

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی  
گرایش رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی

عنوان:

بررسی تاثیر فرآیندهای کارستی بر منابع آب موجود در سنگ های  
کربناته منطقه کوههای شتری (بشرویه و طبس)، شرق ایران

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا میراب شبستری

استاد مشاور:

مهندس بهروز اعتباری

نگارش:

طیبه اشرف

شهریور ۱۳۹۰



### سور جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

فرم شماره ۱۰

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد خانم طیبه اشرف به شماره دانشجویی: ۸۸۲۳۱۱۸۰۲۳ رشته: زمین شناسی گرایش: رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی دانشکده: علوم تحت عنوان: بررسی تاثیر فرایندهای کارستی بر منابع آب موجود در سنگ های کربناته منطقه کوههای شتری (بشرویه و طبس)، شرق ایران.

به ارزش: ۶ واحد      در ساعت: ۱۷      روز: سه شنبه      مورخ: ۱۳۹۰/۰۶/۲۲

با حضور اعضای محترم جلسه دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی به شرح ذیل تشکیل گردید:

سمت	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
استاد راهنمای اول	دکتر غلامرضا میراب شیبستری	استادیار	
استاد راهنمای دوم	---	---	---
استاد مشاور اول	مهندس بهروز اعتباری	---	
استاد مشاور دوم	---	---	---
داور اول	دکتر احمد رضا خزاعی	استادیار	
داور دوم	دکتر محمود رضا هیبتهات	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدحسین زرین کوب	استادیار	

نتیجه ارزیابی دفاع که منوط به ارائه اصلاحات پیشنهادی توسط هیئت داوران حداکثر ظرف مدت یکماه پس از تاریخ دفاع می باشد، به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

قبول (با درجه بسیار خوب و امتیاز ۱۸/۹۹)      دفاع مجدد      غیر قابل قبول  
۱- عالی (۲۰-۱۹)      ۲- بسیار خوب (۱۸-۱۸/۹۹)      ۳- خوب (۱۶-۱۷/۹۹)      ۴- قابل قبول (۱۴-۱۵/۹۹)

(بدیهی است عواقب آموزشی ناشی از عدم ارائه به موقع اصلاحات مزبور به عهده دانشجو می باشد)

کلیه حقوق و مزایا اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ... از این پایان نامه برای دانشگاه بیرجند، محفوظ می باشد. نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

تقدیم به:

پدر و مادرم

که تمامی توفیقات زندگی ام را مدیون مهربانی و از خودگذشتگی آن ها هستم

و تقدیم به:

خواهران و برادرانم

با سپاس از محبت های بی دریغ شان.

## مشکر و قدردانی

لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

اینک که به یاری پروردگار توفیق به پایان رساندن این تحقیق فراهم گشته و وظیفه خود می دانم تا مراتب سپاس و قدردانی خود را از همه کسانی که به نحوی در انجام این پایان نامه مروری نموده اند برسانم.

در ابتدا لازم می دانم از زحمات جناب آقای دکتر غلامرضا میراب شستری که بهواره در طول دوران تحصیل و همچنین مراحل انجام پایان نامه، با صبر و حوصله فراوان راهنما و مشوقم بودند خالصانه مشکر و قدردانی نمایم و از خداوند منان آرزوی توفیق روز افزون را برای ایشان خواستارم. همچنین از استاد مشاور عزیزم جناب آقای مهندس بهروز اعتباری که در طول انجام این تحقیق برای اینجانب زحمات فراوانی متقبل شدند خالصانه مشکر و قدردانی داشته باشم. از اساتید گرامی آقایان دکتر محمود رضا سیهات و دکتر احمد رضا خزاعی که زحمت دآوری پایان نامه اینجانب را بر عهده داشتند کمال تشکر را دارم.

