





دانشگاه سیستان و بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در زمین شناسی گرایش تکتونیک

عنوان:

**جنبش گسل درونه در رخداد آلپ میانی بر اساس مطالعه‌ی
ساختاری شرق زبرکوه، جنوب غرب کاشمر**

استاد راهنما:

دکتر ساسان باقری

تحقیق و نگارش:

لیلا جوادی زاده

بهمن ۱۳۹۱

باسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان " جنبش گسل درونه در رخداد آلپ میانی بر اساس مطالعه ی ساختاری شرق زیرکوه، جنوب غرب کاشمر "، قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی توسط لیلا جوادی زاده با راهنمایی دکتر ساسان باقری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

لیلا جوادی زاده

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

تاریخ	امضاء	نام و نام خانوادگی
		دکتر ساسان باقری
		استاد راهنما:
		استاد راهنما:
		استاد مشاور:
		داور ۱:
		داور ۲:
		نماینده تحصیلات تکمیلی:



دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب لیلا جوادی زاده تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: لیلا جوادی زاده

امضاء

تقدیم بابوسه بردستان پدرم، به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت،

مهربانی و...

به مادرم، آنکه آفتاب مهرش در آستانه قلمم هم چنان پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد

به معلمی که آموختند مرا تا بسا موزم

به خواهران و برادرانم که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

سپاسگزاری

سپاس بی شمار به درگاه هستی بخشی که تجلی حسنش با نظری، همه را از کتم عدم به لوح وجود آورد و با حکمتش دل و جان را پرورد و برای هدایت به خوبی ها رسولانی را از درون و برون برانگیخت و دو نعمت زبان و اندیشه را در هم آمیخت و در جانمان ریخت.

بعد از حمد خدا، لازم می دانم از زحمات استاد فرهیخته ام جناب آقای دکتر ساسان باقری که از آغاز تا پایان راه با راهنمایی های بی دریغشان سبب سامان یافتن این پایان نامه شدند تشکر و قدردانی کنم و برایشان آرزوی سلامتی، موفقیت و شادکامی دارم.

از اساتید مدعو آقایان دکتر مریدی و دکتر پرتابیان که قبول زحمت نموده و پایان نامه اینجانب را مطالعه فرمودند، متشکرم.

از جناب آقای دکتر سلوکی، مدیر محترم گروه زمین شناسی و جناب آقای دکتر بخشی نماینده تحصیلات تکمیلی به خاطر تمام زحماتشان، تشکر می نمایم.

و در پایان از همه دوستان و همکلاسی هایم خانم ها فروزان ذهابی، فراسط پیروزی نژاد، سهیلا کرون، رعنا جمشیدبیگی، بهاره بابازاده، صفیه جعفری، سمیه حمیدپناه، فاطمه کارگری، صفیه بحرانی، عالیہ امیری نژاد، زهره شجاع پور، دکتر زهرا صادقی (ال)، محدثه طهماسبی، نسرین طاهری، راضیه نادری و آقایان علی کریمی و خانواده محترمشان، شمس الدین دامنی گل، هادی علی نیا، امیر صفری، شهاب قاسمی و هیوا ابراهیمی به خاطر همراهی و دلگرمی شان صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

و در پایان از پدر و مادر عزیزم که همواره در مسیر پرپیچ و خم زندگی همراه و پشتیبانم بودند تشکر و قدردانی می کنم و به پاس همه زحماتشان دستشان را می بوسم. از برادرانم سجاد و محمدرضا کوچولو و خواهرانم که امیدبخش زندگی ام هستند، تشکر و قدر دانی می کنم.

چکیده:

