



دانشگاه ایلام و بلوچستان  
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش تکتونیک)

عنوان:

# بررسی دگرشکلی سنگ های دگرگونی انارک و پوشش رسوبی آن در منطقه چاه گربه، شمال انارک (ایران مرکزی)

استاد راهنما:

دکتر ساسان باقری

تحقیق و نگارش:

طیبه سالاری

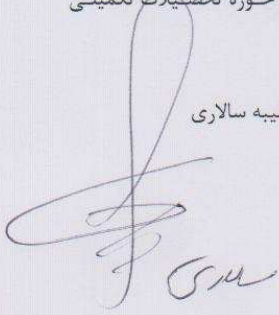
(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

اسفند ۸۹

### بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان بررسی دگرشکلی سنگ های دگرگونی انارک و پوشش رسوبی آن در منطقه چاه گربه، شمال انارک (ایران مرکزی) قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد توسط دانشجو طیبه سالاری تحت راهنمایی استاد پایان نامه 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.

نام و امضای دانشجو طیبه سالاری



این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۸۹/۱۲/۱۱ توسط هیئت داوران بررسی و درجه بسیار خوب به آن تعلق گرفت.

تاریخ

امضاء

نام و نام خانوادگی



دکتر ساسان باقری

استاد راهنما:

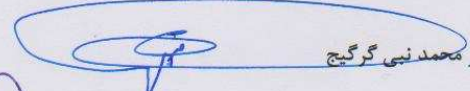
استاد راهنما:

استاد مشاور:



دکتر علی اصغر میریدی

داور ۱:



دکتر محمدنبی گرگیج

داور ۲:



نماینده تحصیلات تکمیلی: مهندس محمد مهرا



## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب طیبہ سالاری تأیید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه 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 پایان‌نامه 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: طیبہ سالاری

امضاء

تقدیم به:

## پدر و مادرم

به پاس

قلب های بزرگشان که فریادرس است

و

به پاس محبت های بی دریغ و بیکرانشان

که هرگز فروکش نمی کند

و آنان که دانسته هایم را مدیون آنها هستم

و

همه آنان که عشق به ایران و سربلندی این سرزمین پاک، در روشنایی نگاهشان

جاودانه می درخشد.

## سپاس

مهر و لطف بی دریغ خداوند یگانه را که لحظه ای پیمانۀ وجودم را از مهربانی اش تهی نگذاشت.

### جناب آقای دکتر باقری

سپاس به پاس ملاحظه سرشار و گرمای امید بخشان که در طی این مدت روشنی بخش اندیشه ام بود. سپاس بی کران از شما بزرگوار چرا که طی این پژوهش راهنمایی و مشاوره شما زمینه ساز سربلندی ام گردید.

### خانواده عزیزم

می دانم هر چه از مهربانی و لطف مادر، پدر و خواهر (منیر و طاهره)، برادر هایم (امیر، حمزه و حسین) (مهدیه، سپهر و سروش) بگویم اندک است، سربلندی سرو وجودتان را آرزو مندم.

از مدیریت محترم جناب آقای مهندس مهران، اساتید گرانقدر، سرکار خانم مهندس مرضیه عارف نژاد و کارشناسان محترم گروه زمین شناسی خانمها یعقوبی، اخوت و سرگزنی بی نهایت سپاسگزارم.

### دوستان خوبم

خاطرات زلال سال های تجربه و تحصیل، فریده شهردرازی، زهرا جوکار، ریحانه بزرگری، مدیحه آرمان، زهرا فردفشانی، فریده آذین، نرگس فاتحی، زهرا جاوید، سمانه ستار، نارسیس خادمی، جمیله کواروئی، پریسا بخشور، فرخنده جاویدان، صدیقه شیرازی، راضیه مدهنی فر، فروزان ذهابی، نرگس مرادی، آزاده ریاحی، فاطمه سالاری، آفرین ملکی، سمانه لطفی، عذرا علافر، سمیرا کریمی، مریم فالاحتی، مریم سارانی، ناهید میرحسینی، نسیم سالاری، صفیه بحرانی، فاطمه احمدی و هم کلاسی محترم آقای مهدی نبوی. فروتنانه از همه بزرگواران سپاسگذاری می نمایم و لحظات روشن زندگی و عنایت پیوسته حضرت دوست را برای شما عزیزان آرزو مندم.

