور جمع آوری اطلاعات اولیه از منطقه، بخشی از کارهای دفتری قبل از بررسی های میدانی و بخشی دیگر پس از تکمیل داده ها انجام شد. مراحل انجام این قسمت بر اساس اولویت به شرح زیر می باشند:

- جمع آوری و تهیه نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی و عکس های هوایی منطقه
- جمع آوری و مطالعه مقالات و گزارش های موجود از منطقه در زمینه های زمین ساخت، چینه شناسی و ...
- استفاده از نرم افزارهای Gis ,GlobalMapper ,Tectonics FP ,Georiet و... جهت تجزیه و تحلیل داده ها و دستاوردهای روی زمین
- رسم شکل ها، تهیه نقشه ها و ...
- تدوین گزارش نهایی

۱-۶- پیشینه مطالعاتی

- صداقت و همکاران (۱۳۵۴)، زمین شناسی منطقه را انجام داده اند و نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه کرده اند و گزارش کار مطالعه آن ها با عنوان نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه یاسوج در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور موجود می باشد.
- در سال ۱۹۷۷، از سوی شرکت ملی نفت ایران نقشه چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ بهبهان - گچساران منتشر شد که در آن ساختارهای اصلی از جمله چین ها و گسل ها و همچنین سازندهای منطقه نشان داده شده است.
- تنگستانی (۲۰۰۴)، نواحی مستعد زمین لغزش در کاکان را با استفاده از روش فازی شناسایی کرده است.
- Berberian (1995)، میزان جابجایی قائم در امتداد گسل زاگرس مرتفع را بیش از ۶ کیلومتر برآورد کرده و آن را گسلی عمقی می داند که نمک های هرمز متعلق به کامبرین زیرین را بریده است. این نویسنده مولفه امتداد لغز گسل زاگرس مرتفع را که گسل کاکان بخشی از آن می باشد، به صورت راست بر به تصویر کشانده است.
- شهریاری و همکاران (۱۳۸۵)، به بررسی ارتباط میان شکل نیمه شمالی کوه دنا با هندسه گسل دنا پرداخته اند و نشان دادند که نیمه شمالی از سه بخش متصل به هم تشکیل شده است و در محل

اتصال آن ها، طبقات تشکیل دهنده ساختارها، دچار خمش شده اند. این سه بخش شامل بخش شمالی، بخش فرعی و قسمت اندکی از بخش مرکزی-جنوبی می باشند و به ترتیب دارای امتدادهای شمالی-جنوبی، شرقی-غربی و شمال غربی-جنوب شرقی می باشند.

- سپهر و کاسگروف (۲۰۰۴)، به بررسی چارچوب ساختاری کمربند چین خورده-رانده زاگرس پرداختند و پیشانی کوهستانی موازی با کمربند، مناطق گسلی شمالی-جنوبی کازرون، ایزه و منطقه گسلی خاوری-باختری بالارود را به عنوان عناصر ساختاری اصلی این کمربند معرفی کردند.

- سپهر و همکاران (۲۰۰۶)، در کمربند چین خورده-رانده زاگرس به بررسی اثر رئولوژی سنگ ها در نوع چین خوردگی پرداخته اند. آن ها ویژگی های مکانیکی توالی چینه ای و ضخامت واحدها بویژه سازندهای هرمز، پابده-گورپی و گچساران را به عنوان مهمترین عوامل در نوع چین خوردگی می دانند.

- اوتمایو و همکاران (۲۰۰۵)، عامل انتقال جنبش راستالغز از گسل اصلی جوان زاگرس به سمت کمربند چین خورده و رانده را گسلهای کازرون، منقارک، سبزپوشان و سروستان می دانند.

- شبانی سفیددشتی و یساقی (۲۰۱۱)، به بررسی سینماتیکی گسل دنا در ناحیه بروجن پرداخته اند و این گسل را به عنوان یک گسل پی سنگی با دو مکانیسم معکوس راست بر و امتداد لغز راست بر معرفی کرده اند و مکانیسم امتداد لغز راست بر آن را به عنوان جوان ترین مکانیسم معرفی کرده اند.

- زمانی و آتابای (۲۰۰۹)، نشان دادند فعالیت لرزه خیزی در ایران یکنواخت نبوده و در کمربند چین خورده و رانده زاگرس، فعالیت لرزه خیزی بالا و به نسبت یکنواخت می باشد و در ناحیه البرز فعالیت لرزه خیزی الگوی منظمی را نشان نمی دهد و انرژی لرزه خیزی در این ناحیه به صورت زلزله های با بزرگی و شدت بالا آزاد می شود.

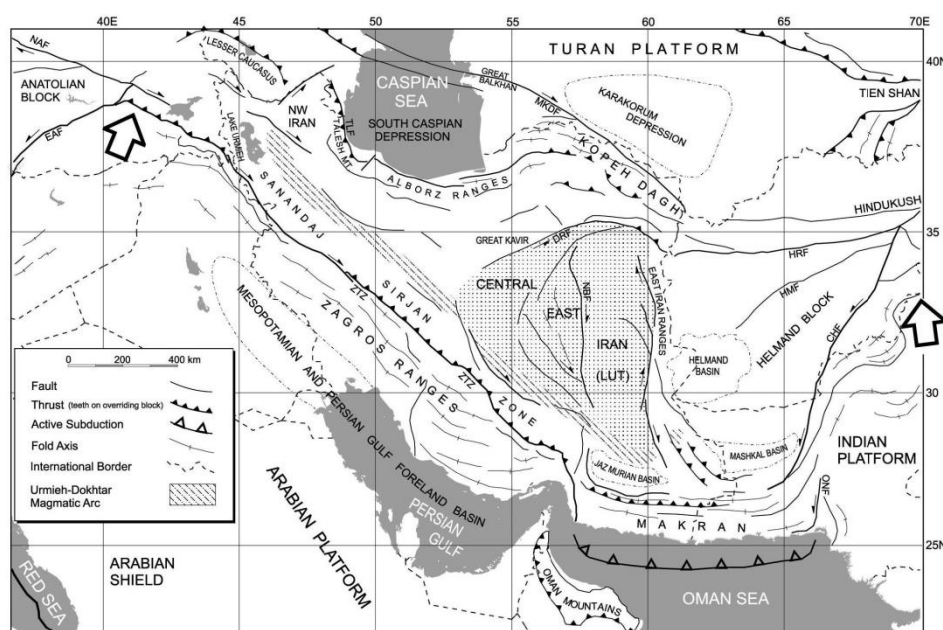
فصل دوم

زمین شناسی عمومی

با توجه به قرار گیری منطقه مورد مطالعه در کمربند چین خورده و رانده زاگرس، در این فصل ابتدا به تاریخچه تکتونیکی این کمربند پرداخته می شود و سپس، ریخت شناسی و چینه شناسی منطقه مورد مطالعه مورد بحث قرار می گیرد.

۱-۲- تاریخچه تکتونیکی زاگرس

کمربند کوهزایی زاگرس به عنوان بخشی از رشته کوه های آلپ - هیمالیا، امتدادی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از گسل شرق آناتولی در شرق ترکیه تا خط عمان در شرق بندرعباس دارد (شکل ۱-۲). این کمربند کوهزایی حاصل برخورد قاره ای بین صفحه های عربی و ایران است (Berberian & King, 1981).



شکل ۱-۲- موقعیت کمربند چین خورده - رانده زاگرس (Alavi, 1991).

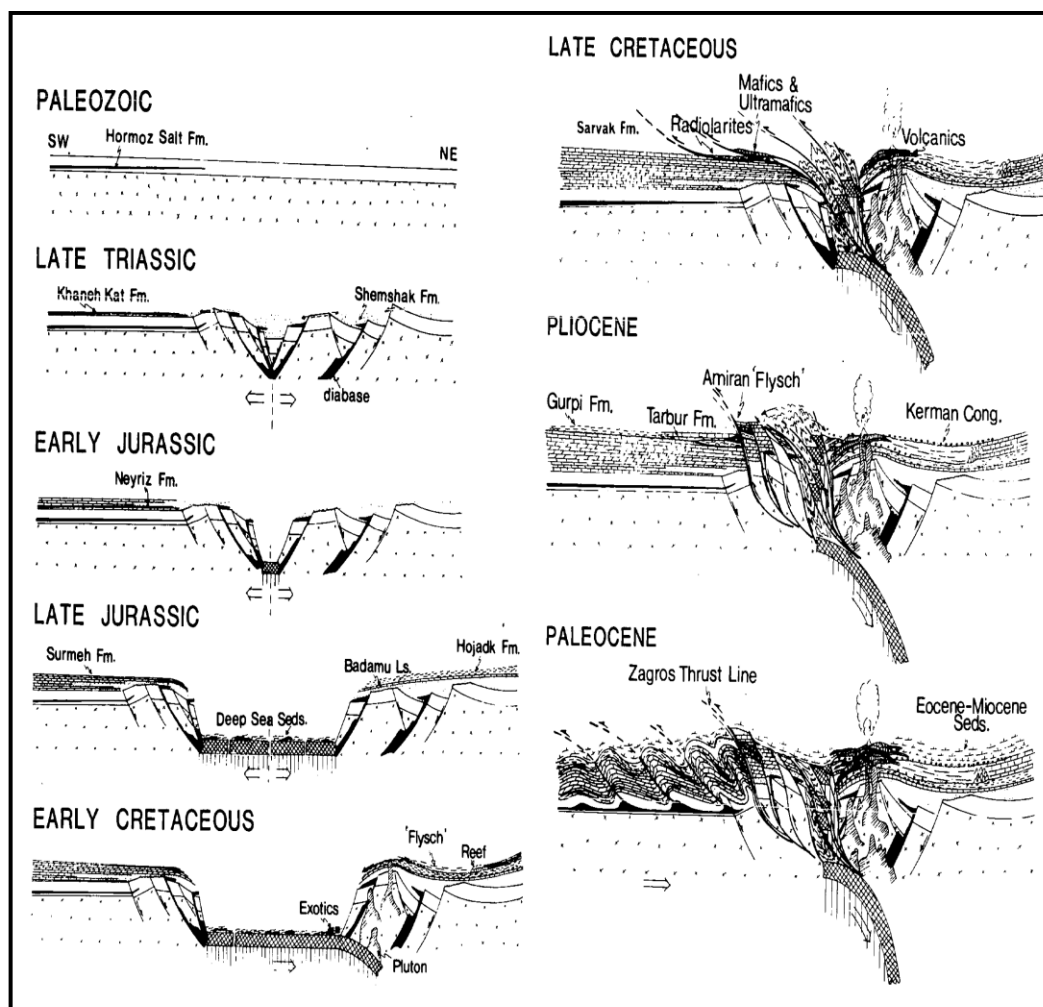
فرهودی (۱۹۷۸) مرز شمال شرقی زاگرس را، کمربند آتشفشانی در نظر می گیرد. به نظر وی این کمربند بخشی از سیستم کمانی زاگرس است و این سیستم در شرق توسط خط عمان از سیستم کمانی مکران جدا می شود (مر، مدبری، ۱۳۸۰). ولی اشتوکلین (۱۹۶۸)، نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، بربریان (۱۹۸۱) و آقانباتی (۱۳۷۹) با استناد به تحولات زمین ساختی، ماگماتیسم - دگرگونی و شرایط رسوبی متفاوت دو سوی راندگی اصلی زاگرس، مرز شمال خاوری این پهنه را بر

گسل اصلی و معکوس زاگرس (MZRF) منطبق می دانند. به سوی جنوب - جنوب باختر، ویژگی های زمین شناختی زاگرس با اندک تغییراتی در رخساره های سنگی و الگوی ساختاری تا خلیج فارس و سکوی عربستان ادامه دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳). خلاصه تحولات زمین ساختی در این منطقه (شکل ۲-۲) به ترتیب شامل ایجاد فاز پلاتفرمی در پالئوزوئیک، کافتش در پرمین و تریاس، ایجاد حاشیه قاره ای غیرفعال در ژوراسیک - کرتاسه میانی، فرورانش به سمت شمال شرق و جایگیری افیولیت و رادیولاریت در اواخر کرتاسه و در آخر در زمان نئوژن برخورد قاره - قاره و کوتاه شدگی می باشد (Berberian, 1995; Alavi, 1980).

مطالعاتی که درباره راندگی زاگرس انجام گرفته است نشان می دهد که دو گسل اصلی موجب فعالیت شدید زمین ساختی در این ناحیه گشته که گاهی با هم موازی و بعضی مواقع بر هم منطبق شده اند. جدیدترین سنگ هایی که توسط این گسل ها تحت تاثیر قرار گرفته اند معمولاً سنی معادل میوسن دارند. گسل قدیمی تر که در بخش باختری قرار دارد یک گسل معکوس است که مشخص کننده محدوده جنوب باختری ایران مرکزی با سنگ های چین خورده زاگرس می باشد. گسل جوان تر از نوع معکوس بزرگ زاویه بوده و به سمت شمال خاوری شیب دارد (stocklin, 1974). این گسل در اثر حرکت صفحه عربستان نسبت به ایران مرکزی تغییراتی را در نهشته های دوره کواترنری ایجاد کرده است و فعالیت آن هنوز ادامه دارد. طول این گسل که در واقع یک گسل ترکیبی است، از میناب تا ناحیه جنوب مریوان حدود ۱۳۰۰ کیلومتر می باشد. بخش باختری آن وارد خاک عراق شده و مجدداً به طرف ایران تمایل پیدا می کند و به ناحیه سردشت می رسد (Khoury et al., 1978).

۲-۲- زیر پهنه های زاگرس

با تلفیق دو دیدگاه زمین ریخت شناسی و الگوی ساختاری، زاگرس به دو زیر پهنه زون راندگی ها و زاگرس چین خورده تقسیم شده است (آقانباتی، ۱۳۸۳). از آنجا که بخشی از منطقه مورد مطالعه در زاگرس چین خورده و بخش دیگری از آن در زون راندگی ها قرار گرفته است در ادامه به تفسیر ویژگی های این دو منطقه پرداخته می شود.



شکل ۲-۲- برش شماتیک که مراحل تحولات زمین ساختی زاگرس را نشان می دهد (Alavi, 1980).

۲-۲-۱- زیر پهنه راندگی ها

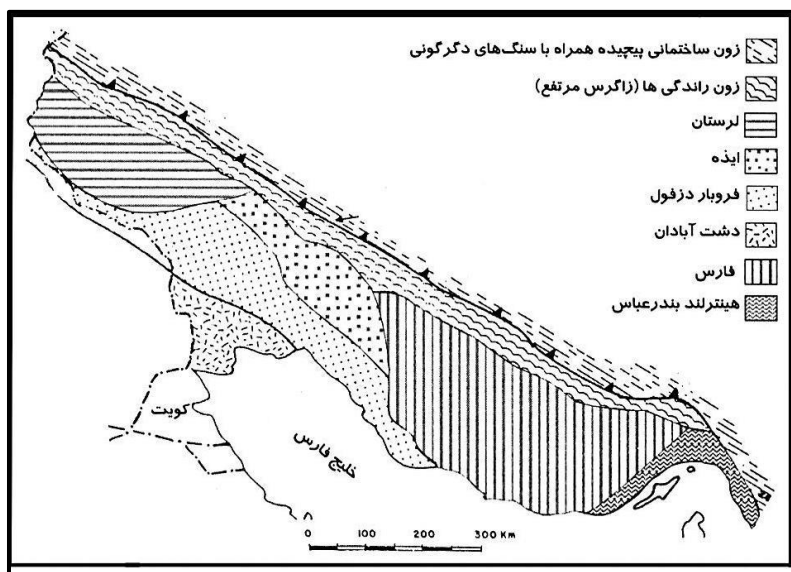
این زون را به نام های دیگری مانند زون راندگی ها (stocklin, 1968)، زون راندگی های هم پوشان (Falcon, 1969)، شمال خاور زاگرس (نوگل - منتشر نشده)، زاگرس داخلی و زون خرد شده نیز معرفی کرده اند. این منطقه با پهنای ۱۰ تا ۶۵ کیلومتر، به صورت نواری کم پهنای بلندترین قسمت کوه های زاگرس را تشکیل می دهد. در زاگرس مرتفع رخنمونی از سنگ های پرکامبرین دیده نشده است. شواهد سنگ شناسی نشان می دهد برخلاف امروز، در زمان مزوزوئیک تا اوایل سنوزوئیک گودترین بخش حوضه زاگرس بوده است. به نظر می رسد که در اثر نیروهای کششی وابسته به رخداد

کوهزایی سیمین پیشین، ستمبرای پوسته در زون راندگی ها کاهش یافته، به طوری که در بخش شمال باختری آن (کرمانشاه) در طی تریاس پسین - کرتاسه، گودی باریک و عمیق پدیدار شده و در آن رسوب های شبیه توربیدیت، متشکل از آهک (سنگ آهک بیستون)، شیل، ماسه سنگ، رادیولاریت و روانه های آتشفشانی انباشته شده اند. ولی در بخش جنوب خاوری این گودی (نیریز)، شکستگی کامل پوسته، موجب اقیانوس زایی و تشکیل مجموعه افیولیتی گردیده است (آقانبائی، ۱۳۸۳). مرز شمالی و شرقی منطقه رورانده زاگرس کاملاً مشخص و به گسل های راست گرد زاگرس و میناب محدود می شود. شرایط تشکیل رسوب ها از دوره پرمین به بعد خیلی شبیه زاگرس چین خورده بوده است. وجود سنگ های اولترابازیک و افیولیت همراه با رادیولاریت ها که در نواحی کرمانشاه و نیریز گسترش زیادی دارند، از ویژگی های منطقه رورانده زاگرس است و آن را از منطقه چین خورده زاگرس متمایز می کند. همچنین یک نبود چینه شناسی، در کرتاسه بالایی (قبل از ماستریشین)، از ویژگی های زاگرس مرتفع به شمار می آید و تا کنون از زاگرس چین خورده گزارش نشده است. فعالیت های ماگمایی و دگرگونی در آن شبیه زاگرس چین خورده می باشد. چون منطقه رورانده زاگرس، مرتفع ترین قسمت کوه های زاگرس را در بر می گیرد، به همین جهت آن را زاگرس مرتفع نیز می نامند. به علت گسل های زیادی که در این منطقه وجود دارد چین خوردگی ها و سبک آن ها با واحد چین خورده زاگرس تفاوت دارد به گونه ای که چین ها در اینجا تنگ تر شده اند. چندین گنبد نمکی (حدود ۳۰ عدد) در این منطقه دیده می شود که جنس سنگ های آن همانند گنبدهای نمکی زاگرس چین خورده می باشند ولی بیشتر آن ها در امتداد گسل ها قرار دارند و محور آن ها نیز کم و بیش موازی روند زاگرس است (نبوی، ۱۳۵۵).

۲-۲-۲- زیر پهنه زاگرس چین خورده

این واحد ساختمانی با پهنایی حدود ۱۵۰ - ۲۵۰ کیلومتر در انتهای حاشیه غربی ایران و به موازات راندگی زاگرس قرار دارد و به علت چین خوردگی رسوبات آن، به آن زاگرس چین خورده می گویند و چون در محدوده بیرونی کوه های مرتفع زاگرس قرار دارد، زاگرس خارجی نیز نامیده می شود. روند چین ها عمدتاً شمال باختری - جنوب خاور بوده، ولی در تنگه هرمز شرقی - غربی می شود. قسمت اعظم ذخایر نفتی ما در این بخش قرار دارد (درویش زاده، ۱۳۷۰). سنگ ها و رسوب های موجود در اواخر پلیوسن - اوایل پلیستوسن چین خورده اند و چین ها بیشتر به صورت تاقدیس و ناودیس درازی دیده می شوند. نمک های پرکامبرین پسین (لایه های هرمز) در زمان ژوراسیک - کرتاسه به طرف بالا آمده و گنبد های نمکی پی ریزی شده اند. در زاگرس چین خورده بیش از ۸۰ گنبد نمکی دیده می شود که به نظر می رسد نحوه جای گیری آن ها متفاوت باشد. گنبد های نمکی در هسته های ناودیس و یا تاقدیس و همچنین در هر دو پهلوی چین ها دیده می شوند (نبوی، ۱۳۵۵). از نظر افتخارنژاد (۱۳۵۹)، بخش چین خورده زاگرس همراه با بخشی از آذربایجان که از سیلورین تا پرمین رسوب گذاری صورت نگرفته، احتمالاً بالا آمده و بخشی از سکوی پالئوزوئیک ایران را تشکیل داده است. از پرمین تا اواخر تریاس حوضه رسوبی کم عمقی این منطقه را پوشانیده و رسوبات تخریبی، کربناتی و رخساره های محلی مرکب از شیل و رسوبات تخریبی در آن به وجود آمده است. از اواخر تریاس به بعد این ناحیه به یک ناوه عمیق تبدیل شده است و به عبارت دیگر، بخش حاشیه ای عربستان با ناوه حاشیه ای کراتونی در دوران های مزوزوئیک و سنوزوئیک، با در نظر گرفتن ویژگی فرونشستی هیچ گونه فعالیت ماگمایی رخ نداده است.

بررسی های دیرینه جغرافیا نشان می دهند که ویژگی های زمین شناختی در همه جای زاگرس چین خورده یکسان نمی باشند. بر این اساس زاگرس چین خورده به زیرپهنه هایی تقسیم می شوند که شامل فرو افتادگی کرکوک، لرستان، پهنه ایزه، فروافتادگی دزفول، پهنه فارس، پس خشکی بندرعباس و دشت آبادان می باشند (آقانباتی، ۱۳۸۳) (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- زیر پهنه های عمده زاگرس (اقتباس از آقناباتی، ۱۳۸۳).

از آنجایی که در این تقسیم بندی، بخش غربی منطقه مورد مطالعه در پهنه فارس قرار می گیرد در ادامه به تفسیر ویژگی های آن پرداخته می شود.

۲-۲-۲-۱ پهنه فارس

این منطقه از دیدگاه جغرافیایی به دو بخش فارس داخلی و فارس بیرونی تقسیم می شود. فارس بیرونی به دو زیر پهنه کوچک تر به نام فارس ساحلی و فارس به تقریب ساحلی تقسیم می شود. بسیاری از زمین شناسان، فارس را گستره واقع در میان دو گسل کازرون در باختر و گسل میناب در خاور می دانند. ولی مطیعی (۱۳۷۴)، ویژگی های زمین شناسی بخش خاوری فارس را متفاوت می داند و به آن پس خشکی بندر عباس نام داده است. بدین سان مرز باختری پهنه فارس با منطقه گسلی کازرون بسته می شود و مرز خاوری آن خطی فرضی است که از حوالی بندر نخیلو آغاز و نزدیک کوه فینو، شمال بندر عباس، تا راندگی اصلی زاگرس ادامه می یابد. مرز شمالی فارس، منطقه راندگی ها و مرز جنوبی آن، خط ساحلی خلیج فارس است. مهم ترین ویژگی های زمین شناختی پهنه فارس عبارت است از:

* داشتن شرایط سکویی، به دلیل تداوم پی سنگ عربستان که از قطر به فارس می رسد و از آن به نام بلندی گاو بندی یاد می شود.

* تاقدیس ها جهت یافتگی گوناگون، E-W، NW-SE و حتی NE-SW دارند. تغییر روند ساختارها نتیجه عملکرد گسل های پی سنگ و یا چرخش بردار حرکت صفحه عربستان نسبت به صفحه ایران است.

* فارس از نواحی گازخیز دنیا است.

* کومبای و همکاران (۱۹۷۷)، بر این باورند که کمان فارس، به درازای ۷۵۰ کیلومتر، فرجام سازوکار دو گسل میناب در خاور و کازرون در باختر است به گونه ای که قشر رسوبی رویی بر روی قطعات متحرک پی سنگ شناور است.

* الگوی چین خوردگی پهنه فارس بیشتر از نوع هم مرکز است که سطح جدایش زیرین آن در نمک های هرمز و سطح جدایش فرعی و درون سازندی آن در سازندهای تبخیری دشتک، شیل پابده گورپی هستند (آقاباتی، ۱۳۸۳).

۲-۳- چینه شناسی

بر طبق کارهای انجام شده قبلی و بررسی های نگارنده از روی زمین، واحدهای سنگی موجود در ناحیه را واحدهای سنگی پالئوزوئیک (سازند هرمز)، مزوزوئیک (سازند کژدمی و سازند سروک) و سنوزوئیک (سازند پابده - گورپی، سازند جهرم، سازند رازک و رسوبات کواترنری) تشکیل می دهند. در زیر به اختصار، ویژگی واحدهای سنگی موجود در ناحیه شرح داده می شود:

۲-۳-۱- واحد سنگی پالئوزوئیک

۲-۳-۱-۱- سازند نمکی هرمز

نام این سازند از جزیره هرمز در مدخل خلیج فارس (تنگه هرمز) گرفته شده است. این سازند فاقد برش نمونه است و ردیف کامل آن در هیچ منطقه ای از زاگرس رخنمون ندارد و در هیچ چاهی به جز

بخش های بالایی آن در چاه درنگ - ۱ حفاری نشده است. سنگ شناسی این سازند شامل سنگ نمک به رنگ های مختلف، انیدریت و ژیپس و بلوک هایی از سنگ های رسوبی مانند آهک های نازک لایه سیاه رنگ و دولومیت های متعفن چرتی، ماسه سنگ های قرمز، شیل های رنگارنگ و رس های قرمز رنگ می باشد. سنگ های آذرین که همراه این نمک ها دیده شده اند بازالت، کوارتز پورفیری (ریولیت)، کراتوفیر، تراکیت به همراه کانی هایی از قبیل گوگرد، کلسیت، دولومیت و غیره می باشد. البته سنگ های دیگری مانند گرانیت میگماتیته، گابرو، آهک های گرونا دار، کربناتیت گزارش شده است (مطیعی، ۱۳۷۲). سن این سازند پرکامبرین پسین - کامبرین میانی می باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳). این سازند در شرق محدوده مورد مطالعه برونزد دارد (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- برونزد سازند نمکی هرمز در شرق محدوده مورد مطالعه (دید به سمت جنوب خاوری).

۲-۳-۲- واحدهای سنگی مزوزوئیک

۲-۳-۲-۱- سازند کژدمی

این سازند شامل شیل های قیری خاکستری تیره و گاه سیاه رنگ و دارای لایه هایی از سنگ آهک رسی تیره رنگ و مارن است. رخساره شیلی این سازند را می توان در تمام خوزستان و فارس دید اما این سازند در ناحیه لرستان، رخساره آهکی دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳). در قاعده این سازند رسوبات قرمز رنگ وجود دارد که نشان دهنده خروج از آب قبل از رسوب گذاری این سازند است

(درویش زاده، ۱۳۷۰). لیتولوژی غالب این سازند در ناحیه مورد مطالعه، به صورت سنگ آهک چرتی و مارن کرم رنگ می باشد (صداقت و شاوردی، ۱۳۵۴). رخنمون این سازند را می توان در هسته تاقدیس دهنو مشاهده کرد (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵- نمایی از برونزد سازند کژدمی در هسته تاقدیس دهنو (دید به سمت جنوب خاوری).

حد پایینی سازند شیلی کژدمی با سازند داریان با وجود زون های قرمز رنگ حاوی اکسید های آهن مشخص می شود. سازند کژدمی و داریان در بعضی نقاط، هم ارز جانبی یکدیگرند. حد بالایی این سازند با آهک های بنگستان به صورت تدریجی و گاهی قاطع و قابل انطباق است (مطیعی، ۱۳۷۲). بر اساس شواهد به دست آمده سن آن آلبین تا سنومالین تعیین شده است (آقاناتی، ۱۳۸۳).

۲-۲-۳-۲ سازند سروک

این سازند دارای دو رخساره کم عمق و عمیق می باشد. رخساره های کم عمق این سازند در محل برش الگو و فارس ساحلی گسترش دارد در حالی که رخساره عمیق آن را می توان در ناحیه لرستان دید. رخساره های کم عمق سازند سروک در محل برش الگو شامل سنگ آهک لایه ای رسی و سنگ آهک های گل سفیدی در پایین است ولی بیشتر از سنگ آهک های سفید رنگ، توده ای، دارای رودیست و چرت تشکیل شده است. در فارس ساحلی رخساره کم عمق این سازند شبیه بخش آهکی مودود در قطر و بخش شیل احمدی در کویت است. لیتولوژی بخش آهکی مودود و

شیل احمدی در ایران به ترتیب شامل سنگ آهک ضخیم لایه اربیتولین دار و شیل خاکستری حاوی اگزوژیرا است. رخساره عمیق سازند سروک در لرستان، شامل سنگ آهک های مارنی - رسی تیره رنگ و نازک لایه با ریزسنگواره های پلانکتون فراوان است (آقانباتی، ۱۳۸۳). بر اساس سنگواره های مشاهده شده در رخساره های عمیق و کم عمق آن، سن سازند سروک از آلبین تا تورنین در نظر گرفته شده است. حد پایینی این سازند در برش نمونه با سازند کژدمی تدریجی و همساز است. حد بالایی سازند آهکی سروک با مارن ها و شیل های سازند گورپی قاطع است. در این حد آهک های سروک فرسوده و آغشته به ترکیب های آهن است که می تواند معرف ناهمسازی فرسایشی باشد. حدود این سازند در مکان های دیگر با برش نمونه متفاوت است (مطیعی، ۱۳۷۲). لیتولوژی این سازند در ناحیه مورد مطالعه شامل سنگ آهک های متوسط تا ضخیم لایه و گاه توده ای به رنگ خاکستری است که رنگ هوازده خاکستری روشن تا کرم دارد. سنگ آهک های این سازند سیمای برجسته، خشن و صخره ساز دارند. گسترش این سازند را می توان در جنوب محدوده مورد مطالعه به وضوح مشاهده کرد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶- نمایی از رخنمون سازند سروک در نزدیکی روستای زردخانی (دید به سمت جنوب باختری).

۲-۳-۳- واحدهای سنگی سنوزوئیک

۲-۳-۳-۱- سازند پابده - گورپی

به دلیل شباهت لیتولوژی از نگاه ریخت شناسی، مرز بین دو سازند پابده و گورپی قابل تفکیک نیست بنابراین به صورت پابده - گورپی معرفی می شود. این واحد در منطقه مورد مطالعه متشکل از شیل سبز مایل به آبی، مارن آبی رنگ و سنگ آهک مارنی است. سن این سازند در منطقه کرتاسه بالایی تا ائوسن می باشد (صداقت و شاوردی، ۱۳۵۴). رخنمون این سازند را می توان در غرب محدوده مورد مطالعه به وضوح مشاهده کرد (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۲- رخنمون سازندهای جهرم و پابده - گورپی در محدوده مورد مطالعه (دید به سمت جنوب باختری).

