



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی

گرایش پترولوژی

عنوان:

بررسی زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آتشفشانی شمال غرب

سربیشه (شرق ایران)

استاد راهنما :

دکتر سید سعید محمدی

استاد مشاور:

دکتر محمد حسین زرین کوب

نگارنده:

زهرة نظری

بهمن ماه ۱۳۹۰

من لم يشكر المخلوق، لم يشكر الخالق

تشکر و قدردانی

مهربان را سپاس، که چونان گذشته بر بنده ناچیز خویش، منت نهاد تا بتواند با اندوخته اندک خود، این تحقیق را به سرانجام برساند. با گسترش و توسعه روز افزون علوم و دانش ها، انجام کارهای تحقیقاتی همچنان بدون کمک و همکاری دیگران ممکن نخواهد بود. در انجام این تحقیق خود را مدیون زحمات و کمکهای دوستان بسیاری می دانم که به جاست. قدردان محبت های آنان باشم.

- استاد محترم جناب آقای دکتر محمدی که راهنمای بنده در انجام این تحقیق بودند، علاوه بر این در طول مدت تحصیل نیز از محضر ایشان بهره های اخلاقی بسیار بردم.

- استاد گرامی جناب آقای دکتر زرین کوب که مشاوره این پایان نامه را عهده دار بودند و همواره با گذشاده رویی، پاسخگوی من بودند.

- داوودان محترم جناب آقای دکتر هیهات و جناب آقای دکتر یوسف زاده که زحمت داوری این پایان نامه را به عهده داشتند و با ارائه راهنمایی های ارزنده خودشان، بنده را یاری نمودند.

- جناب آقای مهندس سلیمانی مسئول محترم آزمایشگاه که همیشه به بنده، فرصت استفاده از آزمایشگاه را دادند.

- آقای واله تکسین محترم که با صبوری، زحمت برش سنگها را بر عهده داشتند.

- دوست خوبم خانم معصومه کاظمی که همچون خواهری با تمام وجود، در سختها و مشکلات راه عملیات صحرائی، مرا همراهی کردند.

- دوستان عزیز خانمها، سلیمی، یاری، مکی پور، گله داری و آقایان، فلاحی، اله یاری، کریمی و جلیلیان که در عملیات صحرائی همراه من بودند.

- در اینجا جا دارد از خانواده محترم و گرامی آقای ضیائی و همچنین خانم عطایی کمال تشکر را داشته باشم که حضورشان و جود من را در این مسیر محکم تر کرد.

- بر خود لازم می دانم که از خواهران و برادران مهربانم که همواره با دلگرمیهایشان همراه من بودند، تشکر و قدردانی خاص داشته باشم. امیدوارم فرصت جبران محبتهای بی دریغشان را داشته باشم.

در نهایت تشکر خاص و ویژه خود را از پدر و مادر مهربانم دارم که با حمایتها و پشتیبانیهایشان مرا همراهی کردند.

چکیده

گستره مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی $۵۹^{\circ}۴۰'$ تا $۵۹^{\circ}۴۸'$ خاوری و عرضهای شمالی $۳۲^{\circ}۳۴'$ تا $۳۲^{\circ}۴۱'$ در باختر تا شمال باختر سریشه در بخش شمال باختری ایالت ساختاری سیستان واقع شده است. در منطقه سریشه ولکانیسم از ائوسن شروع شده و تا اواخر ترشیری و کواترنری ادامه داشته است. واحدهای سنگی منطقه شامل آندزیت بازالتی، آندزیت، داسیت، ریولیت و پرلیت هستند. ساخت عمده در سنگها توده ای است ولی گدازه های بازیک- حدواسط در قسمتی از منطقه ساخت ستونی دارند. بافت غالب در نمونه ها، پورفیری، گلومروپورفیری و پویکیلیتیک است که در داسیتها و ریولیتها بافت اسفرولیتی و فلسیتیک نیز دیده می شود. ریولیتها در برخی جاها بافت شیشه ای پرلیتی نشان می دهند. درشت بلورهای آندزیت بازالتی، پلاژیوکلاز، آمفیبول و پیروکسن، درشت بلورهای آندزیت شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول (هورنبلند) و بیوتیت، درشت بلورهای داسیت شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار، آمفیبول و بیوتیت با حاشیه سوخته و پیروکسن و درشت بلورهای ریولیت شامل آلکالی فلدسپار، کوارتز، پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت با حاشیه سوخته است. دگرسانی معمول در این نمونه ها کربناتی شدن است. پلاژیوکلازها بافت غربالی و منطقه بندی نشان می دهند که بیانگر شرایط عدم تعادل حاکم بر انجماد ماگما می باشد. گدازه های مورد مطالعه ماهیت کالک آلکالن پتاسیم متوسط تا بالا دارند. در نمودار عناصر نادر خاکی تهی شدگی در HREE و غنی شدگی در LREE مشاهده می شود که می تواند دلیل حضور گارنت در منشأ باشد. تهی شدگی Eu در ریولیتها دلیل جدایش پلاژیوکلازها طی تفریق می باشد. غنی شدگی برای K و تهی شدگی برای دو عنصر Nb, Ti شباهت چشمگیری با سنگهای آتشفشانی کالک آلکالن قوسهای آتشفشانی نواحی کوهزایی دارد.