### چکیده

منطقه چاه گربه متشکل از یک مجموعه متنوع از سنگ های دگرگونی به سن پالئوزویک فوقانی- تریاس و پوشش رسوبی عمدتاً کرتاسه- نئوژن در شمال شرقی شهرستان انارک از استان اصفهان واقع گردیده است. منطقه چاه گربه در حقیقت یال دگرشکل شده شمال شرقی تاقدیس بزرگ انارک به حساب آمده که در منتهی الیه شمال غربی سرزمین انارک- جندق بین دو زون جوش خورده باقیمانده از اقیانوس های پالئوتتیس و سبزوار در حاشیه شمال غربی خرده قاره ایران مرکزی- خاوری واقع شده است.

مطالعات دگرشکلی منطقه چاه گربه و حواشی آن در مقیاس های مختلف تاریخچه تکتونیکی پیچیده ای را برای منطقه مذکور نمایان می سازد. مهمترین وقایع دگرشکلی به ترتیب عبارتند از:

۱. رخداد  $D_1$  با یک تورق رخ اسلیتی تا شیستوزیته اغلب بدام افتاده در پورفیروبلاست ها شناسایی می- گردد.
۲.  $D_2$  چین خوردگی های بسته ای است که تورق قبلی را متاثر ساخته است. این رخداد نیز اغلب در مقیاس میکروسکوپی قابل شناسایی است. دو رخداد یاد شده تنها در شیست های مرغاب دیده شده و در ارتباط با دگرگونی واقعه تکتونیکی واریسکن می باشند.
۳. واحد الیستوستروم چاه گربه با خویشاوندی جزایر اقیانوسی پالئوتتیس هنگام اضافه شدن به گوه افزایش یافته مرغاب دگرگونی نسبتاً فشار بالایی را گذرانیده و دچار دگرشکلی  $D_3$  شده اند. سن این دگرشکلی به استناد ظهور کانی های دگرگونی پرمین- تریاس زیرین تعیین شده است و اغلب به صورت رخ اسلیتی تا شیستوزیته مشاهده می- گردد.
۴. تورق اصلی نافذ با ماهیت برشی- میلونیتی در کل شیست های منطقه همان تورق  $D_4$  است که تمامی ساختار های قدیمی خود را شدیداً متاثر ساخته و با چین های برگشته و راندگی های متعدد به سمت جنوب شرق توام بوده است. به نظر می رسد واقعه برخورد سیمرین پیشین در تریاس میانی- فوقانی عامل اصلی این دگرشکلی است.
۵. رخداد  $D_5$  همزمان با بسته شدن حوضه پشت کمان نئوتتیس یا همان اقیانوس سبزوار در زمان ائوسن فوقانی- الیگوسن به وقوع پیوسته است. چین خوردگی و راندگی هایی به سمت شرق عمدتاً سنگ های کرتاسه و ائوسن را به طور شکننده دستخوش تغییر قرار داده و جایجا نموده است.

۶. مورفولوژی کنونی منطقه انارک مدیون واقعه  $D_6$  است. ظهور چین های بزرگ مقیاس همپوشان راست پله با امتداد شمال غرب تمامی سنگ های قدیمی تر از پلیوسن را متاثر ساخته است. اعمال این ساختار بر روی چین های برگشته بزرگ مقیاس  $D_4$  تاقدیس استثنایی قارچ شکل انارک با الگوی چین خوردگی مجدد نوع دوم به وجود آورده که سهم چاه گربه از آن، ساختار Z شکل یال شمال شرقی می باشد.
۷. تداوم تنش ناشی از فشارش صفحه عربی با دگرشکلی پیشرونده در حوضه پشت کمان ارومیه- دختر همراه شده، ساختار های  $D_6$  بریده شده و حوضه های دانه تسبیحی مرتبط با گسل های امتداد لغز راستگرد توسعه می یابند. واقعه  $D_7$  مسئول چین دادن حوضه های جدیداً شکل گرفته و بسته شدن آنها می باشد. پی سنگ دگرگونی در طی این واقعه بر روی سنگ های نئوژن رانده شده و تورق های شکننده ای بطور محلی ظاهر ساخته است. همزمان رسوبات پالئوسن نیز دچار چین خوردگی ملایمی می گردند.
۸. نشانه هایی از نئوتکتونیک در منطقه انارک دیده می شود. عمدتاً گسل هایی با روند شمال شرقی و به موازات گسل درونه رسوبات پلیوسن و کواترنر را بریده اند.

