

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه بیرجند، دانشکده علوم

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در گرایش پترولوژی

پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی منطقه کلاته قصاب (شمال غرب خوسف)،
شرق ایران

استاد راهنما

دکتر سیدسعید محمدی

استاد مشاور

دکتر محمدحسین زرین کوب

نگارش

فاطمه مجرد

شهریورماه ۱۳۹۳

تقدیم بہ پدر عزیز و مادر مہربانم

بہ پاس مہربانی، از خود گذشتگی و صبوریشان...

بروالمطلوب

سپاس خداوندی را که سخنان از ستون او عاجز و حسابگران از شمارش نعمت‌های او ناتوان و تلاش گران از ادای حق او دمانده اند... مخلوقات را با قدرت خود آفرید و با رحمت خود با او را مستتر کرد و اضطراب زمین را با کوه به آرامش مبدل کرد.

بیخ‌ابلاذ

با لطف این دستان محارث پایان نامه خود را به پایان رسانده ام و بر خود لازم می‌دانم از کسانی که با بھکاری خود به پیشبرد این امر کمک نمودند قدر دانی کنم. در ابتدا از مادر و پدرم سپاسگزارم که صبوری، مهربانی و بهر ایشان مهمتین عامل بود برای به انجام رساندن این تحقیق و از برادر و خواهر عزیزم که به همراه مادر در انجام امور صحرائی یار و همراه من بودند.

از استاد راهنمای کراقدر جناب آقای دکتر سید سعید محمدی شکر می‌کنم که راهنمایی‌های ایشان از ابتدا تا انتها به انجام دست و بهتر و غنی تر شدن کار کمک شایانی کرد. از استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر محمد حسین زرین کوب شکر می‌کنم که با خوش رویی پاسخ گوی تمامی سوالات من بودند، مشاوره ایشان در کامل تر شدن این تحقیق بسیار مفید و مؤثر بود.

از جناب آقای دکتر محمد حسین یوسف زاده و آقای دکتر عبدالرحمان رحیمی بخاطر قبول داوری این پایان نامه و جناب آقای دکتر غلامرضا میراب شستری بخاطر کمک در زمینه بررسی مطلق رباتی منطقه سپاسگزارم.

از بهر ای دوستان عزیزم خانم ماذوالفقاری، رضایی، لباف، ملکیان، کریمی و مخصوصاً سهرکار خانم صباغی و بهخین از بهر ای برادران گران قدر آقایان ترشیزی، ملکوتی، محمدی و ترکا شوند و بھکاری خانم یاری، فودی و خانم شمس الدین و بهسر محترشان جناب آقای رجیبان کمال شکر و قدر دانی را دارم. از خانواده محترم خسرو نژاد و اهل روستای فدشک، کلاته قصاب و آریش که با خونگرمی پذیرای ما بودند شکر می‌کنم.

از بھلاسی‌های محترم و عزیز دوستان علی آبادی، رحیمی نژاد، واحدی، ابوطالبی، ایمان پناه، اسماعیلی و غلامی که در تمامی مراحل از کمک و بھکاری دین گذاشتند و خانم بازاری و وکیل و بھکاری آموزش و پرورش شهرستان خوسف مخصوصاً کاکلکان مدرسه آقا مصطفی خمینی (ره) سپاسگزارم.