انجام این تحقیق با بهره مندی از راهنمایی ها، مشاوره و ارزیابی این اساتید زمینه مساعدی را برای پربارتر نمودن آن فراهم نمود، امید آنکه نتایج ارزنده پانگلوئی دلسوزی های این بزرگواران باشد. از دوستان و بهکلاسی های عزیزم خانم هاینا خاشعی، سیده حلیمه هاشمی عزیزم و نرگس سلجوقی مقدم و آقایان مهدی میرعلایی و محسن علی آبادی به خاطر همه زحمات یاری که در طی انجام این تحقیق متوجه ایشان شد و بهواره حامی و همراه من بودند صمیمانه سپاسگزارم. از همکاری و مساعدت شرکت آب منطقه ای استان خراسان جنوبی مشکر و قدردانی می کنم. همچنین از کلیه دوستانی که به نحوی در به اتمام رساندن این پایان نامه مروری و مساعدت نموده اند کمال تشکر و قدردانی را دارم. در پایان از محبت ها و فداکاری های تک تک اعضای خانواده عزیزم مشکر و قدردانی می نمایم.

## چکیده

شناخت و بررسی ویژگی‌های محیط‌های کارستی که عمدتاً از سنگ‌های انحلال‌پذیر کربناته، نظیر سنگ آهک و دولومیت، تشکیل یافته است و از جنبه کاربردی به بسیاری از فعالیت‌های انسانی به ویژه تامین منابع آب آشامیدنی، کشاورزی، صنعت و ... ارتباط پیدا می‌کند، بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش به منظور شناخت ویژگی‌های محیط‌های کارستی و نقش آن‌ها در تغذیه منابع آب زیر زمینی، بخشی از رشته‌کوه‌های شتری در شرق ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. این رشته‌کوه با روند شمال‌شرق- جنوب‌غرب دارای عناصر ساختاری گوناگون، شامل چین‌ها و شکستگی‌ها بوده که همگی تقریباً از همین روند تبعیت می‌کنند. در این مطالعه، سه سازند کربناته اسفندیار، جمال و شتری که در منطقه مورد مطالعه از گسترش قابل توجهی برخوردارند، از نظر امکان ایجاد پدیده کارست در مقیاس میکروسکوپی و میکروسکوپی مورد بررسی قرار گرفته اند. بدین منظور نقشه‌های هم‌باران و هم‌دمای منطقه و نیز نقشه شکستگی‌ها و آبراهه‌ها تهیه گردید و ارتباط آن با ظهور چشمه‌ها در منطقه مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت. پوشش برف و پراکندگی پوشش گیاهی منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS بررسی شد. همچنین، ویژگی‌های سنگ شناسی از قبیل جنس، بافت، اندازه ذرات، میزان تخلخل و سیمانی شدن که در ایجاد و توسعه پدیده‌های کارستی موثرند مورد توجه قرار گرفت و مقاطع نازک میکروسکوپی تهیه شده از نمونه‌های سنگی به دقت مطالعه شد. به دلیل تفاوت سنگ شناسی این سازندها در دامنه‌های شرقی و غربی این رشته‌کوه، نمونه‌های هر دو سو مقایسه شدند و میزان مواد نامحلول سنگ‌های که تاثیر بسزایی در میزان کارستی شدن دارد مورد آزمایش قرار گرفت.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که سنگ‌شناسی مناسب و ضخامت زیاد واحدهای کربناته و نیز شرایط زمین‌ساختی مناسب در رشته‌کوه شتری از جمله عوامل توسعه پدیده‌های کارستی در این منطقه بوده، اما از سوی دیگر شرایط اقلیمی منطقه عامل بازدارنده تحول کارست محسوب می‌گردد. بدین معنی که تکامل کارست در منطقه نیازمند شرایط اقلیمی مرطوب‌تر و پر باران‌تری بوده است. در

نتیجه، عدم تکامل پدیده کارستی شدن موجب شده است که منابع قابل توجهی از آب‌های کارستی در این منطقه ایجاد نگردد.