**کلمات کلیدی:** دگرشکلی، رخداد دگرشکلی، چاه گربه، تاقدیس انارک، ایران مرکزی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: کلیات.....
۲	۱-۱. مقدمه .....
۴	۱-۲. موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه.....
۵	۱-۳. جایگاه زمین شناسی منطقه.....
۶	۱-۴. مروری بر تحقیقات زمین شناسی انجام شده.....
۹	۱-۵. اهداف.....
۱۰	فصل دوم: موقعیت، تکامل ساختاری و زمین شناسی عمومی منطقه.....
۱۱	۲-۱. موقعیت منطقه.....
۱۲	۲-۱-۱. پهنه های زمین ساختی ایران.....
۱۳	۲-۱-۱-۱. زون ایران مرکزی.....
۱۴	۲-۱-۱-۱-۱. خرد قاره ایران مرکزی- خاوری (CEIM).....
۱۵	۲-۲. تکامل ساختاری خرده قاره ایران مرکزی- خاوری.....
۱۵	۲-۲-۱. چرخش خرده قاره ایران مرکزی- خاوری (CEIM).....
۱۷	۲-۲-۱-۱. شواهد چرخش خرد قاره.....
۲۰	۲-۲-۲. زمین درز پالئو تتیس.....
۲۰	۲-۳. زمین شناسی عمومی منطقه.....
۲۰	۲-۳-۱. کمپلکس دگرگونی افزایشی دونین-کربونیفر پیشین.....
۲۰	۲-۳-۱-۱. سنگ های دگرگونی واریسکن.....



۲۱	..... واحد شیبست مرغاب..... ۲-۳-۱-۱-۱
۲۱	..... بقایای افیولیت نخلک..... ۲-۳-۱-۱-۲
۲۲	..... گوه افزایشده تریاس..... ۲-۳-۲
۲۲	..... کوه زیر دریایی انارک (سی مونت انارک)..... ۲-۳-۲-۱
۲۲	..... افیولیت انارک..... ۲-۳-۲-۱-۱
۲۳	..... پایه آتشفشانی..... ۲-۳-۲-۱-۲
۲۳	..... مرمر لاک (آتول ریغی)..... ۲-۳-۲-۱-۳
۲۴	..... لاگون پتیار..... ۲-۳-۲-۱-۴
۲۴	..... واحد چاه گربه..... ۲-۳-۲-۲
۲۶	..... زیر واحد اولیستوستروم..... ۲-۳-۲-۲-۱
۲۶	..... زیر واحد با اجزاء جدا شده..... ۳-۳-۲-۲-۱
۲۷	..... سازندهای غیر دگرگونی..... ۲-۳-۳
۲۷	..... کرتاسه..... ۲-۳-۳-۱
۲۸	..... پالئوسن..... ۲-۳-۳-۲
۲۸	..... ائوسن..... ۲-۳-۳-۳
۲۸	..... الیگو-میوسن..... ۲-۳-۳-۴
۲۹	..... پلیوسن..... ۲-۳-۳-۵
۲۹	..... کواترنر..... ۲-۳-۳-۶
۳۰	..... گروه نخلک..... ۲-۳-۴
۳۱	..... وقایع ماگمایی..... ۲-۴
۳۲	..... وقایع دگرگونی..... ۲-۵
۳۶	..... وقایع تکتونیک..... ۲-۶
۳۶	..... تکتونیک جوان شکل..... ۲-۶-۱

۳۸	..... ساختار شبیه pop-up (گل مانند مثبت) انارک.....	۲-۶-۱-۱
۴۰	..... فصل سوم: دگرشکلی، فازها و مفاهیم مربوطه.....	
۴۱	..... دگرشکلی.....	۳-۱
۴۲	..... رنولوژی.....	۳-۱-۱
۴۴	..... عوامل موثر بر نوع رفتار.....	۳-۱-۱-۱
۴۴	..... رابطه تغییر رفتار نسبت به عمق.....	۳-۱-۱-۲
۴۴	..... دگرشکلی شکننده و مکانیزم های آن.....	۳-۲
۴۶	..... درزه ها.....	۳-۲-۱
۴۷	..... رگه ها.....	۳-۲-۲
۴۸	..... گسل ها.....	۳-۲-۳
۴۹	..... گسله سنگ ها.....	۳-۲-۴
۵۰	..... دگرشکلی خمیری و مکانیزم های آن.....	۳-۳
۵۱	..... چین ها.....	۳-۳-۱
۵۱	..... چین خوردگی مرتبط با گسلش.....	۳-۳-۲
۵۳	..... بودیناژ.....	۳-۳-۳
۵۴	..... فابریک ها.....	۳-۴
۵۵	..... فابریک ها.....	۳-۴-۱
۵۶	..... کلیواژ.....	۳-۴-۱-۱
۵۷	..... شیسستوزیته.....	۳-۴-۱-۲
۵۷	..... گنیستوزیته.....	۳-۴-۱-۳
۵۷	..... تورق میلونیتی.....	۳-۴-۱-۴
۵۸	..... تورق سطح محوری.....	۳-۴-۱-۵
۵۹	..... کاربرد عملی تورق.....	۳-۴-۱-۶