استفاده از ساختار سنگ‌های دگرشکل در مجاورت گسل‌های اصلی یکی از معمول‌ترین ابزار مطالعه جنبش گسل‌هاست. گسل درونه به عنوان یکی از مهم‌ترین گسل‌های امتدادلغز ایران مرکزی به سبب موقعیت خود نقش مهمی را در سرگذشت تکتونیک ناحیه‌ای ایران بازی کرده است که هنوز توافق نظر جمعی در مورد جنبش و مکانیزم عملکرد آن به چشم نمی‌خورد. ساختار زبرکوه در غرب کاشمر در یک موقعیت کلیدی واقع شده است؛ جایی که چندین گسل ایران مرکزی به شکل همگرا به این نقطه ختم می‌شوند. بخش شرقی این ساختار موضوع این پژوهش است که به شکل گوه‌ای با رأس کشیده به سوی شمال شرق-شرق بین دو گسل اصلی مرزی محدود کننده شمال رباط زنگیجه در جنوب و درونه در شمال واقع گردیده است. این ساختار به هم تافته از تعدادی زیرپهنه تشکیل شده است که برخی چینه‌شناسی، سرگذشت آدرین- دگرگونی و تاریخچه تکتونیکی متفاوت از سرزمین‌های مجاور خود دارند و از این رو منشأ مظنونی دارند. این زیرپهنه‌ها اغلب با گسل‌های اصلی از یکدیگر جدا می‌شوند که زاویه کوچکی بین ۳۰-۱۰ درجه نسبت به گسل‌های مرزی خود می‌سازند. سازوکار این گسل‌ها که امتداد NE دارند، عمدتاً شامل یک مؤلفه راست‌بر و یک مؤلفه لغزشی معکوس می‌باشد. نیم-چین‌های عظیمی با امتداد سطح محوری NE طوری در شمال گسل رباط زنگیجه مرتب شده‌اند که ساختار پلکانی و همپوشان نشان می‌دهند. به علاوه کلیپ‌هایی از سنگ‌های کربناته بر روی پی‌سنگ دگرگونی رانده شده‌اند به طوری که همراهی آنها با چین‌های برگشته و خوابیده تداعی کننده حرکتشان به سمت شمال است. مطالعه لایه‌های کلیدی و نحوه جابجایی آنها در میان این سیستم گسلی، شکل یک دوپلکس امتدادلغز راست‌بر فشارشی را بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی نشان می‌دهند، در حالی که برش عرضی این ساختار شکل یک ساختمان گلی شکل مثبت را تداعی می‌کند. در این ساختار سنگ‌های دگرگونی پرکامبرین در هسته و به ترتیب سنگ‌های پالئوزوییک تا سنوزوییک به سمت اطراف و به طور متقارن گسترش یافته‌اند. از آن جایی که سنگ‌های نئوژن در ساختار دوپلکس شرکت نکرده‌اند و حتی به طور ناپیوسته در منطقه بر روی ساختارهای قدیمی ظاهر شده‌اند، ساختمان دوپلکس احتمالاً نشانگر جنبش چند ده کیلومتری راست‌لغز گسل درونه و گسل‌های موازی آن در منطقه قبل از میوسن و در حین رخداد آلپ میانی باشد.

کلمات کلیدی: گسل درونه، گسل شمال رباط زنگیجه، کاشمر، زبرکوه، رخداد آلپ میانی، دوپلکس امتدادلغز، ایران مرکزی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: کلیات.....
۲.....	۱-۱- تعریف مساله.....
۳.....	۲-۱- اهداف پژوهش.....
۴.....	۳-۱- فرضیات تحقیق.....
۴.....	۴-۱- سوابق تحقیقی در منطقه.....
۶.....	۵-۱- روش مطالعه.....
۷.....	۶-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه.....
۹.....	فصل دوم: زمین‌شناسی منطقه شرق زبرکوه، استان خراسان رضوی.....
۱۰.....	۱-۲- مقدمه.....
۱۰.....	۲-۲- موقعیت ایران در کمربند کوهزایی آلپ- هیمالیا.....
۱۱.....	۱-۲-۲- پهنه های رسوبی- ساختاری ایران.....
۱۲.....	۱-۱-۲-۲- خردقاره‌ی ایران مرکزی-خاوری.....
۱۳.....	۳-۲- تکامل ساختاری خرد قاره ایران مرکزی- خاوری.....
۱۳.....	۱-۳-۲- چرخش خرد قاره ایران مرکزی-خاوری.....
۱۵.....	۲-۳-۲- شواهد چرخش خردقاره.....
۱۷.....	۳-۳-۲- عامل اصلی چرخش خردقاره ایران مرکزی- خاوری.....
۱۸.....	۴-۲- چینه شناسی منطقه زبرکوه.....
۱۸.....	۱-۴-۲- واحد سنگی PEh.....
۱۹.....	۲-۴-۲- واحد سنگی PEm.....
۱۹.....	۳-۴-۲- واحد سنگی گرانیت - گنایس PEg.....
۲۱.....	۴-۴-۲- واحد سنگی PE.ph.....