فرآیند کارستی شدن موجب ایجاد مورفولوژی خاصی می‌شود که این مناطق را از دیگر مناطق غیر کارستی متمایز می‌کند. این تحقیق نشان می‌دهد که عوارض کارستی متعددی مانند کارن، دره‌های خشک، چشمه‌های کارستی، حفره‌های انحلالی و غار در این منطقه شکل گرفته که برخی از آنها از نوع پالئوکارست و مربوط به ادوار گذشته است که شرایط اقلیمی مناسب‌تری در منطقه حاکم بوده است. علیرغم ایجاد مورفولوژی کارستی، تخلخل حاصل از کارست به دلیل انحلال ناچیز توسعه نیافته است و یا توسط سیمان‌های بعدی پر شده و از بین رفته است. در نتیجه وجود منابع آب کارستی در سنگ‌های کربناته منطقه مورد مطالعه منتفی دانسته شده و منابع موجود بیشتر به شکستگی‌های تکتونیکی نسبت داده می‌شوند.

کلید واژه‌ها: رشته کوه شتری - کارستی شدن - منابع آب - سنگ های کربناته - شرق ایران.



## فهرست مطالب

فصل اول: کلیات.....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۲
۱-۲- هدف و ضرورت تحقیق.....	۳
۱-۳- فرضیات تحقیق .....	۴
۱-۴- پیشینه مطالعاتی .....	۵
۱-۵- موقعیت جغرافیایی .....	۷
۱-۶- راه‌های دسترسی به منطقه .....	۸
۱-۷- اقلیم منطقه مورد مطالعه.....	۹
۱-۸- روش مطالعه.....	۹
۱-۸-۱- مطالعات کتابخانه‌ای .....	۹
۱-۸-۲- مطالعات صحرایی.....	۱۰
۱-۸-۳- مطالعات آزمایشگاهی.....	۱۰
فصل دوم: ماهیت کارست.....	۱۲
۱-۲- مقدمه .....	۱۳
۲-۲- کارست در سنگ‌های غیرآهکی .....	۱۴
۳-۲- اهمیت کارست .....	۱۴
۴-۲- انواع کارست .....	۱۷
۲-۴-۱- رده‌بندی کارست بر اساس شرایط ژئومورفولوژیکی .....	۱۷
۲-۴-۲- رده‌بندی کارست بر اساس خصوصیات هیدروژئولوژی و زمین‌شناسی .....	۱۸
۳-۴-۲- رده‌بندی پهنه‌های کارستی بر اساس تکتونیک .....	۱۹
۴-۴-۲- رده‌بندی کارست بر حسب زمان تشکیل.....	۲۱
۵-۴-۲- رده‌بندی کارست بر اساس عمق کارستی شدن.....	۲۲
۶-۴-۲- رده‌بندی کارست بر اساس موقعیت فضایی لایه‌های ناتراوا و توه‌های کارستی شده .....	۲۲

۲۴	فصل سوم: زمین‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه .....
۲۵	۱-۳- جایگاه گستره‌ی مورد بررسی در زمین‌شناسی ایران.....
۲۷	۲-۳- وضعیت ایجاد فرازمین شتری .....
۲۹	۳-۳- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی محدوده مطالعاتی.....
۳۰	۱-۳-۳- پالئوزوئیک.....
۳۰	۱-۳-۳-۱- سازند بهرام.....
۳۰	۱-۳-۳-۲- سازند شیشتو.....
۳۱	۱-۳-۳-۳- سازند سردر.....
۳۱	۱-۳-۳-۴- سازند جمال.....
۳۳	۲-۳-۳- مزوزوئیک.....
۳۳	۱-۳-۳-۲- سازند سرخ‌شیل.....
۳۳	۲-۳-۳-۲- سازند شتری.....
۳۵	۳-۳-۳-۲- سازند ناپیند.....
۳۵	۴-۳-۳-۲- سازند شمشک.....
۳۶	۵-۳-۳-۲- سازند بادامو.....
۳۶	۶-۳-۳-۲- سازند بغمشاه.....
۳۷	۷-۳-۳-۲- سازند قلعه‌دختر.....
۳۸	۸-۳-۳-۲- سازند اسفندیار.....
۴۰	۳-۳-۳- سنوزوئیک.....
۴۰	۱-۳-۳-۳- کنگلومرای کرمان.....
۴۰	۲-۳-۳-۳- کرتاسه در کوه‌های شتری.....
۴۰	۳-۳-۳-۳- سنگ‌های آتشفشانی.....
۴۱	۱-۳-۳-۳-۳- پالئوژن.....
۴۱	۲-۳-۳-۳-۳- نئوژن.....
۴۱	۴-۳-۳-۳- نهشته‌های کواترنری.....
۴۲	۴-۳- تکتونیک (زمین‌ساخت).....