۶۰	..... تخطيط ها. ۳-۴-۲
۶۰	..... پورفيروكلاست ها. ۳-۴-۳
۶۲	..... ارتباط دگرشكلى و دگرگونى. ۳-۵
۶۴	..... اصول تفكيك و تمايز فاز هاى دگرشكلى. ۳-۶
۶۵	..... دگرشكلى در منطقه انارك. ۳-۷
۶۶	..... معيارها و روش كار در تفكيك دگرشكلى در منطقه انارك. ۳-۸
۶۷	<b>فصل چهارم: عناصر ساختارى، تفكيك رخداد و مهمترين وقايع دگرشكلى در مجموعه پوشش رسوبى</b>
..	..... رسوبى
۶۸	..... مقدمه. ۴-۱
۶۹	..... کرتاسه فوقانى. ۴-۱-۱
۷۰	..... چين ها. ۴-۱-۱-۱
۷۲	..... گسل ها. ۴-۱-۱-۲
۷۴	..... گسله سنگ و تورق ها. ۴-۱-۱-۳
۷۵	..... ائوسن. ۴-۱-۲
۷۶	..... گسل ها. ۴-۱-۲-۱
۷۷	..... اليگوسن - ميوسن. ۴-۱-۳
۷۷	..... حوضه هاى Pull-apart. ۴-۱-۳-۱
۸۰	..... گسل ها. ۴-۱-۳-۲
۸۳	..... چين ها. ۴-۱-۳-۳
۸۸	..... گسله سنگ ها. ۴-۱-۳-۴
۸۸	..... تورق. ۴-۱-۳-۴
۸۹	..... پليوسن. ۴-۱-۴
۹۰	..... گسل ها. ۴-۱-۴-۱

۹۰	..... چین ها. ۴-۱-۴-۲
۹۱	..... کوترنر. ۴-۱-۵
۹۱	..... مهمترین رخداد های دگرشکلی در مجموعه پوشش رسوبی. ۴-۲
۹۲	..... رخداد ائوسن. ۴-۲-۱
۹۳	..... رخداد میوسن فوقانی. ۴-۲-۲
۹۴	..... رخداد پلیوسن. ۴-۲-۳
۹۵	..... رخداد کوترنر- عهد حاضر. ۵-۲-۳
۹۶	<b>فصل پنجم: بررسی دگرشکلی و تفکیک رخداد های مربوطه در مجموعه دگرگونی پی سنگ.....</b>
۹۷	..... مقدمه. ۵-۱
۹۷	..... تقسیم بندی و شیوه مطالعه واحد های دگرگونی. ۵-۱-۱
۹۷	..... دگرشکلی در واحد شیست مرغاب. ۵-۲
۹۸	..... چین ها. ۵-۲-۱
۹۸	..... ایزوکلینال (Isoclinal fold). ۵-۲-۱-۱
۹۹	..... چین های تنگ (Tight fold). ۵-۲-۱-۲
۱۰۰	..... چین های کشیده (Drag fold). ۵-۲-۱-۳
۱۰۱	..... گسل ها. ۵-۲-۲
۱۰۱	..... گسل های مزدوج. ۵-۲-۲-۱
۱۰۲	..... گسل های تراستی. ۵-۲-۲-۲
۱۰۳	..... گسل های امتداد لغز. ۵-۲-۲-۳
۱۰۵	..... تورق ها. ۵-۲-۳
۱۰۵	..... شیستوریتته داخلی درون پورفیروبلاست. ۵-۲-۳-۱
۱۰۶	..... تورق سطح محوری. ۵-۲-۳-۲
۱۰۷	..... تورق های نوار برشی C/S. ۵-۲-۳-۳