- ۲۲.....PEr واحد سنگی ۵-۴-۲
- ۲۲.....PEs سازند سلطانیه ۶-۴-۲
- ۲۳.....Ez سازند زاگون ۷-۴-۲
- ۲۳.....El سازند لالون ۸-۴-۲
- ۲۴.....Em (سازند میلا) ۹-۴-۲ سنگ نهشته‌های کامبرین میانی - بالایی (سازند میلا)
- ۲۵.....Sin سازند نیور ۱۰-۴-۲
- ۲۷.....Dp سازند پادها ۱۱-۴-۲
- ۲۸.....Ds واحد دولومیت سبزار ۱۲-۴-۲
- ۲۹.....Db سازند بهرام ۱۳-۴-۲
- ۳۰.....DE.sh سازند شیشتو ۱۴-۴-۲
- ۳۱.....PTr (سازند جمال) و دولومیت‌های پرمین-تریاس ۱۵-۴-۲
- ۳۲.....TRJ? واحد سنگی ۱۶-۴-۲
- ۳۳.....Ju (سازند گره‌دو) ۱۷-۴-۲ واحد سنگی سری قرمز تخریبی ژوراسیک بالا
- ۳۵.....J^{mt}? ۱۸-۴-۲ واحد سنگی
- ۳۵.....Kc واحد تخریبی ۱۹-۴-۲
- ۳۶.....Kid واحد کربناته ۲۰-۴-۲
- ۳۷.....Ku واحد سنگی ۲۱-۴-۲
- ۳۷.....واحد‌های تخریبی نئوزن ۲۲-۴-۲
- ۳۹.....کواترنر ۲۳-۴-۲ واحد‌های چین‌شناسی
- ۴۱.....۵-۲ ماگماتیسم در زیرکوه ۵-۲
- ۴۱.....gr₁ توده آذرین گرانیت آلکالن ۱-۵-۲
- ۴۲.....gr₂ فعالیت آذرین گرانیتی ۲-۵-۲
- ۴۳.....(di) توده‌های دیوریت دگرگون و دگرسان شده ۳-۵-۲
- ۴۴.....واحد سنگی آتش فشانی ائوسن ۴-۵-۲

۴۵.....	۶-۲- زمین ساخت و زمین شناسی ساختاری زبرکوه.....
۴۶.....	۷-۲- گسل درونه.....
۴۹.....	فصل سوم: عناصر ساختاری منطقه زبرکوه.....
۵۰.....	۱-۳- مقدمه.....
۵۰.....	۲-۳- فرآیند دگرشکلی.....
۵۱.....	۱-۲-۳- دگرشکلی شکل پذیر.....
۵۱.....	۱-۱-۲-۳- چین.....
۵۱.....	۱-۱-۲-۳- طبقه بندی چین ها.....
۵۴.....	۲-۱-۲-۳- چین های غلافی.....
۵۶.....	۳-۱-۲-۳- چین خوردگی مرتبط با گسلش.....
۶۰.....	۲-۱-۲-۳- تورق.....
۶۲.....	۱-۲-۱-۲-۳- کاربرد عملی تورق.....
۶۳.....	۲-۲-۳- دگرشکلی شکننده.....
۶۴.....	۱-۲-۲-۳- گسل.....
۶۴.....	۱-۱-۲-۲-۳- گسل های امتداد لغز، مکانیزم و ساختارهای همراه.....
۸۰.....	۲-۲-۲-۳- رگه ها.....
۸۱.....	۳-۲- ساختارهای منطقه زبرکوه.....
۸۱.....	۱-۳-۳- چین های برداشت شده در زبرکوه.....
۸۲.....	۱-۱-۳-۳- چین A_1 ، ناودیس آغل کفتار.....
۸۴.....	۲-۱-۳-۳- چین A_2
۸۵.....	۳-۱-۳-۳- چین A_3
۸۵.....	۴-۱-۳-۳- چین A_4
۸۶.....	۵-۱-۳-۳- چین A_5
۸۷.....	۶-۱-۳-۳- چین A_6