۲-۳-۳-۲- سازند جهرم

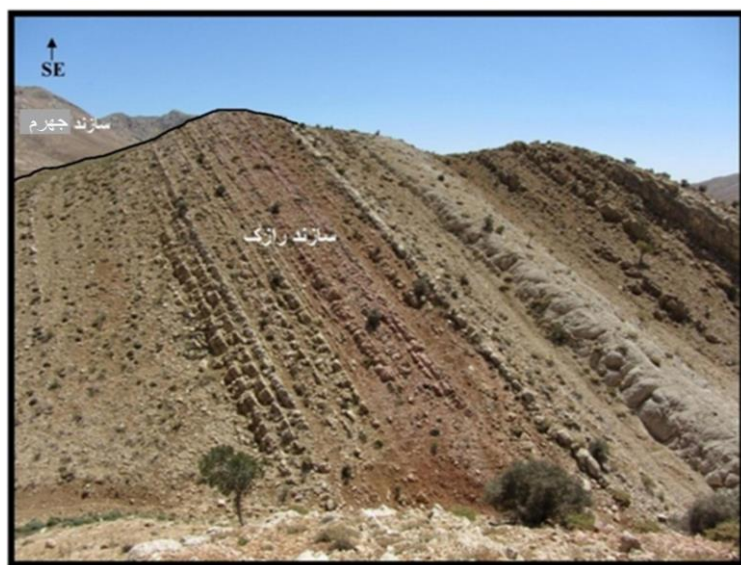
در مقاطع مورد مطالعه از این سازند، فسیل های کویلرینیا، نومولیتس و اربیتولیتس مورد شناسایی قرار گرفته که بر این اساس معرف سازند جهرم می باشند (شکل ۷-۲).

ردیف سازند جهرم شامل ۴۶۷/۵ متر دولومیت و آهک های دولومیتی است که از پایین به بالا به این شرح است: ۳۵/۵ متر تحتانی دولومیت توده ای به رنگ هوازده خاکستری تا قهوه ای که پایین ترین لایه های این قسمت برشی شده اند. ۱۶۲ متر میانی دولومیت با هوازده گی عمیق تر دارای لایه بندی نازک تا متوسط. ۲۷۰ متر بالایی آهک های دولومیتی توده ای، خشن و برجسته به رنگ نخودی تا

قهوه ای کم رنگ. در برش نمونه این سازند بر روی سازند ساچون به صورت همساز قرار می گیرد. حد پایینی این سازند در نقاط دیگر به صورت محلی با سازندهای کشکان، تاربور و پابده نیز دیده می شود. حد بالایی آن، سازند آسماری می باشد و در محلی از ردیف چینه ای قرار دارد که در بالای آن آهک های با لایه بندی نامنظم و کنگلومرای دارای ترکیبات آهن قرار دارند (مطیعی، ۱۳۷۲).

۲-۳-۳- سازند رازک

برش الگوی این سازند در پهلوی شمالی کوه جهرم، متشکل از مارن های سرخ رنگ، سبز تا خاکستری سیلتی با هوازگی کم، همراه با مقداری آهک سیلتی است که به طور هم شیب بر روی سازند آهکی آسماری و در زیر عضو آهکی گوری از سازند میشان قرار دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳). در محدوده مورد مطالعه، لیتولوژی این سازند شامل مارن، کنگلومرا و ماسه سنگ سرخ و گچ می باشد (صداقت و شاوردی، ۱۳۵۴) (شکل ۲-۸). مرز بالا و پایین این سازند در همه جا یکسان نمی باشد. برای نمونه در لرستان در زیر سازند آغاجری قرار دارد ولی در شمال بندرعباس روی مجموعه نمکی هرمز و در زیر آهک گوری قرار دارد. سن این سازند در لرستان بوردیگالین تا میوسن بالایی، در ناحیه فارس مرکزی از بوردیگالین تا میوسن میانی، در بندرعباس الیگوسن تا میوسن پیشین و در حوالی سی سخت از آکی تانین تا میوسن پیشین است (آقانباتی، ۱۳۸۳).



شکل ۲-۸- نمایی از رخنمون سازندهای رازک و جهرم در ناودیس کاجیان (دید به سمت جنوب خاوری).

۲-۳-۴- رسوبات کواترنری

با توجه به عواملی مانند محیط رسوب گذاری، خاستگاه و چگونگی فرایندهای هوازدگی و فرسایش نهشته های کواترنری را تقسیم می کنند. این رسوبات بیشتر شامل مخروط افکنه ها، پادگانه های آبرفتی، خاک های برجا و نهشته های واریزه ای و ... است.

عمده رسوبات کواترنری در منطقه مورد مطالعه، عبارتند از:

نهشته های آبرفتی کهن (Q^{1l}): شامل پادگانه ها و مخروط افکنه های آبرفتی قدیمی می باشند. این نهشته ها، دانه درشت بوده و از قطعات گرد شده عمدتاً کربناتی، تشکیل شده اند. در این رسوبات، سیمان شدگی ضعیف و در برخی نقاط متوسط است. فضای بین دانه ها را ماتریکس ماسه ای همراه با سیمان کربناته پر کرده است.

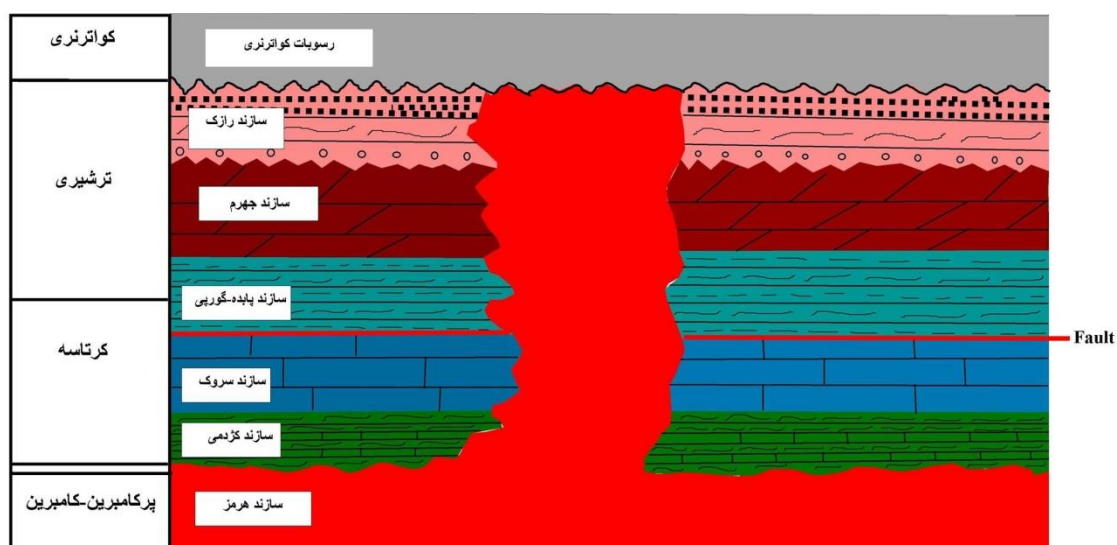
نهشته های آبرفتی جوان (Q^{12}): شامل پادگانه ها و مخروط افکنه های آبرفتی جوان می باشند. بخش سطحی این رسوبات دانه ریز بوده و عمدتاً، محل فعالیت های کشاورزی است. ولی بخش های زیرین آن، دانه درشت تر بوده و اندازه دانه ها در حد قلو و شن می باشند. دشت کاکان، عمدتاً توسط این رسوبات پوشیده شده است (شکل ۲-۹).

آبرفت های رودخانه ای (Q^{al}): شامل نهشته های شن و ماسه ای سست و منفصل در بستر رودخانه ها و آبراهه ها می باشند که بار بستر رودخانه ها را می سازند. این نهشته ها همواره در هنگام پر آبی و سیلاب از ارتفاعات و مناطق بالادست شسته شده و در بستر رودخانه و در نقاطی که دارای پهنای بیشتر می باشند به دلیل پخش شدن آب و کاهش انرژی آن، رسوب می کنند. در سال های اخیر به دلیل برداشت بی رویه و بیش از حد مجاز این نهشته ها، در برخی نقاط بستر رودخانه از این نهشته ها تهی شده است و سبب ایجاد جریان های آشفته و کف کنی رودخانه و گاه تغییر مسیر رودخانه و تخریب زمین های مجاور شده است (شکل ۲-۹).

در نهایت پس از بررسی سازند های موجود در محدوده مورد مطالعه، توالی سازندهای موجود در منطقه به صورت شکل ۲-۱۰ ترسیم شد.



شکل ۲-۹- نمایی از رسوبات کواترنری واقع در دشت کاکان (دید به سمت جنوب باختری).



شکل ۲-۱۰- توالی سازندهای موجود در محدوده مورد مطالعه (اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ یاسوج، تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۵۴)).

فصل سوم

زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

اصلی ترین ساختارهای موجود در منطقه را می توان به دو دسته چین ها و گسل ها در مقیاس های مختلف تقسیم کرد. چین های منطقه، به طور معمول به صورت یک مجموعه از ناودیس و تاقدیس های متوالی دیده می شوند. راستای عمومی محور چین خوردگی ها، همانند اکثر چین های موجود در زاگرس، از روند شمال باختری - جنوب خاوری پیروی می کنند. از مهمترین چین های منطقه به ناودیس کاجیان، تاقدیس کاجیان، تاقدیس دهنو، تاقدیس پوزه و تاقدیس جهان آباد می توان اشاره کرد.

گسل های منطقه، عموماً دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری و شمال خاوری - جنوب باختری می باشند. از مهمترین گسل های شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه، می توان به گسل کاکان و تعدادی از گسل های عرضی که چین های منطقه را به صورت عرضی برش داده اند، نام برد. با توجه به اینکه چین ها و گسل ها اطلاعات بسیار مفیدی در مورد نوع دگرریختی، سینماتیک و زمین ساخت یک منطقه در اختیار ما قرار می دهند، در این راستا، به بررسی ساختارهای اصلی (چین ها و گسل ها) در محدوده مورد مطالعه پرداخته می شود.

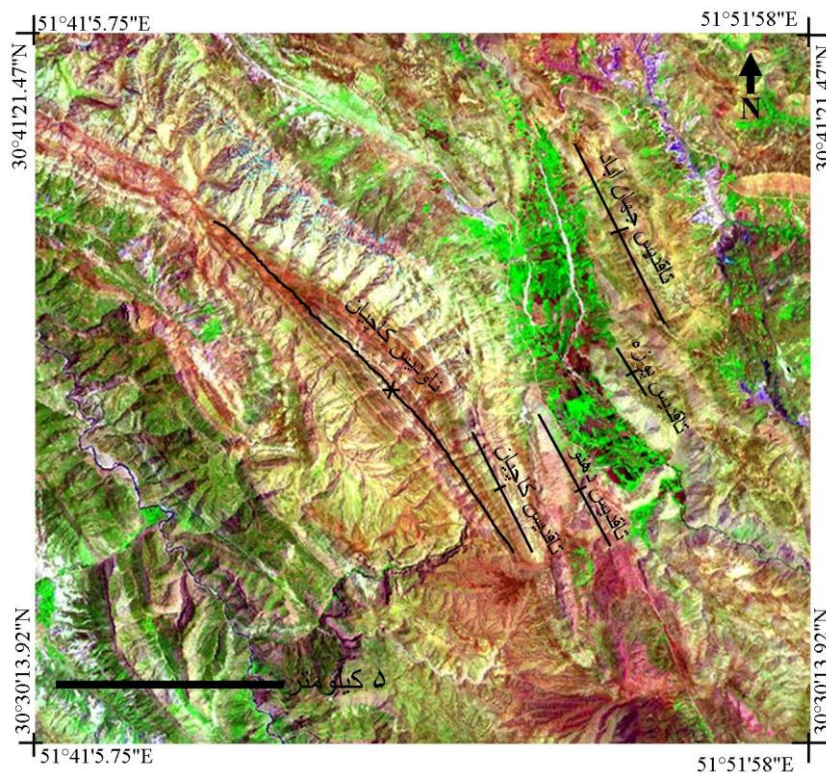
۳-۱- چین ها

شاید بتوان چین ها را به عنوان فراوان ترین ساختار تکتونیکی رایج در سنگ های دگرشکل شده نام برد. چین ها از دگرریختی نرم یا ترد سطح های مستوی سنگ ها و تبدیل آن ها به سطح های خمیده پدید می آید (قاسمی، ۱۳۸۷). این پدیده را می توان در طبقات رسوبی، سنگ های آذرین و دگرگونی لایه لایه بهتر مشاهده کرد. چین ها، با ایجاد تله های نفتی اهمیت ویژه ای در زمین شناسی نفت دارند. با تفسیر دقیق هندسه چین ها می توان محل دقیق حفاری را برای استخراج نفت شناسایی کرد.

در محدوده مورد مطالعه، آثار چین خوردگی ها را می توان به صورت ناودیس و تاقدیس ها در واحدهای سنگی با سن مختلف مشاهده کرد (شکل ۳-۱). به منظور بررسی چین ها، پیمایش هایی در جهت عمود بر روند آن ها انجام گرفت و با استفاده از کمپاس، پارامترهای مورد نیاز از قبیل روند و

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

شیب لایه بندی در نقاط مختلف هر پیمایش اندازه گیری شد. سپس با استفاده از نرم افزارهای Georient و Tectonics FP، مشخصات محور و سطح محوری چین ها بدست آمد.



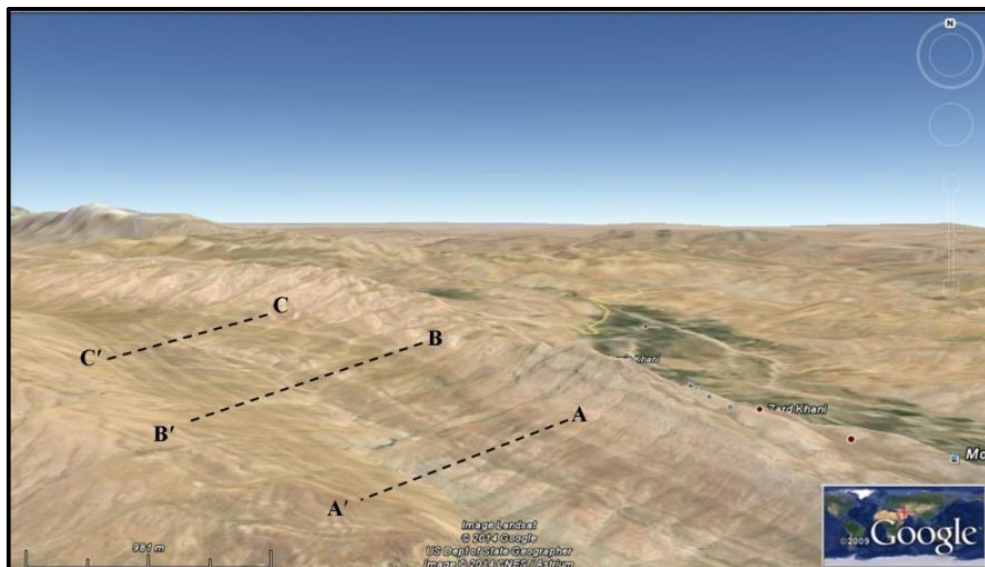
شکل ۳-۱- تصویر ماهواره ای لندست ۷ از منطقه مورد مطالعه که موقعیت چین های مورد بررسی در آن مشخص شده است.

۳-۱-۱- ناودیس کاجیان

ناودیس کاجیان، در باختر منطقه مورد مطالعه قرار دارد. این ناودیس، با راستای عمومی شمال باختری - جنوب خاوری، حاصل عملکرد چین خوردگی در سازندهای جهرم و رازک می باشد (شکل ۳-۲). دامنه های طرفین و ارتفاعات این چین توسط سازند جهرم و هسته آن از سازند رازک تشکیل شده است. این ساختار با طول حدوداً ۱۳ کیلومتر و با پهنای تقریبی ۲/۵ کیلومتر، بزرگترین چین در محدوده مورد مطالعه می باشد. ویژگی های هندسی چین در سه پیمایش A-A'، B-B' و C-C' (شکل ۳-۲)، مورد بررسی قرار گرفت و در این راستا شیب و امتداد طبقات در نقاط مختلف هر پیمایش اندازه گیری شد. ویژگی های ساختاری این چین در سه پیمایش به شرح زیر می باشد:

پیمایش A-A'

مسیر این پیمایش (شکل ۲-۳ و شکل ۳-۳)، در بخش خاوری ناودیس واقع شده است. موقعیت مسیر این پیمایش، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (A: 30°34'37.79"N , 51°46'52.61"E) و (A': 30°34'23.08"N , 51°46'7.43"E) قرار دارد. برای تعیین خصوصیات چین در این مسیر، داده هایی برداشت شد که در جدول ۱-۳ مشاهده می شود. یال شمال خاوری دارای میانگین شیب ۶۱ درجه به سمت جنوب باختری و یال جنوب باختری دارای میانگین شیب ۴۸ درجه به سمت شمال خاوری می باشد (شکل ۴-۳). آنالیز داده های برداشت شده در این مسیر (شکل ۵-۳ و جدول ۲-۳) نشان می دهد که محور ناودیس در موقعیت $318^{\circ}/0.5^{\circ}$ و سطح محوری در موقعیت $48^{\circ}/83^{\circ}$ قرار دارد. جایگاه چین در تقسیم بندی فلوئی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های باز (open) قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ تقریباً افقی (Upright inclined Sub Horizontal plunging) قرار دارد.



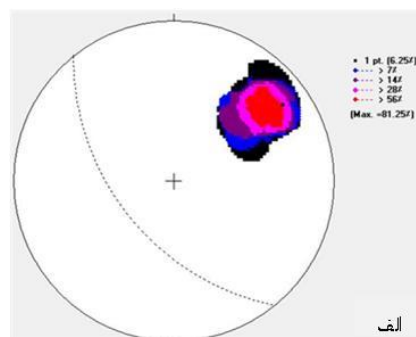
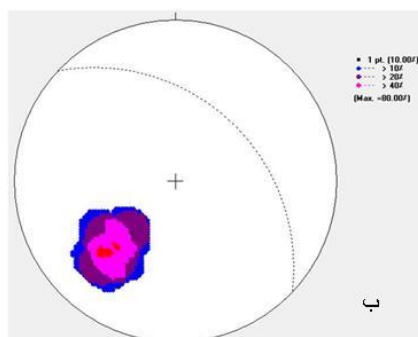
شکل ۲-۳- تصویر ماهواره ای Google earth که جایگاه ساختاری ناودیس کاجیان و موقعیت پیمایش های A-A'، B-B' و C-C' را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهد.



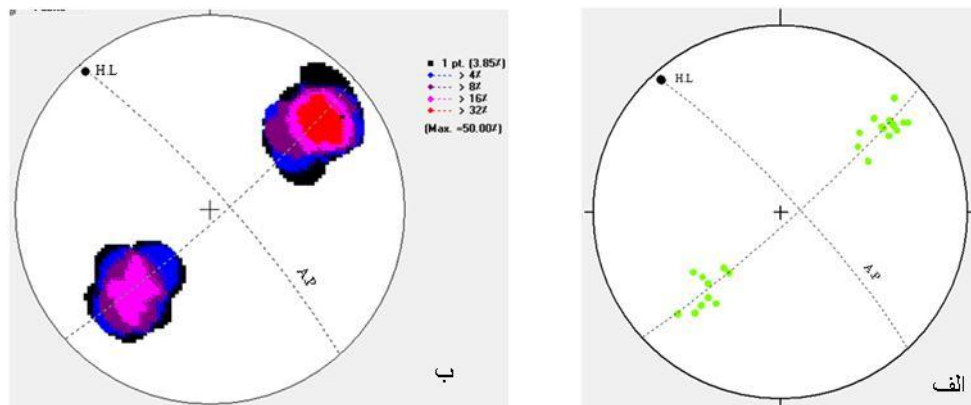
شکل ۳-۳- موقعیت پیمایش A-A' در بخش خاوری ناودیس کاجیان (دید به سمت جنوب خاوری).

جدول ۳-۱- داده های برداشت شده در پیمایش A-A'.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	225	50	14	230	60
2	225	75	15	233	65
3	235	65	16	235	72
4	230	65	17	40	55
5	230	45	18	40	35
6	232	65	19	45	35
7	240	45	20	50	45
8	225	50	21	40	50
9	235	60	22	35	50
10	231	60	23	45	60
11	234	70	24	45	45
12	225	60	25	55	47
13	230	65	26	40	60



شکل ۴-۳- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاجیان در پیمایش A-A'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۲۳۱°/۶۱) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۴۸°/۴۳) (مقادیر برحسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).



شکل ۳-۵- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاچیان در پیمایش A-A' (الف) نمودار π موقعیت خط لولا ($318^\circ/0.5^\circ$) و سطح محوری ($0.48^\circ/83^\circ$) (ب) تعیین زاویه بین دو یال (71°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۲- ویژگی های هندسی ناودیس کاچیان در مسیر پیمایش A-A' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوئی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
ناودیس کاچیان	$231/61$	$0.43^\circ/48^\circ$	$318^\circ/0.5^\circ$	$0.48^\circ/83^\circ$	71°	Upright inclined - Sub Horizontal plunging	open

پیمایش B-B'

مسیر این پیمایش در بخش میانی ناودیس و در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (B: $30^\circ35'52.36''N$, $51^\circ46'10.88''E$) و (B': $30^\circ35'31.02''N$, $51^\circ45'19.57''E$) قرار دارد (شکل ۳-۲ و شکل ۳-۶). آنالیز داده های برداشت شده در این مسیر (جدول ۳-۳)، میانگین شیب 52° در جهت جنوب باختری را برای یال شمال خاوری، و میانگین شیب 51° در جهت شمال خاوری را برای یال جنوب باختری نشان می دهد (شکل ۳-۷). همانطور که در شکل ۳-۸

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

مشاهده می شود، محور ناودیس در موقعیت $06^{\circ}/135^{\circ}$ و سطح محوری چین در موقعیت $89^{\circ}/45^{\circ}$ قرار دارد. جایگاه چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964) در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ تقریباً افقی (Upright inclined - Sub Horizontal plunging) قرار دارد. خلاصه ای از خصوصیات هندسی چین در این پیمایش در جدول ۳-۴ نشان داده شده است.

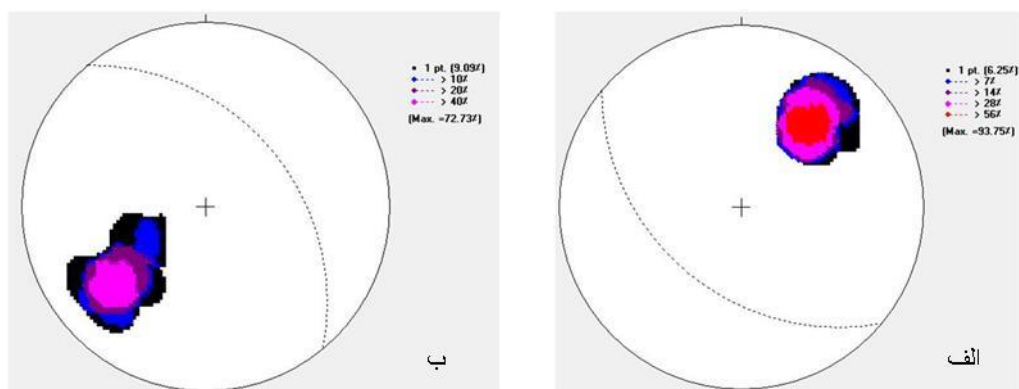
جدول ۳-۴- داده های برداشت شده در پیمایش B-B'.

NO	Dip.Dir	Dip	NO	Dip.Dir	Dip	NO	Dip.Dir	Dip
1	227	45	11	218	65	21	52	48
2	223	45	12	230	60	22	52	25
3	215	50	13	217	55	23	50	58
4	215	52	14	215	60	24	56	65
5	220	45	15	65	35	25	45	65
6	222	50	16	52	55			
7	220	48	17	42	45			
8	215	55	18	45	60			
9	220	67	19	50	47			
10	220	43	20	50	55			

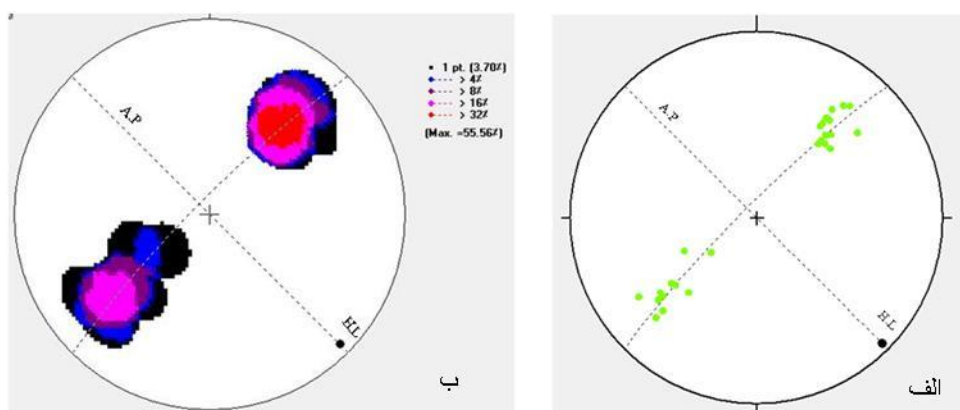


شکل ۳-۶- موقعیت پیمایش های B-B' و C-C' در ناودیس کاجیان (دید به سمت شمال باختری).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۷- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاجیان در پیمایش B-B'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۲۲۰°/۵۲°) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۰۵۰°/۵۱°).



شکل ۳-۸- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاجیان در پیمایش B-B'. الف) نمودار π موقعیت خط لولا (۱۳۵°/۰۶°) و سطح محوری (۰۴۵°/۸۹°) ب) تعیین زاویه بین دو یال (۷۸°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۴- ویژگی های هندسی ناودیس کاجیان در مسیر پیمایش B-B' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

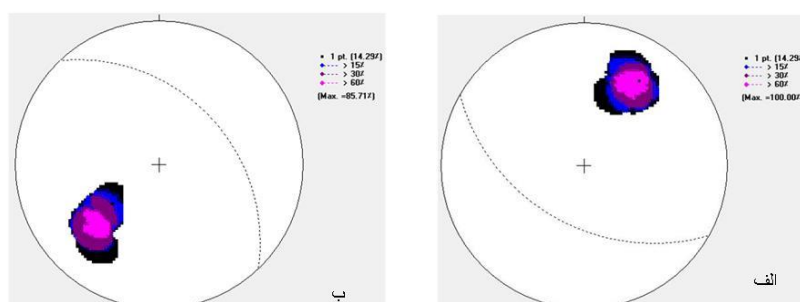
نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوته (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
ناودیس کاجیان	۲۲۰ / ۵۲	۰۵۰°/۵۱°	۱۳۵°/۰۶°	۰۴۵°/۸۹°	۷۸°	Upright inclined - Sub Horizontal plunging	open

پیمایش C-C'

مسیر این پیمایش در بخش باختری ناودیس و در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (C: 30°36'47.51"N , 51°45'10.28"E) و (C': 30°36'26.55"N , 51°44'22.48"E) قرار دارد (شکل ۳-۲ و شکل ۳-۶). متاسفانه به دلیل پوشیده شدن لایه ها توسط رسوبات بالایی، داده های زیادی در این مسیر برداشت نشد. داده های برداشت شده در این مسیر را می توان در جدول ۳-۵ مشاهده کرد. یال شمال خاوری دارای میانگین شیب ۵۶ درجه به سمت جنوب باختری می باشد و یال جنوب باختری میانگین شیب ۵۰ درجه به سمت شمال خاوری دارد (شکل ۳-۹). همانطور که در شکل ۳-۱۰ مشاهده می شود، استریوگرام های رسم شده از داده ها، موقعیت محور ناودیس را $111^{\circ}/127^{\circ}$ و موقعیت سطح محوری را $87^{\circ}/38^{\circ}$ نشان می دهد. جایگاه چین در تقسیم بندی فلوئی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد. جدول ۳-۶، خلاصه ای از خصوصیات هندسی ناودیس کاجیان را در مسیر این پیمایش نشان می دهد.