۴۲	..... ارتفاعات شتری
۴۳	..... حرکات کوهزائی - خشکی زائی
۴۵	..... گسل ها و چین ها
۴۵	..... گسل ها
۴۵	..... گسل نایبند
۴۵	..... گسل های تراستی
۴۶	..... گسل های طولی
۴۶	..... گسل های شمال شرق - جنوب غرب
۴۶	..... چین ها
۴۷	..... فصل چهارم: عوامل مؤثر بر توسعه کارست و هیدرولوژی کارست
۴۸	..... مقدمه
۴۸	..... بررسی ویژگی های اقلیمی و کارستی شدن منطقه
۴۹	..... اثر بارندگی
۴۹	..... اثر دما
۵۰	..... وضعیت بارش و دما در منطقه مورد مطالعه
۵۵	..... رژیم بارش
۵۶	..... انواع بارش
۵۹	..... تبخیر و تعرق
۶۱	..... خلاصه و نتیجه گیری
۶۱	..... تاثیر فشار گاز کربنیک
۶۴	..... تاثیر ژئومورفولوژی بر توسعه کارست
۶۴	..... تاثیر توپوگرافی
۶۶	..... تاثیر آبراهه ها
۶۸	..... عوامل سنگ شناسی کنترل کننده
۶۹	..... تاثیر نوع سنگ و ناخالصی بر توسعه کارست
۷۱	..... بافت سنگ و اندازه دانه ها

۷۲	..... ۳-۹-۴- انواع تخلخل
۷۳	..... ۱-۳-۹-۴- تخلخل‌های انتخاب شده به وسیله فابریک
۷۵	..... ۲-۳-۹-۴- تخلخل‌هایی که از فابریک سنگ تبعیت نمی‌کنند
۷۸	..... ۴-۹-۴- درجه و تراکم سیمانی شدن
۷۸	..... ۱۰-۴- چینه‌شناسی
۷۹	..... ۱۱-۴- ساختارهای زمین‌شناسی
۸۰	..... ۱-۱۱-۴- ارتباط سیستم ساختاری و کارست شدگی
۸۶	..... ۲-۱۱-۴- ارتباط چین‌ها و کارست شدگی
۸۹	..... ۳-۱۱-۴- ارتباط غسل‌ها و کارست شدگی
۹۴	..... ۱۲-۴- تاثیر ضخامت لایه‌ها و کارست شدگی
۹۵	..... ۱۳-۴- خلاصه
۹۷	..... <b>فصل پنجم: پتروگرافی</b>
۹۸	..... ۱-۵- مقدمه
۹۸	..... ۲-۵- مطالعه پتروگرافی نمونه‌های سازند اسفندیار در شرق رشته‌کوه شتری
۱۲۴	..... ۳-۵- مطالعه پتروگرافی نمونه‌های سازند اسفندیار در غرب رشته‌کوه شتری
۱۳۰	..... ۴-۵- مطالعه پتروگرافی نمونه‌های سازند شتری در غرب رشته‌کوه شتری
۱۳۹	..... ۵-۵- مطالعه پتروگرافی نمونه‌های سازند جمال در غرب رشته‌کوه شتری
۱۴۲	..... ۶-۵- جمع‌بندی
۱۴۴	..... <b>فصل ششم: ژئومورفولوژی کارست</b>
۱۴۵	..... ۱-۶- مقدمه
۱۴۶	..... ۲-۶- اشکال کارستی
۱۴۶	..... ۱-۲-۶- اشکال سطحی کارست
۱۴۷	..... ۱-۱-۲-۶- کارن‌ها
۱۴۷	..... ۱-۱-۲-۶- اشکال هیدرولیکی ناشی از جریان ورقه‌ای
۱۴۸	..... ۲-۱-۲-۶- اشکال هیدرولیکی ناشی از جریان کانالی آب
۱۴۸	..... ۳-۱-۲-۶- اشکال ناشی از انحلال در محل گسستگی ساختاری