- ۸۷.....A₇ چین ۷-۱-۳-۳
- ۸۸.....A₈ چین ۸-۱-۳-۳
- ۸۹.....A₉ چین ۹-۱-۳-۳
- ۹۰.....A₁₀ چین ۱۰-۱-۳-۳
- ۹۰.....A₁₁ چین ۱۱-۱-۳-۳
- ۹۱.....A₁₂ چین ۱۲-۱-۳-۳
- ۹۲.....A₁₃ چین ناودیس زیرکوه ۱۳-۱-۳-۳
- ۹۴.....تورق ۲-۳-۳
- ۹۸.....گسل های برداشت شده در زیرکوه ۳-۳-۳
- ۹۸.....F₁ گسل ۱-۳-۳-۳
- ۹۹.....F₂ گسل ۲-۳-۳-۳
- ۱۰۰.....F₃ گسل ۳-۳-۳-۳
- ۱۰۰.....F₄ گسل ۴-۳-۳-۳
- ۱۰۱.....F₅ گسل ۵-۳-۳-۳
- ۱۰۲.....F₆ گسل ۶-۳-۳-۳
- ۱۰۲.....F₇ گسل ۷-۳-۳-۳
- ۱۰۳.....F₈ گسل ۸-۳-۳-۳
- ۱۰۴.....F₉ گسل ۹-۳-۳-۳
- ۱۰۴.....F₁₀ گسل ۱۰-۳-۳-۳
- ۱۰۵.....F₁₁ گسل ۱۱-۳-۳-۳
- ۱۰۶.....F₁₂ گسل ۱۲-۳-۳-۳
- ۱۰۶.....F₁₃ گسل ۱۳-۳-۳-۳
- ۱۰۷.....F₁₄ گسل ۱۴-۳-۳-۳
- ۱۰۸.....F₁₅ گسل ۱۵-۳-۳-۳
- ۱۰۹.....F₁₆ گسل ۱۶-۳-۳-۳
- ۱۰۹.....F₁₇ گسل ۱۷-۳-۳-۳

۱۱۰.....	F ₁₈ گسل ۱۸-۳-۳-۳
۱۱۱.....	F ₁₉ گسل ۱۹-۳-۳-۳
۱۱۱.....	F ₂₀ گسل ۲۰-۳-۳-۳
۱۱۲.....	F ₂₁ گسل ۲۱-۳-۳-۳
۱۱۳.....	F ₂₂ گسل ۲۲-۳-۳-۳
۱۱۴.....	F ₂₃ گسل ۲۳-۳-۳-۳
۱۱۴.....	F ₂₄ گسل ۲۴-۳-۳-۳
۱۱۵.....	F ₂₅ گسل ۲۵-۳-۳-۳
۱۱۶.....	F ₂₆ گسل ۲۶-۳-۳-۳
۱۱۹.....	۴-۳-۳- درزه‌های کششی
۱۱۹.....	۵-۳-۳- دوپلکس امتدادلغز
۱۲۰.....	۶-۳-۳- کلیپ کوه کمر
۱۲۴.....	۷-۳-۳- چین غلافی
۱۲۵.....	فصل چهارم: تکتونیک زبرکوه و جنبش گسل درونه
۱۲۶.....	۱-۴- مقدمه
۱۲۷.....	۱-۴- بررسی و تحلیل ساختارهای برداشت شده از زبرکوه
۱۲۷.....	۱-۴-۱- گسل‌های معکوس
۱۲۷.....	۱-۴-۲- گسل‌های عادی
۱۲۸.....	۱-۴-۳- گسل‌های امتدادلغز
۱۲۸.....	۱-۴-۴- چین‌ها
۱۲۹.....	۱-۴-۵- چین‌های پلکانی
۱۳۰.....	۱-۴-۶- کلیپ و چین خوردگی مرتبط با گسلش
۱۳۱.....	۲-۴- زیرپهنه‌های تکتونیکی
۱۳۲.....	۱-۲-۴- زیرپهنه تکتونیکی A

۱۳۳.....	۲-۲-۴- زیرپهنه تکتونیکی B
۱۳۶.....	۳-۲-۴- زیرپهنه تکتونیکی C
۱۳۶.....	۴-۲-۴- زیرپهنه تکتونیکی D
۱۳۸.....	۵-۲-۴- زیرپهنه تکتونیکی E
۱۳۹.....	۳-۴- دوپلکس امتدادلغز ..
۱۴۱.....	۴-۴- ساختار زبرکوه.....
۱۴۴.....	۵-۴- مکانیزم جنبشی شکل گیری دوپلکس امتدادلغز زبرکوه
۱۴۵.....	۴-۵-۱- اندازه گیری میزان چرخش در منطقه زبرکوه
۱۴۷.....	۴-۶- اندازه گیری نرخ بالا آمدگی
۱۴۹.....	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۱۵۰.....	۵-۱- مقدمه
۱۵۰.....	۵-۲- بحث
۱۵۴.....	۵-۳- تحول ساختاری زبرکوه
۱۵۵.....	۵-۳-۱- مدل تکتونیکی زبرکوه
۱۵۷.....	۵-۴- نقش فاز کوهزایی آلپ میانی در شکل گیری ساختار زبرکوه
۱۵۷.....	۵-۵- نتایج کلی
۱۵۹.....	مراجع.....
۱۶۵.....	پیوست.....