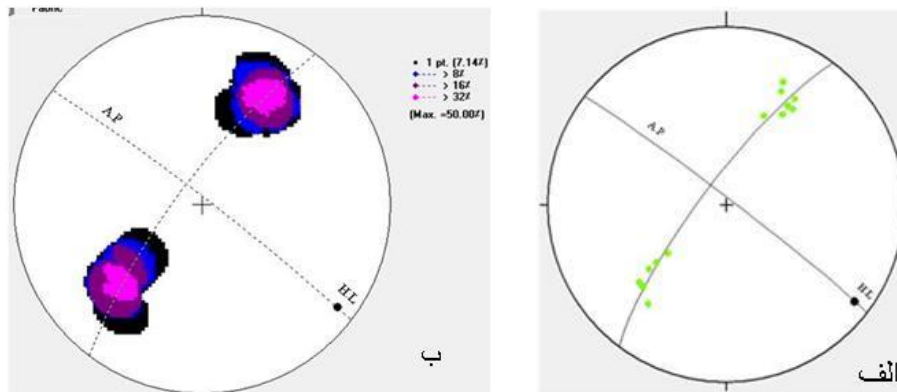
جدول ۳-۵- داده های برداشت شده در پیمایش C-C'.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	38	60	8	205	65
2	50	35	9	213	60
3	50	42	10	212	55
4	46	55	11	212	50
5	50	47	12	215	55
6	45	55	13	203	45
7	48	55	14	206	60



شکل ۳-۹- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاجیان در پیمایش C-C'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۵۶°/۲۰۹°) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۵۰°/۴۶°).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۱۰- تصاویر استریوگرافیک ناودیس کاچیان در پیمایش C-C'. الف) نمودار π موقعیت خط لولا ($127^\circ/11^\circ$) و سطح محوری ($38^\circ/87^\circ$) ب) تعیین زاویه بین دو یال (76°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۶- ویژگی های هندسی ناودیس کاچیان در مسیر پیمایش C-C' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوئی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
ناودیس کاچیان	۲۰۹ / ۵۶	۰۴۶ / ۵۰	$127^\circ/11^\circ$	$38^\circ/87^\circ$	76°	Upright inclined - Gently plunging	open

۳-۱-۲- تاقدیس کاچیان

این تاقدیس با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری در ادامه ناودیس کاچیان رخنمون دارد (شکل ۳-۱۱). یال شمال خاوری این ساختار به سمت شمالی باختری، تحت تاثیر عوامل فرسایش و هوازدگی قرار گرفته و در زیر رسوبات مدفون شده است. بنابراین، خصوصیات هندسی این تاقدیس فقط در قسمت جنوب باختری که هر دو یال آن از عوامل فرسایش و هوازدگی مصون باقی مانده اند، بررسی شد. داده های برداشت شده از این تاقدیس را می توان در جدول ۳-۷ مشاهده کرد. آنالیز این داده ها (شکل ۳-۱۳) نشان می دهد یال شمال خاوری (شکل ۳-۱۲) نسبت به یال جنوب باختری

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

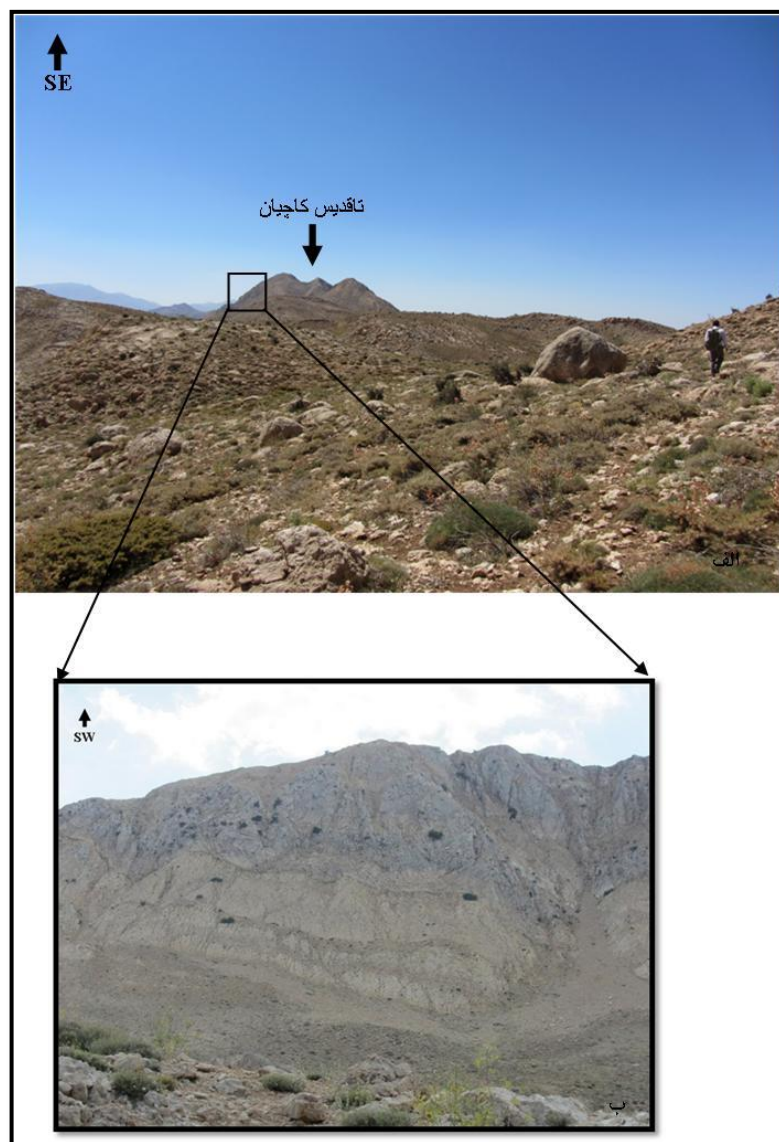
شیب بیشتری دارد. بر طبق تصاویر استریوگرافیک رسم شده از این چین خوردگی (شکل ۳-۱۴)، خط لولا در موقعیت $12^{\circ}/148^{\circ}$ و سطح محوری در موقعیت $83^{\circ}/237^{\circ}$ قرار دارد. جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های بسته قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد. خلاصه ای از خصوصیات هندسی این چین را می توان در جدول ۳-۸ مشاهده کرد.



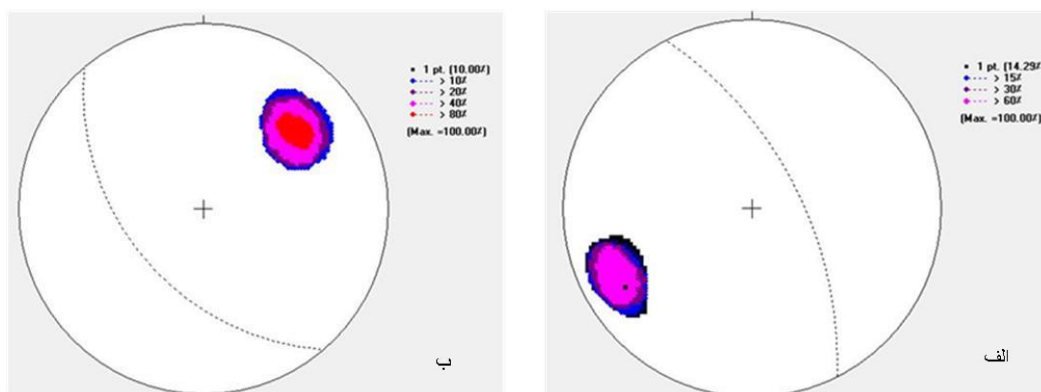
شکل ۳-۱۱ - موقعیت تاقدیس کاجیان در تصویر ماهواره ای Google earth. کادر قرمز رنگ محل فرسایش یال شمال خاوری این تاقدیس را نشان می دهد.

جدول ۳-۷ - داده های برداشت شده از تاقدیس کاجیان.

No	Dip.Dip	Dip	No	Dip.Dip	Dip
1	65	70	10	226	53
2	64	72	11	231	62
3	60	70	12	234	51
4	58	68	13	228	60
5	66	65	14	233	54
6	63	67	15	232	51
7	66	72	16	234	58
8	224	60	17	225	56
9	230	50			

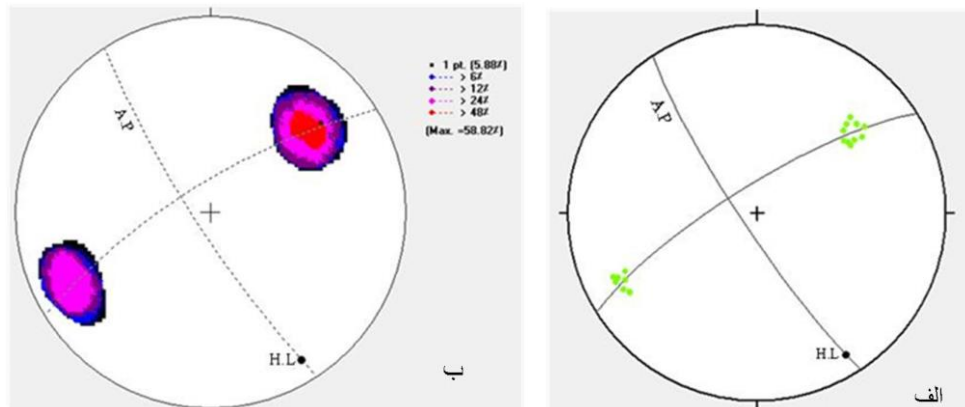


شکل ۳-۱۲- تصویری از تاقدیس کاجیان. الف) دور نمایی از تاقدیس کاجیان و تاثیر فرسایش و هوازدگی بر یال شمال خاوری (دید به سمت جنوب خاوری) ب) نمایی نزدیک از یال شمال خاوری (دید به سمت جنوب باختری).



شکل ۳-۱۳- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس کاجیان. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۵۵°/۲۳۰°) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۵۵°/۲۳۰°).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۱۴ - تصاویر استریوگرافیک تاقدیس کاچیان. الف) نمودار π . موقعیت خط لولا ($12^\circ/148^\circ$) و سطح محوری ($237^\circ/83^\circ$) ب) تعیین زاویه بین دو یال (57°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۸ - ویژگی های هندسی تاقدیس کاچیان (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوئی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس کاچیان	۰.۶۳ / ۰.۶۹	$230^\circ/55^\circ$	$148^\circ/12^\circ$	$237^\circ/83^\circ$	57°	Upright inclined - Gently plunging	close

۳-۱-۳ - تاقدیس جهان آباد

تاقدیس جهان آباد با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری و با طول تقریبی ۵.۵ کیلومتر و پهنای تقریبی ۱.۵ کیلومتر در خاور منطقه مورد مطالعه قرار دارد. داده های مورد نیاز از قبیل شیب و امتداد لایه ها جهت بررسی ویژگی های هندسی این تاقدیس در پنج پیمایش $A-A'$ ، $B-B'$ ، $C-C'$ ، $D-D'$ و $E-E'$ (شکل ۳-۱۵)، برداشت شد. کم بودن داده ها در بعضی از پیمایش ها به دلیل پوشیده شدن واحد های سنگی توسط رسوبات می باشد. ویژگی های ساختاری این چین در این پنج پیمایش به شرح زیر می باشد:



شکل ۳-۱۵- تصویر ماهواره ای Google earth از تاقدیس جهان آباد و موقعیت پیمایش های انجام شده جهت بررسی ویژگی های هندسی این چین.

پیمایش A-A'

مسیر این پیمایش (شکل ۳-۱۵ و شکل ۳-۱۶)، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (A: 30°38'59.70"N , 51°48'46.10"E) و (A': 30°39'5.10"N , 51°48'55.80"E) قرار دارد. مقادیر داده های برداشت شده در این مسیر بر اساس جهت شیب و مقدار شیب در جدول ۳-۹ نشان داده شده است. تصاویر استریوگرافیک رسم شده از آنالیز این داده ها (شکل ۳-۱۷)، میانگین شیب ۵۹ درجه را برای یال شمال خاوری و میانگین شیب ۵۷ درجه را برای یال جنوب باختری نشان می دهد. بر این اساس محور چین در موقعیت °۰۶/°۱۵۶ و سطح محوری در موقعیت °۸۹/°۲۴۶ قرار دارد (شکل ۳-۱۸). جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964) ، در رده چین های بسته قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ تقریباً افقی (Upright inclined - Sub Horizontal plunging) قرار دارد. خلاصه ای از خصوصیات هندسی این چین در جدول ۳-۱۰ نشان داده شده است.

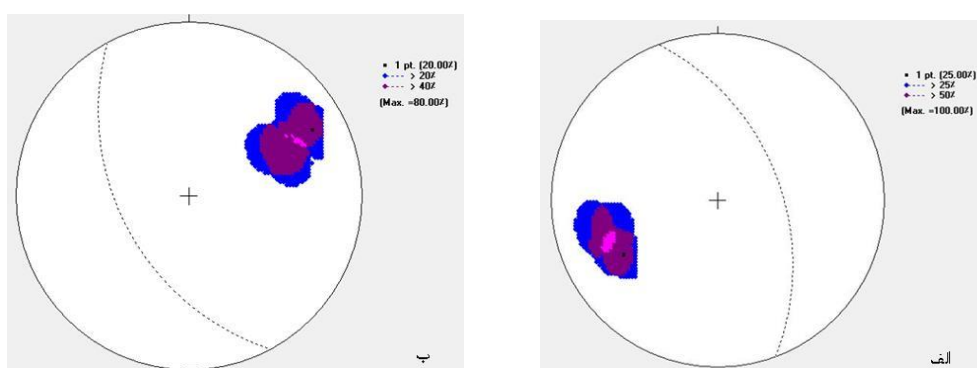
فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۹- داده های برداشت شده در مسیر پیمایش A-A'.

No	Dip.Dir	Dip
1	75	55
2	65	60
3	60	55
4	77	65
5	250	52
6	243	52
7	235	67
8	242	70
9	240	45

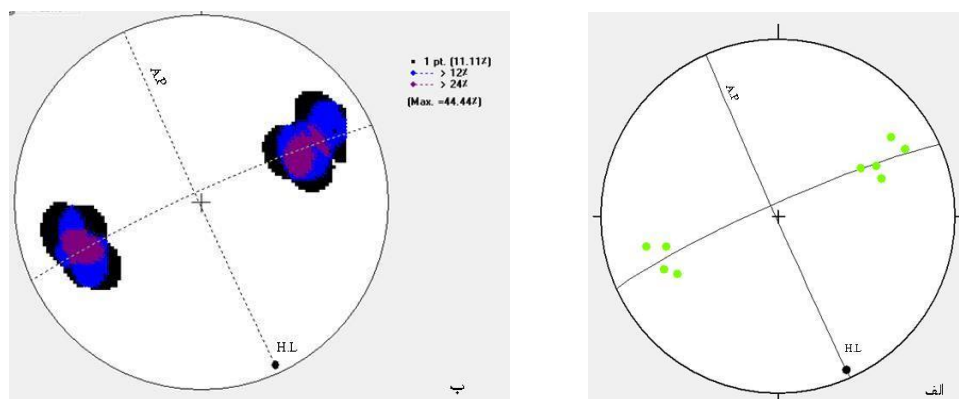


شکل ۳-۱۶- نمایی از مسیر پیمایش های A-A' و B-B' در بخشی شمالی تاقدیس جهان آباد (دید به سمت شمال باختری).



شکل ۳-۱۷- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش A-A', الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۵۹°/۰۶۹) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۵۷°/۲۴۲).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۱۸- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش A-A'. الف) نمودار π . موقعیت خط لولا $(156^\circ/0.6^\circ)$ و سطح محوری $(246^\circ/89^\circ)$ ب) تعیین زاویه بین دو یال (64°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۱۰- ویژگی های هندسی تاقدیس جهان آباد در پیمایش A-A' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس جهان آباد	۰۶۹ / ۵۹	۲۴۲° / ۵۷°	۱۵۶° / ۰۶°	۲۴۶° / ۸۹°	۶۴°	Upright inclined - Sub Horizontal plunging	close

پیمایش B-B'

مسیر این پیمایش (شکل ۳-۱۵ و شکل ۳-۱۶)، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های $(B: 30^\circ 38' 39.80''N, 51^\circ 48' 49.50''E)$ و $(B': 30^\circ 38' 55.70''N, 51^\circ 49' 8.70''E)$ قرار دارد.

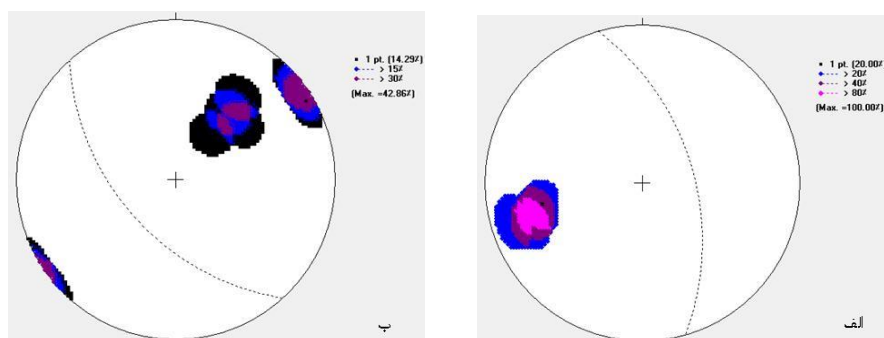
بر اساس آنالیز داده های برداشت شده (جدول ۳-۱۱)، یال شمال خاوری دارای میانگین شیب ۶۳ درجه و یال جنوب باختری دارای میانگین شیب ۶۱ درجه می باشد (شکل ۳-۱۹). آنالیز داده ها و نتایج حاصل در تصاویر استریوگرافیک نشان می دهد که محور چین در موقعیت $152^\circ / 23^\circ$ و

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

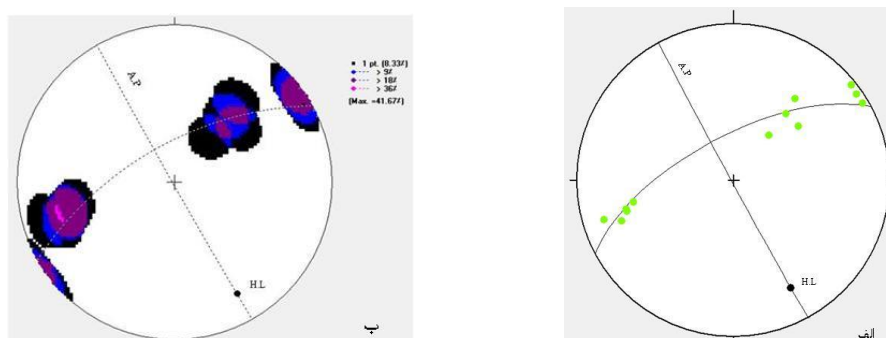
سطح محوری در موقعیت $89^{\circ}/241^{\circ}$ قرار دارد (شکل ۳-۲۰). جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های بسته قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد (جدول ۳-۱۲).

جدول ۳-۱۱- داده های برداشت شده در مسیر پیمایش B-B'.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	218	30	7	235	85
2	217	55	8	70	65
3	230	45	9	74	60
4	218	45	10	73	75
5	239	85	11	78	55
6	231	86	12	75	60



شکل ۳-۱۹- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش B-B'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۶۳°/۷۴°) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۶۱°/۲۲۸°).



شکل ۳-۲۰- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش B-B'. الف) نمودار π موقعیت خط لولا $152^{\circ}/23^{\circ}$ و سطح محوری $89^{\circ}/241^{\circ}$ ب) تعیین زاویه بین دو یال 61° با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۱۲- ویژگی های هندسی تاقدیس جهان آباد در پیمایش B-B' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای زاویه بین یالی	بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری
تاقدیس جهان آباد	۰.۷۴ / ۶۳	۲۲۸° / ۶۱°	۱۵۲° / ۲۳°	۲۴۱° / ۸۹°	۶۱°	close	Upright inclined - Gently plunging

پیمایش C-C'

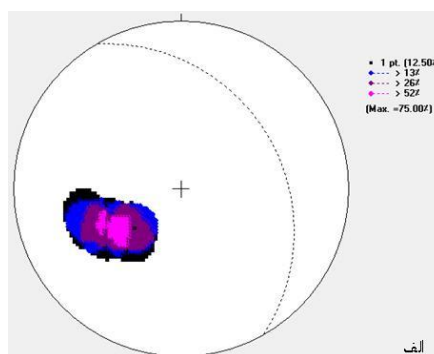
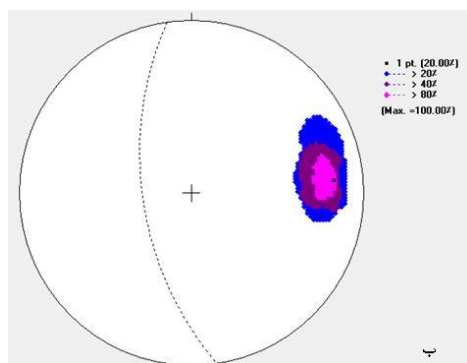
مسیر این پیمایش (شکل ۳-۱۵ و شکل ۳-۲۱)، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (C: 30°38'19.00"N , 51°48'57.00"E) و (C': 30°38'23.00"N , 51°49'32.00"E) قرار دارد. شرحی از داده های برداشت شده جهت بررسی ویژگی هندسی چین را می توان در جدول ۳-۱۳ مشاهده کرد. میانگین داده های برداشت شده در این مسیر از یال شمال خاوری و یال جنوب باختری نشان می دهد، یال جنوب باختری با میانگین مقدار شیب ۶۷ درجه در جهت ۲۶۲ درجه نسبت به یال شمال خاوری با میانگین مقدار شیب ۳۹ درجه در جهت ۶۰ درجه شیب بیشتری دارد (شکل ۳-۲۲). بر اساس استریوگرام های حاصل از تحلیل داده ها (شکل ۳-۲۳)، خط لولا در موقعیت ۱۳° / ۳۴۶° و سطح محوری در موقعیت ۷۶° / ۷۳° قرار دارد. جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ ملایم (Steeply inclined - Gently plunging) قرار دارد. خلاصه ای از خصوصیات هندسی این چین را می توان در جدول ۳-۱۴ مشاهده کرد.



شکل ۳-۲۱- نمایی دور از سه پیمایش C-C'، D-D' و E-E' بر تاق‌دیس جهان آباد (دید به سمت شمال خاوری).

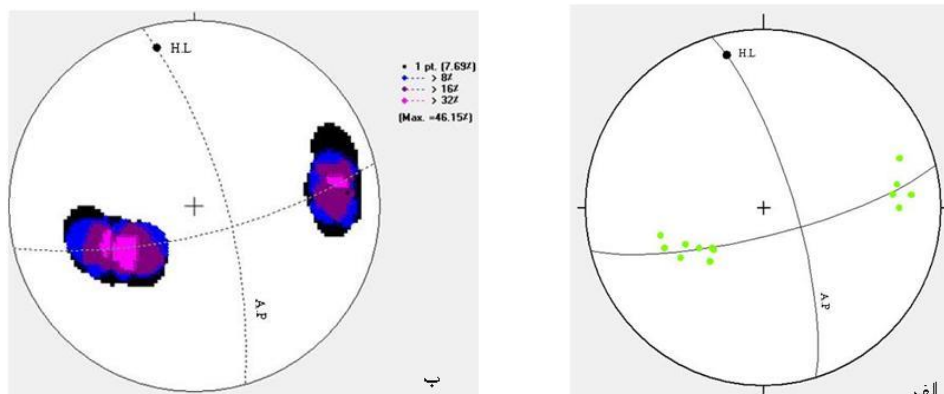
جدول ۳-۱۳- داده های برداشت شده در مسیر پیمایش C-C'.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	250	70	8	65	40
2	270	65	9	50	30
3	260	65	10	45	35
4	265	72	11	52	30
5	264	62	12	59	45
6	75	50	13	58	35
7	68	50			



شکل ۳-۲۲- تصاویر استریوگرافیک تاق‌دیس جهان آباد در پیمایش C-C'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری (۳۹°/۶۰°) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری (۶۷°/۲۶۲°).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۲۳- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش C-C'. الف) نمودار π . موقعیت خط لولا ($346^\circ/13^\circ$) و سطح محوری ($0^\circ/76^\circ$) ب) تعیین زاویه بین دو یال (76°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۱۴- ویژگی های هندسی تاقدیس جهان آباد در پیمایش C-C' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

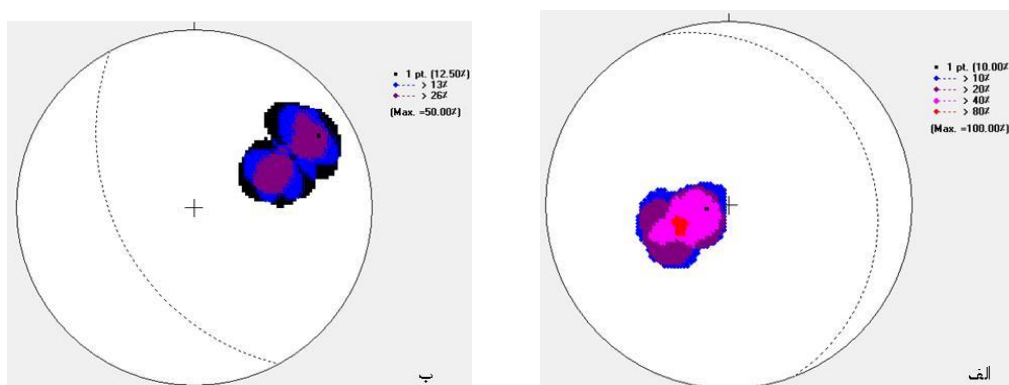
نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوئی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس جهان آباد	$0.60/39$	$262^\circ/67^\circ$	$346^\circ/13^\circ$	$0^\circ/76^\circ$	76°	Steeply inclined - Gently plunging	open

پیمایش D-D'

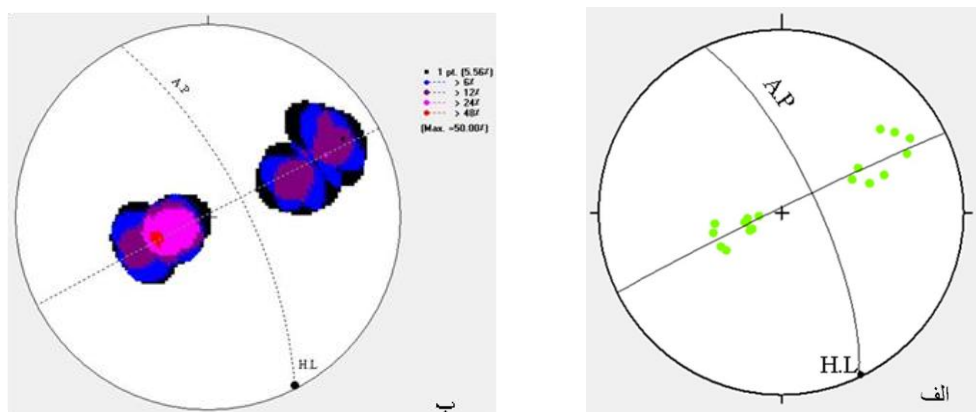
مسیر این پیمایش (شکل ۳-۱۵ و شکل ۳-۲۱)، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های ($D: 30^\circ37'19.00''N, 51^\circ49'9.00''E$) و ($D': 30^\circ37'52.00''N, 51^\circ49'49.00''E$) قرار دارد. بر اساس آنالیز داده های برداشت شده در این مسیر (جدول ۳-۱۵)، یال جنوب باختری با میانگین مقدار شیب 53° در جهت 242° درجه شیب بیشتری را نسبت به یال شمال خاوری با میانگین مقدار شیب 21° درجه در جهت 69° درجه دارد (شکل ۳-۲۴). نتایج حاصل از این آنالیز

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

(شکل ۳-۲۵)، خط لولا را در موقعیت $0.2^\circ / 154^\circ$ و سطح محوری را در موقعیت $0.65^\circ / 74^\circ$ نشان می دهد. بر اساس تقسیم بندی فلوتی، جایگاه این چین بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ تقریباً افقی (Steeply inclined - Sub Horizontal plunging) قرار دارد. جدول ۳-۱۶ خلاصه ای از خصوصیات هندسی این چین را نشان می دهد.



شکل ۳-۲۴- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش D-D'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری ($0.69^\circ / 21^\circ$) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری ($0.42^\circ / 53^\circ$).



شکل ۳-۲۵- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش D-D'. الف) نمودار π موقعیت خط لولا ($0.65^\circ / 74^\circ$) و سطح محوری ($0.2^\circ / 154^\circ$) ب) تعیین زاویه بین دو یال (74°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۱۵- داده های برداشت شده در مسیر پیمایش D-D'.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	80	15	10	73	32
2	75	17	11	240	40
3	73	16	12	252	42
4	60	15	13	245	35
5	60	16	14	240	70
6	80	10	15	230	60
7	80	30	16	250	50
8	55	30	17	245	65
9	60	31	18	235	65

جدول ۳-۱۶- ویژگی های هندسی تاقدیس جهان آباد در پیمایش D-D' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس جهان آباد	۰۶۹ / ۲۱	۲۴۲°/۵۳°	۱۵۴°/۰۲°	۰۶۵°/۷۴°	۷۴°	Steeply inclined - Sub Horizontal plunging	open

پیمایش E-E'

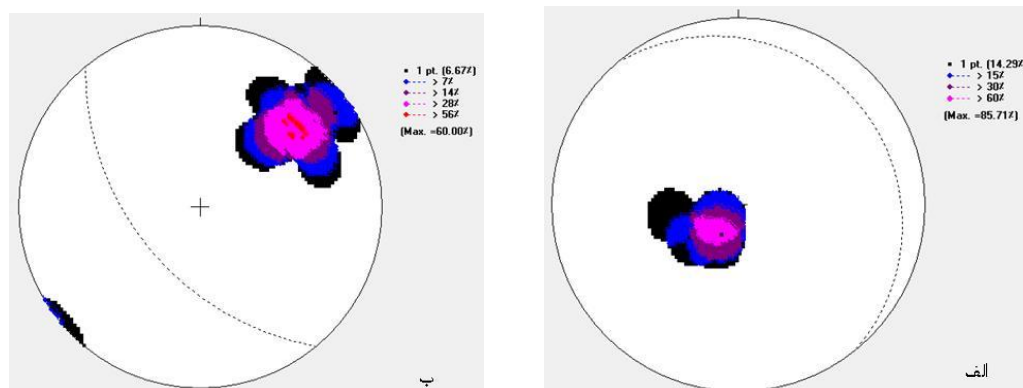
مسیر این پیمایش (شکل ۳-۲۱)، در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های (E: 30°36'39.38"N , 51°49'33.47"E) و (E': 30°36'58.79"N , 51°50'15.47"E) قرار دارد. داده های برداشت شده در این مسیر در جدول ۳-۱۷ نشان داده شده است. استریوگرام های حاصل از تحلیل داده ها میانگین شیب دو یال جنوب باختری و شمال باختری را به ترتیب ۶۰ درجه و ۱۷ درجه نشان می دهند (شکل ۳-۲۶). نتایج حاصل از آنالیز داده های برداشت شده در این

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

مسیر (شکل ۳-۲۷)، نشان می دهد که خط لولا در موقعیت $0^\circ/141^\circ$ و سطح محوری در موقعیت $0^\circ/69^\circ$ قرار دارند. این چین، بر اساس تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ افقی (Steeply inclined - Horizontal plunging) قرار دارد. جدول ۳-۱۸ خلاصه ای از خصوصیات هندسی این چین را نشان می دهد.

