

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش پترولوژی

عنوان:

پترولوژی سنگ های آتشفشانی شرق سریشه (شرق ایران) با نگرشی  
بر پتانسیل اقتصادی آنها

استاد راهنما:

دکتر سید سعید محمدی

استاد مشاور:

دکتر محمد حسین زرین کوب

نگارش:

معصومه گودرزی

شهریور ماه ۱۳۹۱

کلیه مزایا اعم از چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه، اقتباس و ..... از پایان‌نامه کارشناسی ارشد برای دانشگاه بیرجند محفوظ می‌باشد. نقل مطالب با ذکر منبع بلا مانع است.

تقدیم بہ پدر و مادر

و

ہمہ کسانی کہ لایق دوست داشتن هستند

## تقدیر و شکر:

پاس و تپش مرخداي راجل و جلاله كه آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تپان است و انوار حكمت او در دل شب تار، در فشان. آفریدكاری كه خویشن را به ما نشانده و درهای علم را بر ما كشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید. اعتراف می كنم كه زبان شكر تو را دارم و نه توان شكر از بندگان تو را، و اما بر حسب وظیفه از كلیه کسانی كه مراد به شمر رساندن این پایان نامه یاری كردند شكر می نمایم.

از زحمات جناب آقای دکتر محمدی، استاد راهنمای اینجانب كمال شكر را دارم چرا كه در طول دوره تحصیل و هم چنین بهنگام انجام پایان نامه با صبر و آرامش و طمانینه اینجانب را از راهنمایی های خویش برخوردار فرمودند و با مشغله کاری فراوان بیچ گاه از پاسخ گویی دریغ ننموده اند. خداوند در تمامی مسوولیت ها و مشغله هایار و یاور ایشان باشد.

از استاد محترم مشاور جناب آقای دکتر زرین کوب نیز كمال شكر را دارم. هم چنین شكر می كنم از دیگر اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر غلامی، جناب آقای دکتر فوجی راد و آقای دکتر سیهات كه افتخار كسب دانش از محضرشان را داشتم.

و در پایان از پدر، مادر، همسر عزیزم كه سایه مهربانیش سایه ساز زندگی من می باشد، او كه اسوه صبر و تحمل بوده و مشكلات مسیر را برایم تسهیل نمود و همه فرشتگانی كه با الهامی محبت خود را كترانیدند و با تحمل دشواری ها، سبب شدند تا در كمال آسودگی خیال و فراغت بال، شوق آموختن در من زنده بماند صیما نه پاسكزارم.

## چکیده

منطقه مورد مطالعه در ۵ کیلومتری جنوب شرق شهر سریشه در استان خراسان جنوبی و در حد فاصل زون زمیندرز سیستان و بلوک لوت واقع شده است. در این منطقه مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی متعلق به ترشیری شامل آندزیت، آندزیت بازالتی، پیروکسن آندزیت و تراکی آندزیت و سنگ‌های آذرآواری نظیر توف، آگلومرا و برش رخنمون دارند. ولکانیسم در منطقه در دو مرحله صورت گرفته، مرحله اول بصورت انفجاری بوده که توف‌های ائوسن حاصل آن است و مرحله بعد بصورت برون‌ریزی گدازه بوده است. بافت غالب در گدازه‌ها پورفیری و پورفیری میکروولیتی می‌باشد. پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن و بیوتیت درشت بلورهای این سنگ‌ها می‌باشند. الیوین از سازندگان آندزیت‌های بازالتی می‌باشد. وقوع دگرسانی‌های پروپیلیتیک، آرژیلیک، سربیتیک، سیلیسی از دیگر ویژگی‌های میکروسکوپی این سنگ‌هاست. بنتونیتی شدن، دگرسانی رایج در توف‌های منطقه می‌باشد. بر اساس مطالعات کانی‌شناسی به روش XRD، کانی‌های اصلی تشکیل‌دهنده این بنتونیت‌ها شامل مونتموریونیت، آلبیت و کوآرتز می‌باشد. بنتونیت‌های این منطقه به علت دارا بودن درصد پایین مونتموریونیت قابل استفاده در صنعت ریخته‌گری نیستند.