چکیده

منطقه مورد مطالعه در ۱۰ کیلومتری شمال غرب خوسف و در شمال شرق بلوک لوت قرار دارد. ترکیب سنگ‌های آتشفشانی این منطقه براساس مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی تراکی‌آندزیت، داسیت و ریوداسیت است. تراکی‌آندزیت‌ها بافت‌های جریان‌ی و پورفیری دارند و فنوکریست‌های آن را پلاژیوکلاز و آمفیبول تشکیل می‌دهند. پلاژیوکلازها به کربنات و سرسیت و آمفیبول‌ها به کربنات و کلریت دگرسان شده‌اند. داسیت‌ها با اشکال گنبدی بیشترین حجم سنگ‌های آتشفشانی منطقه را تشکیل می‌دهند. فنوکریست‌ها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول و کوارتز بوده و زمینه حاوی کوارتز، فلدسپات و آمفیبول است. فنوکریست‌های پلاژیوکلاز (البت - الیگوکلاز) دارای حاشیه‌ی غبارآلود بوده و منطقه بندی نشان می‌دهند که نشان از شرایط عدم تعادل در هنگام تشکیل می‌باشد. کربناتی شدن، سرسیتی شدن و سیلیسی شدن دگرسانی‌های رایج در داسیت‌ها هستند. ریوداسیت‌ها نیز به صورت گنبد‌های مرتفع در قسمت غرب منطقه مشاهده می‌شوند. این سنگ‌ها در مقاطع نازک دارای فنوکریست‌های کوارتز و پلاژیوکلاز با ترکیب الیگوکلاز هستند که با دارا بودن حاشیه‌ی خلیجی، شرایط عدم تعادل را در هنگام تشکیل نشان می‌دهند. آلکالی فلدسپار به صورت فنوکریست مشاهده نشد. بیوتیت تنها کانی مافیک تشکیل دهنده‌ی این سنگ است. نمونه‌های محدودی مورد مطالعه غنی‌شدگی از LREE و LILE و تهی‌شدگی نسبی از HREE و HFSE را نشان می‌دهند. ماهیت این سنگ‌ها کالک‌آلکان بوده و شواهد ژئوشیمیایی همانند $\text{SiO}_2 > 56 \text{ wt\%}$ ، $\text{Na}_2\text{O} > 3 \text{ wt\%}$ ، $\text{Al}_2\text{O}_3 > 15 \text{ wt\%}$ ، $\text{MgO} < 3 \text{ wt\%}$ (+ low Ni,Cr)، $\text{Sr} > 300 \text{ ppm}$ ، $\text{Yb} < 1 \text{ ppm}$ ، $\text{Y} < 10 \text{ ppm}$ ، $\text{Sr/Y} > 20$ ، $\text{La/Yb} > 20$ ، HFSE، Ta و Nb پایین و نبود تهی‌شدگی از Eu نشان از گرایش آن‌ها به آداکیت‌های پرسیلیس است. سنگ‌های آتشفشانی این منطقه در محیط حاشیه‌ی فعال قاره‌ای و از یک منشأ گارنت آمفیبولیتی تشکیل شده است.

واژگان کلیدی: ژئوشیمی، گنبد داسیتی، آداکیت پرسیلیس، ترشیری، خوسف، لوت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
و -----	فهرست جداول
ز -----	فهرست اشکال
فصل اول: کلیات	
۱ -----	۱-۱ مقدمه
۲ -----	۲-۱ اهداف
۲ -----	۳-۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و راههای ارتباطی
۲ -----	۴-۱ آب و هوا، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی
۴ -----	۵-۱ تاریخچه مطالعات قبلی
۷ -----	۶-۱ ضرورت تحقیق
۷ -----	۷-۱ فرضیات تحقیق
۷ -----	۸-۱ روش تحقیق
۷ -----	۱-۸-۱ مطالعات کتابخانه ای
۷ -----	۲-۸-۱ عملیات صحرایی
۷ -----	۳-۸-۱ مطالعات آزمایشگاهی
فصل دوم: زمین شناسی ناحیه ای و منطقه ای	
۱۰ -----	۱-۲ مقدمه
۱۱ -----	۲-۲ زمین شناسی ناحیه ای
۱۱ -----	۱-۲-۲ اشتوکلین و همکاران (۱۳۵۱)
۱۲ -----	۲-۲-۲ کمپ و گریفیث (۱۹۸۲)
۱۳ -----	۳-۲-۲ تیروول و همکاران (۱۹۸۳)
۱۳ -----	۴-۲-۲ مک کال (۱۹۹۷)