۱۴۹	.....۴-۱-۱-۲-۶- اشکال ناشی از انحلال بر روی توده سنگ
۱۵۴	.....۲-۱-۲-۶- دره‌های خشک
۱۵۵	.....۳-۱-۲-۶- چشمه کارستی
۱۶۱	.....۲-۲-۶- اشکال درونی کارست
۱۶۱	.....۱-۲-۲-۶- غارها
۱۶۲	.....۳-۶- تحلیل ژئومورفولوژیکی کارست
۱۶۵	..... فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۱۶۶	.....۱-۷- نتیجه‌گیری
۱۷۰	.....۲-۷- پیشنهادها
۱۷۲	..... منابع

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ..... ۸
- شکل ۱-۲: نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مطالعاتی ..... ۹
- شکل ۱-۳: توزیع جهانی برون‌زدهای سنگ‌های کربناته ..... ۱۵
- شکل ۲-۱: نقشه پراکندگی کارست در ایران ..... ۱۶
- شکل ۲-۲: پراکندگی سازندهای با قابلیت کارستی شدن در ایران ..... ۱۶
- شکل ۱-۳: زیرپهنه‌های ساختاری ایران از دیدگاه علوی ..... ۲۶
- شکل ۲-۳: محدوده خرده قاره ایران مرکزی و زیرپهنه‌های آن ..... ۲۶
- شکل ۳-۳: تغییر روند زمین ساخت کشتی به فشارشی در فرازمین شتری ..... ۲۸
- شکل ۳-۴: تاثیر پیدایش برجستگی شتری در نحوه رسوبگذاری دوران ژوراسیک ..... ۲۸
- شکل ۵-۳: نقشه لیتولوژی منطقه به تفکیک سه سازند اصلی کربناته (اسفندیار، شتری، جمال) ..... ۲۹
- شکل ۶-۳: گسترش برونزد سازند جمال در منطقه مورد مطالعه ..... ۳۲
- شکل ۷-۳: گسترش برونزد سازند شتری در منطقه مورد مطالعه ..... ۳۴
- شکل ۸-۳: گسترش برونزد سازند اسفندیار در منطقه مورد مطالعه ..... ۳۹
- شکل ۱-۴: نقشه هم‌باران کشور ..... ۵۱
- شکل ۲-۴: میانگین بارش سالانه در رشته‌کوه شتری طی ۱۷ سال گذشته ..... ۵۲
- شکل ۳-۴: نقشه هم‌باران میانگین دراز مدت ۳۰ ساله رشته‌کوه شتری ..... ۵۲
- شکل ۴-۴: نقشه هم‌دمای حداکثر کشور ..... ۵۴
- شکل ۵-۴: نقشه هم‌دمای حداقل کشور ..... ۵۴
- شکل ۶-۴: نقشه هم‌دمای میانگین دراز مدت ۳۰ ساله رشته‌کوه شتری ..... ۵۵
- شکل ۷-۴: میانگین بارش در طی فصول مختلف سال به میلی‌متر طی ۳۰ سال گذشته ..... ۵۶
- شکل ۸-۴: تصویر ماهواره‌ای برف‌سنجی ۱۷ بهمن ۱۳۸۹ ..... ۵۷
- شکل ۹-۴: تصویر ماهواره‌ای برف‌سنجی ۲۲ بهمن ۱۳۸۸ ..... ۵۸
- شکل ۱۰-۴: تصویر ماهواره‌ای برف‌سنجی ۲۱ دیماه ۱۳۸۹ ..... ۵۸
- شکل ۱۱-۴: پوشش برف سازند اسفندیار ۶ بهمن ۱۳۸۹ و گرایک ..... ۵۹