سری ماگمایی سنگ‌های مورد مطالعه کالک‌آلکان است و در محدوده سنگ‌های پتاسیم بالا قرار می‌گیرند. مقدار نسبتاً زیاد  $Al_2O_3$  (بیشتر از ۱۵ درصد)، نسبت  $Al_2O_3/FeO+Fe_2O_3$  بیشتر از ۲، وفور کانی هورنبلند، شواهد بافتی و نسبت‌های برخی از عناصر فرعی و اصلی نشان می‌دهد که سنگ‌های مورد نظر از نوع کوهزایی و حاشیه فعال قاره‌ای هستند.

الگوی تغییرات عناصر کمیاب نمونه‌های منطقه غنی‌شدگی از LREE و تهی‌شدگی از HREE را نشان می‌دهد که احتمالاً می‌تواند در اثر وجود گارنت در سنگ منشأ اولیه باشد. نسبت بالای LILE/HFSE، تهی‌شدگی از Ti، Nb و Eu از ویژگی‌های مهم سنگ‌های کالک‌آلکان وابسته به مناطق فرورانش است که در سنگ‌های مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

**کلمات کلیدی:** آندزیت، بنتونیت، سریشه، کالک‌آلکان، زون سیستان.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱-۱-۱-۱-۱	مقدمه.....
۲	.....
۲-۱-۲-۱	اهداف پژوهش.....
۲	.....
۳-۱-۳-۱	فرضیات.....
۲	.....
۴-۱-۴-۱	روش تحقیق و مراحل انجام پایان نامه.....
۳	.....
۵-۱-۵-۱	ضرورت تحقیق.....
۳	.....
۶-۱-۶-۱	پیشینه پژوهش.....
۴	.....
۷-۱-۷-۱	موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه.....
۶	.....
۸-۱-۸-۱	آب و هوا، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی منطقه.....
۶	.....

## فصل دوم: زمین‌شناسی ناحیه‌ای و منطقه‌ای

### بخش اول:

۱-۲-۱-۲	زمین‌شناسی ناحیه‌ای.....
۹	.....
۲-۲-۲-۲	موقعیت ایران در کمربند کوهزایی آلپ-همالیا.....
۱۱	.....
۳-۲-۳-۲	موقعیت بلوک لوت و پهنه زمیندرز سیستان در ایران.....
۱۲	.....
۱-۳-۲-۳-۲	بلوک لوت.....
۱۶	.....
۱-۳-۲-۳-۲	ماگماتیسیم بلوک لوت.....
۱۷	.....
۲-۳-۲-۳-۲	کانه‌سازی بلوک لوت.....
۱۸	.....
۲-۳-۲-۳-۲	زمین‌شناسی پهنه زمیندرز سیستان.....
۱۹	.....

- ۱۹-۳-۲-۱- چینه شناسی پهنه زمیندرز سیستان.....
- ۲۰-۳-۲-۲- ماگماتیسم پهنه زمیندرز سیستان.....
- ۲۱-۳-۲-۳- دگرگونی پهنه زمین درز سیستان.....
- ۲۲-۳-۲-۳- سنگ های آتشفشانی ترشیری شرق ایران.....

### بخش دوم:

- ۲۳-۴-۲- زمین شناسی منطقه‌ای.....
- ۲۵-۴-۲-۱- واحدهای آتشفشانی.....
- ۲۵-۴-۲-۱-۱- آندزیت بازالتی.....
- ۲۶-۴-۲-۱-۲- آندزیت.....
- ۲۷-۴-۲-۱-۳- تراکی آندزیت.....
- ۲۷-۴-۲-۱-۴- پیروکسن آندزیت.....
- ۲۸-۴-۲-۲- آذرآواری‌ها.....
- ۲۸-۴-۲-۱-۲- توف.....
- ۲۹-۴-۲-۲- آگلومرا و برش.....
- ۲۹-۴-۲-۳- واحدهای غیر آتشفشانی.....
- ۳۰-۴-۲-۱-۳- رسوبات فلیش.....
- ۳۰-۴-۲-۲-۳- شیل و ماسه سنگ.....
- ۳۱-۴-۲-۳-۳- کنگلومرا.....
- ۳۱-۴-۲-۳-۴- رسوبات عهد حاضر.....
- ۳۲-۴-۲-۵- خلاصه زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی شرق سریشه.....

### فصل سوم: پتروگرافی

- ۳۴-۳-۱- مقدمه.....
- ۳۴-۳-۲- سنگ‌های آتشفشانی ترشیری منطقه.....