جدول ۱-۳: چین‌های برداشت شده به همراه مشخصات و استریوگرام..... ۹۳

جدول ۲-۳: گسل‌های با امتداد NE به همراه مشخصات و نمودار Beacch Ball آن-ها..... ۱۱۶

جدول ۳-۳: گسل‌های با امتداد NW به همراه مشخصات و نمودار Beacch Ball آن-ها..... ۱۱۸

جدول ۴-۳: برداشت‌های انجام شده از یال چین بزرگ واقع در کوه کمر..... ۱۲۱

جدول ۱-۴: جدول مربوط به محاسبه نرخ لغزش و نرخ بالآمدگی در چند محدوده زمانی برای دوپلکس امتدادلغز در جنوب زبرکوه..... ۱۴۸

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱. موقعیت جغرافیایی و تصویر ماهواره‌ای زبرکوه. ۷
- شکل ۲-۱. راه‌های اصلی دسترسی به منطقه (نمای ایران: پورتال جامع گردشگری ایران، ۱۳۹۰). ۸
- شکل ۱-۲. جایگاه زمین‌شناسی ایران در نوار چین خورده آلپ-هیمالیا (آقناباتی، ۱۳۸۳). ۱۱
- شکل ۲-۲. واحدهای اصلی تکتونیکی- چین‌های قفقاز، ایران و افغانستان Bagheri And Stampfli, 2008. ۱۳
- شکل ۳-۲. مدل چرخش خرد قاره‌ی ایران مرکزی-خاوری توسط Davoudzadeh et al., (1981); Schmidt and Soffel, (1984) با پاره‌ای تغییرات از Bagheri (2007). ۱۵
- شکل ۴-۲. بازسازی ژئودینامیکی خردقاره ایران مرکزی- خاوری از الیگوسن به این سو که عمدتاً با برخورد صفحه عربی کنترل می‌شده است (Bagheri, 2007). ۱۷
- شکل ۵-۲. نقشه واحدهای زمین‌شناسی منطقه زبرکوه، برگرفته از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قاسم آباد(سهندی و همکاران، ۱۳۸۹)، ازبک کوه (Ruttner et al., 1970)، کاشمر (طاهری و همکاران، ۱۳۷۷)، بردسکن (شهرابی و همکاران، ۱۳۸۵) و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰۰ کاشمر (Eftekhar-Nezhad et al, 1976) و فردوس (Eftekhar-Nezhad et al, 1977) و موقعیت کوه کمر. ۲۰
- شکل ۶-۲. واحد سنگی PEm و PEh در موقعیت "E57°52' 30.6", N35°01' 5.39"، دید به سمت شمال شرق. ۲۱
- شکل ۷-۲. نمایی از سازند سلطانیه واقع در کوه کمر، دید به سمت شمال غرب. ۲۳
- شکل ۸-۲. نمایی از واحد دولومیتی متعلق به سازند نیور و سازند پادها در مجاورت همدیگر در شرق کوه کال اسب، دید به سمت جنوب شرق. ۲۸
- شکل ۹-۲. واحد دولومیت سیب زار Ds، در موقعیت "E57°47.2' 24.50", N34°56.1'4.90"، دید به سمت شمال شرق. ۲۹
- شکل ۱۰-۲. نمایی از سازند بهرام Db، دید به سمت شمال شرق. ۳۰
- شکل ۱۱-۲. نمایی از واحد سنگی TRJ? واقع در جنوب کوه دلکن، دید به سمت شمال شرق. ۳۳

شکل ۲-۱۲. واحد سنگی سری قرمز تخریبی ژوراسیک Ju بالا (سازند گره‌دو) واقع در کوه آغل کفتار، دید به سمت جنوب غرب..... ۳۴

شکل ۲-۱۳. ساختار ریپل مارک در سازند گره‌دو واقع در کوه آغل کفتار..... ۳۴

شکل ۲-۱۴. نمایی از واحد سنگی J^{mt} ؟ در جنوب کوه کال اسب، دید به سمت شمال شرق. ۳۵