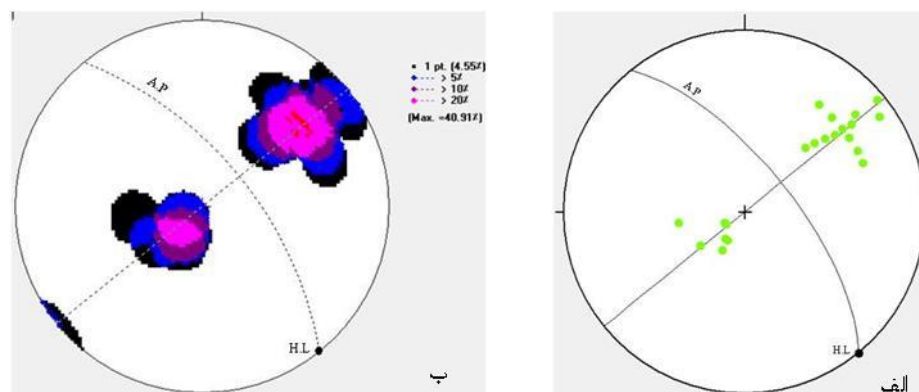
جدول ۳-۱۷ - داده های برداشت شده در مسیر پیمایش E-E'.

NO	Dip.Dir	Dip	NO	Dip.Dir	Dip
1	224	40	12	229	70
2	248	60	13	230	55
3	242	60	14	230	85
4	235	80	15	230	60
5	231	65	16	80	30
6	228	50	17	35	15
7	226	45	18	60	10
8	230	55	19	55	10
9	235	60	20	30	15
10	223	60	21	30	20
11	215	61	22	52	25



شکل ۳-۲۶ - تصاویر استریوگرافیک تاقیدیس جهان آباد در پیمایش E-E'. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری ($0^\circ/17^\circ$) ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری ($0^\circ/60^\circ$).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۲۷- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس جهان آباد در پیمایش E-E' (الف) نمودار π موقعیت خط لولا چین (ب) تعیین زاویه بین دو یال (77°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های $(141^\circ/00^\circ)$ و سطح محوری ($051^\circ/69^\circ$)

جدول ۳-۱۸- ویژگی های هندسی تاقدیس جهان آباد در پیمایش E-E' (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

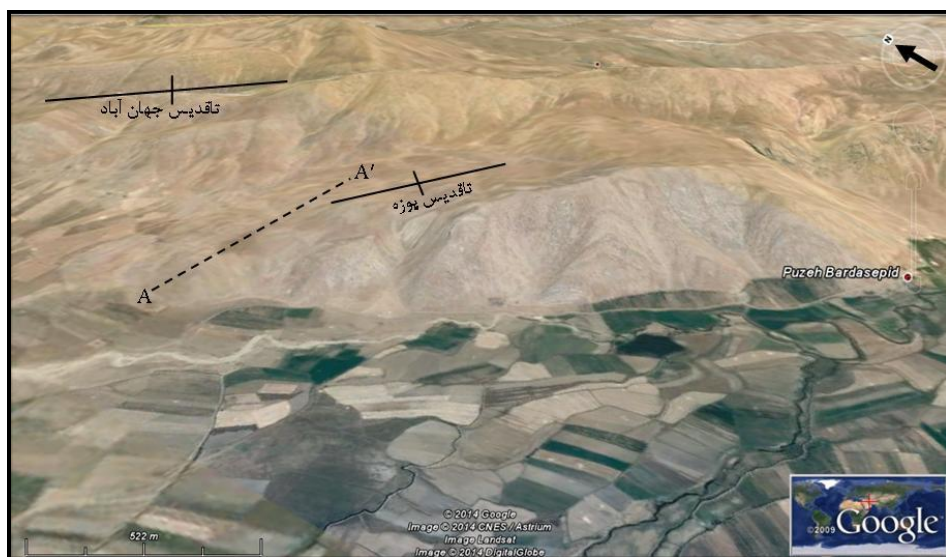
نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوئی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس جهان آباد	$051/17$	$231^\circ/60^\circ$	$141^\circ/00^\circ$	$051^\circ/69^\circ$	77°	Steeply inclined - Horizontal plunging	open

۳-۱-۴- تاقدیس پوزه

این تاقدیس با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری، در نزدیکی روستای پوزه واقع شده است و حاصل عملکرد چین خوردگی در سازند جهرم می باشد (شکل ۳-۲۸). متأسفانه به دلیل رخنمون نداشتن هر دو یال این تاقدیس در همه جای آن، برای بررسی ویژگی های هندسی این ساختار فقط به یک پیمایش بسنده شد که مسیر آن در سیستم مختصات جغرافیایی بین موقعیت های $(A: 30^\circ35'58.20"N, 51^\circ49'3.80"E)$ و $(A': 30^\circ35'56.70"N, 51^\circ49'46.20"E)$ قرار دارد

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

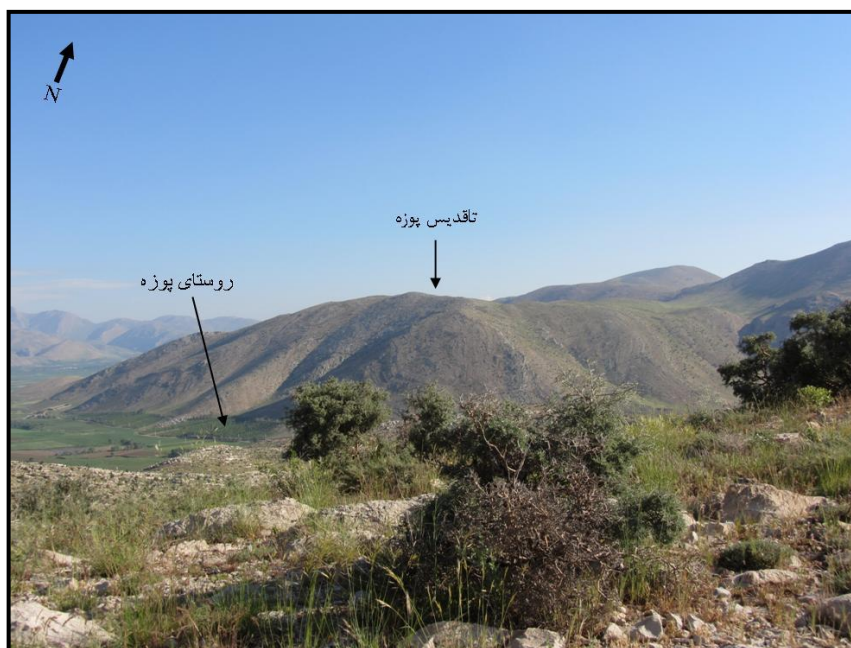
(شکل ۳-۲۹). داده های برداشت شده در این مسیر در جدول ۳-۱۹ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۳-۳۰ مشاهده می شود، استریوگرام های حاصل از تحلیل داده ها موقعیت میانگین یال شمال خاوری را $43^{\circ}/0.49$ و موقعیت میانگین یال جنوب باختری را $45^{\circ}/28.0$ نشان می دهد. تصاویر استریوگرافیک از این چین خوردگی (شکل ۳-۳۱)، موقعیت خط لولا را $22^{\circ}/345$ و موقعیت سطح محوری را $89^{\circ}/0.75$ نشان می دهد. بر اساس تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، این چین در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد. خلاصه ای از ویژگی های هندسی این چین را می توان در جدول ۳-۲۰ مشاهده کرد.



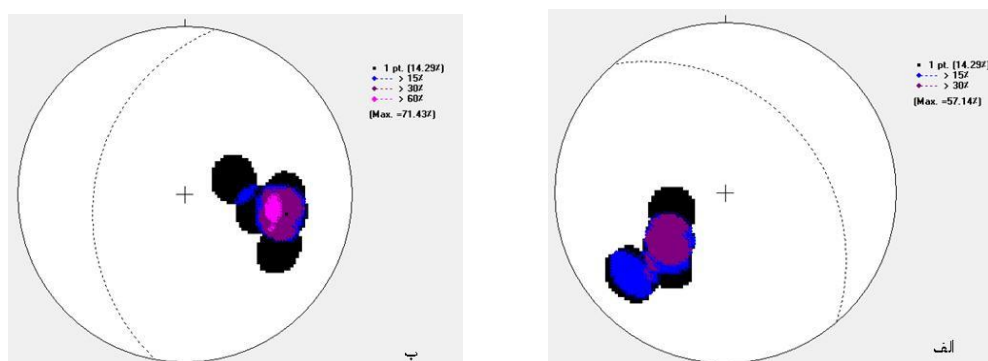
شکل ۳-۲۸- موقعیت تاقدیس پوزه و مسیر پیمایش A-A' در تصویر ماهواره ای Google earth.

جدول ۳-۱۹- داده های برداشت شده از تاقدیس پوزه در مسیر پیمایش A-A'.

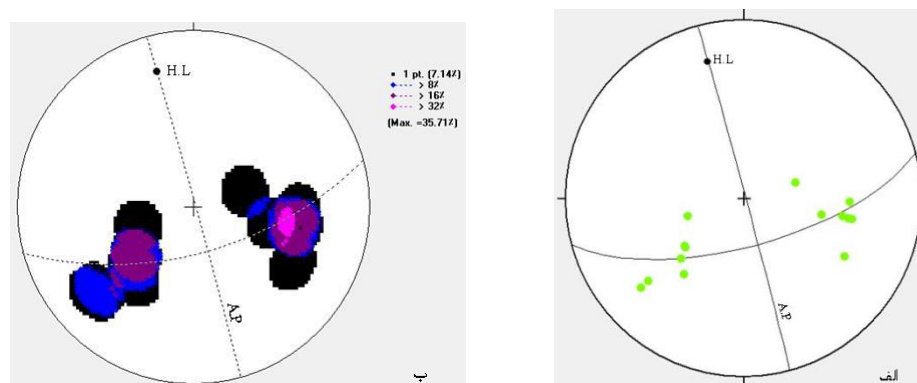
No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	282	37	8	38	45
2	272	50	9	46	40
3	300	55	10	72	27
4	281	50	11	50	35
5	280	47	12	51	35
6	281	52	13	49	60
7	253	25	14	49	65



شکل ۳-۲۹- نمایی دور از تاقدیس پوزه در نزدیکی روستای پوزه (دید به سمت شمال).



شکل ۳-۳۰- تصاویر استریوگرافیک از تاقدیس پوزه. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری ($43^\circ / 49^\circ$)
ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری ($45^\circ / 280^\circ$).



شکل ۳-۳۱- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس پوزه. الف) نمودار π . موقعیت خط لولا ($22^\circ / 345^\circ$) و سطح محوری ($89^\circ / 75^\circ$)
ب) تعیین زاویه بین دو یال (78°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

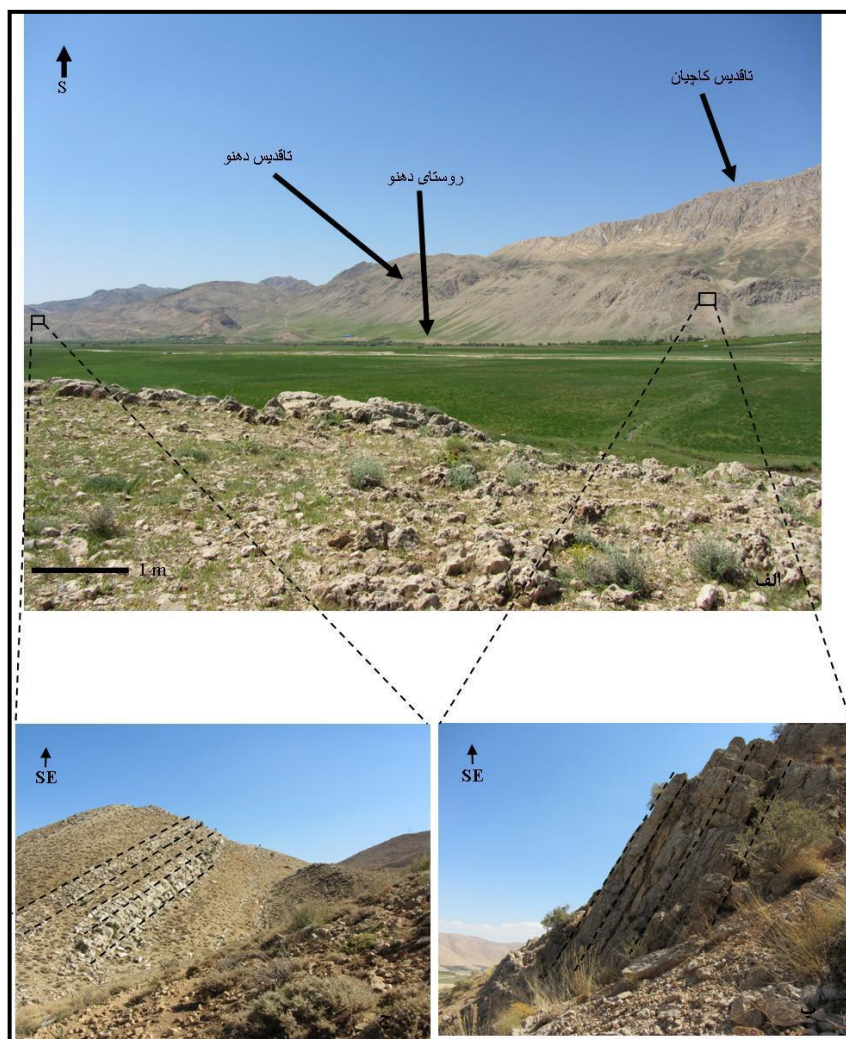
فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۲۰- ویژگی های هندسی تاقدیس پوزه (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس پوزه	۰۴۹ / ۴۳	۲۸۰° / ۴۵°	۳۴۵° / ۲۲°	۰۷۵° / ۸۹°	۷۸°	Upright inclined - Gently plunging	open

۳-۱-۵- تاقدیس دهنو

تاقدیس دهنو (شکل ۳-۳۲) با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری در ادامه تاقدیس کاجیان رخنمون دارد. یال های این تاقدیس از سازند سروک و هسته آن از سازند کژدمی تشکیل شده است. در شکل ۳-۳۲ مشاهده می شود که در اثر فرسایش، بخش عمده ای از یال شمال خاوری از بین رفته به طوری که فقط در دو ناحیه می توان رخنمون یال شمال باختری را مشاهده کرد. از آنجایی که بخش عمده ای از یال جنوب باختری توسط رسوبات بالایی پوشیده شده است، بنابراین داده های زیادی از این یال برداشت نشد. جدول ۳-۲۱، داده های برداشت شده از دو یال این تاقدیس را نشان می دهد. تحلیل این داده ها، میانگین شیب ۵۶ درجه را برای یال شمال خاوری و میانگین شیب ۳۵ درجه را برای یال جنوب باختری نشان می دهد (شکل ۳-۳۳). استریوگرام های حاصل از این تحلیل ها (شکل ۳-۳۴)، موقعیت محور چین را $11^{\circ} / 317^{\circ}$ و موقعیت سطح محوری چین را $79^{\circ} / 229^{\circ}$ نشان می دهد. بر اساس تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی (Fleuty, 1964)، این چین در رده چین های باز قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری (Fleuty, 1964)، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ ملایم (Steeply inclined - Gently plunging) قرار دارد. خلاصه ای از ویژگی های هندسی این چین در جدول ۳-۲۲ نشان داده شده است.

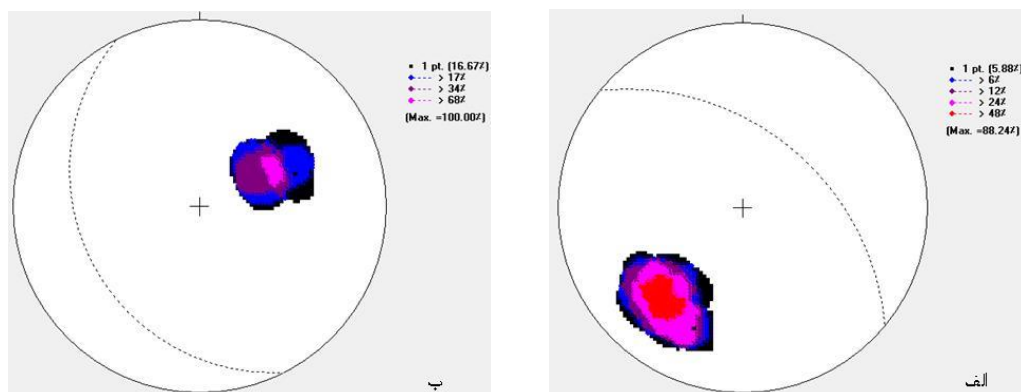


شکل ۳-۳۲- الف) دور نمایی از تاقدیس دهنو در نزدیکی روستای دهنو (دید سمت جنوب). ب) و ج) تصاویری از لایه بندی در سازند سروک در یال جنوب باختری تاقدیس دهنو (دید به سمت جنوب خاوری).

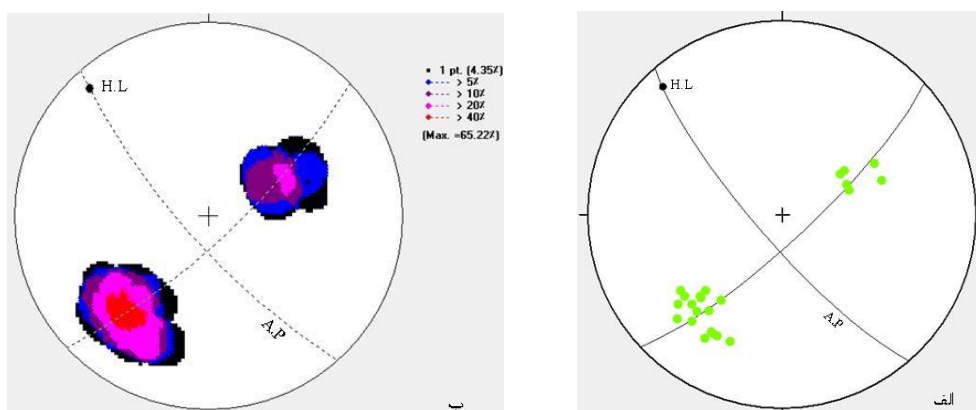
جدول ۳-۲۱- داده های برداشت شده از تاقدیس دهنو.

No	Dip.Dir	Dip	No	Dip.Dir	Dip
1	40	61	13	41	56
2	45	65	14	37	52
3	30	60	15	45	46
4	32	64	16	45	50
5	28	60	17	35	45
6	31	60	18	251	45
7	22	60	19	250	30
8	44	50	20	245	30
9	45	55	21	235	30
10	49	60	22	235	32
11	50	55	23	241	45
12	53	55			

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه



شکل ۳-۳۳- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس دهنو. الف) موقعیت میانگین یال شمال خاوری ($۵۶^{\circ}/۰۳۹^{\circ}$ ب) موقعیت میانگین یال جنوب باختری ($۳۵^{\circ}/۲۴۳^{\circ}$).



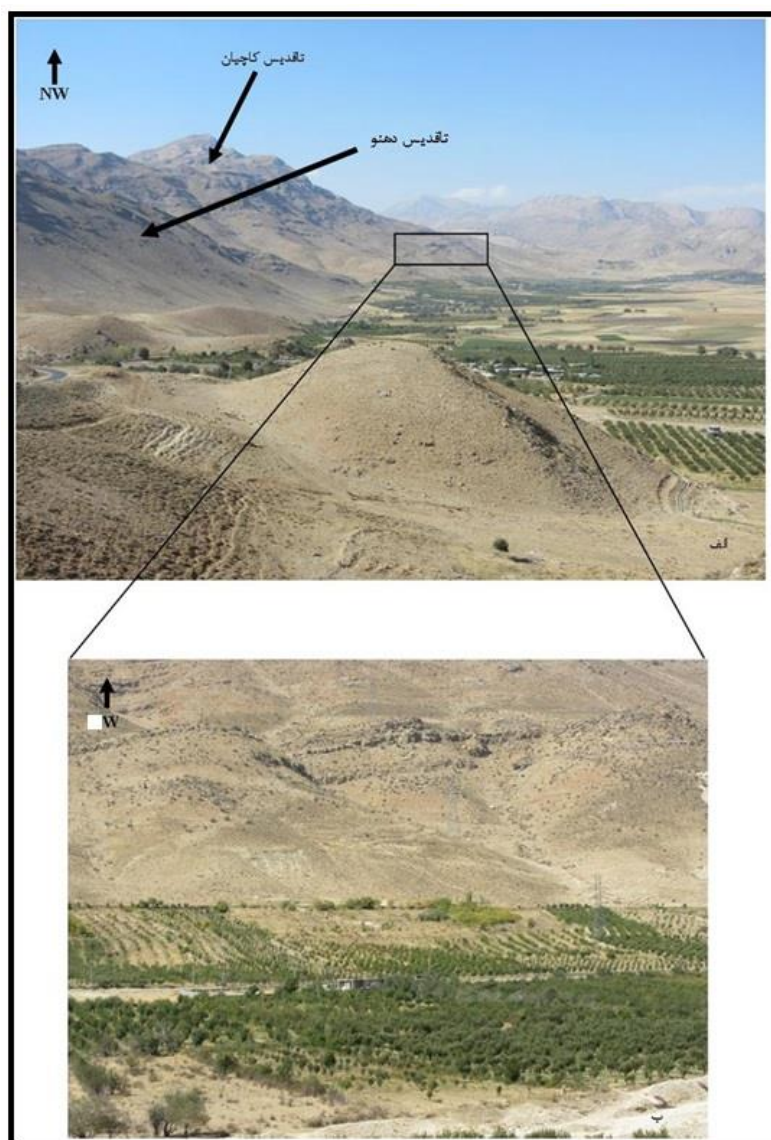
شکل ۳-۳۴- تصاویر استریوگرافیک تاقدیس دهنو. الف) نمودار π . موقعیت خط لولا ($۱۱^{\circ}/۳۱۷^{\circ}$) و سطح محوری ($۷۹^{\circ}/۲۲۹^{\circ}$ ب) تعیین زاویه بین دو یال (۸۹°) با استفاده از نمودار هم تراز داده های چین.

جدول ۳-۲۲- ویژگی های هندسی تاقدیس دهنو (مقادیر بر حسب جهت شیب و مقدار شیب می باشد).

نام چین	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال	جایگاه چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی (۱۹۶۴)	
						بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری	بر مبنای زاویه بین یالی
تاقدیس دهنو	$۵۶^{\circ}/۰۳۹^{\circ}$	$۳۵^{\circ}/۲۴۳^{\circ}$	$۱۱^{\circ}/۳۱۷^{\circ}$	$۷۹^{\circ}/۲۲۹^{\circ}$	۸۹°	Steeply inclined - Gently plunging	open

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

در محدوده مورد مطالعه در برخی از مناطق، در اثر فرسایش و هوازدگی بخش عمده ای از واحدهای سنگی از بین رفته است. در ادامه تاقدیس کاچیان می توان رخنمونی از چینی را مشاهده کرد (شکل ۳-۳۵) که در اثر فرسایش و هوازدگی، یال شمال خاوری آن از بین رفته و تنها رخنمون یال جنوب باختری آن باقی مانده است. بنابراین با توجه به نبود داده های مورد نیاز از یال شمال خاوری، بدست آوردن ویژگی هندسی این چین میسر نبود.



شکل ۳-۳۵-الف و ب) نمایی از چین خوردگی واحدهای سنگی در ادامه تاقدیس کاچیان (دید به ترتیب به سمت شمال باختری و باختر).

۳-۲- گسل ها

گسل، به نوعی شکستگی در سنگ ها اطلاق می شود که با توجه به مقیاس مطالعه، دو سمت شکستگی نسبت به هم دچار جابجایی و لغزش شده اند. این جابجایی باید به گونه ای باشد که (۱) کل جابجایی ایجاد شده توسط آن را با چشم غیر مسلح مشاهده کرد (۲) عمده این جابجایی به موازات سطح گسل رخ دهد (Hancock, 1994).

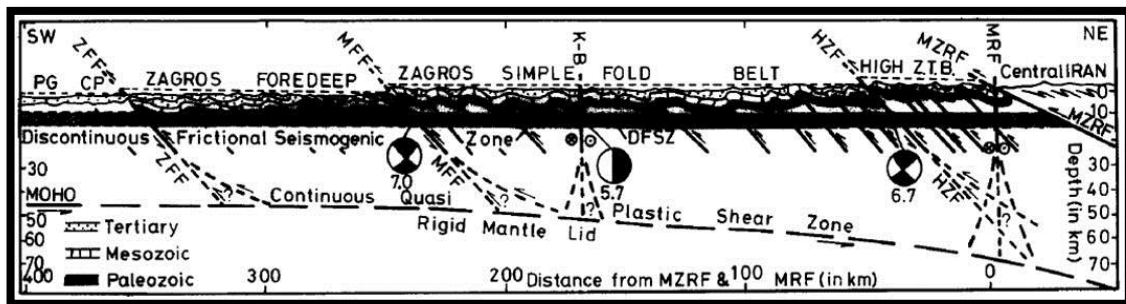
گسل ها، به عنوان یکی از عوامل اصلی دگرریختی در محدوده مورد مطالعه، نقش مهمی را ایفا می کنند. گسل کاکان، به عنوان بخشی از گسل زاگرس مرتفع (HZF) اصلی ترین گسل در محدوده مورد مطالعه شناخته شده است. البته گسل های دیگری هم در منطقه شناخته شده است که چین ها را به صورت عرضی برش داده اند که با بررسی آن ها، شناخت بهتری نسبت به الگوی دگرشکلی ناحیه پیدا می کنیم. با توجه به نقش گسل زاگرس مرتفع در محدوده مورد مطالعه، در ادامه به اختصار ویژگی های اصلی این گسل شرح داده می شود.

۳-۲-۱- گسل زاگرس مرتفع (HZF)

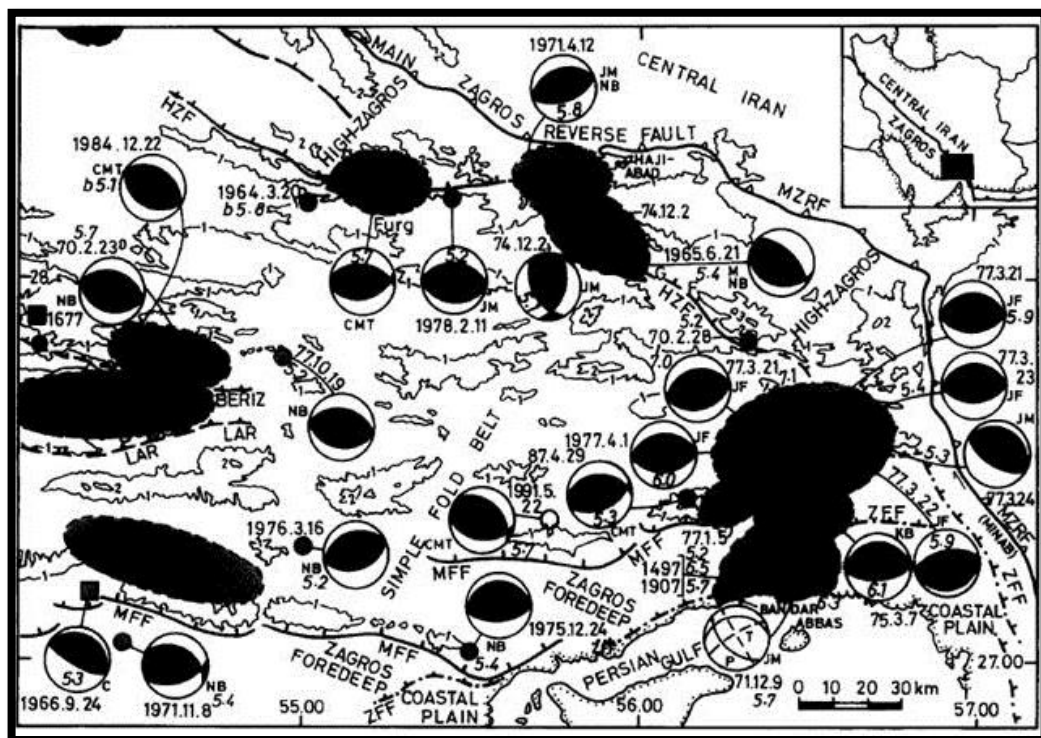
گسل زاگرس مرتفع، کمربند تراستی زاگرس مرتفع در شمال شرقی را از کمربند چین خورده ساده در جنوب غربی، از هم جدا می کند (شکل ۳-۳۶). شواهد زمین شناسی بر اساس موقعیت فعلی سنگ های پالئوزوئیک، نشان دهنده جابجایی قائم بیش از ۶ کیلومتر در امتداد HZF می باشد. نمک هرمز در بخش های متعددی از این گسل نفوذ کرده و به سطح رسیده است. این مسئله نشان می دهد گسل زاگرس مرتفع، گسلی عمقی است که نمک های هرمز متعلق به کامبرین زیرین را بریده و فعالیت آن در پوشش رسوبی فانروزوئیک آشکار است. گوه ای شدن رسوبات بعد از آسماری (تبخیری های میوسن سازند گچساران همراه با مولاس های همزمان با کوهزایی میوسن زیرین تا پلیستوسن سازندهای آفاجری و بختیاری) نشان دهنده بالا آمدگی زاگرس مرتفع از زمان میوسن - زیرین در امتداد HZF می باشد. در منطقه خورگو، در شمال بندرعباس گسل زاگرس مرتفع به گسل

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

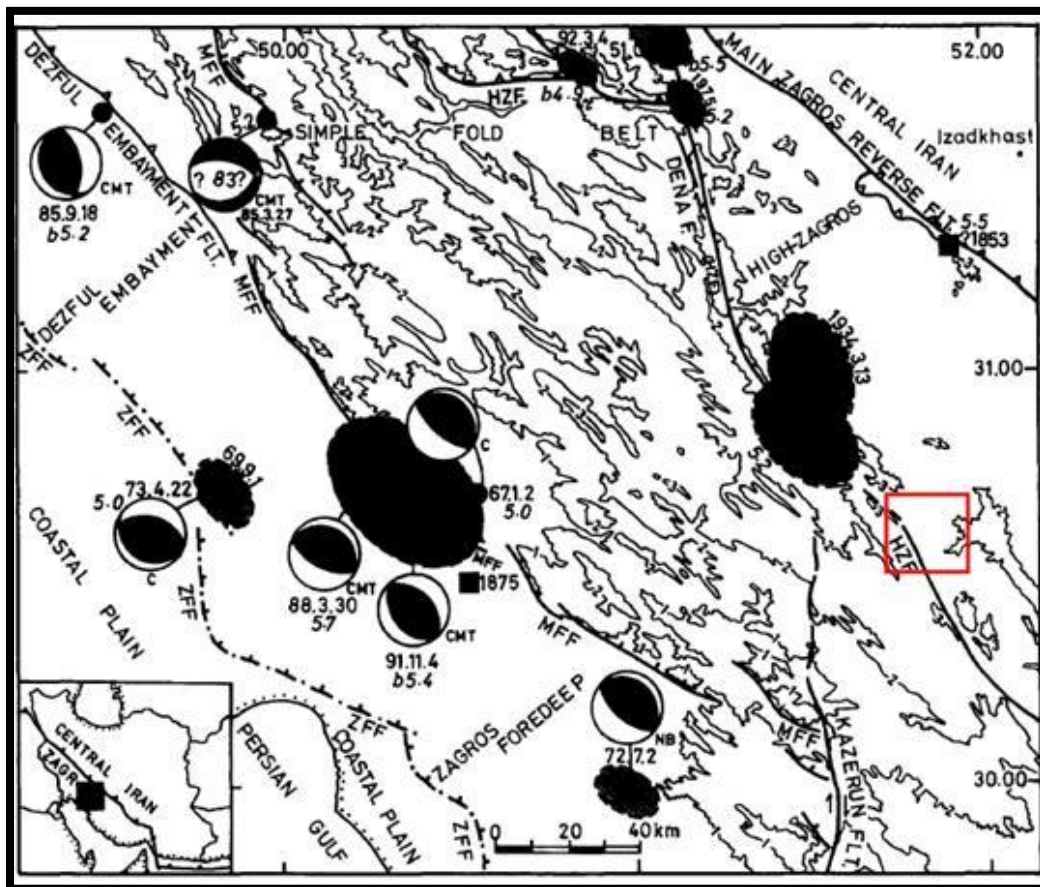
پیشانی کوهستان (MFF) می رسد (شکل ۳ - ۳۷) و بر منحنی میزان ۱۵۰۰ - ۱۰۰۰ متر منطبق می گردد. از این منطقه به سمت شمال باختری، گسل زاگرس مرتفع از گسل پیشانی کوهستان جدا شده و تقریباً به موازات گسل اصلی زاگرس، منطبق بر منحنی های میزان ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متر (شمال باختری داراب) تا ۳۰۰۰ متر (دنا) ادامه می یابد (شکل ۳ - ۳۸) (Berberian, 1995).