۱۵	-----	۵-۲-۲ ساکانی و همکاران (۲۰۱۰)
۱۵	-----	۶-۲-۲ کریمیپور و همکاران (۲۰۱۱)
۱۶	-----	۷-۲-۲ ارجمندزاده و همکاران (۲۰۱۱)
۱۶	-----	۸-۲-۲ زرین کوب و همکاران (۲۰۱۲)
۱۸	-----	۹-۲-۲ بابازاده (۲۰۱۳)
۱۸	-----	۱۰-۲-۲ پانگ و همکاران (۲۰۱۳)
۱۸	-----	۱۱-۲-۲ دلاوری و همکاران (۲۰۱۴)
۱۹	-----	۱۲-۲-۲ نتیجه گیری
۲۳	-----	۳-۲ زمین شناسی منطقه ای
۲۳	-----	۱-۳-۲ واحدهای خروجی
۲۳	-----	۱-۱-۳-۲ ریوداسیتها
۲۴	-----	۲-۱-۳-۲ داسیتها
۲۷	-----	۲-۱-۳-۲ تراکی آندزیتها
۲۸	-----	۲-۳-۲ واحدهای نفوذی
۲۸	-----	۱-۲-۳-۲ سنگهای اولترامافیک
۳۰	-----	۲-۲-۳-۲ سنگهای فلسیک
۳۰	-----	۳-۳-۲ واحدهای آذرآواری
۳۱	-----	۴-۳-۲ واحدهای رسوبی
۳۳	-----	۵-۳-۲ نتیجه گیری

فصل سوم: پتروگرافی

۳۵	-----	مقدمه
۳۶	-----	۱-۳ پتروگرافی سنگهای خروجی
۳۶	-----	۱-۱-۳ تراکی آندزیت
۳۸	-----	۲-۱-۳ داسیت
۴۱	-----	۳-۱-۳ ریوداسیت
۴۲	-----	۲-۳ پتروگرافی سنگهای نفوذی
۴۲	-----	۱-۲-۳ هارزبورگیت
۴۲	-----	۲-۲-۳ سرپانتینیت
۴۳	-----	۳-۲-۳ پیروکسنیت
۴۳	-----	۴-۲-۳ تونالیت
۴۵	-----	۳-۳ پتروگرافی سنگهای آذرآواری
۴۵	-----	۴-۳ نتیجه گیری

فصل چهارم: ژئوشیمی

۴۸	-----	۱-۴ مقدمه
۵۳	-----	۲-۴ نام گذاری
۵۳	-----	۱-۲-۴ نمودار $(\text{Middlemost, 1994}) \text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$
۵۳	-----	۲-۲-۴ نمودار $(\text{Le Bas et al., 1986}) \text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$
۵۵	-----	۳-۲-۴ نمودار $(\text{Winchester and Floyd, 1977}) \text{SiO}_2\text{-Zr/TiO}_2$
۵۵	-----	۳-۴ سری ماگمایی و بررسی گرایش به سمت آداکیت ها
۵۶	-----	۱-۳-۴ نمودار $(\text{Peccerillo \& Taylor, 1976}) \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$
۵۷	-----	۲-۳-۴ نمودار $(\text{Irvin and Baragar, 1971}) \text{AFM}$
۵۷	-----	۳-۳-۴ نمودار $(\text{Lambert and Holland, 1974}) \text{CaO} - \text{Y}$
۵۹	-----	۴-۳-۴ نمودار Sr/Y در برابر SiO_2
۶۰	-----	۶-۳-۴ نمودار $(\text{Martin, 1986}) (\text{La/Yb})_N - \text{Yb}_N$
۶۱	-----	۸-۳-۴ نمودار $(\text{Martin et al., 2005}) \text{SiO}_2/\text{MgO} * 100\text{-Sr- K/Rb}$
۶۲	-----	۴-۴ تحولات ماگمایی و هوازدگی
۶۲	-----	۱-۴-۴ نمودار $(\text{Liu et al., 2014}) \text{Ce/Yb} - \text{Ce}$
۶۳	-----	۲-۴-۴ نمودار $(\text{Pearce et al., 1990}) \text{Th/Yb} - \text{Ta/Yb}$
۶۴	-----	۳-۴-۴ نمودار $(\text{Sánchez-España et al., 2000}) \text{TiO}_2 - \text{Zr}$
۶۵	-----	۵-۴ عناصر جزئی و کمیاب خاکی
۶۵	-----	۱-۵-۴ نمودار عناصر کمیاب بهنجار شده با گوشته ی اولیه $(\text{Sun and McDonough, 1989})$
۶۶	-----	۲-۵-۴ نمودار عناصر خاکی بهنجار شده نسبت به کندریت (Boynton, 1984)
۶۷	-----	۶-۴ نتیجه گیری