شکل ۲-۱۵. نمایی از واحدهای کرتاسه در مجاورت واحدهای پالئوزویک در غرب کوه آغل کفتار، دید به سمت جنوب شرق. ۳۶

شکل ۲-۱۷. نمایی از واحد تخریبی Mm واقع در شمال کویر نمک بجستان، دید به سمت شمال شرق. ۳۸

شکل ۲-۱۸. واحد سنگی Q^{fl} واقع در شمال کویر نمک بجستان، دید به سمت جنوب غرب. ۴۰

شکل ۲-۱۹. واحد رسوبی Scf واقع در کویر نمک بجستان، دید به سمت جنوب شرق..... ۴۱

شکل ۲-۲۰. واحد گرانیت برشی Gr_2 ، موقعیت: $N34^{\circ} 54' 58''$, $E57^{\circ} 47' 33''$ ۴۳

شکل ۲-۱۶. نمایی از واحد آتش فشانی ائوسن Er در موقعیت $E57^{\circ} 50' 32.42''$ و $N34^{\circ} 56' 2.80''$ که با همبری گسله نسبت به واحدهای دیگر قرار گرفته است، دید به سمت جنوب غرب. ۴۵

شکل ۲-۲۱. موقعیت گسل درونه نسبت به مراکز مهم جمعیتی و گسل‌های همسایه، با تغییرات (Berbarian, 1976)..... ۴۷

شکل ۳-۱. طبقه‌بندی چین‌ها براساس زاویه بین یالی (فلوتی، ۱۹۶۴)..... ۵۲

شکل ۳-۲. تقسیم‌بندی (Fleuty (1964) بر اساس شیب سطح محوری چین و زاویه میل محور چین. ۵۲

شکل ۳-۳. طبقه‌بندی هندسی چین از Ramsay (1967)، نمودار سمت چپ براساس T'A و نمودار سمت راست براساس T'A..... ۵۴

شکل ۳-۴. مدل تشکیل چین‌های غلافی از (Pluijm And Marshak, 2004)..... ۵۵

شکل ۳-۵. مدل تشکیل چین‌های غلافی از یک فولیاسیون مربوط به زون برشی مثل فولیاسون میلونیتی؛ این چین‌ها معمولاً زاویه بالایی با جهت برش می‌سازند و در طول چرخش‌های متوالی به سمت جهت برش، این چین‌ها به فراوانی تبدیل به چین غلافی می‌شوند (Carreras et al., 2004)..... ۵۶

شکل ۳-۶. تقسیم‌بندی سه‌گانه ساده از چین‌های مرتبط با گسل (Mcclay, 2003)..... ۵۸

شکل ۳-۷. انواع چین‌خوردگی مرتبط با گسلش به نقل از (Thorbjornsen & Dunne, 1997)..... ۶۰

شکل ۳-۸. حوادثی که منجر به چین خوردگی دوباره بر گوارگی S_2 توسط D_3 می‌گردد. الف) S_1 توسط فشردگی قائم ساخته شده است؛ ب) فشردگی جانبی در اثر D_2 باعث به وجود آمدن کلیواژ کنگره‌ای S_2 شده است؛ ج) فشردگی مایل توسط D_3 اثر کرده و چین خوردگی گزینشی روی یکی از یال‌های چین D_2 ایجاد کرده است که به علت امتداد این یال‌ها در همسویی با D_3 رخ داده است (Passchier and Trouw, 2005: 99). ۶۱

شکل ۳-۹. نمایش ارتباطات همپوشانی برای چند تورق. در اثر دگرشکلی پیشرونده در مرحله D_3 سه تورق به ثبت رسیده است (Passchier and Trouw, 2005). ۶۳

شکل ۳-۱۰. الگوی هندسی دو بعدی از ساختارهای همراه با گسل‌های راست‌الغز. ۶۶

شکل ۳-۱۱. نحوه تشکیل دوپلکس‌های امتدادلغز. ۷۰

شکل ۳-۱۲. توالی تشکیل دوپلکس‌های امتدادلغز در خمش‌ها در حالت متقارن (A,D) و نامتقارن (B,C,E,F) در یک سیستم گسله راست‌بر، خطوط ضخیم گسل‌ها و خط‌چین‌ها محل آغاز تشکیل دوپلکس هستند (Woodcock and Fischer, 1986). ۷۱