شکل ۳-۳۶- نیمرخ عرضی از کمربند کوهستانی چین خورده - رانده زاگرس که واحدهای مورفوتکتونیک اصلی را نشان داده است (نقل از بربریان، ۱۹۹۵).



شکل ۳-۳۷- ویژگی های نوزمین ساختی استان فارس واقع در کمربند چین خورده - رانده زاگرس. خطوط کنتور با فاصله ۱۰۰۰ متری نشان داده شده اند. به چپ پله ای شدن گسل MFF و همگرایی شدن آن با گسل HZF توجه شود (نقل از بربریان، ۱۹۹۵).



شکل ۳-۳۸- ویژگی های نوزمین ساختی ناحیه دنا و بهبهان واقع در زاگرس (اقتباس از بربریان، ۱۹۹۵). محدوده مورد مطالعه با کادر قرمز رنگ نشان داده شده است.

بررسی میزان تغییرات لغزش در امتداد گسل کازرون و گسل عهد حاضر نشان دهنده نقش گسل دنا در انتقال دگرشکلی از گسل عهد حاضر به گسل کازرون می باشد که اندکی از این دگرشکلی به گسل HZF و گسل سبزپوشان منتقل می شود. این بررسی ها بر طبق اندازه گیری های GPS، میزان لغزش 1.5 ± 0.2 mm/yer را در امتداد گسل HZF و گسل سبزپوشان برآورد می کند (توکلی و همکاران، ۲۰۰۸).

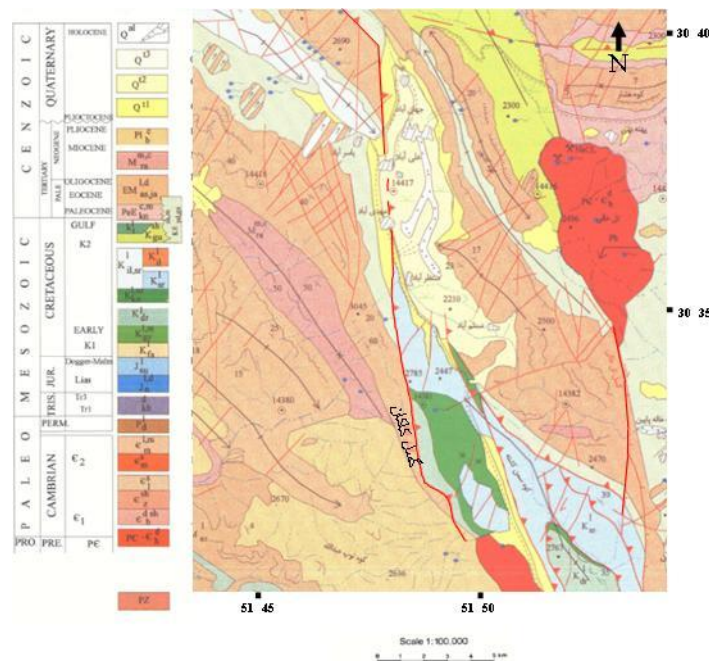
۳-۲-۲- گسل کاکان

گسل کاکان به عنوان بخشی از گسل زاگرس مرتفع، با روند عمومی NNW-SSE و شیب به سمت شرق - شمال شرق از وسط محدوده مورد مطالعه عبور می کند. طول این گسل تقریباً ۲۰ کیلومتر بوده که حدود ۱۳ کیلومتر از آن در محدوده مورد مطالعه قرار دارد (شکل ۳-۳۹ و شکل ۵-۵).

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

تنها بر طبق شواهد چینه شناسی می توان به وجود این گسل پی برد و گرنه بروزندی از سطح گسل کاکان در محدوده مورد مطالعه مشاهده نشد. عملکرد این گسل در منطقه، باعث رانده شدن سازند سروک در فرادیواره بر روی سازند جهرم و پابده گورپی در فرودیواره شده است (شکل ۳-۴۰). بنابراین بر طبق شواهد چینه شناسی، مولفه شیب لغز این گسل، معکوس می باشد. مطالعات پیشین (شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۷۷) مولفه امتدادی آن را راست لغز معرفی کرده است.

بررسی زمین لرزه های رخ داده در محدوده مورد مطالعه، گویای رخداد زمین لرزه ۲۰۰۷/۱۱/۱۹ با بزرگی $ML=3.3$ و در عمق ۱۵ کیلومتر در امتداد گسل کاکان می باشد. از آنجایی که ضخامت رسوبات روی پی سنگ زاگرس ۷-۱۲ کیلومتر می باشد (Alavi, 2004)، بنابراین، زمین لرزه سال ۲۰۰۷ منشأ پی سنگی و فعال بودن این گسل را تایید می کند (شکل ۳-۴۳).

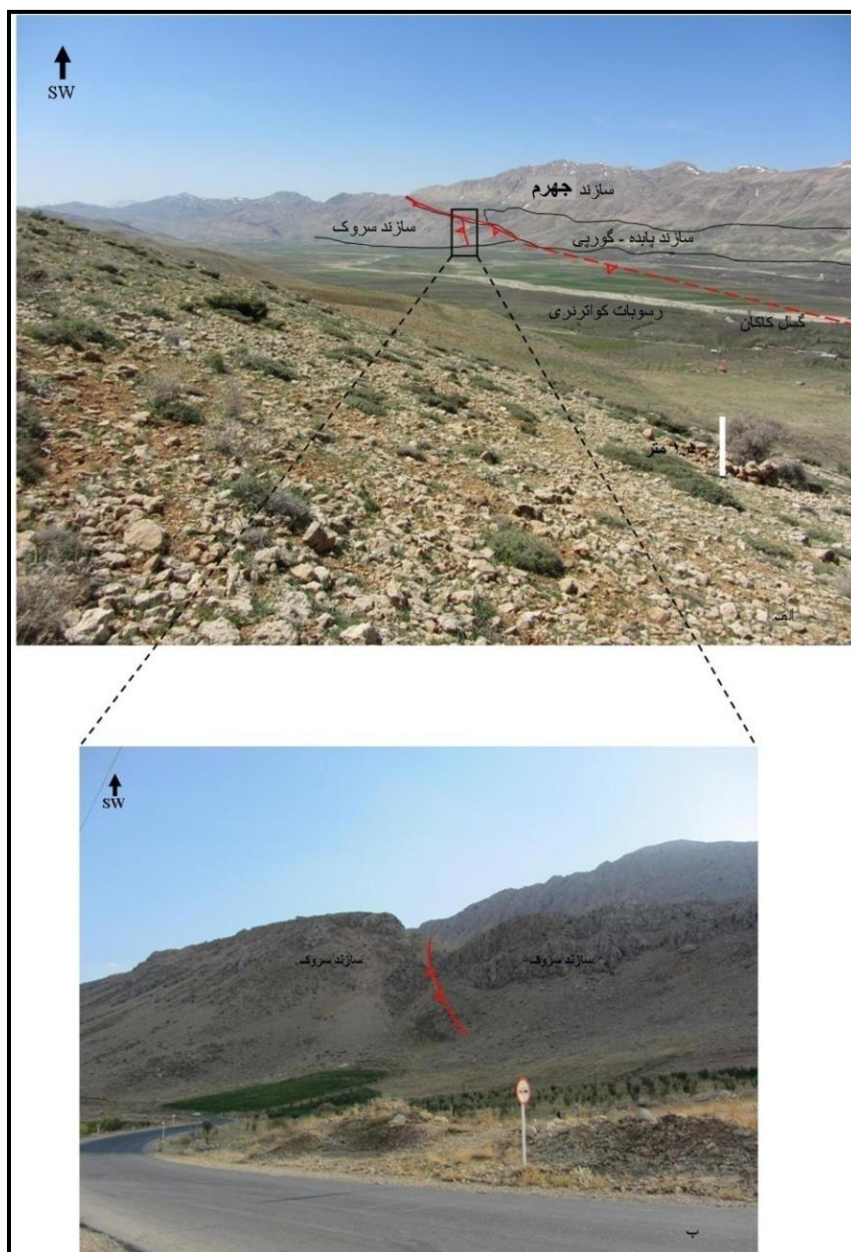


شکل ۳-۳۹- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ یاسوج. موقعیت گسل کاکان و قرار گیری سازند سروک مجاور سازند جهرم و پابده - گورپی توسط این گسل.

در موقعیت $30^{\circ}35'21.10''$ N و $51^{\circ}47'57''$ E شاهد عملکرد شاخه ای فرعی از گسل کاکان (F_k) خواهیم بود که واحدهای کرتاسه (سازند سروک) منطقه را قطع کرده و باعث جابجایی آن ها شده است (شکل ۳-۴۰). داده های برداشت شده از این گسل (شکل ۳-۴۱ و جدول ۳-۲۳)، موقعیت غالب

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

و میانگین $N 05^{\circ} E, 79^{\circ} E$ را در تصاویر استریوگرافیک نشان می دهد. مولفه شیب لغز این گسل با توجه به جابجایی واحدهای سنگی در تاقدیس دهنو، معکوس می باشد. خراش های گسلی با زاویه ریک ۷۵ درجه پادساعتگرد در سطح این گسل (شکل ۳-۴۲)، نشان می دهد که کمی مولفه امتدادی چپ بر دارد.

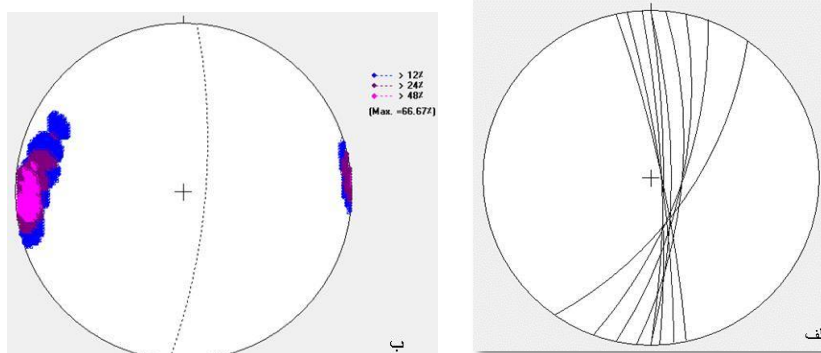


شکل ۳-۴۰- نمایی از موقعیت قرارگیری گسل کاکان در محدوده مورد مطالعه. الف) رانده شدن و قرارگیری سازند سروک بر روی سازند جهرم و پابده - گوربی توسط گسل کاکان (دید به سمت جنوب باختری). ب) نمایی نزدیک از شاخه فرعی گسل کاکان که باعث جابجایی در واحدهای کرتاسه شده است (دید به سمت جنوب باختری).

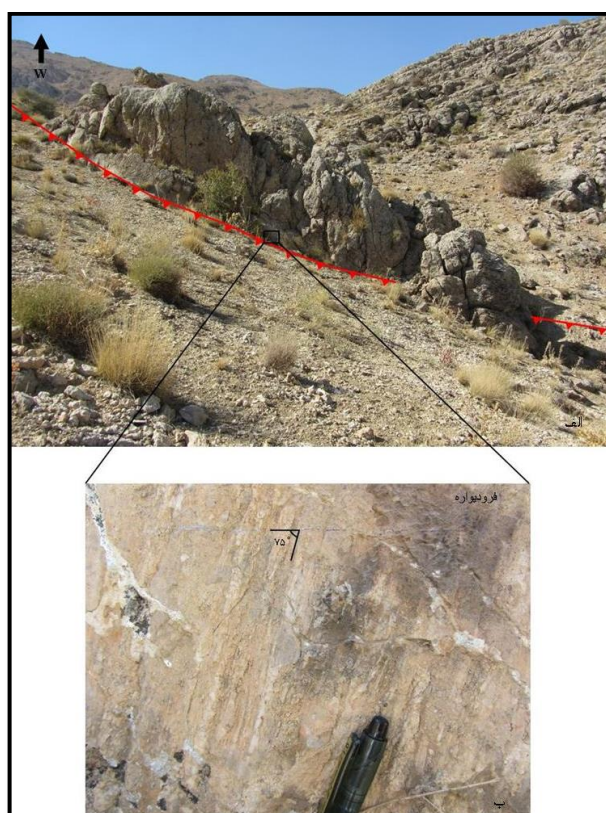
فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳-۲۳- داده های برداشت شده از سطح گسل F_k

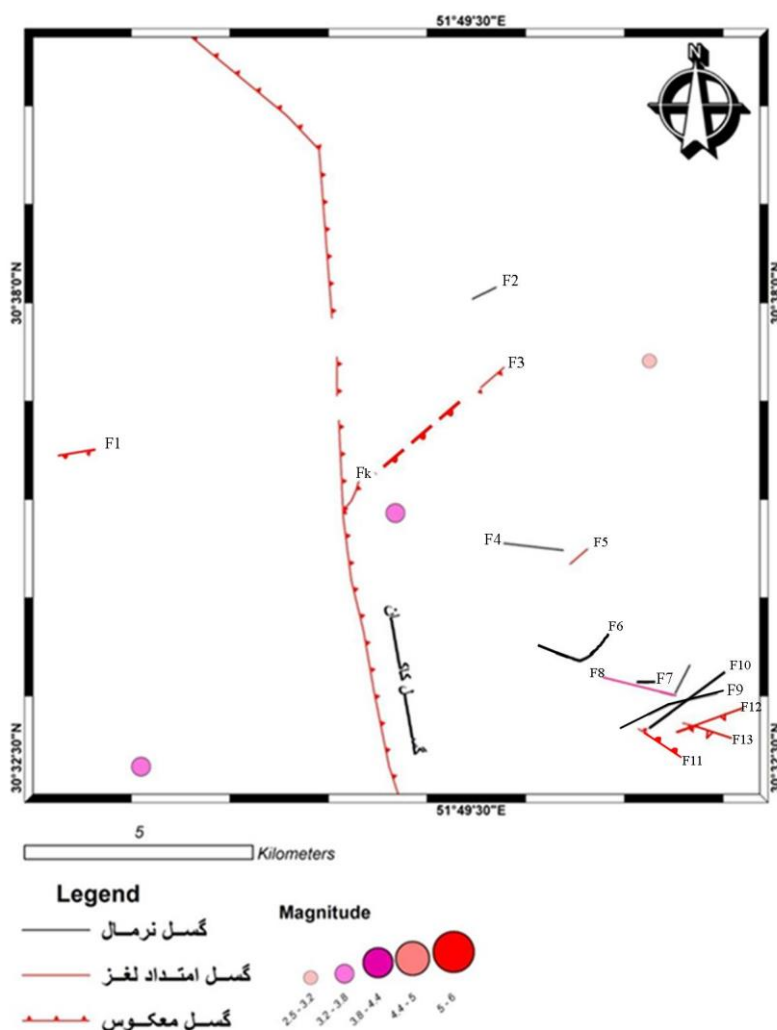
NO	Dip.dir	Dip	NO	Dip.dir	Dip
1	78	85	6	102	75
2	82	85	7	125	71
3	90	84	8	110	75
4	90	80	9	87	85
5	95	75			



شکل ۳-۴۱- الف) استریوگرام مربوط به داده های برداشت شده در امتداد گسل F_k . ب) میانگین داده های برداشت شده نشان دهنده روند غالب $79^\circ E$, $N05^\circ E$ برای گسل F_k می باشد.



شکل ۳-۴۲- الف) نمایی نزدیک از گسل F_k ب) خراش های گسلی با ریک 75° درجه پادساعتگرد بر سطح گسل با موقعیت $N12^\circ W$, $85^\circ E$ (دید به سمت غرب).



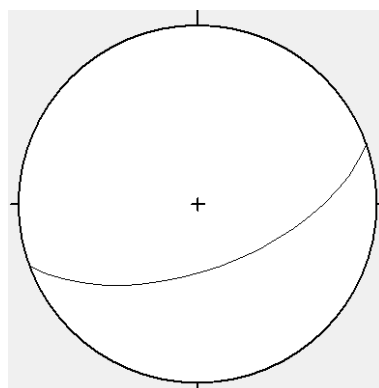
شکل ۳-۴۳- تصویری از موقعیت قرار گیری گسل ها در محدوده مورد مطالعه بر طبق مشاهدات صحرایی. زلزله های رخ داده در محدوده مورد مطالعه گویای رخ داد زلزله سال ۲۰۰۷ با بزرگی $ML=3.3$ در عمق ۱۵ کیلومتری در امتداد گسل کاکان می باشد.

۳-۲-۳- گسل F_1

گسل F_1 با روند $N70^\circ E$ و شیب 60° درجه به سمت جنوب (شکل ۳-۴۵) در موقعیت $30^\circ 35' 56.26'' N$ و $51^\circ 45' 10.49'' E$ قرار دارد. همانطور که در شکل ۳-۴۴ مشاهده می شود، این گسل با سازوکار معکوس و با مولفه امتدادی چپ بر باعث جابجایی واحدهای سنگی (سازند رازک) در ناودیس کاجیان شده است.



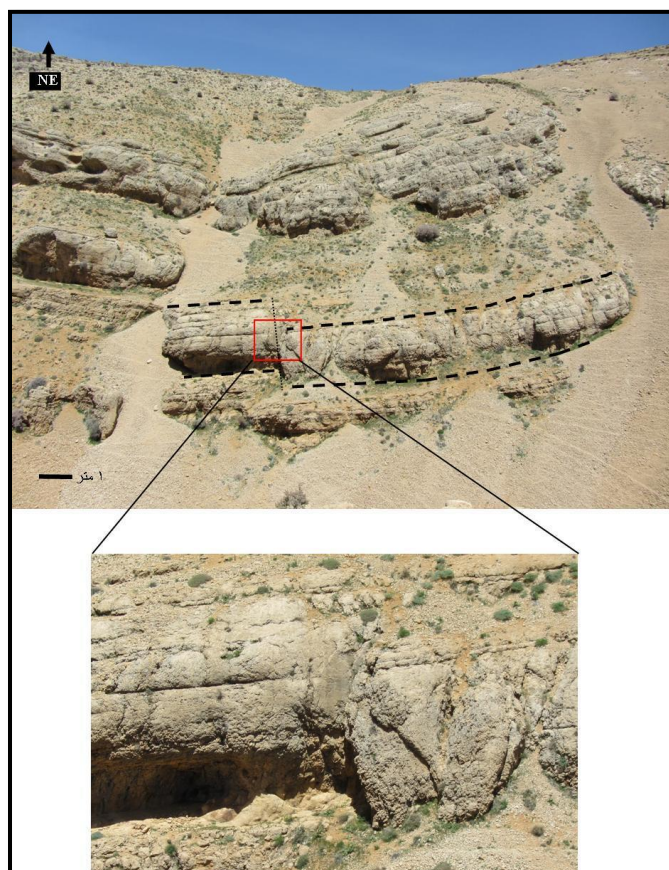
شکل ۳-۴۴- دور نمایی از گسل F_1 و جابجایی واحدهای سنگی در ناودیس کاجیان توسط این گسل (دید به سمت خاور).



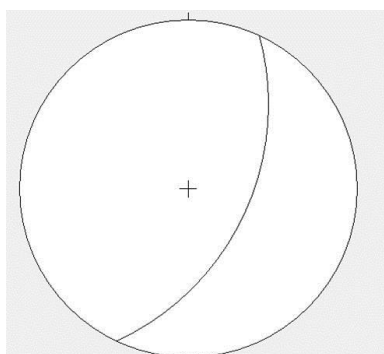
شکل ۳-۴۵- استریوگرام سطح گسل F_1 با موقعیت $60^\circ SE$, $NV0^\circ E$.

۳-۲-۴- گسل F_2

گسل F_2 با سازوکار نرمال و با روند $N25^\circ E$ و شیب 60° درجه به سمت جنوب شرقی (شکل ۳-۴۷) در موقعیت $30^\circ 37' 58.44'' N$ و $51^\circ 49' 37.45'' E$ برونزد دارد. متأسفانه به دلیل عملکرد فرسایش و هوازدگی هیچ گونه اثری از خراش های گسلی بر صفحه گسل مشاهده نشد اما همانطور که در شکل ۳-۴۶ مشاهده می شود جابجایی واحدهای سنگی در قسمت مرکزی تاقدیس جهان آباد توسط این گسل کاملاً آشکار است که سازوکار نرمال این گسل را تایید می کند.



شکل ۳-۴۶- نمایی از عملکرد گسل F_2 با سازو کار نرمال در بخش مرکزی تاقدیس جهان آباد (دید سمت شمال خاوری).



شکل ۳-۴۷- تصویر استریوگرافیک از سطح گسل F_2 با موقعیت $N25E, 60SE$.

۳-۲-۵- گسل F_3

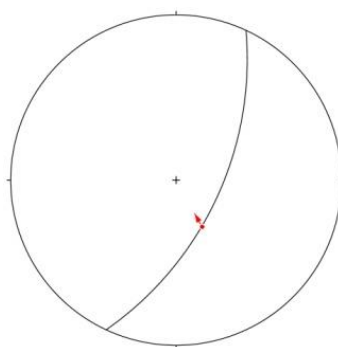
سطح این گسل (شکل ۳-۴۸) در موقعیت $30^{\circ}36'53.10''N$ و $51^{\circ}49'49.10''E$ برونزد دارد. داده برداشت شده از آن، نشان دهنده روند $N25E$ و شیب 60° به سمت جنوب شرقی گسل F_3 می باشد (شکل ۳-۴۹). مولفه شیب لغز این گسل با توجه به پله های گسلی در سطح فرادیواره گسل و جابجایی واحدهای سنگی در تاقدیس جهان آباد، معکوس می باشد. خراش های گسلی با زاویه ریک

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

۷۰ درجه گویای مولفه امتدادی چپ بر این گسل است. با توجه به سازوکار و هندسه این گسل، می توان آن را ادامه گسل F_k دانست که بخش میانی آن در زیر رسوبات کواترنری مدفون شده است (شکل ۳-۴۳).



شکل ۳-۴۸- الف) دورنمایی از عملکرد گسل F_3 با سازوکار معکوس با مولفه امتدادی چپ بر در واحدهای جهرم (دید سمت جنوب باختری). ب) نمایی نزدیک از اثرات خراش های گسلی با زاویه ریک ۷۰ درجه و پله گسلی در سطح فرادیواره گسل.



شکل ۳-۴۹- تصویر استریوگرافیک از گسل F_3 با موقعیت $N25E, 60SE$ و خراش های گسلی با زاویه ریک ۷۰ درجه.

۳-۲-۶- گسل F4

این گسل با روند شمال باختری-جنوب خاوری و مکانیسم نرمال باعث جابجایی در یال جنوب باختری تاقدیس پوزه شده است. همانطور که در شکل ۳-۵۰ مشاهده می شود، به دلیل فرسایش و قرار گرفتن گسل در زیر رسوبات، آثاری از سطح گسل مشاهده نمی شود. اما جابجایی ایجاد شده در یال تاقدیس پوزه وجود این گسل را تایید می کند.



شکل ۳-۵۰- تصویری از گسل F4 با مولفه شیب لغز نرمال و جابجایی واحدهای سنگی در یال جنوب باختری تاقدیس پوزه (دید سمت شمال باختری).

۳-۲-۷- گسل F5

موقعیت این گسل در تصاویر استریوگرافیک ۴۰NW, ۵۲W می باشد (شکل ۳-۵۲). همانطور که در شکل ۳-۵۱ مشاهده می شود، خش لغز موجود بر سطح گسل ریک ۵ درجه پادساعتگرد را نشان می دهد که گویای غالب بودن مولفه امتداد لغز نسبت به مولفه شیب لغز آن می باشد. با توجه به آثار پله های گسلی و خش لغز موجود بر سطح گسل، سازوکار این گسل با چشم پوشی از مولفه کم شیب لغز آن، امتداد لغز چپ بر می باشد.

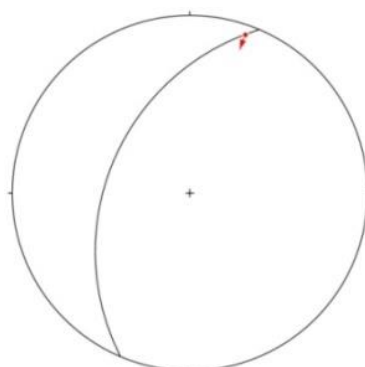
همانطور که در شکل ۳-۵۳ مشاهده می شود در بخش جنوبی محدوده مورد مطالعه دره ای به نام جوب خله وجود دارد که رودخانه جوب خله در آن جریان دارد. آب این رودخانه توسط چشمه های

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

بالا دست که دائمی هستند تامین می شود. البته در مسیر عبور رودخانه از دره، چشمه هایی برونزد دارند که باعث افزایش دبی رودخانه به سمت پایین دست شده اند. پیمایش های صورت گرفته از این دره نشان داده که گسل هایی به صورت عرضی آن را برش داده اند. متأسفانه به دلیل عوامل فرسایش و هوازدگی در این ناحیه، عمده گسل ها در زیر رسوبات مدفون شده اند و فقط در بعضی مکان ها می توان رخنمون سطح گسل را مشاهده کرد. در ادامه به شرح خصوصیات هندسی و جنبشی این گسل ها پرداخته می شود.



شکل ۳-۵۱- گسل F_5 و نمایی نزدیک از سطح گسل. خش لغزش های گسلی (با زاویه ریک ۵ درجه) و پله های گسلی (در عکس با فلش نشان داده شده) بیانگر سازوکار امتداد لغز چپ بر این گسل می باشد (دید سمت جنوب خاوری).



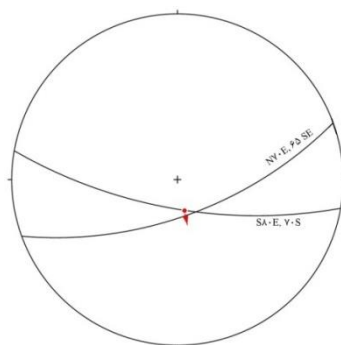
شکل ۳-۵۲- موقعیت $S23^{\circ}W, 40^{\circ}NW$ گسل F_5 با زاویه ریک ۵ درجه پادساعتگرد در تصویر استریوگرافیک.



شکل ۳-۵۳- تصویر ماهواره ای از موقعیت دره جوب خله در محدوده مورد مطالعه.

۳-۲-۸- گسل F_6

در موقعیت $30^{\circ}33'36.10''N$ و $51^{\circ}50'44.20''E$ می توان برونزد سطح گسل F_6 را مشاهده کرد. این گسل با روند $S80^{\circ}E$ و مقدار شیب 70° درجه به سمت جنوب از کنار رودخانه جوب خله عبور کرده و با تغییر امتداد به میزان 30° درجه پادساعتگرد به امتداد $N70^{\circ}E$ و مقدار شیب 65° درجه می رسد و در نهایت در زیر رسوبات مدفون می شود (شکل ۳-۵۵). با توجه به وجود پله های گسلی و خش لغزش با زاویه ریک 82° درجه ساعتگرد، بنابراین سازوکار این گسل نرمال تشخیص داده شد (شکل ۳-۵۴).



شکل ۳-۵۴- تصویر استریو گرافیک از سطح گسل F_6 با دو موقعیت $S80^{\circ}E, 70^{\circ}S$ و $N70^{\circ}E, 65^{\circ}SE$.



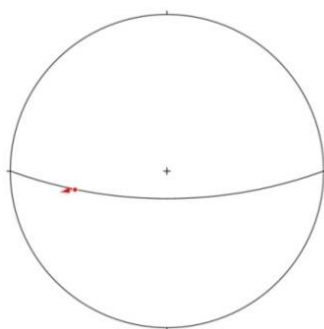
شکل ۳-۵۵- الف) تصویری از گسل F_6 و تغییر مسیر آن در نزدیکی رودخانه جوب خله (دید سمت شرق) ب) نمایی نزدیک از سطح گسل و خش لغزش با ریک ۸۲ درجه ساعتگرد در سطح آن و پله های گسلی گویای سازوکار نرمال این گسل می باشد (دید سمت شمال).