کلید واژه ها: سنگهای آتشفشانی، پرلیت، ژئوشیمی، سریشه، حاشیه فعال قاره ای

فهرست

عنوان..... صفحه

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ مقدمه..... ۲
- ۲-۱ هدف از اجرا..... ۲
- ۳-۱ فرضیات..... ۲
- ۴-۱ روش تحقیق و مراحل انجام پایان نامه..... ۲
- ۵-۱ مروری بر کارهای انجام شده قبلی در منطقه..... ۳
- ۶-۱ تاریخچه مطالعات قبلی در شرق ایران..... ۴
- ۷-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی منطقه..... ۸
- ۸-۱ آب و هوا، پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی..... ۸

فصل دوم: زمین شناسی ناحیه ای و منطقه ای

- ۱-۲ مقدمه..... ۱۲
- ۱-۱-۲ موقعیت پهنه لوت و زیر پهنه سیستان در کمربند آلپ- هیمالیا..... ۱۲
- ۲-۱-۲ جایگاه پهنه شرق ایران و موقعیت گستره مورد مطالعه در تقسیم بندی های مختلف..... ۱۲
- ۳-۱-۲ زمین شناسی زیر پهنه سیستان..... ۱۳
- ۴-۱-۲ ماگماتیسیم زیر پهنه سیستان..... ۱۴
- ۵-۱-۲ پدیده های دگرگونی زیر پهنه سیستان..... ۱۴
- ۶-۱-۲ سیمای زیر پهنه سیستان..... ۱۵
- ۱-۲-۱-۶ شکستگی ها..... ۱۵
- ۲-۱-۲-۶ چین ها..... ۱۵
- ۷-۱-۲ تکامل تکتونیکی و الگوی زیر پهنه سیستان..... ۱۶
- ۲-۲ زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۱۹

۲۱	۱-۲-۲ سنگهای آتشفشانی منطقه مورد مطالعه.....
۲۱	۱-۱-۲-۲ آندزیت بازالتی.....
۲۱	۲-۱-۲-۲ آندزیت.....
۲۱	۱-۲-۱-۲-۲ شرایط ستون بندی منشوری.....
۲۲	۲-۲-۱-۲-۲ نحوه تشکیل ستونهای آندزیت.....
۲۲	۳-۱-۲-۲ داسیت و ریوداسیت.....
۲۴	۴-۱-۲-۲ پرلیت.....
۲۴	۵-۱-۲-۲ توف.....
۲۵	۶-۱-۲-۲ دایک.....

فصل سوم: پتروگرافی

۲۷	۱-۳ مقدمه.....
۲۷	۲-۳ پتروگرافی سنگهای منطقه.....
۲۷	۱-۲-۳ آندزیت بازالتها.....
۲۸	۲-۲-۳ آندزیت ها.....
۳۸	۳-۲-۳ داسیت.....
۴۱	۴-۲-۳ ریولیت.....
۴۳	۳-۳ سایر واحدهای سنگی موجود در منطقه.....
۴۳	۱-۳-۳ پرلیت.....
۴۴	۱-۱-۳-۳ تعیین پرلیت تجاری از غیر تجاری.....
۴۵	۲-۳-۳ توفها.....
۴۶	۳-۳-۳ دایک تراکی آندزیتی.....
۴۷	۴-۳ دگرسانی.....
۴۸	۲-۴-۳ کربناتی شدن.....
۴۹	۱-۴-۳ سریسیتی شدن.....
۵۰	۵-۳ نتیجه گیری.....

فصل چهارم: ژئوشیمی

۵۲	۱-۴ مقدمه.....
۵۸	۲-۴ منابع خطا در طی آماده سازی و تجزیه ژئوشیمیایی نمونه ها.....
۵۸	۳-۴ آماده سازی و تصحیح داده های تجزیه شیمیایی.....
۵۹	۴-۴ ژئوشیمی عناصر کمیاب.....
۶۰	۵-۴ نمودارهای تغییرات.....
۶۱	۱-۵-۴ نمودار تغییرات عناصر اصلی در برابر SiO_2 (هارکر، ۱۹۰۹).....

۶۴	۶-۴ نمودارهای نامگذاری شیمیایی.....
۶۴	۴-۶ رده بندی سنگهای آذرین با استفاده از نمودارهای اکسید-اکسید.....
۶۴	۴-۶-۱ نمودار Na_2O+K_2O در مقابل SiO_2 (کاکس و همکاران، ۱۹۷۹).....
۶۵	۴-۷ نمودار مثلثی جنسون $(Fe^T+Ti-Al-Mg)$
۶۶	۴-۸ نمودار وینچستر و فلویید (۱۹۷۷)
۶۷	۴-۹ تعیین سری های ماگمایی.....
۶۸	۴-۹-۱ نمودار سه تایی $FeO^*-(Na_2O+K_2O)-MgO$ (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱)
۶۸	۴-۹-۲ نمودار Na_2O+K_2O در مقابل SiO_2 (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱).....
۶۹	۴-۹-۳ نمودار SiO_2-K_2O (پکسریلو و تایلور، ۱۹۷۶).....
۷۰	۴-۹-۴ نمودار نسبت عناصر کمیاب Ce/Yb در مقابل Ta/Yb (مولر و گروز، ۱۹۹۷).....
۷۱	۴-۱۰ بررسی شاخص اشباع از آلومین.....
۷۲	۴-۱۱ نمودارهای چند عنصری عناصر کمیاب.....
۷۲	۴-۱۲ نمودارهای چند عنصری برای سنگهای آذرین.....
۷۲	۴-۱۲-۱ نمودارهای چند عنصری بهنجار شده یا نمودار های عناصر ناسازگار (نمودارهای عنکبوتی).....
۷۲	۴-۱۲-۱-۱ نمودارهای چند عنصری بهنجار شده با کندریت.....
۷۳	۴-۱۲-۲ نمودارهای چند عنصری بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه.....
۷۶	۴-۱۳ نمودارهای عناصر کمیاب خاکی.....
۷۹	۴-۱۴ نتیجه گیری.....