فصل پنجم: منشأ و جایگاه تکتونیکی

۶۹	-----	۱-۵ مقدمه
۶۹	-----	۲-۵ جایگاه زمین ساختی
۶۹	-----	۱-۲-۵ نمودار مثلثی $(\text{Aldanmaz et al., 2000}) \text{Th, Hf, Nb/2}$
۷۰	-----	۲-۲-۵ نمودار $(\text{Schandle and Gorton, 2002}) \text{Th/Ta} - \text{Yb}$ و Th/Yb-Ta/Yb
۷۰	-----	۳-۲-۵ نمودار $(\text{Thiéblemont and Téguyey, 1994}) (\text{Nb/Zr})_N - \text{Zr}$
۷۱	-----	۳-۵ منشأ سنگهای منطقه ی کلاته قصاب
۷۱	-----	۱-۳-۵ نمودار $(\text{Hébert et al., 2014}) \text{La/Ce} - \text{Rb/Sr}$
۷۱	-----	۲-۳-۵ نمودار $(\text{Coban et al., 2012}) \text{Nb/La} - \text{La/Yb}$
۷۳	-----	۳-۳-۵ نمودار $(\text{Coban et al., 2012}) \text{Nb/La} - \text{Ba/La}$
۷۳	-----	۴-۳-۵ نمودار $(\text{Liu et al., 2014}) \text{Nb/La} - \text{Th/La}$
۷۴	-----	۴-۵ آداکیت ها
۷۵	-----	۱-۴-۵ نمودار $(\text{Defant and Dromont, 1990}) \text{Sr/Y} - \text{Y}$

۷۶----- Sm/Yb – La/Yb و Sm/Yb – Th/Nb نمودارهای ۲-۴-۵

۷۸ ----- (Karsli et al., 2013) K₂O – Fe₂O₃ - MgO نمودار ۳-۴-۵

۷۹ ----- (Ma et al., 2013) MgO – SiO₂ نمودار ۴-۴-۵

۷۹ ----- نتیجه گیری ۵-۵

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۱ ----- نتیجه گیری ۱-۶

۸۳ ----- پیشنهادات ۲-۶

۸۵ ----- منابع

فهرست جداول

- جدول ۱-۲: علائم اختصاری کانی‌ها ۳۵
- جدول ۱-۴: لیست عناصر اصلی و کمیاب ۵۰
- جدول ۲-۴: مقایسه سنگ‌های منطقه‌ی کلاته قصاب با آداکیت‌ها ۵۷