۳-۲-۹- گسل F_7

برونزد سطح این گسل را می توان در سازند چهارم و در موقعیت $30^{\circ}33'27''N$ و $51^{\circ}51'21,20''E$ مشاهده کرد. همانطور که در شکل ۳-۵۷ مشاهده می شود تصویر استریوگرافیک از داده برداشت شده از سطح گسل، موقعیت $N90,70S$ را برای گسل F_7 نشان می دهد. خراش های گسلی با زاویه ریک ۳۰ درجه پادساعتگرد و پله های گسلی در سطح گسل (شکل ۳-۵۶)، گویای سازوکار نرمال با مولفه امتدادی راست بر این گسل می باشد.



شکل ۳-۵۶- الف) دورنمایی از موقعیت گسل F₇ (دید سمت شمال باختری). ب) تصویری نزدیک از سطح گسل. با توجه به خراش گسلی با زاویه ریک ۳۰ درجه پادساعتگرد و وجود پله گسلی در سطح گسل، سازوکار آن نرمال راست بر تشخیص داده شد (دید سمت شمال).



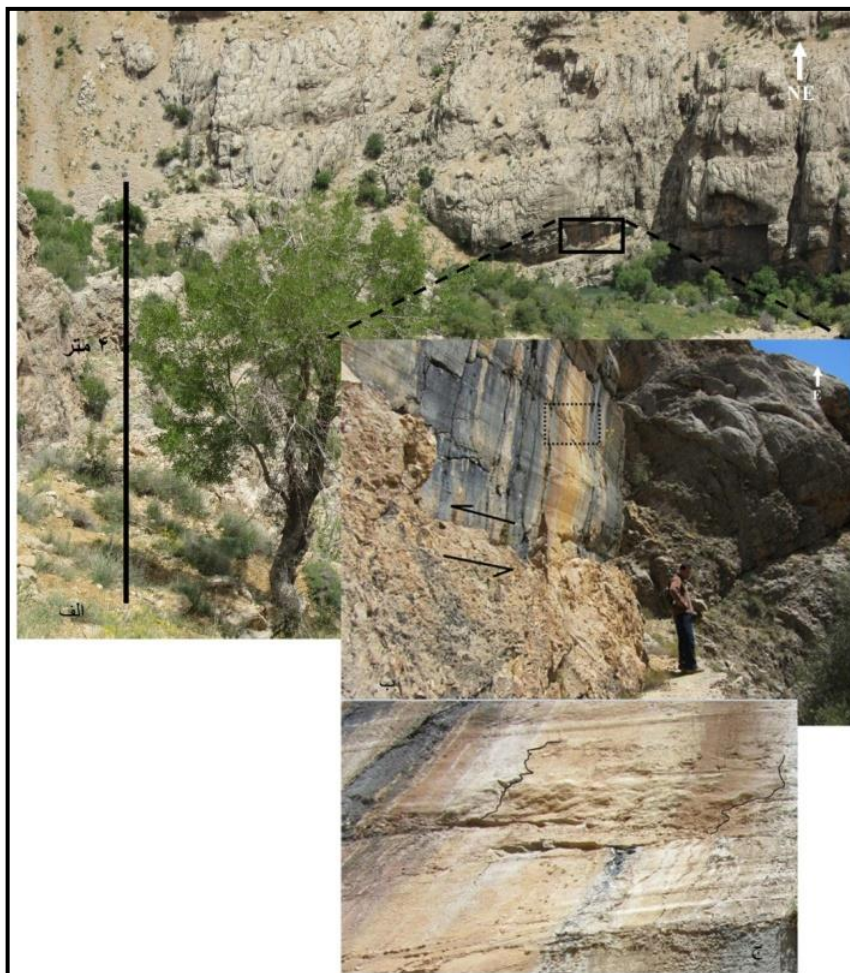
شکل ۳-۵۷- تصویر استریوگرافیک از گسل F₇ با موقعیت N۹۰,۷۰S.

۳-۲-۱۰- گسل F₈

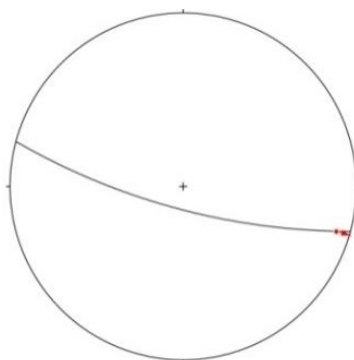
این گسل در قسمت مرکزی دره جوب خله در موقعیت $33^{\circ} 33' 19.15'' N$ و $51^{\circ} 51' 41.31'' E$ برونزد دارد. در سطح این گسل به وضوح می توان خراش های گسلی با زاویه ریک ۵ درجه ساعتگرد را مشاهده کرد (شکل ۳-۵۸). موقعیت هندسی آن در تصویر استریوگرافیک بر اساس برداشت

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

شده از سطح گسل، $S75E, 75SW$ می باشد (شکل ۳-۵۹). سازو کار گسل F_8 بر اساس خراش ها و پله های گسلی موجود در سطح آن، راستا لغز چپ بر تشخیص داده شد.



شکل ۳-۵۸- تصویری از گسل F_8 در واحدهای چهارم. ب و ج) نمایی نزدیک از مورفولوژی سطح گسل با خراش های گسلی با زاویه ریک ۵ درجه ساعتگرد. پله ها و خش لغزش های موجود در سطح گسل، سازوکار امتدادلغز چپ بر این گسل را تایید می کند (دید سمت شرق).



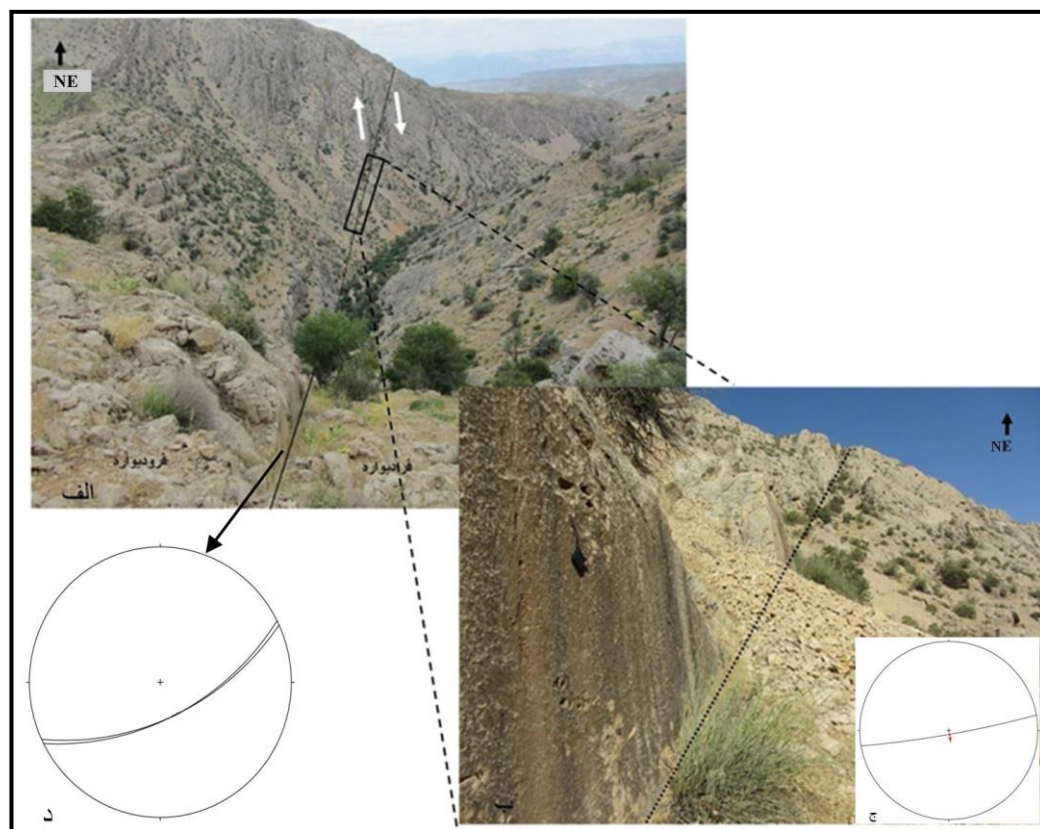
شکل ۳-۵۹- استریوگرام گسل F_8 با موقعیت $S75E, 75SW$.

۳-۲-۱۱- گسل F₉

بر طبق مشاهدات صحرایی، گسل F₉ با روند شمال خاوری- جنوب باختری و با طول تقریبی ۱/۵ کیلومتر یکی از گسل های طویل در محدوده مطالعاتی است که دره جوب خله را به صورت عرضی برش داده است. برونزد این گسل را می توان در بین موقعیت های $51^{\circ}52'30.63''E$ تا $51^{\circ}51'38.87''E$ و $30^{\circ}33'13.77''N$ تا $30^{\circ}32'58.19''N$ مشاهده کرد. داده برداشت شده در بخش جنوب باختری این گسل روند N۶۳E و N۶۵E با مقدار شیب ۶۰ درجه را نشان می دهد اما به سمت شمال خاوری روند گسل به مقدار ۱۵ تا ۱۷ درجه تغییر کرده و به روند N۸۰E و مقدار شیب ۸۵ درجه می رسد (شکل ۳-۶۰). همانطور که در شکل ۳-۶۱ مشاهده می شود، در سطح گسل خراش های گسلی با زاویه ریک ۹۰ درجه کاملاً محرز است. با توجه به مورفولوژی سطح گسل و جابجایی واحدهای سنگی در امتداد آن، سازوکار این گسل نرمال می باشد.

۳-۲-۱۲- گسل F₁₀

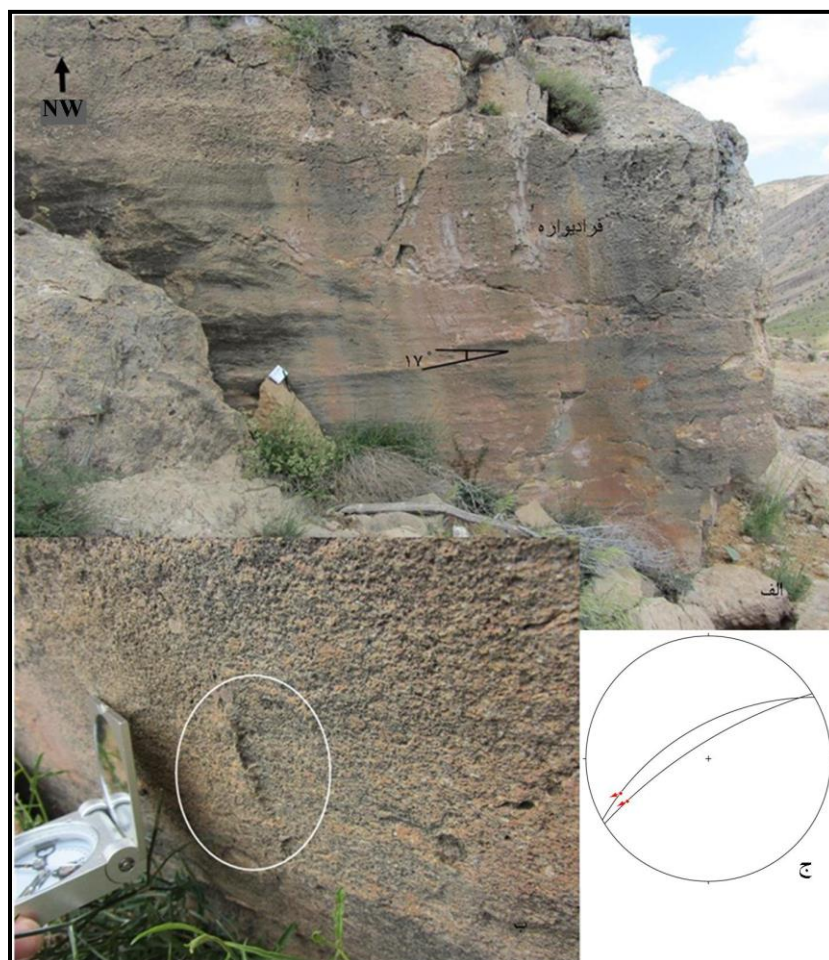
برونزد سطح این گسل را می توان در مکان با موقعیت $30^{\circ}33'1''N$ و $51^{\circ}51'47''E$ مشاهده کرد. موقعیت غالب این گسل در تصاویر استریو گرافیک ۶۷NW، S۵۹W می باشد (شکل ۳-۶۳). این گسل در مسیر خود باعث جابجایی رودخانه جوب خله به میزان ۳۳۰ متر شده که خود موید مولفه راستا لغز این گسل به صورت امتداد لغز چپ بر می باشد (شکل ۳-۶۴). اما آثار و شواهد سطح گسل از جمله خراش های گسلی با زاویه ریک ۱۷ درجه پادساعتگرد و پله های گسلی موجود بر سطح فرادیواره گسل نشان می دهد که حرکت گسل امتداد لغز محض نیست، بلکه مقداری مولفه شیب لغز نرمال هم داشته است (شکل ۳-۶۲).



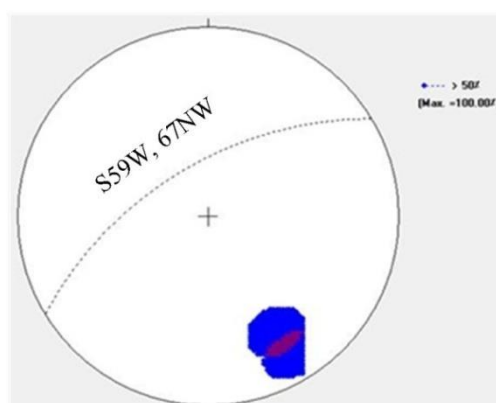
شکل ۳-۶۰- الف) برش دره جوب خله توسط گسل F_9 . روند این گسل از جنوب باختری به سمت شمال خاوری به میزان ۱۵ تا ۱۷ درجه تغییر می کند که این تغییرات را به وضوح در تصاویر استریوگرافیک ج و د می توان مشاهده کرد (دید سمت شمال خاوری).



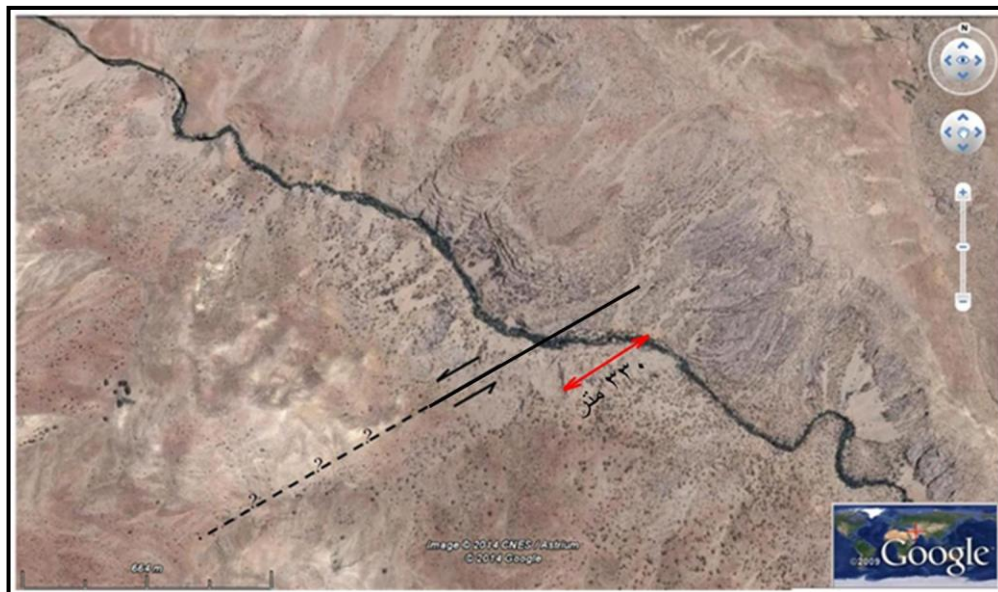
شکل ۳-۶۱- تصویری از خراش های گسلی با زاویه ریک ۹۰ درجه در سطح گسل F_9 (دید به سمت شمال).



شکل ۳-۶۲- الف) نمایی نزدیک از گسل F_{10} همراه با خراش های گسلی با زاویه ریک ۱۷ درجه در سطح فرادیواره گسل (دید سمت شمال باختری). ب) پله گسلی در سطح فرادیواره گسل که سازوکار نرمال با مولفه امتدادی چپ بر گسل را تایید می کند. ج) تصویر استریو گرافیکی از گسل با موقعیت های $S58W, 75NW$ و $S60W, 60NW$.



شکل ۳-۶۳- تعیین موقعیت غالب $S59W, 67NW$ برای گسل F_{10} .



شکل ۳-۶۴- تصویر ماهواره ای از موقعیت گسل F₁₀. همانطور که مشاهده می شود روند رودخانه جوب خله در مسیر گسل F₁₀ تغییر کرده که موید مولفه امتدادی چپ بر این گسل می باشد. خطوط نقطه چین وجود احتمالی ادامه گسل را نشان می دهد.

۳-۲-۱۳- گسل F₁₁

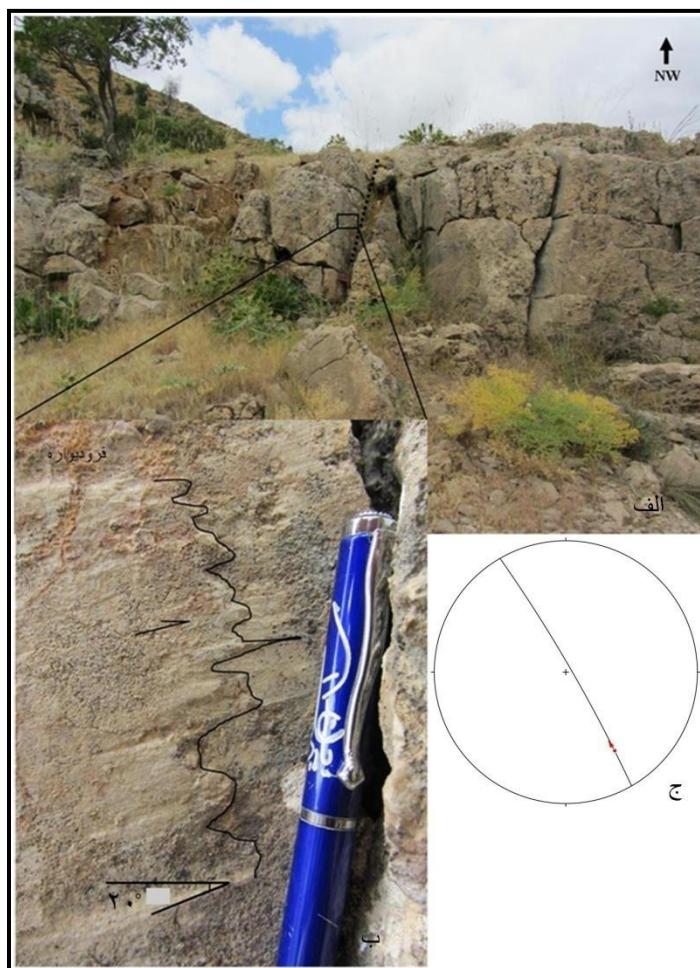
این گسل با روند شمال غربی-جنوب شرقی و با مقدار شیب ۸۵ درجه (N۳۳W، ۸۵NE)، در مکان با مختصات N۵۹°۳۲' و E۵۱°۵۱'۴۶" رخنمون دارد. ادامه این گسل در زیر رسوبات بالایی پوشیده شده است. شواهد صحرایی از جمله پله های گسلی و خراش های گسلی با زاویه ریک ۲۰ درجه پادساعتگرد در سطح گسل، سازوکار معکوس با مولفه راستا لغز چپ بر را نشان می دهد (شکل ۳-۶۵).

۳-۲-۱۴- گسل F₁₂

موقعیت این گسل را می توان در مکان با مختصات N۳۲°۵۶' و E۵۱°۵۲'۵" مشاهده کرد. همانطور که در شکل ۳-۶۶ مشاهده می شود این گسل نسبت به گسل F₁₃ متقاطع می باشد. در امتداد این گسل دو داده با موقعیت N۷۵E، ۶۵SE و N۷۷E، ۶۰SE برداشت شد که میانگین این دو داده موقعیت غالب N۷۶E، ۶۲SE را نشان می دهد (شکل ۳-۶۷). خراش های گسلی موجود در

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

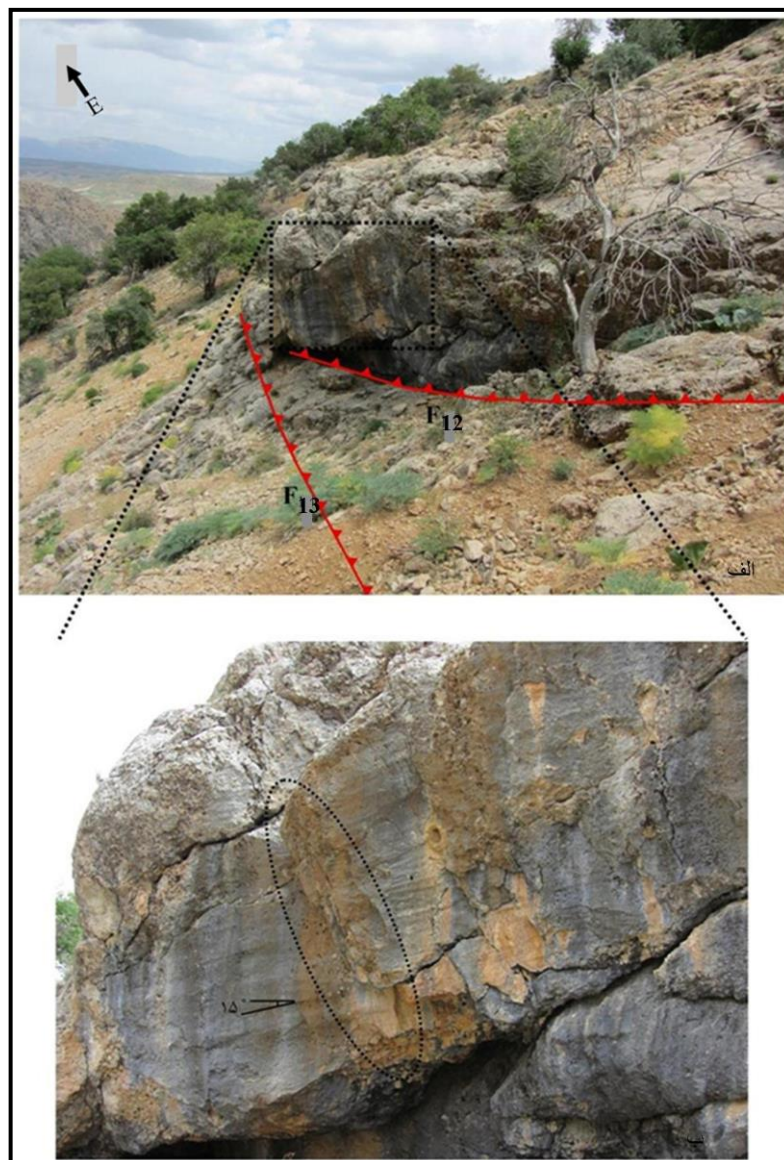
سطح گسل، زاویه ریک ۱۵ درجه پادساعتگرد را نشان می دهند. سازوکار این گسل، با توجه به مورفولوژی سطح گسل (خراش ها و پله های گسلی)، معکوس با مولفه راستا لغز راست بر می باشد.



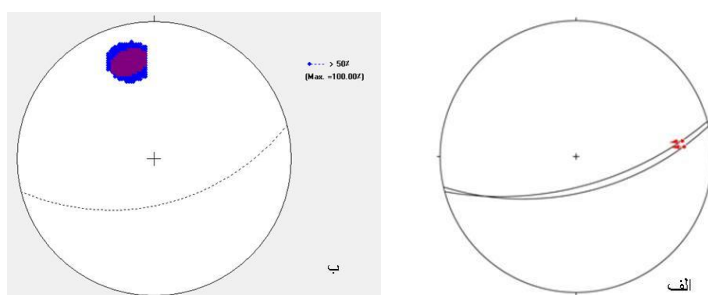
شکل ۳-۶۵- الف) دورنمایی از گسل F_{11} (دید سمت شمال باختری). ب) نمایی نزدیک از خراش های گسلی با زاویه ریک ۲۰ درجه پادساعتگرد و پله های گسلی در سطح گسل. ج) تصویر استریوگرافیک از گسل F_{11} با موقعیت $N33W, 85NE$.

۳-۲-۱۵- گسل F_{13}

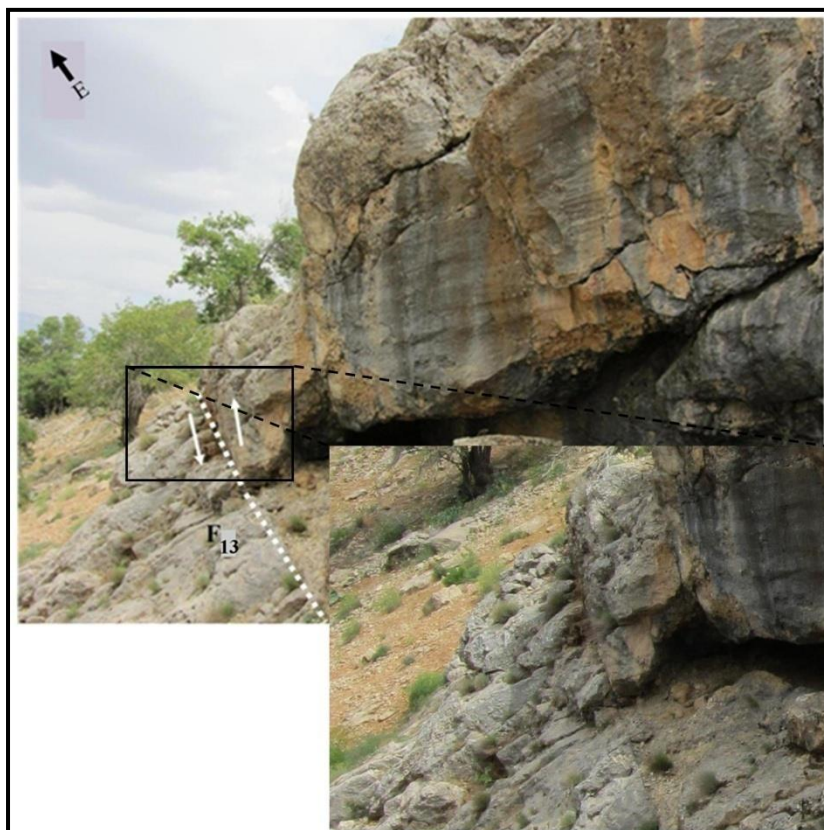
موقعیت غالب و میانگین این گسل بر اساس داده های برداشت شده، $64SW, 64SE$ می باشد (جدول ۳-۲۴ و شکل ۳-۶۹). برونزد سطح این گسل را می توان در محل تقاطع با گسل F_{12} و در موقعیت $30^{\circ}32'56''N$ و $51^{\circ}52'50''E$ مشاهده کرد (شکل ۳-۶۶ و شکل ۳-۶۸). متأسفانه به دلیل عوامل فرسایش و هوازدگی، خراش گسلی بر سطح این گسل مشاهده نشد اما جابجایی واحدهای سنگی در امتداد این گسل (شکل ۳-۶۸)، سازوکار معکوس آن را تایید می کند.



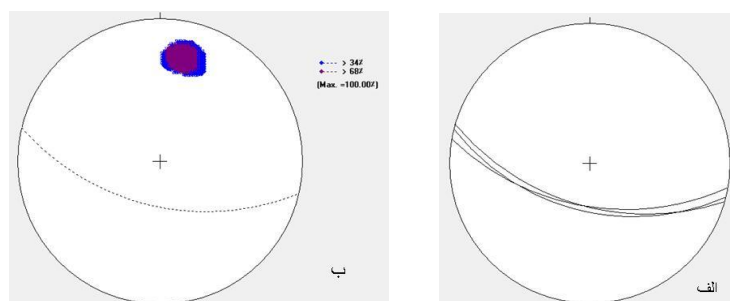
شکل ۳-۶۶- الف) تصویری از رخنمون گسل های F_{12} و F_{13} (دید به سمت خاور). ب) نمایی نزدیک از سطح گسل F_{12} و خراش های گسلی با زاویه ریک ۱۵ درجه پادساعتگرد. محدوده مشخص شده در تصویر پله گسلی را نشان می دهد و موید مولفه راستا لغز گسل به صورت راست بر می باشد.



شکل ۳-۶۷- الف) تصویر استریوگرافیک از دو داده برداشت شده از گسل F_{12} . ب) موقعیت غالب و میانگین گسل F_{12} به صورت 62°SE ، 76°E .



شکل ۳-۶۸- نمایی از موقعیت گسل F_{13} و در تقاطع با گسل F_{12} . جابجایی واحدهای سنگی در امتداد این گسل گویای سازوکار معکوس آن می باشد (دید به سمت خاور).



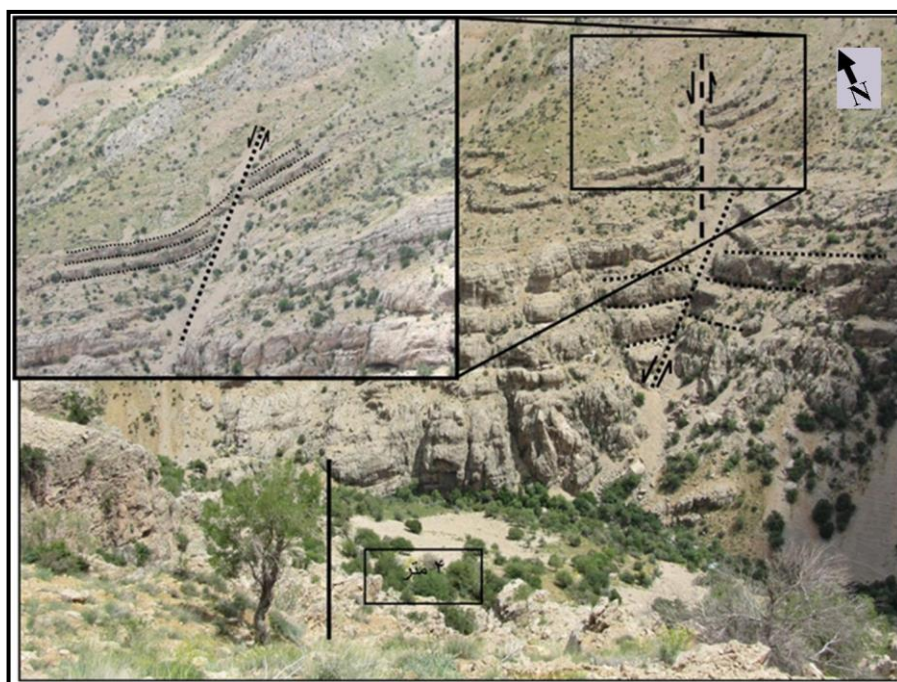
شکل ۳-۶۹- الف) تصویر استریوگرافیک از داده های برداشت شده از گسل F_{13} . ب) موقعیت غالب و میانگین گسل F_{13} به صورت 64°SW ، $SVVE$.