فصل پنجم: جایگاه تکتونیکی و پتروژنز

۸۲	۵-۱ مقدمه.....
۸۲	۵-۲ رده بندی تکتونیکی.....
۸۳	۵-۳ نمودارهای تمایز محیط تکتونیکی سنگ های منطقه.....
۸۳	۵-۳-۱ نمودار اسکندل و گورتون (۲۰۰۲).....
۸۴	۵-۳-۲ نمودار $La/Yb-Yb$ (کندی، ۱۹۸۶).....
۸۵	۵-۳-۳ نمودار Nb/Th در مقابل Nb (بوزتوک، ۲۰۰۷).....
۸۶	۵-۳-۴ نمودارهای مولر و گروز (۱۹۹۲).....
۸۸	۵-۳-۵ نمودار Zr در مقابل Zr/Y (پیرس، ۱۹۸۳).....
۸۸	۵-۴ پتروژنز.....
۸۹	۵-۴-۱ نمودار Zr/Ba در مقابل K_2O/TiO_2 (فراری، ۲۰۰۰).....
۸۹	۵-۴-۲ نمودار Y در مقابل Zr (سان و مک دوناف، ۱۹۸۶).....
۹۰	۵-۴-۳ نمودارهای دیویدسون و همکاران (۱۹۸۷).....
۹۱	۵-۴-۴ نمودار Rb/Y در مقابل Nb/Y (ادوارد و دیگران، ۱۹۹۱).....

۹۲.....(۱۹۸۸، تیمل، Rb/Y-Nb/Rb) ۵-۴ نمودار

۹۳..... ۵-۵ منشأ تشکیل ماگماهای کالک آلكالن

۹۷..... ۵-۶ نتیجه گیری

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۹۹..... ۱-۶ نتیجه گیری

۱۰۰..... ۲-۶ پیشنهادها

۱۰۲..... منابع

فهرست اشکال

عنوان.....	صفحه
شکل ۱-۱ نقشه راه دسترسی به منطقه.....	۹
شکل ۱-۲ تکامل تکتونیکی زون زمیندرز سیستان در عرض ۳۲ درجه شمال، تیرول و همکاران (۱۹۸۳).....	۱۷
شکل ۲-۲ خلاصه شده مدل فرورانش دوسویه نامتقارن.....	۱۹
شکل ۳-۲ نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه.....	۲۰
شکل ۴-۲ فرسایش پوست پیازی در آندزیت‌های کوه کلاغی.....	۲۲
شکل ۵-۲ ساختار منشوری آندزیتها در غرب روستای گورید.....	۲۲
شکل ۶-۲ ترتیب قرار گیری واحدهای سنگی منطقه.....	۲۳
شکل ۶-۲ فرسایش لانه زنبوری در داسیت‌های کوه دغار.....	۲۳
شکل ۸-۲ توده های داسیت بر روی پرلیت.....	۲۴
شکل ۹-۲ توفهای شدیداً خرد شده در کوه ماری.....	۲۴
شکل ۱۰-۲ دایک تراکی آندزیتی.....	۲۵
شکل ۱-۳ بافت پویکیلیتیک، کانی کلینوپیروکسن توسط پلاژیوکلاز دربر گرفته شده است (XPL)، (ب) بافت گلومروپورفیری (XPL).....	۲۷
شکل ۲-۳ بافت پورفیری میکرولیتی در آندزیتها (XPL)، (ب) بافت پورفیری میکرولیتی در آندزیت ها (PPL).....	۲۸
شکل ۲-۳ (ج) بافت حفره ای در آندزیتها (XPL).....	۲۹
شکل ۳-۳ پلاژیوکلاز با حاشیه واکنشی، بافت غربالی و منطقه بندی در آندزیت ها (XPL).....	۳۰
شکل ۴-۳ پیروکسن با دوقلویی در آندزیت ها (XPL).....	۳۰
شکل ۵-۳ (الف) آمفیبول با دوقلویی اکل (XPL)، (ب) آمفیبول با رخ (PPL)، (ج) بافت میکرولیتی (XPL).....	۳۱
شکل ۶-۳ (الف) بافت غربالی منظم در آندزیت ها (XPL)،.....	۳۲
شکل ۶-۳ (ب) بافت غربالی هموزن در آندزیت ها (XPL)، (ج) بافت غربالی درشت در آندزیت ها (XPL).....	۳۳