۳۴	..... ۱-۲-۳ آندزیت
۴۵	..... ۲-۲-۳ آندزیت بازالتی
۴۸	..... ۳-۲-۳ پیروکسن آندزیت
۵۰	..... ۴-۲-۳ تراکی آندزیت
۵۲	..... ۳-۳ پتروگرافی سنگ‌های آذرآواری
۵۲	..... ۱-۳-۳ توف
۵۳	..... ۲-۳-۳ آگلومرا
۵۳	..... ۳-۳-۳ برش
۵۴	..... ۴-۳ شواهد پتروگرافی اختلاط و آرایش ماگمایی در منطقه
۵۷	..... ۵-۳ نتایج حاصل از مشاهدات بافتی و کانی شناسی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه

### فصل چهارم: زمین‌شناسی اقتصادی

۶۱	..... ۱-۴ مقدمه
۶۱	..... ۲-۴ عوامل کنترل کننده تغییرات طی فرآیند دگرسانی
۶۲	..... ۳-۴ دگرسانی آرژلیک
۶۴	..... ۴-۴ دگرسانی سرپستیک
۶۶	..... ۵-۴ دگرسانی سیلیسی
۶۸	..... ۶-۴ دگرسانی پروپیلیتیک
۷۱	..... ۱-۶-۴ کلریتی شدن
۷۲	..... ۲-۶-۴ کربناتی شدن
۷۳	..... ۳-۶-۴ اپیدوتی شدن
۷۴	..... ۴-۶-۴ هماتیستی شدن
۷۴	..... ۷-۶-۴ بنتونیتی شدن
۷۷	..... ۸-۶-۴ ترکیب کانی‌شناسی بنتونیت‌های منطقه
۷۸	..... ۹-۶-۴ مصرف و کاربرد بنتونیت

- ۷۸-۱۰-۴- تأثیر ترکیب سنگ اولیه در محصولات دگرسانی.....
- ۷۹-۱۱-۴- نقش ترکیب سیال اولیه در کانی‌سازی.....
- ۸۱-۱۲-۴- بررسی نسبت سیال به سنگ ( $W/r$ ) و تأثیر آن بر کانه‌زایی.....
- ۸۲-۱۳-۴- نتیجه‌گیری.....

## فصل پنجم: ژئوشیمی

- ۸۶-۱-۵- مقدمه.....
- ۸۶-۲-۵- منابع خطا در طی آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها.....
- ۸۷-۳-۵- ژئوشیمی عناصر اصلی.....
- ۸۸-۴-۵- ژئوشیمی عناصر کمیاب.....
- ۸۹-۵-۵- ژئوشیمی عناصر نادر خاکی.....
- ۹۴-۶-۵- تقسیم بندی سنگ‌های آتشفشانی منطقه.....
- ۹۴-۱-۶-۵- نمودار  $Na_2O+K_2O$  در مقابل  $SiO_2$  (کاکس و همکاران، ۱۹۷۹) و (میدلموست، ۱۹۹۴).....
- ۹۵-۲-۶-۵- نمودار درصد وزنی  $SiO_2$  در برابر  $Zr/TiO_2$  (وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷).....
- ۹۶-۷-۵- ماهیت ماگمای سازنده سنگ‌های آتشفشانی منطقه.....
- ۹۸-۸-۵- اسپایدر دیاگرام‌ها (نمودارهای عنکبوتی).....
- ۹۹-۱-۸-۵- دیاگرام عناصر خاکی کمیاب.....
- ۱۰۰-۲-۸-۵- نمودارهای چند عنصری بهنجار شده.....
- ۱۰۰-۱-۲-۸-۵- الگوی بهنجار شده عناصر جزئی نسبت به کندریت (تامپسون، ۱۹۸۲).....
- ۱۰۰-۲-۲-۸-۵- فراوانی عناصر نادر و جزئی بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (سان و مکدوناف، ۱۹۸۹).....
- ۱۰۱-۹-۵- تفسیر نمودارهای عنکبوتی و ارائه تحولات منطقه‌ای.....
- ۱۰۶-۱۰-۵- نتیجه مطالعات ژئوشیمیایی.....