۱۰۸	..... تورق شکننده.....	۵-۲-۳-۴
۱۰۹	..... تورق اعوجاجی.....	۵-۲-۳-۵
۱۱۰	..... تخطط ها.....	۵-۲-۴
۱۱۰	..... تخطط اثری.....	۵-۲-۴-۱
۱۱۱	..... رگه ها.....	۵-۲-۵
۱۱۲	..... سایر عناصر فابریکی میکروسکوپی.....	۵-۲-۶
۱۱۲	..... پورفیروکلاست ها.....	۵-۲-۶-۱
۱۱۵	..... تزئینات حاشیه استرین.....	۵-۲-۶-۲
۱۱۶	..... Ghost Fold (Polygonal Arcs) یا اثر چین.....	۵-۲-۶-۳
۱۱۸	..... واحد چاه گربه.....	۵-۳
۱۱۸	..... چین ها.....	۵-۳-۱
۱۱۸	..... چین های ایزوکلینال (هم شیب).....	۵-۳-۱-۱
۱۲۰	..... چین های مشابه (رده ۲)، موازی (رده ۱B) و رده ۳.....	۵-۳-۱-۲
۱۲۱	..... چین های بسته.....	۵-۳-۱-۳
۱۲۲	..... چین های کینک (Kink Fold).....	۵-۳-۱-۴
۱۲۳	..... گسل ها.....	۵-۳-۲
۱۲۳	..... گسل های تراستی و معکوس.....	۵-۳-۲-۱
۱۲۶	..... گسل های مزدوج.....	۵-۳-۲-۲
۱۲۸	..... گسل نرمال.....	۵-۳-۲-۳
۱۲۸	..... سایر گسل ها.....	۵-۳-۲-۴
۱۲۹	..... تورق ها.....	۵-۳-۳
۱۲۹	..... تورق شکننده.....	۵-۳-۳-۱
۱۳۰	..... تورق میلونیتی.....	۵-۳-۳-۲

۱۳۱	..... رخ اعوجاجی..... ۵-۳-۳-۳
۱۳۲	..... تخطط ها..... ۵-۳-۴
۱۳۲	..... تخطط اثر سطح محوری..... ۵-۳-۴-۱
۱۳۳	..... بودیناژ..... ۵-۳-۵
۱۳۵	..... سایر عناصر فابریکی میکروسکوپی..... ۵-۳-۶
۱۳۵	..... ساختمان پورفیروکلاست خرد شده و ساختار های پلکانی..... ۵-۳-۶-۱
۱۳۶	..... میکرو بودیناژ..... ۵-۳-۶-۲
۱۳۸	..... چین خوردگی مکرر (الگوی تداخلی چین ها)..... ۵-۴
۱۴۱	..... ساختار مجدداً چین خورده انارک (ساختار فارچ)..... ۵-۴-۱
۱۴۴	..... مهمترین رخداد های اثر گذاشته بر مجموعه دگرگونی (پی سنگ)..... ۵-۵
۱۴۴	..... رخدادهای قبل تا همزمان با وقایع دگرگونی (تکتونیک قدیمی)..... ۵-۵-۱
۱۴۵	..... رخدادهای بعد از وقایع دگرگونی (تکتونیک جوان)..... ۵-۵-۲
۱۴۶	..... فصل ششم: بحث و نتیجه گیری.....
۱۴۷	..... مقدمه..... ۶-۱
۱۴۷	..... بحث و بررسی..... ۶-۲
۱۴۸	..... واحد سنگی - ساختاری شیست مرغاب..... ۶-۲-۱
۱۴۹	..... واحد سنگی - ساختاری چاه گربه..... ۶-۲-۲
۱۵۹	..... کرتاسه فوقانی - ائوسن..... ۶-۲-۳
۱۶۱	..... الیگوسن - میوسن..... ۶-۲-۴
۱۶۵	..... پلیوسن..... ۶-۲-۵
۱۶۶	..... کواترنر..... ۶-۲-۶
۱۶۷	..... گذری بر نتایج مطالعات قبلی مبنی بر وقایع تکتونیکی و دگرشکلی منطقه در مقایسه با نتایج این تحقیق..... ۶-۳
..	..... تحقیق.....

- ۶-۴. مروری اجمالی بر سرگذشت تکتونیکی منطقه با توجه به شواهد به دست آمده از این ۱۶۹  
تحقیق.....
- ۶-۵. نتیجه گیری..... ۱۷۲
- ۶-۵-۱. رخداد‌های دگرشکلی در پی سنگ دگرگونی..... ۱۷۲
- ۶-۵-۲. رخداد‌های دگرشکلی بعد از رسوبگذاری واحد‌های رسوبی..... ۱۷۴