شکل ۳-۱۳. توالی تشکیل دوپلکس‌های امتدادلغز در بریدگی‌ها در حالت متقارن و نامتقارن در یک سیستم گسله راست‌بر، خطوط ضخیم گسل‌ها و خط‌چین‌ها محل آغاز تشکیل دوپلکس هستند (Woodcock and Fischer, 1986). ۷۲

شکل ۳-۱۴. جهت‌یابی شکستگی‌های ایده‌آل در یک سیستم امتدادلغز راست‌بر (A)، توالی دوپلکس‌های گسترش یافته بر روی خطوط مستقیم در یک سیستم راست‌بر در نمای نقشه (B, C) از Woodcock and Fischer, 1986). ۷۳

شکل ۳-۱۵. توالی تغییر مسیر دوپلکس در یک گسل امتدادلغز که در نمای نقشه قابل مشاهده است (Woodcock and Fischer, 1986). ۷۵

شکل ۳-۱۶. حالت پلکانی در سیستم امتداد لغز. A: سیستم راست‌گرد. B: سیستم چپ‌گرد. ۷۶

شکل ۳-۱۷. وضعیت چین خوردگی پلکانی در سیستم امتداد لغزی A: چپ‌گرد. B: راست‌گرد. ۷۶

شکل ۳-۱۸. مراحل تکامل نیم‌چین‌ها در یک سیستم امتدادلغز راست‌بر (Harding and Lowell, 1979). ۷۷

شکل ۳-۱۹. سیستم گسل امتدادلغز و ایجاد دوپلکس‌های کششی و فشارشی Woodcock and Fischer (1986). ۷۸

شکل ۳-۲۰. نمایش ساختارهای گل‌مانند مثبت و منفی (Pluijm and Marshak, 2004: 490). ۷۹

شکل ۳-۲۱. خمش در سطح گسل امتداد لغز راست‌بر و ساختارهای مرتبط با آنها. ۷۹

شکل ۳-۲۲. تصویر شماتیکی از درزه‌ها در یک ترتیب نردبانی شکل در زون برشی، نسل دوم از درزه‌ها که در مرکز مجموعه قدیمی‌تر تشکیل شده‌اند. جهت خمیدگی درزه‌ها و فولیاسیون در یک زون برشی مشابه است، استیلولیت‌ها نیز ممکن است توسعه یابند و درزه‌ها یا فولیاسیون را قطع کنند (Passchier and Trow, 2005) ۸۱

شکل ۳-۲۳. تصویر ماهواره‌های منطقه زیرکوه به همراه موقعیت چین‌های برداشت شده از منطقه. ۸۲

شکل ۳-۲۴. نمایی از چین A_1 در لایه‌های ژوراسیک و موقعیت سطح محوری به همراه استریوگرام و محورهای آن، موقعیت GPS عکس: $E57^{\circ}53'31''$, $N34^{\circ}58'30''$ دید از شمال شرق تا جنوب غرب ۸۳

شکل ۳-۲۵. تصویر چین A_1 از Google Earth، نما از بالا. ۸۴

شکل ۳-۲۶. نمایی از چین A_2 در جنوب کوه دلکن و استریوگرام مربوط به آن، دید به سمت شمال شرق. ۸۴

شکل ۳-۲۷. نمایی از چین A_3 و استریوگرام مربوط به آن در موقعیت $E57^{\circ}50'13.8''$, $N34^{\circ}56'50.8''$ دید به سمت شمال شرق. ۸۵

شکل ۳-۲۸. نمایی از چین A_4 در بخش شمالی کوه آغل کفتار و استریوگرام آن، دید به سمت شمال شرق. ۸۶

شکل ۳-۲۹. نمایی از استریوگرام و محورهای چین A_5 در موقعیت $E57^{\circ}48'53.58''$, $N34^{\circ}59'14.56''$ ۸۶

شکل ۳-۳۰. نمایی از چین A_6 در شمال کوه آغل کفتار و استریوگرام مربوط به سطح محوری آن، دید به سمت شمال شرق. ۸۷

شکل ۳-۳۱: تصویر چین A_7 در موقعیت $E57^{\circ}52'37''$, $N35^{\circ}01'04''$ و موقعیت سطح محوری و استریوگرام آن. ۸۸

شکل ۳-۳۲. نمایی از چین A_8 واقع در دهانه باغرون به همراه استریوگرام سطح محوری آن. ۸۹