## فصل ششم: محیط تکتونیکی و پتروژنز

۱-۶-۱- مقدمه .....	۱۱۰
۲-۶-۲- نمودارهای تعیین کننده محیط تکتونیکی .....	۱۱۰
۱-۲-۶-۱- نمودار فراوانی $TiO_2$ در برابر Zr (پیرس، ۱۹۸۰) .....	۱۱۰
۲-۲-۶-۲- نمودارهای $Al_2O_3-TiO_2$ و Zr-Y (مولر و گروس، ۱۹۹۳) .....	۱۱۱
۳-۲-۶-۳- شکل گیری ماگما در قوس های آتشفشانی .....	۱۱۳
۴-۲-۶-۴- نمودار فراوانی Th/Ta در برابر Yb (گورتن و اسکندل، ۲۰۰۰) .....	۱۱۴
۳-۶-۳- پتروژنز .....	۱۱۶
۱-۳-۶-۱- تعیین نوع غنی شدگی در سنگ های منطقه .....	۱۱۶
۱-۱-۳-۶-۱- نمودار قرار گیری Rb/Y در برابر Nb/Y (مکادو، ۲۰۰۵) .....	۱۱۶
۲-۱-۳-۶-۲- نمودار Zr در مقابل Y و Nb در برابر Zr (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹) .....	۱۱۷
۲-۳-۶-۲- تعیین نقش آرایش پوسته ای .....	۱۱۷
۴-۶-۴- ماگمای حواشی فعال قاره ای .....	۱۱۸
۵-۶-۵- مقایسه نمودار عنکبوتی آندزیت های منطقه با آندزیت های بخش مرکزی آند .....	۱۱۹
۶-۶-۶- نقش اجزاء در گیر در سیستم فرورانش منطقه مورد مطالعه .....	۱۲۱
۷-۶-۷- نتیجه گیری .....	۱۲۳

## فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۱-۷-۱- نتیجه گیری .....	۱۲۶
۲-۷-۲- پیشنهادات .....	۱۲۸
منابع .....	۱۲۹

## فهرست شکل‌ها

شکل	صفحه
شکل ۱-۱- راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه.....	۷
شکل ۱-۲- پهنه‌های رسوبی ساختاری عمده ایران (آقا نباتی، ۱۳۸۳).....	۱۰
شکل ۲-۲- موقعیت ایران در کمربند آلپ- هیمالیا (باس، ۲۰۰۲).....	۱۲
شکل ۳-۲- نمایش شماتیک تکامل ساختاری پهنه زمیندرز سیستان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳).....	۱۳
شکل ۴-۲- تکامل ساختاری شرق ایران بر اساس نظر افتخار نژاد (۱۳۵۲).....	۱۵
شکل ۵-۲- الگوی تکاملی شرق ایران (کریم پور و ارجمند زاده، ۲۰۱۰).....	۱۶
شکل ۶-۲- زمین درز سیستان و جایگاه دو مجموعه افیولیتی (رتوک، نه) و مجموعه رسوبی (سفیدابه) میان دو بلوک لوت و افغان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳).....	۲۰
شکل ۷-۲- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰ تهیه شده از منطقه سلم آباد.....	۲۴
شکل ۸-۲- نمای کلی از واحدهای آتشفشانی واقع در شرق جاده همت آباد.....	۲۵
شکل ۹-۲- قرارگیری واحد آندزیتی و آندزیت بازالتی با بافت حفره‌ای در کنار هم.....	۲۶
شکل ۱۰-۲- قرارگیری واحد پیروکسن آندزیت درون سنگ‌های آذرآواری.....	۲۷
شکل ۱۱-۲- (A) فرسایش تافونی در توف‌های بنتونیتی شده (B) تناوب گدازه و توف‌های آندزیتی.....	۲۹
شکل ۱۲-۲- قرارگیری رسوبات فلیش در مجاورت واحدهای آتشفشانی.....	۳۰
شکل ۱۳-۲- لایه‌بندی در واحدهای رسوبی.....	۳۱
شکل ۱۴-۲- رسوبات عهد حاضر در منطقه مورد مطالعه.....	۳۲
شکل ۱-۳- رخنمون حلقه‌ای آندزیت کوه غزله همراه با نمونه دستی.....	۳۵
شکل ۲-۳- (A) قرارگیری کانی‌های پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن و آپک در کنار هم تشکیل بافت گلومروپورفیری داده است (XPL). (B) بافت پورفیری با خمیره میکروولیتی - شیشه ای با حضور کانی‌های پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن با بافت غربالی (XPL).....	۳۷