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱. نمودار رفتار مواد.....
۴	شکل ۱-۲. راه های دسترسی به شهر انارک.....
۵	شکل ۱-۳. نقشه زمین شناسی انارک و مناطق مجاور آن.....
۶	شکل ۱-۴. نقشه زمین شناسی چاه گربه.....
۱۱	شکل ۲-۱. موقعیت ایران بر روی کمربند آلپ- هیمالیا.....
۱۱	شکل ۲-۲. موقعیت ایران بین دو زمین درز تئیس جوان و قدیم.....
۱۲	شکل ۲-۳. پهنه های رسوبی-ساختی ایران.....
۱۴	شکل ۲-۴. موقعیت ساختاری خرد قاره مرکزی-خاوری ایران.....
۱۶	شکل ۲-۵. بازسازی پالئوجغرافیایی CEIM و شروع چرخش آن از تریاس-ترشیری پسین.....
۱۸	شکل ۲-۶. بازسازی ژئودینامیکی CEIM.....
۲۵	شکل ۲-۷. نقشه زمین شناسی انارک.....
۳۱	شکل ۲-۸. نقشه زمین شناسی نخلک.....
۳۳	شکل ۲-۹. نقشه زمین شناسی پراکندگی وقایع دگرگونی در منطقه انارک و مناطق مجاور.....
۳۴	شکل ۲-۱۰. مجموعه کانی های تشکیل شده در اولین واقعه دگرگونی (فشار متوسط).....
۳۵	شکل ۲-۱۱. مجموعه کانی های تشکیل شده در دومین واقعه دگرگونی (فشار بالا).....
۳۷	شکل ۲-۱۲. عکس ماهواره ای از منطقه انارک، موقعیت خط اردکان کاشان بر روی آن.....
۳۹	شکل ۲-۱۳. a. بلوک دیاگرام ساختار Pop-up. b. تصویر ماهواره ای از منطقه انارک و برش . c. نیم رخ طولی زون امتداد لغز.....
..	.....



- شکل ۳-۱. انواع پاسخ مواد در نتیجه اعمال تنش..... ۴۲
- شکل ۳-۲. نوع رفتار شکننده و خمیری در تشکیل ایجاد گسل و چین ها..... ۴۲
- شکل ۳-۳. نمودار دگرشکلی پایدار بر حسب تنش ( $\sigma$ )، کرنش ( $\epsilon$ ) و زمان (Time)..... ۴۳
- شکل ۳-۵. تغییر رفتار مواد از شکننده به خمیری نسبت به عمق..... ۴۵
- شکل ۳-۵. معرفی درز ها بر اساس موقعیت آنها نسبت به لایه بندی و محور تقارن چین..... ۴۷
- شکل ۳-۶. موقعیت تنش گش ها نسبت به تورق و محور کشیدگی در یک رژیم برشی غیر هم محور  
راست لغز..... ۴۸
- شکل ۳-۷. انواع چین خوردگی های مرتبط با گسلش..... ۵۳
- شکل ۳-۸. استفاده از بودین نوع برشی و دومینو برای تعیین جهت برش..... ۵۳
- شکل ۳-۹. انواع تورق نسبت به زمان از نظر سنی از قدیم به جدید..... ۵۵
- شکل ۳-۱۰. تورق های نوع C-S و C' و موقعیت آنها نسبت به زون برشی..... ۵۸
- شکل ۳-۱۱. ارتباطات هم پوشانی طی سه مرحله دگرشکلی..... ۵۹
- شکل ۳-۱۲. تصویر انواع پورفیروکلاست و الگوی جریان در اطراف هر کدام..... ۶۱
- شکل ۳-۱۳. ارتباط فازهای دگرشکلی (D) و وقایع دگرگونی..... ۶۲
- شکل ۳-۱۴. انواع رشد پورفیروپلاست نسبت به جنبش..... ۶۳
- شکل ۳-۱۵. دگرشکلی غیر همزمان در گوه های افزاینده..... ۶۴
- شکل ۴-۱. رخنمون های کرتاسه فوقانی..... ۷۰
- شکل ۴-۲. تصویر چین های A, B, C کرتاسه فوقانی..... ۷۱
- شکل ۴-۳. تصاویر استریوگرام و تراکم نقاط قطبی چین کرتاسه..... ۷۲
- شکل ۴-۴. تصاویر استریوگرام و نقاط قطبی یکی از گسل های مزدوج در سنگ های کرتاسه..... ۷۲
- شکل ۴-۵. گسل های مزدوج در آهک های کرتاسه فوقانی..... ۷۰
- شکل ۴-۶. گسل راست گرد نرمال و گسل تراستی در واحد کرتاسه..... ۷۳
- شکل ۴-۷. برش گسسه ایجاد شده در اثر فعالیت گسلش جوان در سنگ های کرتاسه فوقانی..... ۷۴