جدول ۳-۲۴- داده های برداشت شده از گسل F_{13}

NO	Dip.dir	Dip
1	196	65
2	194	62
3	190	65

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

در قسمت میانی دره جوب خله و در روبروی مکان با مختصات $30^{\circ}33'16.31''N$ و $51^{\circ}44'49.97''E$ شاهد عملکرد تعدادی گسل با روند شمال خاوری-جنوب باختری با سازوکار نرمال هستیم. متاسفانه دسترسی مستقیم به سطح این گسل ها امکان پذیر نبود اما همانطور که در شکل ۳-۷۰ مشاهده می شود جابجایی واحدهای سنگی در امتداد این گسل ها کاملاً محرز است و موید سازوکار نرمال این گسل ها می باشد.



شکل ۳-۷۰- تصویری از عملکرد گسل های نرمال با روند شمال خاوری-جنوب باختری و با شیب تقریبی ۶۰ تا ۷۰ درجه در قسمت میانی دره جوب خله (دید به سمت شمال).

۳-۲-۱۶- الگوی دگرشکلی در منطقه

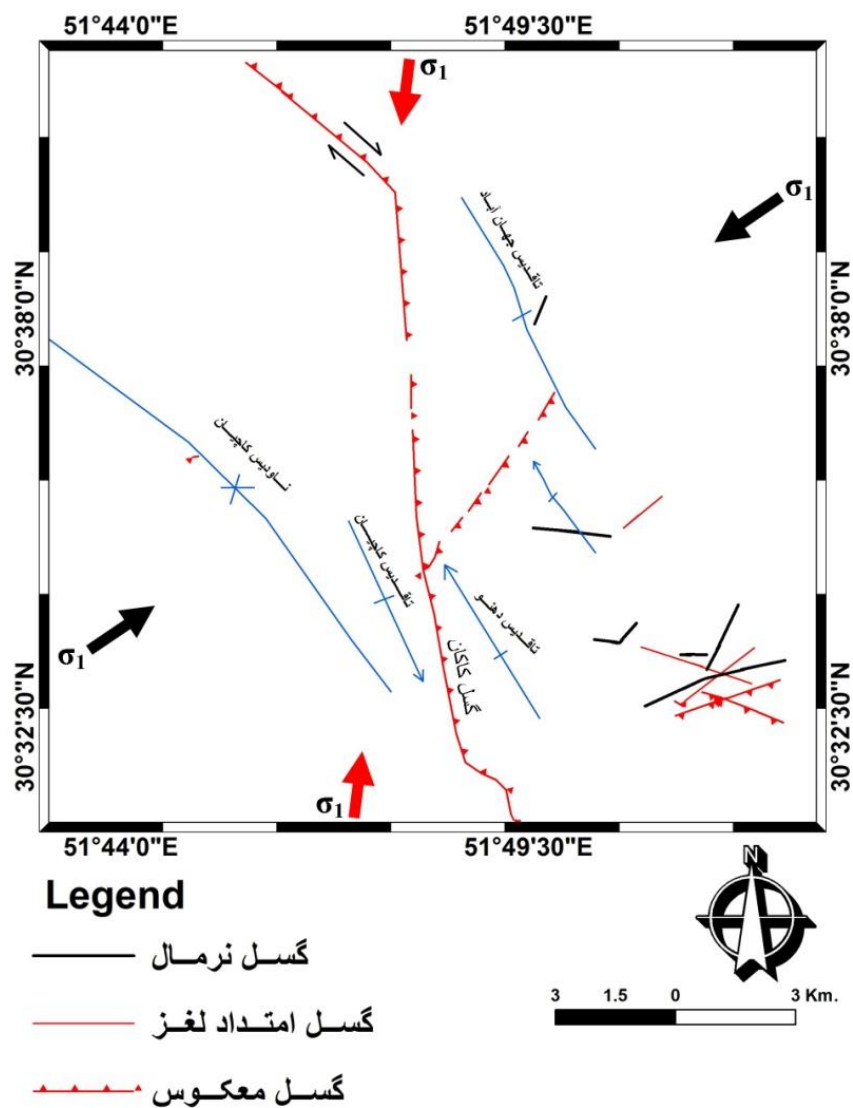
مطالعات پیشین (Navabpour et al. , 2007) در کمربند زاگرس مرتفع و در نزدیکی محدوده مورد مطالعه نشان داده که محور تنش بیشینه (σ_1) متحمل تغییراتی شده است. در این منطقه گسل های امتداد لغز تحت تاثیر سه جهت متفاوت محور تنش بیشینه بوجود آمده اند به گونه ای که در اوایل میوسن محور تنش بیشینه در جهت $N53^{\circ}$ و در زمان میوسن بالایی تا اوایل پلیوسن در جهت $N26^{\circ}$ و در زمان بعد از پلیوسن تا عهد حاضر در جهت $N02^{\circ}$ قرار داشته است. از طرفی چین های اصلی و گسل های معکوس تحت تاثیر رژیم فشارشی با میانگین جهت $N32^{\circ}$ محور تنش بیشینه در زمان

فصل سوم: زمین شناسی ساختاری منطقه مورد مطالعه

میوسن بوجود آمده اند. بازسازی میدان تنش نشان دهنده چرخش پادساعتگرد جهت محور تنش بیشینه پس از مراحل چین خوردگی و تراستی شدن می باشد. در نتیجه چنین چرخشی شاهد تغییر رژیم از راندگی به امتدادلغز در کمربند زاگرس مرتفع خواهیم بود.

با استفاده از الگوی چین خوردگی موجود در منطقه میدان تنش حاکم را این گونه می توان ارزیابی کرد که، محور تنش بیشینه (σ_1) قبل از پلیوسن متأثر از حرکت فشارشی صفحه عربی سمت ایران در راستای شمال خاوری - جنوب باختری ($58^\circ-238^\circ$) قرار داشته که تقریباً عمود بر راستای کلی کمربند چین خورده - رانده زاگرس قرار دارد و باعث تشکیل چین ها و گسلش معکوس شده است (شکل ۳-۷۱). تغییر در جهت محور تنش بیشینه به صورت پادساعتگرد (Navabpour et al. , 2007) باعث تغییر رژیم در کمربند زاگرس مرتفع از راندگی به امتداد لغز شده که متأثر از آن سازوکار غالب امتدادلغز راست بر به عنوان جدیدترین مکانیسم در امتداد گسل کاکان ایجاد شده است.

تغییر در روند سطح محوری ناودیس کاجیان و تاقدیس جهان آباد را می توان به اثرات ثانویه چرخش پادساعتگرد محور تنش بیشینه نسبت داد.



شکل ۳-۷۱- نقشه تهیه شده از گسل های موجود در منطقه بر طبق شواهد صحرایی و ارتباط تغییرات جهت تنش بیشینه با ساختارهای موجود در منطقه.

فصل چهارم

شاخص های مورفوتکتونیک

فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

سیستم های رودخانه ای به شدت به تغییرات زمین ساخت حساس هستند و در واکنش به حرکات زمین ساختی، دچار تغییراتی در ویژگی های ژئومورفولوژیکی بستر می شوند. الگوی رودخانه ها در اثر عواملی مانند زمین شناسی، تکتونیک، توپوگرافی و اقلیم شکل می گیرد. در مناطقی که حرکات نوزمین ساخت ادامه دارند، تغییر شکل های ناشی از این فعالیت سبب بروز پاسخ سیستم رودخانه به این تغییرات خواهد شد.

بنابر این دره جوب خله که رودخانه دائمی جوب خله در آن جریان دارد و جهت این جریان از غرب به شرق می باشد، بستر مناسبی را برای بررسی این تغییرات فراهم نموده است. شاخص های کمی و کیفی ژئومورفومتریکی به خوبی گویای فعالیتهای تکتونیکی منطقه هستند. در این فصل متناسب با نوع بررسی ها، مناسب ترین شاخص های کمی ژئومورفومتریکی که شامل SL ، V_F و S می باشند، تکتونیک منطقه را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده و منطقه را از لحاظ بیشترین و کمترین فعالیت تکتونیکی تقسیم بندی نمودیم.

۴-۱- شاخص گرادیان طولی رودخانه (SL)

شاخص گرادیان طولی رودخانه را می توان برای رودخانه های با طول چند صد مایل بدون در نظر گرفتن شکل کلی پروفایل به کار برد. این شاخص را می توان از روی نقشه های توپوگرافی یا با بررسی -های میدانی اندازه گیری کرد (Hack, 1973).

این شاخص با استفاده از رابطه ۴-۱ به دست می آید (شکل ۴-۱):

$$SL = (\Delta H / \Delta L) \cdot L \quad \text{(رابطه ۴-۱)}$$

در این رابطه:

SL : شاخص گرادیان رودخانه

ΔH : اختلاف ارتفاع در یک مقطع مشخص

ΔL : فاصله افقی در آن مقطع مشخص

L : طول رودخانه از نقطه ی مرکزی مقطع اندازه گیری شده تا مرتفع ترین نقطه کانال.

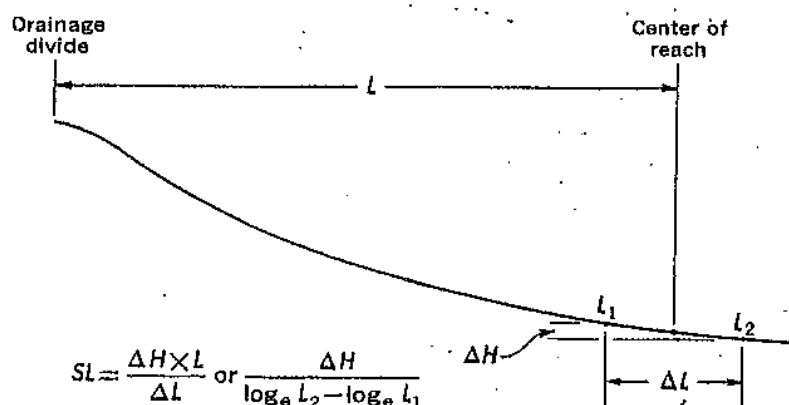
فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

شاخص SL نسبت به تغییرات شیب کانال حساس است. بنابراین با استفاده از این شاخص می توان

ارتباط بین فعالیت تکتونیکی و فرسایش سنگ بستر و توپوگرافی را مورد بررسی قرار داد

(Keller and Pinter, 1996). مقادیر بالای این شاخص در سنگ های کم مقاومت و یا در سنگ های

یکسان از لحاظ مقاومت، می تواند بیانگر حرکات تکتونیکی فعال و جوان باشد (سلیمانی، ۷۸).



شکل ۴-۱- تصویری از نحوه محاسبه شاخص گردیان طولی رودخانه (اقتباس از Hack, 1973).

در حالت عادی مقدار شاخص شیب رودخانه در یک حوضه از بالا دست به سمت پایین دست رودخانه

کاهش می یابد. در صورت افزایش آن از بالادست به سمت پایین دست، نشان دهنده پویایی و فعالیت

رودخانه می باشد (جاودانی یزد و همکاران، ۹۰).

شاخص SL در سه رده تقسیم بندی شده است که شامل

$$SL \geq 500 \quad (1)$$

$$300 \leq SL < 500 \quad (2)$$

$$SL < 300 \quad (3)$$

می باشند (El Hamdouni et al., 2008). رده ۱ مناطق فعال، رده ۲ مناطق با فعالیت متوسط و رده

۳ گویای مناطق با فعالیت تکتونیکی کم می باشد. با استفاده از DEM ۳۰ متری پارامترهای مورد نیاز

جهت محاسبه شاخص گردیان طولی رودخانه (SL)، استخراج شد (جدول ۴-۱ و شکل ۴-۲). بعد از

محاسبه این شاخص به منظور ارزیابی فعالیت تکتونیکی در منطقه، از تمام SL های بدست آمده در

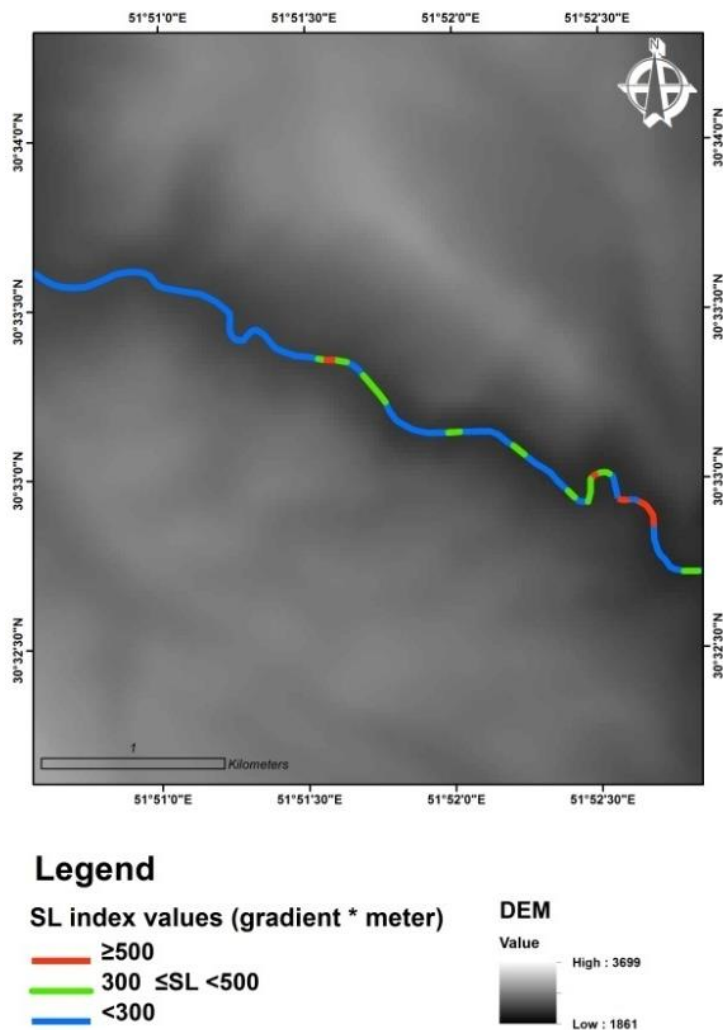
فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

جدول ۴-۱- مقادیر شاخص SL در امتداد رودخانه جوب خله بر اساس خطوط کنتور ۵ متری.

SL میانگین	$SL = \Delta H / \Delta L \cdot L$	L	$\Delta H / \Delta L$	ΔL	ΔH	ایستگاه	
31.69	2.50	27.81	0.09	55.63	5	1	بالا دست رودخانه
	6.86	87.56	0.08	63.86	5	2	
	5.00	239.14	0.02	239.3	5	3	
	12.17	451.4	0.03	185.52	5	4	
	28.56	596.36	0.05	104.4	5	5	
	23.87	724.44	0.03	151.76	5	6	
	31.27	869.86	0.04	139.07	5	7	
	75.77	972.13	0.08	64.148	5	8	
	89.11	1033.88	0.09	58.01	5	9	
	41.75	1130.58	0.04	135.39	5	10	
272.75	24.96	1331.67	0.02	266.79	5	11	میان رودخانه
	107.14	1499.97	0.07	70	5	12	
	73.58	1588.96	0.05	107.98	5	13	
	48.72	1731.82	0.03	177.75	5	14	
	398.48	1832.19	0.22	22.99	5	15	
	737.04	1849.96	0.40	12.55	5	16	
	394.11	1868.09	0.21	23.7	5	17	
	468.52	1890.02	0.25	20.17	5	18	
	206.64	1923.37	0.11	46.54	5	19	
	350.11	1960.64	0.18	28	5	20	
	375.21	1987.88	0.19	26.49	5	21	
	399.86	2013.71	0.20	25.18	5	22	
	377.74	2039.8	0.19	27	5	23	
	100.22	2105.83	0.05	105.06	5	24	
	79.58	2228.36	0.04	140	5	25	
	304.12	2317.41	0.13	38.1	5	26	
	320.73	2354.81	0.14	36.71	5	27	
	142.66	2415.44	0.06	84.66	5	28	
469.06	81.80	2535.26	0.03	154.97	5	29	پایین دست رودخانه
	148.69	2657.42	0.06	89.36	5	30	
	307.20	2724.27	0.11	44.34	5	31	
	120.47	2804.64	0.04	116.4	5	32	
	118.72	2924.42	0.04	123.16	5	33	
	496.22	3001.12	0.17	30.24	5	34	
	272.10	3044.21	0.09	55.94	5	35	
	430.62	3090.12	0.14	35.88	5	36	
	689.83	3119.43	0.22	22.61	5	37	
	689.98	3142.18	0.22	22.77	5	38	
	850.23	3162.86	0.27	18.6	5	39	
	383.86	3192.95	0.12	41.59	5	40	
	190.95	3256.38	0.06	85.27	5	41	
	618.91	3312.39	0.19	26.76	5	42	
	289.95	3354.69	0.09	57.85	5	43	
	577.55	3398.32	0.17	29.42	5	44	
	1002.80	3421.56	0.29	17.06	5	45	
	993.00	3438.75	0.29	17.315	5	46	
	1108.14	3455.19	0.32	15.59	5	47	
	172.39	3513.94	0.05	101.92	5	48	
	306.93	3594.18	0.09	58.55	5	49	

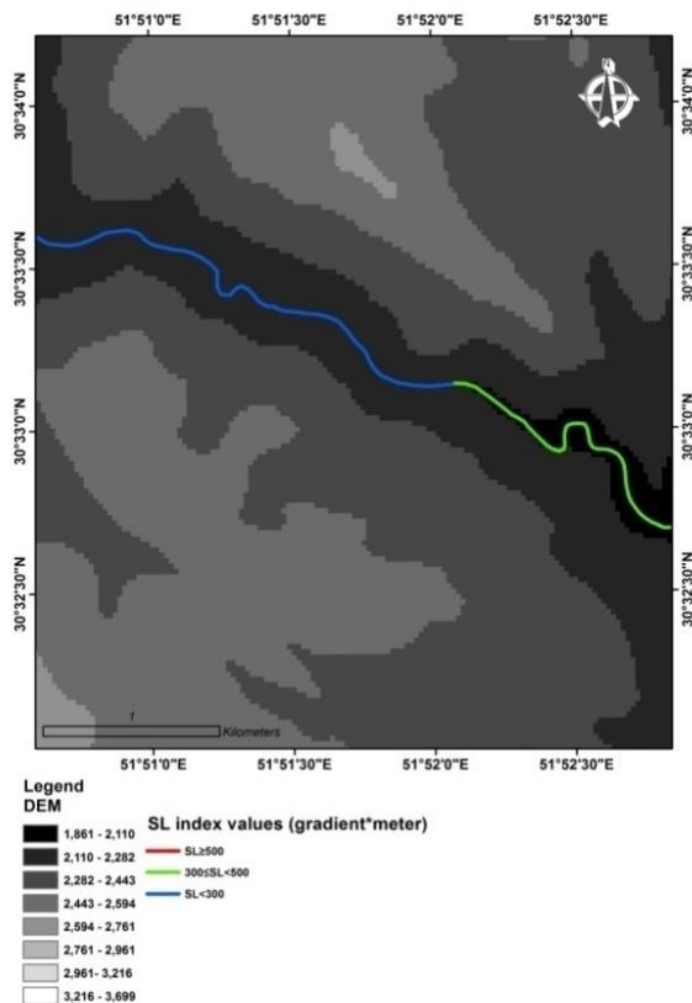
فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

۴۹ ایستگاه میانگین گرفته شد تا SL کل جریان یا رودخانه به دست آید. مقدار میانگین این شاخص عدد ۳۰۷/۶۹ را نشان می دهد که بر طبق رده بندی El Hamdouni و همکارن (۲۰۰۸)، در رده ۲ یا رده با فعالیت تکتونیکی متوسط قرار دارد.



شکل ۴-۲- رده بندی تغییرات شاخص SL در مسیر رودخانه جوب خله بر اساس تقسیم بندی El Hamdouni و همکارن (۲۰۰۸).

در ادامه به منظور بررسی تغییرات شاخص SL، طول رودخانه به سه قسمت بالا دست، میانه و پایین دست تقسیم شد و میانگین این شاخص در هر بخش جداگانه محاسبه شد. بررسی میانگین SL در این قسمت ها، گویای افزایش گرادیان طولی رودخانه از بالا دست به سمت پایین دست رودخانه می باشد که این افزایش گویای فعال بودن رودخانه و نقش تکتونیک در منطقه می باشد (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳- تغییرات گرادیان طولی رودخانه بر اساس میانگین این شاخص در بالادست، میانه و پایین دست رودخانه. همانطور که مشاهده می شود از بالا دست به سمت پایین دست گرادیان طولی رودخانه افزایش می یابد.

۴-۲- شاخص نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره (V_F)

این شاخص اولین بار توسط Bull و McFadden (1977) به صورت زیر معرفی شد:

$$V_f = 2 V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})] \quad (\text{رابطه ۴-۱})$$

که در آن V_f ، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع دره، V_{fw} ، پهنای کف دره، E_{ld} و E_{rd} ، به ترتیب ارتفاعات خطوط آبریز سمت چپ و راست دره و E_{sc} ، ارتفاع کف دره است.

از این شاخص برای تفکیک دره های V شکل و U شکل مورد استفاده قرار می گیرد. به طوری که

فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

مقادیر کوچک V_f ، وجود دره های عمیق و V شکل و عملکرد تکتونیک فعال و زیاد بودن میزان بالا آمدگی را منعکس می کند. مقادیر بزرگ آن گویای کم بودن میزان بالا آمدگی و وجود دره های با کف پهن و U شکل می باشد (Bull, 2008). مقادیر این شاخص به اندازه حوضه، دبی رودخانه و نوع لیتولوژی در منطقه بستگی دارد. بنابراین، مقادیر این شاخص باید در شرایط زمین شناسی مشابه مورد ارزیابی قرار گیرد. این شاخص به سه رده که شامل

$$V_f < 0.5 \quad (1)$$

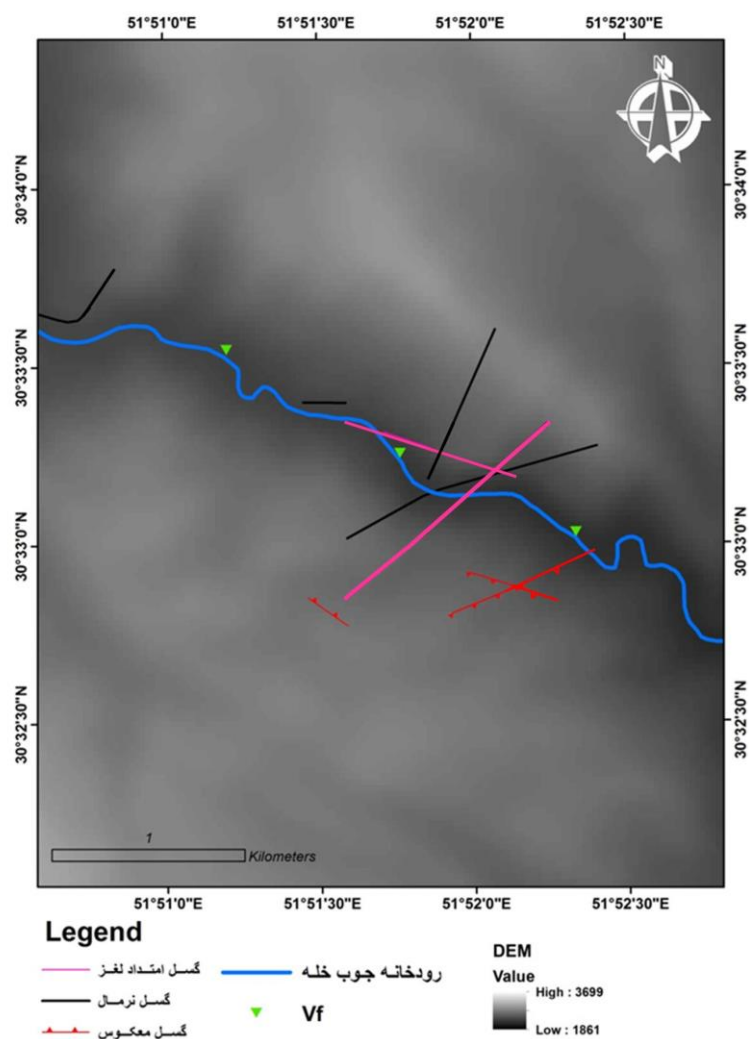
$$0.5 < V_f < 1 \quad (2)$$

$$V_f > 1 \quad (3)$$

می باشند تقسیم شده است (El Hamdouni et al., 2008).

برای محاسبه این شاخص در سه ایستگاه، برش های عرضی در جهت عمود بر رودخانه ترسیم شد (شکل ۴-۴). در نهایت جهت ارزیابی این شاخص، از مقادیر بدست آمده در هر سه ایستگاه میانگین گرفته شد (جدول ۴-۲). میانگین V_f برای دره جوب خله مقدار ۰/۴۰ را نشان می دهد. با توجه به نتیجه حاصله، طبق رده بندی El Hamdouni و همکاران (۲۰۰۸)، منطقه از لحاظ فعالیت تکتونیکی در رده ۱ یا مناطق با فعالیت تکتونیکی شدید قرار دارد. مشاهدات صحرایی نشان داده که گسل هایی با روند های مختلف به طور عرضی دره جوب خله را برش داده اند و باعث تغییر در مسیر رودخانه جوب خله شده اند. بنابراین، مشاهدات صحرایی نتیجه حاصل از این شاخص را تایید می کند و گویای تاثیر فعالیت تکتونیکی در منطقه می باشد.

فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک



شکل ۴-۴- نقشه ارتفاعی منطقه که الگوی جهت گیری گسل ها و جایگاه های اندازه گیری شاخص V_f را نشان می دهد.

جدول ۴-۲- مقادیر شاخص V_f در حوضه مورد مطالعه.

ایستگاه	Vfw	Eld	Erd	Esc	Vf	رده
۱	۱۵۱/۶۴	۲۵۱۲/۴۸۱	۲۴۸۱/۴۶۷	۲۱۹۳	۰/۴۹۹	۱
۲	۱۰۸/۵۸	۲۳۹۴/۴۴	۲۵۶۴/۷۲۹	۲۱۴۸/۱۷۴	۰/۳۲۸	۱
۳	۱۱۵/۲	۲۳۵۸/۶۵	۲۴۵۷/۲۵	۲۱۰۶	۰/۳۸۲	۱

$۰/۴۰ =$ میانگین شاخص V_f در سه ایستگاه.

۴-۳- شاخص سینوسیته یا پیچ و خم رودخانه (S)

شاخص سینوسیته به صورت زیر تعریف می شود:

$$S=C/V \quad (\text{رابطه ۴-۲})$$

که در آن

S: میزان سینوسیته یا پیچ و خم رودخانه

C: طول رودخانه

V: طول مستقیم دره رودخانه می باشد.

این شاخص یکی از پارامترهای مهم جهت تعیین میزان فعالیت تکتونیکی در یک منطقه می باشد زیرا به خوبی اثر بالا آمدگی ناشی از فعالیت تکتونیکی را منعکس می کند (Adams, 1980). تغییر شیب دره رودخانه در اثر هرگونه دگرشکلی زمین ساختی، باعث تغییر در پیچ و خم رودخانه می شود به گونه ای که وقتی شیب دره رودخانه کم می شود سینوسیته زیاد می شود و برعکس (Perucca et al., 2014). تاثیر ثانویه این تطبیق آن است که رودخانه از یک انحناء به انحناء دیگر تغییر مکان می دهد تا در نهایت به حالت تعادل برسد.

هرچه مقادیر عددی به دست آمده از این شاخص بیشتر باشد، گویای نزدیک شدن رودخانه به حالت تعادل و کمی یا توقف فعالیت های تکتونیکی در منطقه است و هرچه میزان آن کمتر باشد، نشان دهنده فعالیت های تکتونیکی عصر حاضر در منطقه است. بر طبق بررسی ها و مطالعات انجام شده، مقدار سینوسیته رودخانه جوب خله، ۱/۱۹ بدست آمد (جدول ۴-۳). نتیجه نشان می دهد که رودخانه جوب خله هنوز به حالت تعادل نرسیده و فعالیت های نو زمین ساختی در منطقه شدید است. از طرفی بررسی تغییرات سینوسیته و درصد شیب دره رودخانه در بالا دست و میانه و پایین دست رودخانه، نشان دهنده رابطه معکوس بین این دو پارامتر می باشد. مطالعات نشان داده میزان درصد شیب، متاثر از عملکرد گسل ها، از بالا دست به سمت پایین دست ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد (شکل ۴-۵) که این تغییرات باعث شده روند تغییرات سینوسیته معکوس شود به

فصل چهارم: شاخص های مورفوتکتونیک

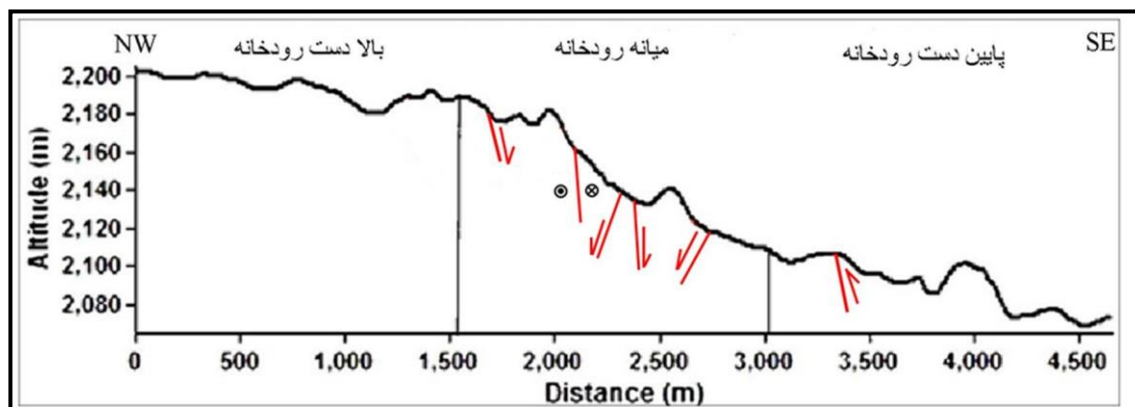
نحوی که ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می یابد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۳- مقدار شاخص سینوسیته (S) رودخانه جوب خله.