- شکل ۳-۳- انواع بافت‌های مشاهده شده در پلاژیوکلازهای آندزیت‌های منطقه ..... ۴۱
- شکل ۳-۴- (A) هورنبلند کاملاً آپاسیتی شده در آندزیت‌های منطقه (XPL). (B) مقطع عرضی از بلور هورنبلند (PPL) ..... ۴۳
- شکل ۳-۵- فنوکریست کلینوپیروکسن از نوع اوژیت و پلاژیوکلازهای گرد شده در آندزیت‌های منطقه ..... ۴۳
- شکل ۳-۶- حضور بیوتیت با حاشیه سوخته درون آندزیت‌های منطقه (XPL) ..... ۴۴
- شکل ۳-۷- (A) پلاژیوکلاز با بافت غربالی و دگرسان شده در کنار پلاژیوکلازهای معمولی در آندزیت بازالت (XPL). (B) تجمع بلورهای پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن، الیوین و کانی‌های کدر در کنار هم تشکیل بافت گلمروپورفیری داده است (XPL) ..... ۴۶
- شکل ۳-۸- بافت حفره‌ای و الیوین با شکستگی‌های فراوان در آندزیت بازالتی (XPL) ..... ۴۷
- شکل ۳-۹- (A) گرد شدگی بلور پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک در پیروکسن آندزیت‌های منطقه (XPL). (B) کلینوپیروکسن با حاشیه واکنشی در زمینه میکرولیتی از پیروکسن آندزیت (XPL) ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۰- رخنمون تراکی آندزیت درون سنگ میزبان ماسه سنگی (دید به سمت جنوب شرق) ..... ۵۰
- شکل ۳-۱۱- بلور کلینوپیروکسن درون تراکی آندزیت با زمینه میکرولیتی (XPL) ..... ۵۱
- شکل ۳-۱۲- (A) وجود کلینوپیروکسن و پلاژیوکلازهای خرد شده در زمینه ریز بلور در توف‌های آندزیتی (XPL). (B) پرشدگی حفره در توف‌های شیشه‌ای شرق سربیشه (XPL) ..... ۵۳
- شکل ۳-۱۳- نمونه دستی و مقطع میکروسکوپی از برش‌های منطقه در نور (XPL) ..... ۵۴
- شکل ۳-۱۴- تحلیل رفتن فنوکریست پلاژیوکلاز بدون ماکل در آندزیت (XPL) ..... ۵۶
- شکل ۴-۱- (A) انحراف مسیر آبراهه‌ها حاکی از عملکرد گسل در منطقه (B) درزه‌های ستونی با شکستگی فراوان در گدازه‌های منطقه (دید به سمت شمال) ..... ۶۲
- شکل ۴-۲- نمایش کانی‌ها و عناصر تشکیل دهنده دگرسانی پروپیلیتیک در نمودار A= Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- Acf- Afk- C= CaO- F= FeO ..... ۶۳
- شکل ۴-۳- تصاویر صحرایی و میکروسکوپی از آلتراسیون آرژیلیکی در شرق سربیشه ..... ۶۴
- شکل ۴-۴- نمایش محدوده پایداری دگرسانی‌های پتاسیک، فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک در نمودار دوتایی دما (سانتیگراد) و Log K<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> (با تغییرات از رز و برت، ۱۹۹۷) ..... ۶۵
- شکل ۴-۵- تصاویر صحرایی و میکروسکوپی از آلتراسیون سریسیتیک در منطقه مورد مطالعه ..... ۶۶