- شکل ۸-۴. تورق برشی منفصل و کلیواژ شکستگی ایجاد شده در آهک های کرتاسه..... ۷۵
- شکل ۹-۴. گسل تراستی در واحد آتشفشانی ائوسن..... ۷۶
- شکل ۱۰-۴. انواع حوضه های تشکیل شده در زون امتداد لغز..... ۷۸
- شکل ۱۱-۴. روند تکاملی تشکیل حوضه های Pull-apart در منطقه انارک در زمان الیگو میوسن..... ۷۹
- شکل ۱۲-۴. سازوکار دو گسل تراستی در واحد الیگومیوسن..... ۸۰
- شکل ۱۳-۴. گسل های تراستی موجود در مرز واحد الیگومیوسن و سایر واحدها..... ۸۱
- شکل ۱۶-۴. گسل Bedding Fault در سنگ آهک ماری میوسن..... ۴۲
- شکل ۱۷-۴. جایگاه پاره ای از چین ها در واحد الیگومیوسن..... ۸۳
- شکل ۱۸-۴. چین های پلکانی آکاردئونی شکل محدود به دو گسل تراستی بزرگ..... ۸۴
- شکل ۱۹-۴. نقشه زمین شناسی منطقه عبدالکافی با پاره ای تغییرات بر گرفته از نقشه زمین شناسی .. ۸۵
- انارک..... ۸۵
- شکل ۲۰-۴. برش زمین شناسی از تاقدیس عبدالکافی..... ۸۶
- شکل ۲۱-۴. تاقدیس برگشته عبدالکافی..... ۸۶
- شکل ۲۲-۴. ریز چین در سنگ های آهک ماسه ای واحد میوسن..... ۸۷
- شکل ۲۳-۴. چین تقریباً نامتقارن در سنگ های الیگومیوسن..... ۸۷
- شکل ۲۴-۴. تورق برشی از نوع Fracture Cleavage و کلافی در سنگ های میوسن..... ۸۸
- شکل ۲۵-۴. دگرشیبی بین واحد پلیوسن و نهشته های کواترنر..... ۸۹
- شکل ۲۶-۴. رخنمون رسوبات پلیوسن، گسل ها و چین های این واحد..... ۹۰
- شکل ۲۷-۴. گسل های جوان و رسوبات کواترنر توسط این گسل ها قطع گردیده است..... ۹۱
- شکل ۱-۵. تصاویر چین های ایزوکلینال در شیست های مرغاب..... ۹۸
- شکل ۲-۵. عدسی های سیلیسی بال دار که بقایای چین های ایزوکلینال را در شیست های مرغاب..... ۹۹
- شکل ۳-۵. نمونه ای از چین های بسته در واحد شیست در مرغاب..... ۱۰۰
- شکل ۴-۵. چین کشیده حاصل از حرکات گسل تراستی در لایه های مرمر مرغاب..... ۱۰۱