- شکل ۳-۶ (د) پلاژیوکلاز دارای بافت غربالی و منطقه بندی در آندزیت ها (XPL)، (و) بافت غربالی تکراری در آندزیت (XPL)..... ۳۴
- شکل ۳-۷ حضور پلاژیوکلاز سالم و دارای بافت غربالی در آندزیتها (XPL)..... ۳۵
- شکل ۳-۸ الف) بیوتیت با حاشیه سوخته در داسیت های کوه ماری (XPL)، ب) بیوتیت با حاشیه واکنشی در داسیت های کوه ماری (PPL)، ج) اپاسیتی شدن آمفیبول در داسیت های کوه ماری (XPL)..... ۳۸
- شکل ۳-۹ الف) سانیدین با دوقلویی کارلسباد (XPL)، ب) کوارتز خلیجی در ریولیت های کوه ماری (XPL)..... ۳۹
- شکل ۳-۱۰ الف) بافت فلسیتیک و اسفرولیتی در ریولیت ها (XPL)، ب) ریولیت با زمینه شیشه ای پرلیتی (PPL)..... ۴۱
- شکل ۳-۱۱ بافت شیشه ای جریان در پرلیت (XPL)..... ۴۵
- شکل ۳-۱۲ الف) توف آندزیتی در کوه ماری، ب) خرد شدگی فنوکریستها در توف آندزیتی (XPL)..... ۴۶
- شکل ۳-۱۳ نمونه دستی از تراکی آندزیت..... ۴۷
- شکل ۳-۱۴ الف) بافت پورفیری میکروولیتی در دایک تراکی آندزیتی (XPL)، ب) بافت پورفیری میکروولیتی در دایک تراکی آندزیت (PPL)..... ۴۷
- شکل ۳-۱۵ کربناتی شدن در پلاژیوکلازها (XPL)..... ۴۹
- شکل ۴-۱ موقعیت نمونه های آنالیز شده در نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۵۷
- شکل ۴-۲ نمودار تغییرات SiO_2 در مقابل عناصر اصلی برای سنگهای مورد مطالعه (هارکر، ۱۹۰۹)..... ۶۲
- شکل ۴-۳ موقعیت نمونه های مورد مطالعه در نمودار کاکس و همکاران (۱۹۷۹)..... ۶۵
- شکل ۴-۴ محل جایگیری نمونه ها در نمودار جنسون (۱۹۷۶)..... ۶۶
- شکل ۴-۵ محل نمونه ها در نمودار وینچستر و فلویید (۱۹۷۷)..... ۶۷
- شکل ۴-۶ موقعیت سنگهای مورد مطالعه در نمودار مثلثی پیشنهادی ایروین و باراگار (۱۹۷۱)..... ۶۸
- شکل ۴-۷ نمودار مجموع آلكالی ها در مقابل SiO_2 پیشنهاد شده توسط ایروین و باراگار (۱۹۷۱)..... ۶۹
- شکل ۴-۸ موقعیت نمونه های مورد مطالعه در نمودار مولر و گروز (۱۹۹۷)..... ۷۰
- شکل ۴-۹ نمودار SiO_2-K_2O پکسریلو و تایلور (۱۹۷۹)..... ۷۰

- شکل ۴-۱۰ محل قرارگیری نمونه ها در نمودار شاخص اشباع از آلومینیم (شند، ۱۹۴۳)..... ۷۱
- شکل ۴-۱۱ نمودار چند عنصری سنگ های منطقه بهنجر شده با کندریت (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۷۳
- شکل ۴-۱۲ نمودار چند عنصری سنگ های منطقه بهنجر شده نسبت به گوشته (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹)..... ۷۴
- شکل ۴-۱۳ نمودار عناصر نادر خاکی بهنجر شده با کندریت (بوینتون، ۱۹۸۴)..... ۷۶
- شکل ۵-۱ قرارگیری نمونه ها در نمودار اسکندل و گورتون (۲۰۰۲)..... ۸۴
- شکل ۵-۲ نمودار کندی (۱۹۸۶) و قرار گیری نمونه ها..... ۸۵
- شکل ۵-۳ نمودار بوزتوک (۲۰۰۷) و محل قرار گیری نمونه ها..... ۸۶
- شکل ۵-۴ الف) تفکیک کمانهای اقبانوسی ابتدایی و انتهایی از حواشی فعال قاره ای و کمان های پس از برخورد و درون حوضه ای، ب) تفکیک حاشیه فعال قاره ای از کمان های پس از برخورد، ج) نمودار $Al_2O_3-TiO_2$ و محل جایگیری نمونه ها، د) نمودار Zr/Y جهت تفکیک محیط درون صفحه ای از محیط مرتبط با کمان (مولر و گروز، ۱۹۹۲)..... ۸۷
- شکل ۵-۵ قرار گرفتن نمونه ها در محدوده فرورانش در نمودار فراری (۲۰۰۰)..... ۸۸
- شکل ۵-۶ محیط تکتونیکی سنگهای منطقه بر اساس نمودار پیرس (۱۹۸۳)..... ۸۹
- شکل ۵-۷ نمودار تفکیک منشأ غنی شده و تهی شده نمونه ها از سان و مک دوناف (۱۹۸۹)..... ۹۰
- شکل ۵-۸ موقعیت نمونه ها جهت نشان دادن آرایش پوسته ها (دیویدسون و همکاران، ۱۹۸۷)..... ۹۱
- شکل ۵-۹ نمودار Rb/Y در مقابل Nb/Y (ادوارد و همکاران، ۱۹۹۱) و موقعیت نمونه های مورد مطالعه..... ۹۱
- شکل ۵-۱۰ نمودار Rb/Y در مقابل Nb/Rb (تیمبل، ۱۹۹۸) و محل جایگیری نمونه ها..... ۹۲

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۱-۴ نتایج آنالیز شیمیایی عناصر اصلی سنگهای آتشفشانی باختر- شمال باختر سریشه (بر حسب درصد وزنی).....	۵۳.....
جدول ۲-۴ نتایج آنالیز شیمیایی عناصر کمیاب سنگهای آتشفشانی باختر- شمال باختر سریشه (بر حسب پی پی ام).....	۵۴.....
جدول ۳-۴ مختصات نقاط نمونه های برداشت شده برای آنالیز.....	۵۶.....
جدول ۱-۵ مقایسه آندزیت های جزایر قوسی و حاشیه قاره ها با سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه (جیکز و وایت، ۱۹۷۲).....	۹۳.....