شکل ۳-۳۳. نمایی از چین F_9 و استریوگرام مربوط به آن در موقعیت $E57^{\circ}48'53.58''$, $N34^{\circ}59'14.56''$ ۸۹

شکل ۳-۳۴. نمایی از چین A_{10} واقع در دهانه باغرون، دید به سمت غرب. ۹۰

شکل ۳-۳۵. نمایی از چین A_{11} واقع در دهانه باغون. ۹۱

شکل ۳-۳۶. تصویر طاق‌دیس آغل کفتار و موقعیت آن نسبت به ناودیس آغل کفتار (چین A_1) واقع در واحد ماسه سنگ و کنگلومرایی گره‌دو به همراه استریوگرام آن. ۹۲

شکل ۳-۳۷. تصویر Google Earth از ناودیس زبرکوه در غرب منطقه زبرکوه به همراه استریوگرام مربوط به آن (نما از بالا). ۹۲

شکل ۳-۳۸. تورق در واحد شیلی سازند گره‌دو واقع در یالهای چین آغل کفتار، دید به سمت شمال شرق. ۹۵

شکل ۳-۳۹. تورق در واحد ماسه‌سنگی سازند گره‌دو در موقعیت $N34^{\circ}59'9.52''$ و $E57^{\circ}57'42.50''$ ، دید به سمت شمال شرق. ۹۵

شکل ۳-۴۰. تورق در واحد ماسه‌سنگی در سازند گره‌دو، دید به سمت شمال شرق. ۹۶

شکل ۳-۴۱. تصویری از رخ اسلیتی مشاهده شده در واحد فیلیتی سازند لالون در دهانه باغون. ۹۶

شکل ۳-۴۲. تصویری از تورق مشاهده شده در واحد شیستی ریزدانه سازند لالون، دید به سمت شمال شرق. ۹۷

شکل ۳-۴۳. تصویر استریوگرام از موقعیت همه سطوح تورق برداشت شده در منطقه زبرکوه. ۹۷

شکل ۳-۴۴. موقعیت گسل‌های برداشت شده بر روی تصویر ماهواره‌های منطقه زبرکوه. ۹۸

شکل ۳-۴۵. نمایی از گسل F_1 در موقعیت $N34^{\circ}59'9.52''$ و $E57^{\circ}57'42.50''$ ، دید به سمت شمال غرب. ۹۹

شکل ۳-۴۶. نمایی از گسل F_2 در موقعیت $N34^{\circ}58'30''$ ، $E57^{\circ}53'31''$ ، دید به سمت شمال شرق. ۹۹

شکل ۳-۴۷. نمایی از گسل F_3 و نمودار Beach Ball (توپ ساحلی) آن در موقعیت $E57^{\circ}50'32.42''$ و $N34^{\circ}56'2.80''$ ، دید به سمت شمال غرب. ۱۰۰

شکل ۳-۴۸. نمایی از گسل F_4 و نمودار Beach Ball آن در موقعیت $N34^{\circ}50'24.80''$ و $E57^{\circ}56'00''$ ، دید به سمت شمال غرب. ۱۰۱

شکل ۳-۴۹. نمایی از گسل F_5 واقع در شرق کوه کال اسب و نمودار Beach Ball مربوط به آن، دید به سمت شمال شرق. ۱۰۱

شکل ۳-۵۰. نمایی از گسل F_6 واقع در کوه کال اسب، دید به سمت جنوب شرق. ۱۰۲

شکل ۳-۵۱. نمایی از گسل F_7 واقع در کوه کال اسب، دید به سمت شمال شرق. ۱۰۳

شکل ۳-۵۲. نمایی از گسل F_8 در موقعیت $N34^{\circ}56'41.3''$ ، $E57^{\circ}50'14.8''$ ، دید به سمت شمال شرق. ۱۰۳

شکل ۳-۵۳. نمایی از گسل F_9 در موقعیت $N34^{\circ}58'42.6''$ ، $E57^{\circ}53'12.6''$ ، دید به سمت شمال غرب. ۱۰۴

شکل ۳-۵۴. نمایی از گسل F_{10} به همراه نمودار Beach Ball آن در شمال کوه آغل کفتار، دید به سمت شمال غرب. ۱۰۵

شکل ۳-۵۵. نمایی از گسل F_{11} در موقعیت $N35^{\circ}01'5.39''$ ، $E57^{\circ}52'30.6''$ ، دید به سمت شمال غرب. ۱۰۵