- شکل ۶-۵. گسل تراستی با روند شمال غرب و حرکت به سمت شمال شرق در واحد مرغاب..... ۱۰۳
- شکل ۷-۵. تصویر گسل امتداد لغز در لایه مرمر در نزدیکی کوه آئینه..... ۱۰۴
- شکل ۸-۵. زون برشی سیلیسی شده در مجاور روستای معلا..... ۱۰۴
- شکل ۹-۵. تصویر بالا تصویر میکروسکوپی از سنگ آلبیت شیست از واحد مرغاب..... ۱۰۶
- شکل ۱۰-۵. تورق سطح محوری حاصل سطوح محوری ریز چین ها بر روی سطح تورق..... ۱۰۷
- شکل ۱۱-۵. تصویر میکروسکوپی از تورق نوار برشی در سنگ شیست مرغاب ..... ۱۰۸
- شکل ۱۲-۵. تورق شکننده موجود در سنگ های شیستی مرغاب ..... ۱۰۹
- شکل ۱۳-۵. تورق اعوجاجی درون متابازیت های واحد مرغاب ..... ۱۱۰
- شکل ۱۴-۵. A و B دو رخنمون از سنگ های شیست مرغاب می باشند و در هر رخنمون چندین دسته تخطط قابل مشاهده می شود..... .. ۱۱۱
- شکل ۱۵-۵. رگه سیلیسی در شیست مرغاب..... ۱۱۲
- شکل ۱۶-۵. چندین سیستم رگه ای در مرمر های کوه آئینه..... ۱۱۳
- شکل ۱۷-۵. تصویر میکروسکوپی دو کلاست در سنگ های میلونیتی واحد مرغاب..... ۱۱۴
- شکل ۱۸-۵. تصویر میکروسکوپی در حالت PPL (تصویر پایین XPL) با بزرگنمایی X32 از یک سنگ... گارنت میکاشیست میلونیتی شده در واحد مرغاب..... .. ۱۱۴
- شکل ۱۹-۵. انواع اشکال تزئینات حاشیه ای اطراف کانی پیریت..... ۱۱۵
- شکل ۲۰-۵. تزئینات حاشیه ای اطراف کانی پیریت و گارنت..... ۱۱۶
- شکل ۲۱-۵. ساختار پلی گونال آرک حاصل رشد تقلید کانی های مسکویت..... ۱۱۷
- شکل ۲۲-۵. رسم انواع استریوگرام برای گسل، سطح محوری ریز چین (تخطط) و تورق های مرغاب ..... ۱۱۷
- شکل ۲۳-۵. تصویر چین های ایزوکلینال برداشت شده از چند مکان در واحد چاه گربه..... ۱۱۸
- شکل ۲۴-۵. چین ایزوکلینال با مقیاس مگاسکوپی در اولیستولیت های چاه گربه..... ۱۱۹
- شکل ۲۵-۵. چین ایزوکلینال هم زمان با دگرگونی در نور XPL ..... ۱۲۰
- شکل ۲۶-۵. چین مشابه و موازی در مرمرهای چاه گربه..... ۱۲۱

- شکل ۲۷-۵. ریز چین های بسته در شیست چاه گربه ..... ۱۲۲
- شکل ۲۸-۵. چین های کینک در شیست های چاه گربه..... ۱۲۳
- شکل ۲۹-۵. گسل معکوس مرز بین سرپانتینیت و کنگلومرای الیگومیوسن..... ۱۲۵
- شکل ۳۰-۵. گسل تراستی با لغزش به سمت جنوب در مرمر های با منشاء اولیستولیتی..... ۱۲۵
- شکل ۳۱-۵. لیستوانیت زایی بین سطوح گسل های تراستی در بلوک های سرپانتینیتی..... ۱۲۶
- شکل ۳۲-۵. گسل های مزدوج نرمال در لایه های متاچرت چاه گربه..... ۱۲۷
- شکل ۳۳-۵. گسل مزدوج معکوس در مرمر های چاه گربه در منطقه سیلچو ..... ۱۲۷
- شکل ۳۴-۵. گسل نرمال راستگرد در مرمر و شیست های چاه گربه ..... ۱۲۸
- شکل ۳۵-۵. تصویر دو گسل چپگرد و راستگرد در مرمر و متاچرت های چاه گربه..... ۱۲۹
- شکل ۳۶-۵. شکننده تا میلونیتی در پریدوتیت های چاه گربه..... ۱۳۰
- شکل ۳۷-۵. تورق میلونیتی و نوع نوار برشی در شیست های چاه گربه..... ۱۳۱
- شکل ۳۸-۵. رخ اعوجاجی و تورق زونال در شیست چاه گربه..... ۱۳۲
- شکل ۳۹-۵. اثر سطوح محوری ریز چین ها بر روی سطح تورق به صورت تخطط..... ۱۳۳
- شکل ۴۰-۵. تصویر لنز های اولیستولیتی..... ۱۳۴
- شکل ۴۱-۵. تصویر دو بودین کربناته در اندازه ماکروسکوپی در واحد چاه گربه..... ۱۳۴
- شکل ۴۲-۵. ساختمان پلکانی حاصل از قراراگرفتن میکا به صورت هم پوشان..... ۱۳۵
- شکل ۴۳-۵. بودین های آلبیتی حاصل از فرایند های کششی برشی در سنگ های شیستی چاه گربه..... ۱۳۶
- شکل ۴۴-۵. رسم انواع استریوگرام برای گسل، سطح محوری ریز چین (تخطط) و تورق ها ی چاه گربه..... ۱۳۷
- شکل ۴۵-۵. الگوی چین ها تداخلی..... ۱۳۹
- شکل ۴۶-۵. محورهای هندسی جهت یابی نسل های چین های و الگوهای تداخلی مربوطه..... ۱۴۰
- شکل ۴۷-۵. تصویر ماهواره ای تاقدیس مکرر چین خورده انارک (ساختار قارچی شکل) و مناطق مجاور آن ..... ۱۴۳
- نهشته های کواترنر..... ..