۱-۱ مقدمه

منطقه مورد مطالعه، در باختر تا شمال باختر سربیشه و در بخش شمال باختری ایالت ساختاری سیستان قرار دارد. سنگهای آتشفشانی منطقه در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ سربیشه بصورت یک رخداد آتشفشانی با عنوان بازالت کواترنر معرفی شده اند (نظری، ۱۹۹۹). در محدوده مورد مطالعه دو معدن پرلیت و آندزیت منشوری هم مشاهده می شود که در حال حاضر مورد بهره برداری قرار می گیرند. گدازه های بازیک- حد واسط در قسمتی از منطقه ساخت ستونی دارند. در منطقه سربیشه که در بخش شمالی ایالت ساختاری سیستان واقع گردیده، ولکانیسم از ائوسن شروع شده و تا اواخر ترشیری و کواترنری ادامه داشته است (نظری، ۱۹۹۹). واحدهای سنگی آتشفشانی عمده در منطقه مورد مطالعه عبارتند از: آندزیت بازالتی، آندزیت و داسیت که بوسیله پرلیت و سنگهای آذرآواری نظیر توف-برش همراهی می شود.

۲-۱ هدف از اجرا

الف) شناسایی دقیق پتروگرافی و کانی شناسی سنگهای آتشفشانی
ب) مطالعه ژئوشیمی و جایگاه تکتونیکی

۳-۱ فرضیات

- ولکانیسم منطقه مربوط به ائوسن و بعد از آن است.
- تنوع سنگ شناسی وجود دارد.
- کانی سازیهای غیر فلزی در منطقه وجود دارد (پرلیت، پومیس، بنتونیت و ...)
- ولکانیسم منطقه با فعالیتهای ساختاری (گسلها و ...) در ارتباط می باشد.

۴-۱ روش تحقیق و مراحل انجام پایان نامه

- گردآوری اطلاعات شامل گزارشات، نقشه ها و پایان نامه هایی که قبلا در مورد منطقه مورد مطالعه، ارائه گردیده است. بعلاوه بدست آوردن اطلاعات و مقالات مرتبط با موضوع پژوهش از طریق شبکه اینترنت و نیز برقراری ارتباط با افرادی که در داخل کشور تحقیقات مشابهی را انجام داده اند.
- انجام مطالعات و برداشتهای صحرایی و نمونه برداری با توجه به اهداف پژوهش؛
- استفاده از نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند (افتخار نژاد، ۱۳۶۹)، ۱:۱۰۰۰۰۰ سربیشه (نظری، ۱۹۹۹)؛

- استفاده از عکس‌های ماهواره ای شرق ایران و نیز تهیه عکسهای ماهواره ای منطقه مورد مطالعه با استفاده از اطلاعات رقومی شرق کشور؛
- تهیه مقاطع نازک و مطالعات آزمایشگاهی، شامل پتروگرافی؛
- آنالیز شیمیایی تعداد ۱۰ نمونه به روش ICP و ICP-MS؛
- تحلیل نتایج حاصل از بررسی های صحرایی و آزمایشگاهی و تلفیق آنها؛
- نتیجه گیری و تدوین گزارش.

در این تحقیق نمونه برداری لازم به طریق سیستماتیک انجام شد. بازدیدها و برداشتهای صحرایی در دو مرحله انجام شده است: مرحله اول که هنگام تهیه پروپوزال به منظور آشنایی مقدماتی با وضعیت زمین شناسی و واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه بوده است. آشنایی با راههای ارتباطی و نحوه دسترسی به منطقه نیز در این مرحله صورت گرفت. مرحله دوم بازدیدهای صحرایی به منظور نمونه برداری سیستماتیک از منطقه که نمونه ها با هدف بررسی های پتروگرافی و تجزیه شیمیایی برداشت شد و موقعیت آنها با استفاده از GPS قرائت گردید. این مرحله در سیزده روز انجام شد.

جهت مطالعات پتروگرافی ۸۰ عدد مقطع نازک در مشهد تهیه شد و توسط میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه قرار گرفت. کار عکسبرداری از مقاطع نازک توسط میکروسکوپ نور عبوری مدل Leica مجهز به دوربین عکسبرداری در گروه زمین شناسی دانشگاه بیرجند انجام شد. با هدف مطالعات ژئوشیمیایی ۱۰ نمونه که دگرسانی کمتری داشتند در شرکت SGS کانادا به روش ICP برای عناصر اصلی و ICP-MS برای عناصر فرعی و نادر خاکی آنالیز شدند. سپس نتایج آنالیزها با استفاده از نمودارهای مختلف و نرم افزارهای تخصصی پترولوژی (نظیر GCDkit) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جمع بندی مطالعات و برداشتهای صحرایی، پتروگرافی، ژئوشیمی و تلفیق نتایج آنها با یکدیگر صورت گرفت که نتایج آنها پس از تدوین در این نوشتار ارائه گردیده است.

۱-۵ مروری بر کارهای انجام شده قبلی در منطقه

در سال ۱۳۷۱، قربانی در پایان نامه خود با عنوان بررسی پتروژنتیکی بازالتهای کواترنری منطقه شرق ایران (خراسان)، در مورد سنگهای آتشفشانی ناحیه بیرجند- مود- سربیشه مطالعات محدودی انجام داده است. ایشان اینطور تفسیر کرده اند که در منطقه مود- سربیشه سنگهای آتشفشانی از نوع داسیت و آندزیت وجود دارد. ایشان سنگهای آتشفشانی منشوری سربیشه را به عنوان آندزیت معرفی کرده است. همچنین مجموعه سنگها را از نوع کالک آلکالن، متعلق به مناطق فعال کناره قاره ها دانسته است.

و ثوقی عابدینی در سال ۱۳۷۶ در مقاله خود با عنوان بررسی پترولوژیکی و تکتونوماگمایی بازالت‌های سنوزوئیک خاور ایران (خراسان)، نیز بیان کرده اند که سنگ‌های آتشفشانی از نوع آندزیت تا داسیت است.