- شکل ۴-۶- A) حضور سیلیس درون سنگ‌های آندزیتی منطقه. B) سیلیس به صورت رگچه‌هایی در زمینه سنگ تراکی آندزیتی  
 C) رگه سیلیسی در زمینه سنگ تراکی آندزیتی شرق سریشه (XPL)..... ۶۸
- شکل ۴-۷- نمایش کانی‌ها و عناصر تشکیل‌دهنده دگرسانی پروپیلیتیک در نمودار A= Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- Acf- Afk- C= Ca- F= FeO  
 اقتباس از میر و هملی (۱۹۹۷)..... ۶۹
- شکل ۴-۸- مقطع میکروسکوپی دگرسانی پروپیلیتیک در آندزیت‌های شرق سریشه ..... ۷۰
- شکل ۴-۹- کلریتی شدن آمفیبول و بیوتیت در آندزیت‌های شرق سریشه..... ۷۱
- شکل ۴-۱۰- A) رگه کربنات در زمینه سنگ آندزیتی شرق سریشه. B) پیروکسن‌های به طور کامل کربناتی شده در سنگ  
 آندزیتی منطقه (XPL)..... ۷۲
- شکل ۴-۱۱- کانی اپیدوت حاصل از دگرسانی پلاژیوکلاز در آندزیت‌های منطقه..... ۷۳
- شکل ۴-۱۲- قرارگیری واحد گدازه‌ای اکسید آهن‌دار بر روی ماسه‌سنگ در شمال منطقه مورد مطالعه (دید به سمت شمال شرق)  
 ..... ۷۴
- شکل ۴-۱۳- نمایی از توف‌های بنتونیتی در شمال شرق سلم آباد..... ۷۵
- شکل ۴-۱۴- الگوی پراش پرتو ایکس نمونه بنتونیت سریشه..... ۷۷
- شکل ۴-۱۵- تأثیر ترکیب سنگ اولیه داسیت (a)، آندزیت (b) و بازالت (c) در محصولات دگرسانی..... ۷۹
- شکل ۴-۱۶- تغییرات PH در مقابل Log w/t در سنگ‌های مختلف..... ۸۲
- شکل ۵-۱- موقعیت نقاط آنالیز شده بر روی نقشه ۱:۲۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه..... ۹۳
- شکل ۵-۲- قرارگیری سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه در محدوده آندزیت، تراکی آندزیت و آندزیت بازالتی (کاکس و  
 همکاران، ۱۹۷۹)..... ۹۴
- شکل ۵-۳- قرارگیری نمونه‌ها در محدوده آندزیت، آندزیت بازالتی، تراکی آندزیت (میدلموست، ۱۹۹۴)..... ۹۵
- شکل ۵-۴- رده‌بندی سنگ‌های آتشفشانی بر حسب درصد وزنی SiO<sub>2</sub> در برابر Zr/TiO<sub>2</sub> (وینچستر و فلویید، ۱۹۷۷)..... ۹۵
- شکل ۵-۵- نمودارهای مجموع آلکالی‌ها (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) در مقابل SiO<sub>2</sub>، پیشنهاد شده توسط ایروین و باراگار (۱۹۷۱)..... ۹۶
- شکل ۵-۶- قرارگیری نمونه‌ها در محدوده کالک‌آلکان (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱)..... ۹۷
- شکل ۵-۷- موقعیت نمونه‌های شرق سریشه در نمودار پکسریلو و تایلور (۱۹۷۹)..... ۹۸
- شکل ۵-۸- فراوانی عناصر نادر خاکی کمیاب نسبت به مقادیر کندریت (ناکامورا، ۱۹۸۴)..... ۹۹

- شکل ۵-۹- الگوی نرمالیز شده عناصر کمیاب نسبت به کندریت (تامپسون، ۱۹۸۲)..... ۱۰۰
- شکل ۵-۱۰- نمودار عناصر کمیاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۱- نقش آمفیبول در فرآیند تبلور بخشی (تانکوت و همکاران، ۱۹۹۸)..... ۱۰۳
- شکل ۵-۱۲- نسبت Zr/Rb در مقابل Rb بر اساس (دی پائولو، ۱۹۸۱)، روند نزولی حاکی از تأثیر آغشتگی پوسته ای در تکوین سنگ‌های آتشفشانی منطقه..... ۱۰۴
- شکل ۵-۱۳- نمودار تغییرات Zr/Nb در برابر  $SiO_2$  که روند صعودی مبین نقش فرآیند تبلور بخشی در تحول سنگ‌های ماگمایی منطقه است (تانکوت و همکاران، ۱۹۹۸)..... ۱۰۴
- شکل ۶-۱- نمودار  $TiO_2$ -Zr جهت تشخیص ماگماهای قوس آتشفشانی از انواع درون صفحه‌ای (پیرس، ۱۹۸۰) و قرارگیری نمونه‌های منطقه در محدوده قوس آتشفشانی..... ۱۱۱
- شکل ۶-۲- A) نمودار Zr-Y و B) نمودار  $Al_2O_3$ - $TiO_2$  جهت تفکیک محیط درون صفحه‌ای از محیط مرتبط با کمان (مولر و گروس، ۱۹۹۳)..... ۱۱۲
- شکل ۶-۳- قرارگیری نمونه‌ها در محیط حاشیه قاره‌ای فعال بر اساس گورتن و اسکندل (۲۰۰۰)..... ۱۱۴
- شکل ۶-۴- نمودار Rb/Y در برابر Nb/Y برای تعیین نوع غنی‌شدگی سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه (مکادو، ۲۰۰۵)..... ۱۱۶
- شکل ۶-۵- A) نمودار Y در مقابل Zr و B) نمودار Nb در برابر Zr، پیشنهادی توسط (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۱۱۷
- شکل ۶-۶- موقعیت نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در نمودارهای  $K/Rb$ - $SiO_2$  و  $Rb/Zr$ - $SiO_2$  (دیوید سون و همکاران، ۱۹۸۷)..... ۱۱۸
- شکل ۶-۷- مقایسه الگوی نرمالیز شده عناصر کمیاب شرق سربیشه با داده‌های MORB بر گرفته از (کوگن، ۲۰۰۰) و داده‌های Island arc بر گرفته از (تیپولو، ۲۰۰۲) و داده‌های Active continental margin بر گرفته از (زنگ، ۲۰۰۷)..... ۱۱۹
- شکل ۶-۸- مقایسه نمودار بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه (سان و مکدوناف، ۱۹۸۹) با استفاده از داده‌های حاصل از منطقه مورد مطالعه با نمودار حاصل از داده‌های بخش مرکزی آند (CVZ) بر گرفته (اوارت، ۱۹۸۲)..... ۱۲۱
- شکل ۶-۹- نمودار  $Sm/Y$  در مقابل Y به نقل از (استرن، ۲۰۰۲)، سنگ‌های آداکیتی از سنگ‌های عادی مناطق فرورانش جدا شده‌اند..... ۱۲۲