- شکل ۴-۱۲: نقشه هم تبخیر کشور..... ۶۰
- شکل ۴-۱۳: نقشه هم درصد تبخیر دراز مدت کشور..... ۶۰
- شکل ۴-۱۴: تصویر ماهواره‌ای شاخص پوشش گیاهی تابستان ۱۳۹۰..... ۶۳
- شکل ۴-۱۵: تصویر ماهواره‌ای نرمالیزه شده پراکندگی شاخص پوشش گیاهی تابستان ۱۳۸۷..... ۶۳
- شکل ۴-۱۶: جهت تقریبی حرکت آب‌های زیرزمینی در سازندهای سخت و آبرفت در منطقه مورد مطالعه..... ۶۵
- شکل ۴-۱۷: جهت حرکت آب سطحی در سازند اسفندیار، غرب رشته کوه شتری..... ۶۶
- شکل ۴-۱۸: موقعیت چشمه‌ها و آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۶۷
- شکل ۴-۱۹: موقعیت گسل‌ها و آبراهه‌های منطقه مورد مطالعه..... ۶۸
- شکل ۴-۲۰: طبقه‌بندی تخلخل در سنگ‌های آهکی..... ۷۳
- شکل ۴-۲۱: موقعیت گسل‌های رشته کوه شتری..... ۷۹
- شکل ۴-۲۲: تغییرات رژیم جریان در انواع مختلف تخلخل..... ۸۲
- شکل ۴-۲۳: تراورتن زایی چشمه آب گرم، سازند جمال، تنگ عباسی..... ۸۲
- شکل ۴-۲۴: موقعیت چشمه‌ها و دبی آن‌ها بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰..... ۸۳
- شکل ۴-۲۵: موقعیت گسل‌ها و چشمه‌های رشته کوه شتری..... ۸۴
- شکل ۴-۲۶: انحلال و تبلور مجدد در طول شکستگی، شرق رشته کوه شتری، سازند اسفندیار..... ۸۴
- شکل ۴-۲۷: یک سری شکستگی سیمانی شده و یک سری سیمانی نشده، سازند اسفندیار شرق رشته کوه شتری..... ۸۵
- شکل ۴-۲۸: شکستگی در سازند اسفندیار..... ۸۵
- شکل ۴-۲۹: حفره‌های انحلالی در طول شکستگی‌ها در سازند اسفندیار..... ۸۵
- شکل ۴-۳۰: انحلال در سطوح لایه‌بندی و درزه‌ها، سازند اسفندیار، غرب رشته کوه شتری..... ۸۶
- شکل ۴-۳۱: چین خوردگی در سازند جمال، دره مرتضی علی..... ۸۷
- شکل ۴-۳۲: چین خوردگی در سازند اسفندیار و بغمشاه، غرب رشته کوه شتری..... ۸۷
- شکل ۴-۳۳: چین خوردگی در سازند شتری..... ۸۸
- شکل ۴-۳۴: مقطع زمین‌شناسی (A-Á) در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بشرویه..... ۸۸
- شکل ۴-۳۵: مقاطع زمین‌شناسی (A-Á) و (B-Ĕ) و (C-Ć) در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بشرویه..... ۸۹
- شکل ۴-۳۶: نحوه عملکرد گسل‌های نرمال در یک ردیف مارن-آهک از لحاظ هیدروژئولوژیکی..... ۹۰
- شکل ۴-۳۷: گسل خوردگی و انحلال در سازند اسفندیار..... ۹۱