در سال ۱۳۷۶، تقریبی در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان بررسی ولکانیسم نئوژن- کواترنری شرق ایران (منطقه بیرجند- مود- سربیشه)، سنگ‌های ولکانیکی منطقه را آندزیت تا آندزیت بازالتی نامیده است. سری ماگمایی آنها را کالک آلکالن و محیط تکتونوماگمایی آنها را مشابه کالک آلکالن قوسهای ولکانیکی زونهای حاشیه قاره ای می داند.

نظری در سال ۱۹۹۹ نقشه زمین شناسی سربیشه را با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه کرد و در آن ویژگیهای زمین شناسی این منطقه را تا حدودی بیان کرد.

۱- ۶ تاریخچه مطالعات قبلی در شرق ایران

اولین کار مدون توسط سدلاک^۱ (۱۹۳۷-۱۹۵۵) با استفاده از کارهای وردنبورگ^۲ (۱۹۵۱-۱۹۵۹) و کلپ^۳ (۱۹۴۰) انجام گرفته است و به وجود نهشته های فلیشی بخش زیرین سنگ‌های ترشیاری و سنگ‌های کرتاسه در شرق ایران اشاره کرده است.

در سال ۱۹۶۶-۱۹۶۷ شناسایی مقدماتی وسیعی از پهنه لوت و کمر بند فلیشی مجاور آن توسط شرکت ملی نفت ایران و پیمانکار فرانسوی ERAP صورت گرفت و خلاصه ای از آن بوسیله ری و محافظ^۴ (۱۹۷۰) منتشر شد.

در سال ۱۹۶۳ اکیپ سازمان زمین شناسی از شرق ایران بازدید داشتند که در سال ۱۹۷۲ گزارش خود را با عنوان زمین شناسی پهنه لوت و شرق ایران منتشر نمودند.

در سال ۱۳۵۲ سازمان زمین شناسی کشور گزارشی با عنوان بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی و شرق چاپ کرد و برای اولین بار ویژگیهای زمین شناسی مربوط به منطقه فلیش و کالرد ملانژ را بر اساس مدل زمینساخت ورقه ای مطرح نمودند (افتخار نژاد و همکاران، ۱۳۵۲).

1 - Sedlacke

2 - Verdenburg

3 - Clapp

4 - Reyer and Mohafez

اشتوکلین^۱ (۱۹۷۴) در مقاله ای تحت عنوان حاشیه قاره ای احتمالی قدیمه در ایران، پهنه های افیولیتی ایران را از جمله آمیزه های رنگین شرق ایران معرفی کرده است.

کمپ و گریفیس^۲ (۱۹۸۲) زون نهبندان - خاش را به عنوان زون جوش خورده بین بلوک لوت و افغان و به عبارتی زون جوش خورده سیستان نامیده اند. زون مزبور شامل دو آمیزه افیولیتی (مجموعه رتوک در شرق و مجموعه نه در غرب) است که بوسیله حوضه رسوبی سفیدابه از هم مجزا می شود.

خراسانی^۳ (۱۹۸۲) در رساله دکتری خود تحت عنوان پتروگرافی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی خراسان، بخش وسیعی از شرق ایران را مطالعه کرده و سری ماگمایی تمام سنگهای مورد بررسی را کالک آلکالن گزارش کرده است، وی فرایند آتشفشانی منطقه را از نوع فرایند آتشفشانی حاشیه صفحات همگرای قاره ای می داند.

تیروول و همکاران^۴ (۱۹۸۳) در مقاله ای تحت عنوان پهنه زمین درز سیستان، ویژگیهای چینه سنگی و زمین ساخت و نحوه تکامل شرق ایران را با استفاده از تئوری تکتونیک صفحه ای مورد بحث قرار دادند.

یونگ و همکاران (۱۹۸۳) در گزارش زمین پیمایش (ژئودینامیک)، در زمینه پترولوژی و فعالیتهای ماگمایی ترشیری در شمال لوت، با اشاره به ترکیب شیمیایی یکی از توده های آتشفشانی منطقه خوسف (کوه رچ) آن را به فعالیتهای بلوک لوت نسبت می دهد. در این گزارش همچنین اشاره ای به آمیزه افیولیتی جنوب بیرجند شده و آنرا جزئی از زون فلیشی شرق ایران (زون نهبندان - خاش) می دانند.

مک کال و همکاران^۵ (۱۹۸۵) گزارش ۵۷ سازمان زمین شناسی کشور را با عنوان پروژه خاور ایران در بخش پهنه سیستان و بلوچستان منتشر نموده اند.

در پایان نامه کارشناسی ارشد اوهانیان (۱۳۵۲)، پترولوژی رشته کوههای جنوب بیرجند مورد بررسی قرار گرفته است و ماگمای والد سنگهای آتشفشانی این منطقه را هیپرالومین و گدازه های منطقه را اکثراً تیپ پاسیفیک معرفی کرده است.

امامی (۱۳۵۲) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان بررسی های زمین شناسی و پترولوژی سنگهای آتشفشانی منطقه کوه شاه بیرجند (جنوب بیرجند) ارائه کرده است.

1 - Stocklin

2- Camp and Griffis

3 - Khorasani

4- Tirrul et al

5 - McCall et al

ارژنگ روش (۱۳۵۲) نیز پایان نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان بررسی زمین شناسی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی بخش وسیعی از شرق کشور، سری ماگمایی تمام سنگهای مطالعه شده را کالک آلکالن معرفی نموده و ولکانیسم منطقه را از نوع حاشیه صفحات همگرای قاره ای در نظر گرفته است.

افتخار نژاد (۱۳۵۹)، در مقاله ای با عنوان تفکیک بخشهای مختلف ایران، وضع ساختمانی و ارتباط آن با حوضه های مختلف رسوبی در ایران را بطور اجمالی بررسی کرده است.