## فهرست جدول‌ها

صفحه	جدول
۲۸	جدول ۱-۲- طبقه بندی سنگ‌های آذرآواری (نیکولز، ۲۰۰۹).....
۳۶	جدول ۱-۳- علامت‌های کانی‌های سنگ‌های مورد مطالعه (کرتز، ۱۹۸۳).....
۵۹	جدول ۲-۳- خلاصه کانی‌شناسی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه.....
۷۸	جدول ۱-۴- ترکیب شیمیایی بنتونیت سربیشه.....
۸۴	جدول ۲-۴- خلاصه دگرسانی مشاهده شده در سنگ‌های منطقه.....
۹۰	جدول ۱-۵- نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه.....
۹۱	جدول ۲-۵- نتایج آنالیز شیمیایی عناصر کمیاب نمونه‌های منطقه (بر حسب ppm).....
۹۲	جدول ۳-۵- موقعیت جغرافیایی ۱۱ نمونه آنالیز شده.....



# فصل اول

کلیات

## ۱-۱- مقدمه

منطقه مورد مطالعه در بردارنده توالی ضخیمی از سنگ‌های آتشفشانی ترشیری است، که بطور متناوب فوران نموده و وسعت قابل ملاحظه‌ای را می‌پوشانند. این سنگ‌ها خود به وسیله رسوبات جوان کواترنری پوشیده شده‌اند. این توالی آتشفشانی به عنوان بخشی از فعالیت‌های آذرین ایران زمین، برای مطالعه ژئوشیمی و پترولوژی انتخاب و در فصول آتی به بحث پیرامون این سنگ‌ها خواهیم پرداخت. امید است که این مطالعه در روشن‌تر شدن تحولات زمین‌شناسی این بخش از کشورمان راهگشا باشد.

محدوده‌ی مورد مطالعه در شرق سریشه در استان خراسان جنوبی بین طول‌های جغرافیایی  $59^{\circ}47'$  تا  $59^{\circ}53'$  و عرض جغرافیایی  $32^{\circ}30'$  تا  $32^{\circ}34'$  واقع شده‌است. این منطقه در حدفاصل زون زمیندرز سیستان و بلوک لوت واقع شده است. منطقه مورد مطالعه به طور کلی شامل حجم زیادی از سنگ‌های گدازه‌ای - آذرآواری متعلق به ترشیری می‌باشد.

## ۱-۲- اهداف پژوهش

تاکنون بر روی منطقه مورد مطالعه بررسی جامع و دقیق ژئوشیمی و پترولوژی انجام نگرفته است. در مطالعه حاضر تلاش می‌شود تا بر پایه بررسی دقیق صحرایی و پتروگرافی انواع لیتولوژی‌های موجود در منطقه، معرفی گردد. در ادامه کار به کمک آنالیزهای شیمیایی از نمونه‌های برداشت شده ماهیت ژئوشیمیایی و سری ماگمایی پدیدآورنده این سنگ‌ها تعیین شده‌است. به طور کلی اهداف این پژوهش به صورت زیر خلاصه می‌گردد:

۱- مطالعه دقیق کانی‌شناسی و پتروگرافی توده‌های آتشفشانی منطقه سریشه؛

۲- تعیین ویژگی‌های ژئوشیمیایی و پترولوژیکی توده‌های مذکور؛

۳- بررسی احتمال کانی‌سازی منطقه اعم از فلزی و غیر فلزی.