- شکل ۴-۳۸: گسل و خرد شدگی در سازند اسفندیار ..... ۹۱
- شکل ۴-۳۹: گسل خوردگی و شکستگی و انحلال در سازند شتری ..... ۹۲
- شکل ۴-۴۰: لایه‌بندی توده‌ای در سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۹۵
- شکل ۵-۱: موقعیت محل‌های نمونه‌برداری شده ..... ۹۹
- شکل ۵-۲: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره Aa3 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۱
- شکل ۵-۳: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره Aa3 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۱
- شکل ۵-۴: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره A3 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۲
- شکل ۵-۵: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B2 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۲
- شکل ۵-۶: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B3 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۴
- شکل ۵-۷: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B3 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۴
- شکل ۵-۸: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B1 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۹: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B1 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۱۰: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B4 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۱: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B5 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۱۲: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B6 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۳: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B6 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۰۹
- شکل ۵-۱۴: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B7 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۵: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B7 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۰
- شکل ۵-۱۶: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B8 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۲
- شکل ۵-۱۷: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B8 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۲
- شکل ۵-۱۸: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B9 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۳
- شکل ۵-۱۹: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B12 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۴
- شکل ۵-۲۰: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B12 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۴
- شکل ۵-۲۱: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B13 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۷
- شکل ۵-۲۲: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B14 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۸
- شکل ۵-۲۳: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره B14 سازند اسفندیار، شرق رشته‌کوه شتری ..... ۱۱۸





- شکل ۵-۵۰: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره D1 سازند جمال، غرب رشته کوه شتری ..... ۱۴۰
- شکل ۵-۵۱: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره D1 سازند جمال، غرب رشته کوه شتری ..... ۱۴۱
- شکل ۵-۵۲: تصویر میکروسکوپی نمونه شماره D2 سازند جمال، غرب رشته کوه شتری ..... ۱۴۱
- شکل ۶-۱: پدیده ریزش سنگ یا Rock fall در شرق رشته کوه شتری ..... ۱۴۶
- شکل ۶-۲: Rain pit و Rill karren در بالادست چشمه کردند ..... ۱۵۰
- شکل ۶-۳: Rain pit و Rill karren در بالادست چشمه کردند ..... ۱۵۰
- شکل ۶-۴: Rain pit و Rill karren در بالادست چشمه کردند ..... ۱۵۰
- شکل ۶-۵: Rain pit در سازند اسفندیار، غرب کوه شتری ..... ۱۵۱
- شکل ۶-۶: کارن پله ای یا Stepped karren در شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۱
- شکل ۶-۷: حفره های انحلالی در سازند اسفندیار، غرب رشته کوه شتری ..... ۱۵۱
- شکل ۶-۸: گرایک در سازند اسفندیار، شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۲
- شکل ۶-۹: گرایک در سازند اسفندیار، شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۲
- شکل ۶-۱۰: گرایک در سازند اسفندیار، شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۳
- شکل ۶-۱۱: گرایک در سازند شتری، غرب رشته کوه شتری ..... ۱۵۳
- شکل ۶-۱۲: دره خشک در سازند اسفندیار، شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۴
- شکل ۶-۱۳: دره خشک در سازند اسفندیار در غرب کوه شتری ..... ۱۵۵
- شکل ۶-۱۴: دره خشک در سازند اسفندیار در غرب کوه شتری ..... ۱۵۵
- شکل ۶-۱۵: مدل هندسی برای مسیر جریان در طول تقاطع یک شکستگی و سطح لایه بندی ..... ۱۵۸
- شکل ۶-۱۶: چشمه کردند، سازند اسفندیار، شرق رشته کوه شتری ..... ۱۵۹
- شکل ۶-۱۷: چشمه تماسی خراوان علیا ..... ۱۵۹
- شکل ۶-۱۸: چشمه درز و شکافی، سازند جمال ..... ۱۵۹
- شکل ۶-۱۹: چشمه که در اثر انحلال در سطوح لایه بندی به وجود آمده ..... ۱۶۰
- شکل ۶-۲۰: چشمه گسلی گله چشمه، سازند شتری ..... ۱۶۰
- شکل ۶-۲۱: چشمه گسلی گله چشمه، سازند شتری ..... ۱۶۱
- شکل ۶-۲۲: غار در شرق رشته کوه شتری ..... ۱۶۲

## فهرست جداول

جدول ۴-۱: درصد مواد غیر قابل حل در اسید در سازندهای اسفندیار و جمال و شتری ..... ۷۱

# فصل اول

## کلیات