نبوی (۱۳۵۵)، در کتاب دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، اشاره ای به شرق ایران داشته و اطلاعات مفیدی راجع به وضعیت ساختمانی، نهشته های رسوبی و آذرین و آمیزه های رنگین، ارائه داده است.

در سال ۱۳۵۹ شرکت ملی نفت ایران نقشه زمین شناسی ایران را با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ تهیه کرد و در آن ویژگیهای زمین شناسی شرق ایران را تا حدودی تشریح کرد.

بربریان (۱۳۶۷) و بربریان و کینگ^۱ (۱۹۸۱)، در مورد فرگشت تکتونیکی ایران، از جمله شرق کشور نظریاتی را بیان کرده اند.

سازمان زمین شناسی کشور با انتشار نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ (افتخار نژاد، ۱۹۸۶) و ۱:۲۵۰۰۰۰۰ بیرجند (۱۳۶۶-۱۳۶۸) گام مهمی در معرفی این ناحیه برداشت.

در گزارش نهایی پروژه ژئودینامیک در ایران (۱۳۷۲) که به همت سازمان زمین شناسی کشور تدوین شده است، کلر و همکاران^۲ (۱۹۹۲) نتیجه تحقیقات خود را در زمینه پترولوژی ماگماتیسیم ترشیری لوت شمالی ارائه کرده اند.

زرین کوب (۱۳۷۲) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان بررسی مواد معدنی با تأکید بر واکنشهای آبزا و پدیده لیسونیتی شدن در منطقه سهل آباد بیرجند انجام داده و در آن به اهمیت پدیده لیسونیتی شدن و کانسار سازی در بخشی از شرق ایران پرداخته است.

بررسی ولکانیسم ترشیری شمال بیرجند توسط اله پور (۱۳۷۵) در پایان نامه کارشناسی ارشد ایشان با عنوان بررسی پتروژنز و ژئوشیمی ولکانیسم ترشیری شمال بیرجند با نگرشی بر توان کانسار زایی آن صورت گرفت که سنگهای منطقه را کالک آلکالن متعلق به حاشیه قاره ای فعال معرفی کرده است.

1 - Berberian and King

2- Keller et al

یوسف زاده (۱۳۷۵) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان پترولوژی پدیده لیستونیتی شدن مجموعه های آذرین و رسوبی شرق خوسف (جنوب غربی بیرجند) ضمن معرفی سنگهای آتشفشانی ترشیری با ماهیت کالک آلکالن و سنگهای مجموعه افیولیتی با ماهیت تولئیتی، پدیده لیستونیتی شدن را به عنوان یکی از جدیدترین فرایندهای زمین شناسی منطقه بررسی نموده است.

زرین کوب در رساله دکتری خود (۱۳۷۹) به بررسی پترولوژی و ژئوشیمی مجموعه های افیولیتی جنوب بیرجند پرداخته است.

یوسف زاده (۱۳۸۸) رساله دکترای خود را با عنوان پتروگرافی، ژئوشیمی و پتروژنز سنگهای آتشفشانی ترشیری منطقه بیرجند- خوسف با نگرشی ویژه بر انکلاوهای موجود در آن ارائه داده اند.

فرایند فرورانش برای توضیح زمین شناسی بلوک لوت حائز اهمیت است. علیرغم اینکه برخی مسئله فرورانش را مردود دانسته اند، اما تا کنون دو مدل ژئودینامیکی مربوط به فرورانش ارائه شده است. برخی فرورانش را به زیر بلوک افغان در نظر گرفته اند (تیرول، ۱۹۸۳؛ کمپ و گریفیس، ۱۹۸۳)، در حالی که عده ای معتقدند که پوسته اقیانوسی به زیر بلوک لوت کشیده شده است (افتخار نژاد، ۱۳۵۲). داده های جدید عناصر کمیاب و ژئوشیمی ایزوتوپی از توده های نفوذی اولیگوسن مناطق ده سلم و چاه شلغمی، وجود یک محیط فرورانش را در زیر بلوک لوت اثبات کرده است (ارجمند زاده و دیگران، ۱۳۸۹). از طرف دیگر شواهد ساختاری نشان دهنده فرورانش به زیر بلوک افغان نیز وجود دارد. به منظور توضیح مهمترین ویژگیهای تکتونوماگمایی و متالورژی بلوک لوت، نظریه جدیدی ارائه شده است که شامل فرورانش دو سویه نامتقارن به زیر هر دو بلوک لوت و افغان با سرعتهای متفاوت، می باشد (ارجمند زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

اخیراً تحقیقات جامعی در شرق ایران صورت گرفته است که حجم ولکانیک شرق ایران اینطور بیان شده است: اقیانوس نئوتتیس بین بلوک لوت و افغان در ۸۶ میلیون سال قبل تحت ایجاد رژیم تکتونیکی فشارشی شروع به بسته شدن نموده است. از ۵۶ میلیون سال قبل این رژیم تکتونیکی فشارشی به تکتونیکی کششی تغییر یافته است که سرانجام منجر به بروز عظیم ولکانیسم در شرق ایران شده است (زرین کوب و همکاران^۱، ۲۰۱۰).

کریم پور و همکاران^۲ (۲۰۱۱) بیان می دارند که تکتونیک مختلف و متفاوت موجب تشکیل انواع سنگ های آذرین و کانی سازی در بلوک لوت شده است و بیش از ۶۰ درصد رخنمون سطحی را انواع سنگ های

1- Zarrinkoub et al

2 - Karimpour et al

آذرین تشکیل می دهند. همچنین وی تکتونیک و ماگماتیسم زون فرورانش را باعث ایجاد گرانیتوئیدهای سری مگنتیت و در نتیجه انواع کانی سازی ها (مس- طلائی پورفیری، اسکارن آهن؛ سرب - روی و غیره) در بلوک لوت می داند.