C	V	S
۴/۶۷	۳/۹۴	۱/۱۹

جدول ۴-۴- بررسی تغییرات سینوسیته و درصد شیب رودخانه جوب خله.

مکان	C	V	S	درصد شیب
بالا دست رودخانه	۱,۴۸۹	۱,۲۸۳	۱,۱۶	۱,۳۴
میانه رودخانه	۱,۳۴	۱,۲۶	۱,۰۶	۵,۳۲
پایین دست رودخانه	۱,۵۶۲	۱,۳۵۳	۱,۱۵	۲,۵۲



شکل ۴-۵- مقطع طولی رودخانه جوب خله. همانطور که مشاهده می شود بخش میانی رودخانه بیشتر از سایر مناطق تحت تاثیر گسل ها قرار گرفته است.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- الگوی دگرشکلی

الگوی جهت گیری محور تنش بیشینه (σ_1) با استفاده از چین خوردگی ها در محدوده مورد مطالعه نشان داده که قبل از پلیوسن متأثر از حرکت صفحه عربی سمت ایران در راستای شمال خاوری - جنوب باختری ($238^\circ-58^\circ$) قرار داشته که تقریباً عمود بر راستای کلی کمربند چین خورده - رانده زاگرس قرار دارد و باعث تشکیل چین ها و گسلش معکوس با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری شده است. از طرفی تغییر در جهت محور تنش بیشینه به سمت شمال و به صورت پادساعتگرد، سبب تغییر در روند سطح محوری ناودیس کاجیان و تاقدیس جهان آباد شده است. چرخش پادساعتگرد محور تنش بیشینه باعث تغییر رژیم از راندگی به امتداد لغز در زاگرس مرتفع شده که در اثر این تغییر رژیم، شاهد ایجاد سازوکار غالب امتداد لغز راست بر به عنوان جدیدترین مکانیسم در امتداد گسل کاکان خواهیم بود.

۵-۲- الگوی چین خوردگی

به منظور بررسی هندسه چین های محدوده مورد مطالعه، پس از مشخص شدن ویژگی های هندسی آن ها در هر پیمایش (موقعیت خط لولا و سطح محوری و همچنین زاویه بین یالی)، جایگاه این چین ها در رده بندی فلوتی (۱۹۶۴)، بر مبنای زاویه بین یالی و شیب سطح محوری و میل لولا مشخص شدند. سپس تغییرات جهت شیب سطح محوری آن ها و عوامل دخیل در این تغییرات مورد بررسی قرار گرفتند.

۵-۲-۱- ناودیس کاجیان

این ناودیس، با راستای عمومی شمال باختری - جنوب خاوری، حاصل عملکرد چین خوردگی در سازندهای چهارم و رازک می باشد. ویژگی های هندسی آن در سه پیمایش A-A', B-B' و C-C', مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز داده های برداشت شده در سه مسیر، نشان می دهد جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی، در هر سه پیمایش در رده چین های باز (open) قرار

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری، در دو پیمایش $A-A'$ ، $B-B'$ در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ تقریبا افقی (Upright inclined - Sub Horizontal plunging) قرار دارد و در پیمایش $C-C'$ ، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد.

۵-۲-۲- تاقدیس کاچیان

این تاقدیس با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری در مجاورت ناودیس کاچیان رخنمون دارد. تحلیل داده ها در یک پیمایش نشان می دهد، در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی، در رده چین های بسته (close) قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد.

۵-۲-۳- تاقدیس جهان آباد

تاقدیس جهان آباد با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری و با طول تقریبی ۵,۵ کیلومتر و پهنای تقریبی ۱,۵ کیلومتر در خاور منطقه مورد مطالعه قرار دارد.

هندس این چین در مسیر پنج پیمایش $A-A'$ ، $B-B'$ ، $C-C'$ ، $D-D'$ و $E-E'$ ، مورد بررسی قرار گرفت. جایگاه این چین در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی، در دو پیمایش $A-A'$ ، $B-B'$ در رده چین های بسته (close)، و در سه پیمایش $C-C'$ ، $D-D'$ و $E-E'$ در رده چین های باز (open) قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری، در پیمایش $D-D'$ در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ تقریبا افقی (Steeply inclined - Sub Horizontal plunging) و در $E-E'$ در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ افقی (Steeply inclined - Horizontal plunging) و در پیمایش $A-A'$ ، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ تقریبا افقی (Upright inclined - Sub Horizontal plunging) و در پیمایش $B-B'$ ، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) و در پیمایش $C-C'$ ، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ ملایم (Steeply inclined - Gently plunging) قرار دارد.

۵-۲-۴- تاقدیس پوزه

روند این تاقدیس شمال باختری - جنوب خاوری می باشد. در یک مسیر پیمایش انجام شده، جایگاه این چین بر اساس تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی، در رده چین های باز (Open) قرار دارد و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری، در جایگاه چین های ایستاده و با پلانژ ملایم (Upright inclined - Gently plunging) قرار دارد.

۵-۲-۵- تاقدیس دهنو

تاقدیس دهنو با روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری در ادامه تاقدیس کاجیان رخنمون دارد. بر اساس تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی، این چین در رده چین های باز (Open) و بر مبنای وضعیت لولا و سطح محوری، در جایگاه چین های سرازیر و با پلانژ ملایم (Steeply inclined - Gently plunging) قرار دارد.

به طور کلی، بررسی ویژگی های هندسی چین ها (شکل ۵-۲ و جدول ۵-۱) در محدوده مورد مطالعه نشان دهنده روند عمومی شمال باختری - جنوب خاوری آن ها می باشد که هم روند عمومی کمربند چین خورده - رانده زاگرس می باشند. برطبق تقسیم بندی فلوتی بر مبنای شیب سطح محوری و لولای چین، چین ها چهار رده اصلی را نشان می دهند که شامل :

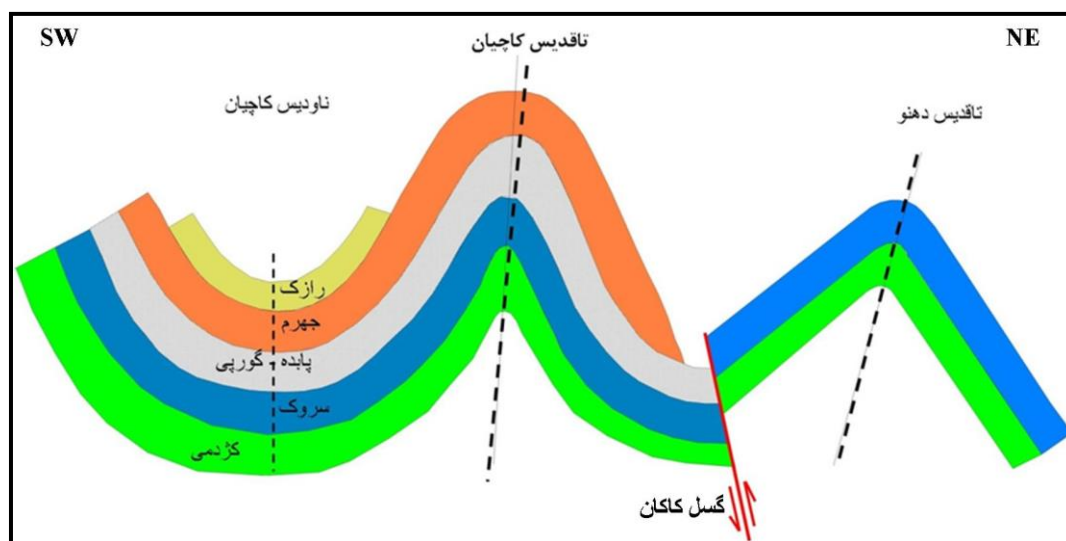
(Upright inclined - Sub Horizontal plunging)، (Steeply inclined - Sub Horizontal

plunging)، (Upright inclined - Gently plunging)، (Steeply inclined -Gently plunging)

می باشند (شکل ۵-۴). این چین ها در تقسیم بندی فلوتی بر مبنای زاویه بین یالی دو رده باز (Open) و بسته (close) را نشان می دهند. همانطور که در شکل ۵-۳ دیده می شود شیب اغلب سطوح محوری چین ها، به سمت شمال خاوری می باشد که این را می توان متأثر از سمت فرورانش صفحه عربی به زیر ایران دانست. علت جهت گیری شیب سطح محوری تاقدیس دهنو برخلاف اغلب چین های منطقه به سمت جنوب باختری ناشی از سازوکار شیب لغز گسل کاکان به صورت معکوس می باشد (شکل ۵-۱).

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

بررسی شاخص های مورفوتکتونیک جهت ارزیابی فعالیت های تکتونیکی در مسیر رودخانه جوب خله، گویای فعال بودن این منطقه از لحاظ فعالیت تکتونیکی می باشد. نتایج نشان داده که میانگین شاخص های V_f و S بر اساس تقسیم بندی El Hamdouni و همکاران (۲۰۰۸)، در رده ۱ و میانگین شاخص SL در رده ۲ قرار دارد که همه این نتایج موید تاثیر فعالیت های تکتونیکی در منطقه می باشد.

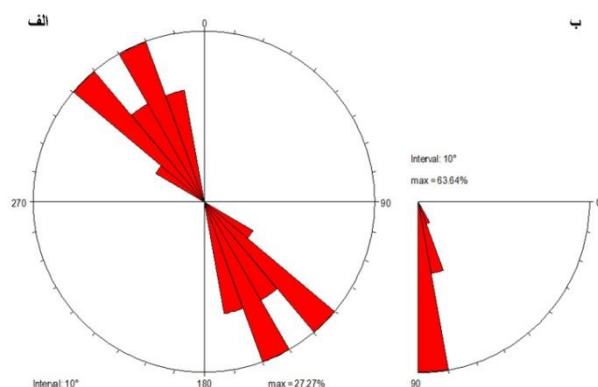


شکل ۵-۱- برشی نمادین از سازوکار گسل کاکان که باعث تغییر در جهت شیب تاقدیس دهنو به سمت جنوب باختری شده است. در اثر عملکرد این گسل سازند سروک مجاور سازند پابده - گورپی و جهرم قرار گرفته است.

جدول ۵-۱- خلاصه ای از ویژگی های هندسی چین ها در محدوده مورد مطالعه.

نام چین	پیمایش	میانگین یال شمال خاوری	میانگین یال جنوب باختری	موقعیت محور چین	موقعیت سطح محوری	زاویه بین دو یال
ناودیس کاجیان	A-A'	۲۳۱/۶۱	۴۳/۴۸	۳۱۸/۰۵	۴۸/۸۳	۷۱
	B-B'	۲۲۰/۵۲	۵۰/۵۱	۱۳۵/۰۶	۴۵/۸۹	۷۸
	C-C'	۲۰۹/۵۶	۴۶/۵۰	۱۲۷/۱۱	۳۸/۸۷	۷۶
ناقدیس جهان آباد	A-A'	۶۹/۵۹	۲۴۲/۵۷	۱۵۶/۰۶	۲۴۶/۸۹	۶۴
	B-B'	۷۴/۶۳	۲۲۸/۶۱	۱۵۲/۲۳	۲۴۱/۸۹	۶۱
	C-C'	۶۰/۳۹	۲۶۲/۶۷	۳۴۶/۱۳	۷۳/۷۶	۷۶
	D-D'	۶۹/۲۱	۲۴۲/۵۳	۱۵۴/۰۲	۶۵/۷۴	۷۴
	E-E'	۵۱/۱۷	۲۳۱/۶۰	۱۴۱/۰۰	۵۱/۶۹	۷۷
ناقدیس کاجیان	A-A'	۶۳/۶۹	۲۳۰/۵۵	۱۴۸/۱۲	۲۳۷/۸۳	۵۷
ناقدیس پوزه	A-A'	۴۹/۴۳	۲۸۰/۴۵	۳۴۵/۲۲	۷۵/۸۹	۷۸
ناقدیس دهنو	A-A'	۳۹/۵۶	۲۴۳/۳۵	۳۱۷/۱۱	۲۲۹/۷۹	۸۹

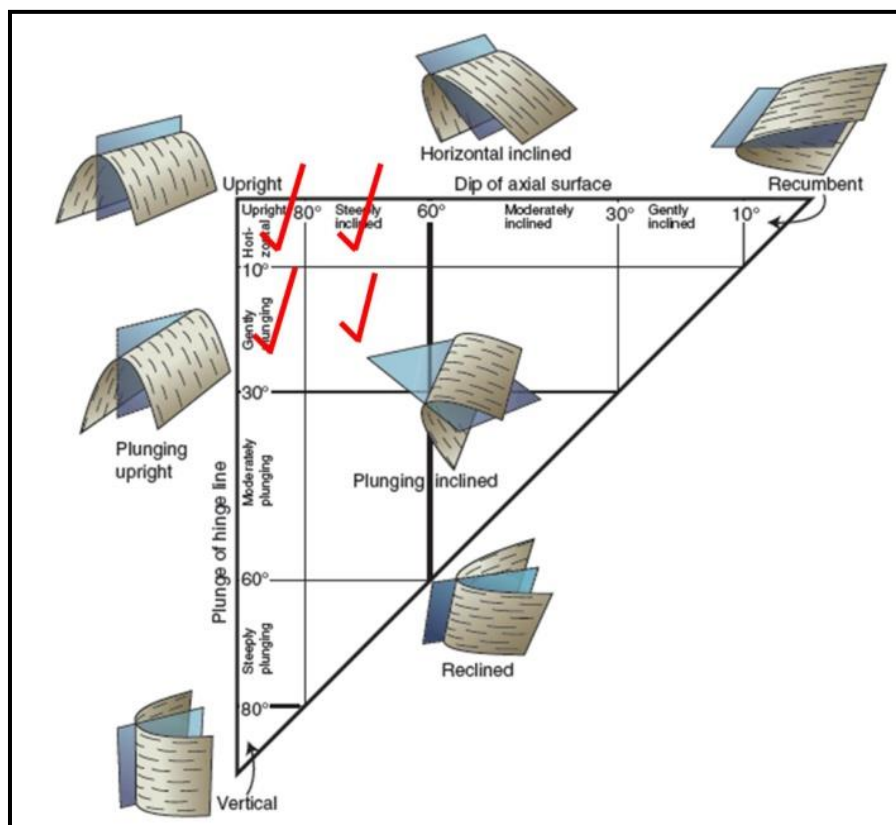
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات



شکل ۵-۲- رزیدیاگرام سطوح محوری چین ها. الف) نمودار گل سرخی امتدادی که روند غالب شمال باختری-جنوب خاوری را نشان می دهد، ب) نمودار گل سرخی شیبی که گویای قرارگیری شیب اغلب سطوح محوری چین ها بین ۸۰ تا ۹۰ درجه می باشد.

ناقدیس کاپیان	ناقدیس جهان آباد	ناودیس کاپیان
ناقدیس پوزه		
ناقدیس دهنو		

شکل ۵-۳- نمودار π . موقعیت خط لولا و سطح محوری چین ها در مسیر پیمایش های انجام شده بر روی چین ها.



شکل ۵-۴- رده بندی چین های منطقه بر مبنای شیب سطح محوری و ولای چین (Fleuty, 1964)
(اقتباس از Fossen, 2010). بر طبق پیمایش های انجام شده چین های منطقه چهار رده را نشان می دهند.

در نهایت نقشه زمین شناسی منطقه با تلفیقی از مشاهدات صحرایی و مطالعات پیشین (نقشه

۱:۱۰۰۰۰۰ یاسوج و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ بهبهان-گچساران) به صورت شکل ۵-۵ در آمد.

۵-۳- پیشنهادات

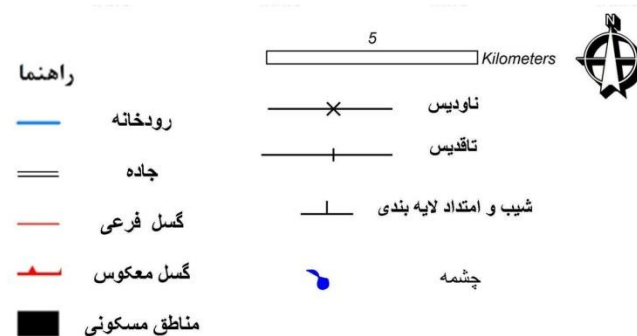
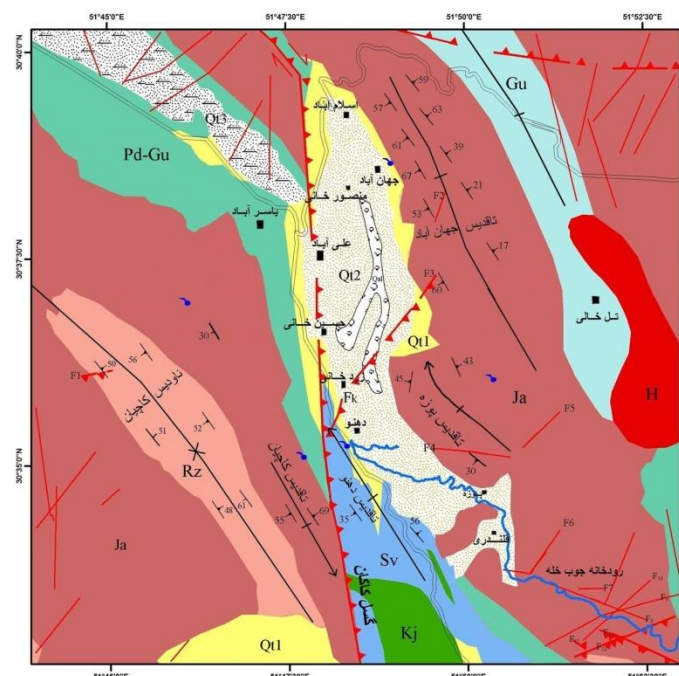
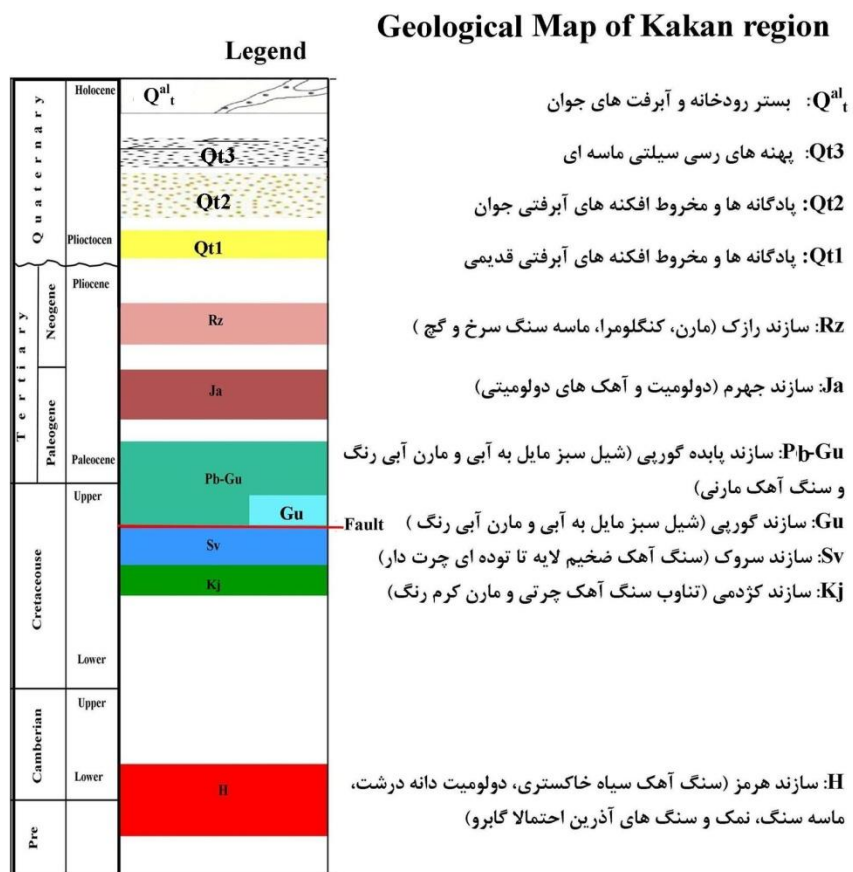
برای تکمیل مطالعات انجام شده موارد زیر پیشنهاد می شود:

۱- ادامه مطالعات ساختاری به سمت شمال باختری و جنوب خاوری.

۲- انجام مطالعات ژئوفیزیکی در منطقه با توجه به برونزد چشمه های نفتی در شرق محدوده مورد

مطالعه.

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات



شکل ۵-۵. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه با تلفیقی از مشاهدات صحرایی و نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ یاسوج (صادقت و شاوردی، ۱۳۵۴) و نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ بهبهان گچساران (شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۷۷).

منابع فارسی

- افتخارنژاد، ج. (۱۳۵۹). تفکیک بخش های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوزه - های رسوبی. نشریه انجمن نفت. شماره ۸۲.
- آقائباتی، ع. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- جاودانی یزد، ا.، خطیب، م.، غلامی، ا. (۱۳۹۰). مجموعه مقالات سی امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- درویش زاده، ع. (۱۳۷۰). زمین شناسی ایران. موسسه انتشارات امیرکبیر دانشگاه تهران، ۹۰۱ صفحه.
- رحیمی زاده، غ.، (۱۳۸۷)، جغرافیای تاریخی کاکان. انتشارات چویل.
- صداقت، م.، ا.، شاوردی، ط. (۱۹۱۹). نقشه زمین شناسی یاسوج، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- قاسمی، م. (۱۳۸۷). پایه های زمین شناسی ساختمانی، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۲۰ صفحه.
- سلیمانی، ش. (۱۳۷۸). رهنمودهایی در شناسایی حرکات تکتونیکی فعال و جوان (با نگرشی بر مقدمات دیرینه شناسی)، تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- شرکت ملی نفت ایران. (۱۹۷۷). نقشه زمین شناسی بهبهان - گچساران، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰.
- شهریار، س.، فرهودی، ق.، اقبال پور، ا. (۱۹۵۰). بررسی ارتباط میان شکل نیمه شمالی کوه دنا با هندسه گسل دنا. دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۱۷۵ تا ۱۱۱۱.
- مر، ف. مدبری، س.، (۱۳۸۰). زمین ساخت صفحه ای و فرایند های زمین شناختی، انتشارات کوشامهر. ۴۶۸ صفحه.

- مطیعی، ه. (۱۳۷۴). زمین شناسی ایران، زمین شناسی نفت. جلد اول. طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، تهران، سازمان زمین شناسی کشور.
- مطیعی، ه. (۱۳۷۲). زمین شناسی ایران، چینه شناس زاگرس. طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، تهران، سازمان زمین شناسی کشور.
- نبوی، م، ح. (۱۳۵۵)، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۹ صفحه.

منابع لاتین

- Adams, J. (1980). Active tilting of the United States midcontinent: Geodetic and geomorphic evidence. *Geology*, 8(9), 442-446.
- Alavi, M. (1980). Tectonostratigraphic evolution of the Zagrosides of Iran. *Geology*, 8(3), 144-149.
- Alavi, M. (1991). Sedimentary and structural characteristics of the Paleo-Tethys remnants in northeastern Iran. *Geological Society of America Bulletin*, 103(8), 983-992.
- Alavi, M. (2004). Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American journal of Science*, 304(1), 1-20.
- Authemayou, C., Bellier, O., Chardon, D., Malekzade, Z., & Abassi, M. (2005). Role of the Kazerun fault system in active deformation of the Zagros fold-and-thrust belt (Iran). *Comptes Rendus Geoscience*, 337(5), 539-545.
- Berberian, M. (1995). Master "blind" thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics*, 241(3), 193-224.
- Berberian, M., King, G. C. P. (1981). Towards a paleogeography and tectonic evolution of iran. *Canadian journal of Earth Science*. V. 18, No. 2pp.210-265.
- Bull, W. B. (2008). Tectonic geomorphology of mountains: a new approach to paleoseismology. Wiley. com.
- Bull, W.B., McFadden, L.D. (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Doehring, D.O. (Ed.), *Geomorphology in Arid Regions*. Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium. State University of New York, Binghamton, pp. 115-138.

- Colman-Sadd, S. P. (1978). Fold development in Zagros simply folded belt, southwest Iran. AAPG Bulletin, 62(6), 984-1003.
- Comby, O., Lambert, C., & Coajou, A. (1977, March). An approach to the structural Studies of the Zagros fold belt in the EGOCO Agreement Area. In Proceeding of the Second Geological Symposium of Iran, Tehran (pp. 133-159).
- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J., & Keller, E. A. (2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology, 96(1), 150-173.
- Falcon, N. L. (1974). Southern Iran: Zagros Mountains. Geological Society, London, Special Publications, 4(1), 199-211.
- Falcon, N.L. (1967). The Geology of the northeast margin of the Arabian basement shield, Adv. Sci. Lond: Pp 31-42.
- Fluety, G. M. 1964. The Description of Folds. Proceedings of the Geologist Association.75: 461-492 .
- Fossen, H. ,2010. Structural geology. Cambridge University Press.
- Hack, J. T. (1973). Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal of Research of the US Geological Survey, 1(4), 421-429.
- Hancock, P. L. (1994). Continental deformation. Pergamon Press.
- Keller, E. A., & Pinter, N. (1996). Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape(first ed.). Prentice-Hall International (UK) Limited, London.
- Khoury, S., Mohajer-ashjai. (1978). A review of the geologic and tectonic evolution of zagros and central Iran. The Iranian petroleum institute, N.70 P.1-30.
- Navabpour, P., Angelier, J., & Barrier, E. (2007). Cenozoic post-collisional brittle tectonic history and stress reorientation in the High Zagros Belt (Iran, Fars Province). Tectonophysics, 432(1), 101-131.
- Perucca, L. P., Rothlis, M., & Vargas, H. N. (2014). Morphotectonic and neotectonic control on river pattern in the Sierra de la Cantera piedmont, Central Precordillera, province of San Juan, Argentina. Geomorphology, 204, 673-682.
- Ramsay, J.G., Haber, M.I. (1983). The techniques of Modern Structural Geology: Volume 2, Academic press London, p. 1- 700.
- Sepehr, M., & Cosgrove, J. W. (2004). Structural framework of the Zagros fold–thrust belt, Iran. Marine and Petroleum Geology, 21(7), 829-843.

- Sepehr, M., Cosgrove, J., & Moieni, M. (2006). The impact of cover rock rheology on the style of folding in the Zagros fold-thrust belt. *Tectonophysics*, 427(1), 265-281.
- Shabani-sefiddashti, F.Yassaghi, A. (2011). Kinematics of the Dena Fault and Its Relation to Deep-Seated Transverse Faults in Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 22(2), 143-151.
- Stocklin, J. (1968). Structural history and tectonics of Iran; A review. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull* , 52, 1229-1258.
- Stocklin, J. (1974). Northern Iran: Alborz mountain, Mesozoic-Cenozoic orogenic belt, data for orogenic studies. *Geol. Soc. London, Sp. Pub.* 4, p. 213-234 .
- Tangestani, M. H. (2004). Landslide susceptibility mapping using the fuzzy gamma approach in a GIS, Kakan catchment area, southwest Iran. *Australian Journal of Earth Sciences*, 51(3), 439-450.
- Tavakoli, F., Walpersdorf, A., Authemayou, C., Nankali, H. R., Hatzfeld, D., Tatar, M., ... & Cotte, N. (2008). Distribution of the right-lateral strike-slip motion from the Main Recent Fault to the Kazerun Fault System (Zagros, Iran): Evidence from present-day GPS velocities. *Earth and Planetary Science Letters*, 275(3), 342-347.
- Zamani, A., & Agh-Atabai, M. (2009). Temporal characteristics of seismicity in the Alborz and Zagros regions of Iran, using a multifractal approach. *Journal of Geodynamics*, 47(5), 271-279.

Abstract

The study area is located in the Kohgiluyeh – Boyer-Ahmad province, in 25 km southeast Yasuj city. Based on the division of geological, many of this area is located in Hight Zagros, part of that is in Folded Zagros and Kakan Fault as part of Hight Zagros Fault is located in between two regions.

Paleozoic (Hormoz formation), Mesozoic (Kazhdomi and Sarvak formations) and Cenozoic (Pabde – Gorpi, Jahrom, Razak Formations and Quaternary sedimentaries) have formed rock units in region.

The main deformation in the study area are folding and faulting. Kachian syncline, Kachian anticline, Jahan abad anticline, Poze anticline and Dehnow anticline are important folds in the study area. Fold's structural trend are NW – SE trend, they associated with the general trend of the Zagros fold-thrust belt.

The analysis of data indicates that direction of slop of axial plane most of the folds are toward Northeast that could be affected by subduction of Arabian-plate to the Iranian center.

Kakan fault is the part of the Hight Zagros fault as the main fault in the study area.

The change in the direction of maximum stress (σ_1) in anticlockwise changes in the axial plane of syncline – anticline Kachian, caused dominant right lateral mechanism as latest mechanism along the Kakan fault.

Keywords: Yasuj, Zagros, Kakan fault



Shahrood University
Faculty of Earth Sciences
Tectonic Group

Structural analysis of folding and faulting patterns in Kakan region
(southeast Yasuj)

Hassan Aramesh

Supervisor
Dr. R. Ramazani Oomali

Advisor
Dr. A. Taheri

February 2015