## ۳-۱- فرضیات

- ۱- ممکن است که ماگماتیسم منطقه در ارتباط با فرورانش شرق ایران باشد.
- ۲- ترکیب اکثر سنگ‌های این منطقه آندزیتی/بازالتی می‌باشد.
- ۳- با توجه به توف‌های دگرسانی شده ممکن است بنتونیت در منطقه وجود داشته باشد.

## ۴-۱- روش تحقیق و مراحل انجام پایان نامه

- گردآوری اطلاعات منتشر شده قبلی شامل گزارشات، نقشه‌ها و پایان نامه‌هایی که قبلاً در مورد منطقه مورد مطالعه و مناطق مجاور ارائه گردیده است .
- انجام مطالعات و برداشت‌های صحرایی و نمونه‌برداری با توجه به اهداف پژوهش.
- استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند (افتخار نژاد، ۱۳۶۹) و نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سربیشه (نظری و سلامتی، ۱۹۹۹).
- مطالعات آزمایشگاهی: در این مرحله از تعداد ۸۵ نمونه سنگی بر اساس توزیع مکانی، مقطع نازک تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت. تعداد ۱۱ نمونه از نمونه‌های سالم برای آنالیز شیمیایی انتخاب و به شرکت SGS کانادا ارسال شد. نمونه‌ها به روش ICP (برای عناصر اصلی) و ICP-MS (برای عناصر کمیاب و نادر خاکی) مورد آنالیز قرار گرفتند. داده‌های حاصل از آنالیز به منظور بررسی‌های ژئوشیمیایی و تعیین جایگاه تکتونیکی واحدهای مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف تعبیر و تفسیر شد.
- تحلیل نتایج حاصل از بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی و تلفیق آن‌ها.

## ۵-۱- ضرورت تحقیق

- شناخت دقیق ماهیت ماگماتیسم منطقه؛
- تعیین موقعیت تکتونیکی این سنگ‌ها؛

- اهمیت اقتصادی سنگ‌های آتشفشانی منطقه از دیدگاه کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی (بنتونیت، پرلیت و...).

### ۱-۶- پیشینه پژوهش

در سال‌های گذشته در منطقه‌ی شرق ایران به دلیل وضعیت خاص آب و هوایی مطالعات زمین‌شناسی نسبتاً محدودی صورت پذیرفته است. لیکن در سال‌های اخیر به علت پیشرفت این رشته و بهبود شرایط آب و هوایی مطالعات چشمگیری صورت گرفته که موارد زیر از آن جمله می‌باشند.

- سدلاک<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵ با استفاده از نتایج بررسی کلپ<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵ به عنوان اولین بررسی جامع و مدرن، نهشته‌های پهناور فلیشی مربوط به بخش زیرین سنگ‌های ترشیری و تشکیلات کرتاسه رشته کوه‌های شرق ایران را که دارای روند شمالی-جنوبی می‌باشند، تفکیک کرده و معرفی نمود.
- یونگ<sup>۳</sup> و دیگران (۱۹۸۳) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی فعالیت‌های ماگمایی ترشیری شمال لوت (شرق ایران) سنگ‌های بدست آمده از فعالیت‌های آتشفشانی شرق ایران را بازالتی، آندزیتی، داسیتی و ریولیتی معرفی کرده و سنگ‌های آتشفشانی منطقه مود-سربیشه را جوان و از نوع آندزیت و داسیت دانسته و سری ماگمای به وجود آورنده‌ی این سنگ‌ها را کالک‌آلکالن گزارش کرده‌است.
- نظری و سلامتی (۱۹۹۹) نقشه زمین‌شناسی سربیشه را با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه کرده و در آن ویژگی‌های زمین‌شناسی این منطقه را تا حدودی بیان و بازالت‌یوین‌دار و آندزیت پیروکسن‌دار را از مهم‌ترین واحدهای سنگ‌شناسی منطقه بیان کرده‌است.
- در سال ۱۳۷۱، قربانی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان بررسی پتروژنتیکی بازالتهای کواترنری منطقه شرق ایران (خراسان)، در مورد سنگ‌های آتشفشانی ناحیه

<sup>1</sup>- Sedlacek

<sup>2</sup>- Clapp

<sup>3</sup>- Jung