بطور کلی محدوده شرق ایران از نظر تکتونیک صفحه ای شامل دو بخش متمایز بلوک لوت و منطقه فلش می باشد، مشخصات تکتونیکی، زمین شناسی و مورفولوژی این دو بخش کاملاً متفاوت است.

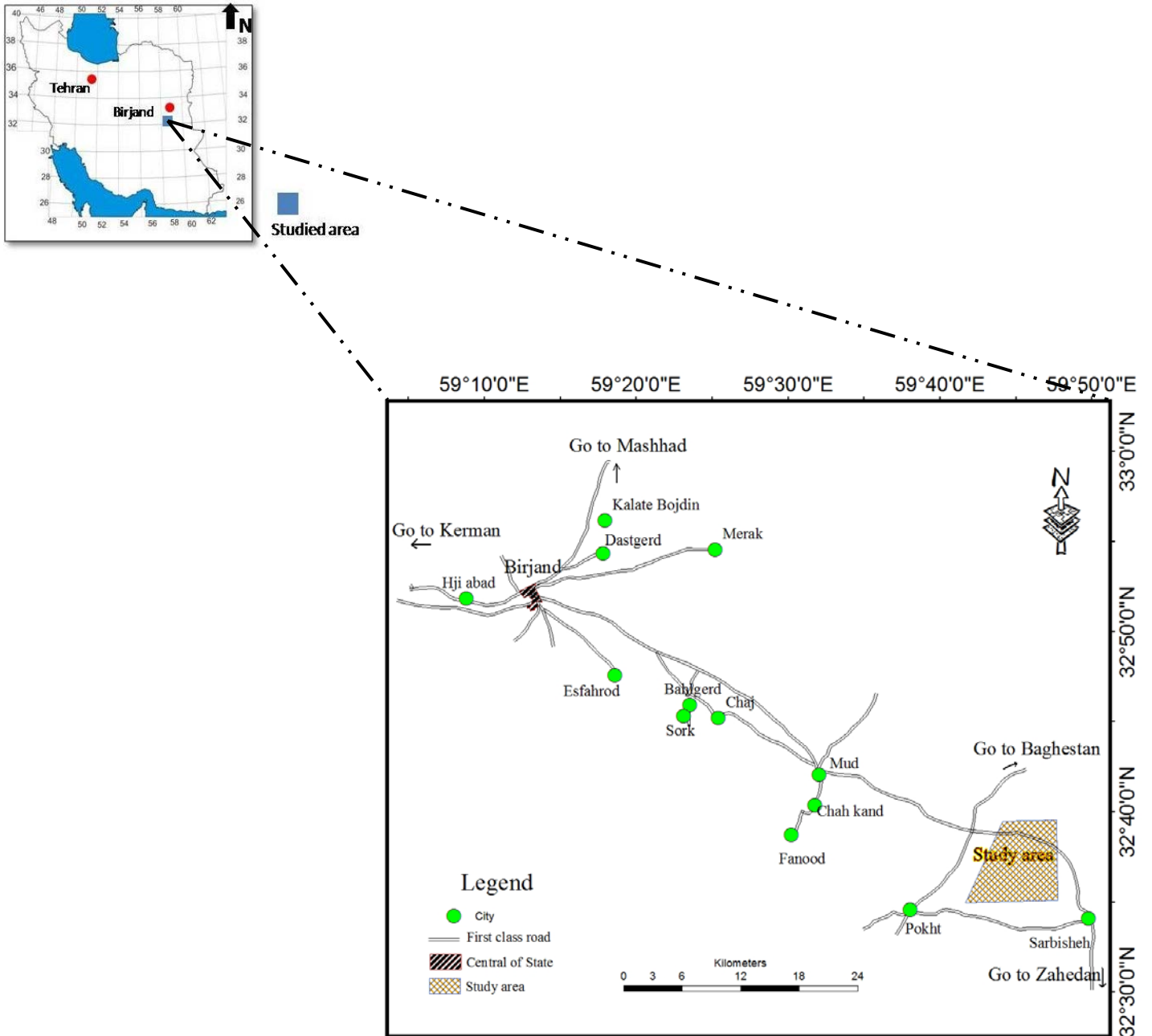
۷-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی منطقه

گستره مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی $40^{\circ} 59'$ تا $48^{\circ} 59'$ خاوری و عرضهای شمالی $34^{\circ} 32'$ تا $41^{\circ} 32'$ در باختر تا شمال باختری سریشه واقع شده است. راه دسترسی به آن جاده اصلی بیرجند- زاهدان است (شکل ۱-۱).

۸-۱ آب و هوا، پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی

از دیدگاه گروه بندی آب و هوایی، ناحیه یاد شده در شمار نواحی با آب و هوای صحرایی و نیمه صحرایی است. اختلاف بیشینه و کمینه دما به 57 درجه سانتی گراد می رسد. رودهای ناحیه بیشتر فصلی و موقتی هستند. میانگین بارندگی در زمستان و بهار $100 - 150$ میلی متر و در فصلهای تابستان و پاییز 50 میلی متر است (شناسنامه اقلیمی ایستگاه هوا شناسی بیرجند، ۱۳۸۵).

پوشش گیاهی از نوع بیابانی و کویری مانند قیچ، تاغ، بادام کوهی، خار شتری و گیاهان دارویی در فصل بهار است (شناسنامه اقلیمی ایستگاه هوا شناسی بیرجند، ۱۳۸۵).



شکل ۱-۱ نقشه راه دسترسی به منطقه