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ راه های دسترسی به منطقه ۳
- شکل ۲-۱ طرح گرافیکی از تکامل زمین درز سیستان تیرول و همکاران، ۱۹۸۳ ۱۴
- شکل ۲-۲ توصیف ارتباط زمانی و جایگاه تکتونیکی ماگماتیسم در بلوک لوت در ژوراسیک میانی، کرتاسه و ترشیاری، Karimpour et al., (2011) ۱۷
- شکل ۳-۲ طرح فرورانش دوسویه نامتقارن، Arjmandzadeh et al., (2011) ۱۷
- شکل ۴-۲ مدل ژئودینامیلی برای تکامل تکتونیکی و ماگمایی زمین درز سیستان، Zarrinkoub et al., (2012) ۲۰
- شکل ۵-۲ تکامل تکتونوماگمایی شرق ایران از دیدگاه Babazadeh et al., (2013) ۲۱
- شکل ۶-۲ مدل ژئودینامیکی برای شرق ایران، Pang et al., (2013) ۲۲
- شکل ۷-۲ یک نمای کلی از گنبد داسیتی که تقریباً در قسمت مرکزی منطقه و در جنوب غرب روستای کلاته قصاب واقع است (دید رو به جنوب غرب) ۲۴
- شکل ۸-۲ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۲۵
- شکل ۹-۲ مرز داسیت‌های جنوب غرب منطقه با ماسه سنگ، ماسه سنگ‌ها کوارتزیتی شده‌اند (دید رو به شمال غرب) ۲۶
- شکل ۱۰-۲ هوازدگی لانه زنبوری در توده‌ی داسیتی در جنوب غرب کلاته قصاب (دید رو به جنوب غرب) ۲۶
- شکل ۱۱-۲ هوازدگی پوست پیازی در تراکی‌آندزیت‌ها نشان می‌دهند دید رو به شمال غرب ۲۷
- شکل ۱۲-۲ قطعاتی با ترکیب هارزبورگیت درون سرپنتینیت‌ها حضور دارند ۲۹
- شکل ۱۳-۲ مرز گسلی واحد سرپانتینیتی با داسیت و تونالیت (دید رو به شمال شرق) ۲۹
- شکل ۱۴-۲ رخمون واحد تونالیتی در قسمت شرقی توده‌ی آهکی (دید رو به شمال غرب) ۳۰
- شکل ۱۵-۲ مرز داسیت و اینگنمبریت در قسمت میانی منطقه ۳۱
- شکل ۱۶-۲ رخمون کنگلومرا در بخش غربی منطقه (دید رو به شمال شرق) ۳۲
- شکل ۱۷-۲ واحدهای ماسه‌ای در قسمت شرق منطقه در نزدیکی تراکی‌آندزیت‌ها (دید رو به شمال غرب) ۳۲

- شکل ۳-۱: باقت جریانی در تراکی آندزیت، عکس در نور پلاریزه، خلاصه‌ی نام‌ها برگرفته از Whitney and Evanze, (2010) ۳۷
- شکل ۳-۲: بافت حفره ای در تراکی آندزیت‌ها ۳۷
- شکل ۳-۳: مقاطع نازک از داسیت‌های منطقه کلاته قصاب. همگی عکس‌ها در نور پلاریزه، خلاصه‌ی نام‌ها برگرفته از Whitney and Evanze, (2010) ۴۰
- شکل ۳-۴: یک بلور کوارتز در ریوداسیت، دارای حاشیه‌ی خلیجی، در زمینه میکروولیت‌های پلاژیوکلاز به‌همراه بیوتیت حضور دارند. عکس در نور پلاریزه، خلاصه‌ی نام‌ها برگرفته از Whitney and Evanze, (2010) ۴۱
- شکل ۳-۵: الف هارزبورگیت‌ها از کانی اورتوپروکسن در یک زمینه سرپانتینیتی تشکیل شده‌اند. ب: کانی اسپینل موجود در هارزبورگیت. ج و د: در مقاطع نازک سرپانتینت‌های قسمت جنوب غرب کلاته قصاب در نور پلاریزه. ه: کلینو پروکسن موجود در سنگ پروکسنیت ۴۴
- شکل ۳-۶ الف و ب: تصویر پلاریزه از دو نوع توف داسیتی و آندزیتی منطقه‌ی کلاته قصاب ۴۵
- شکل ۴-۱: موقعیت نمونه‌های آنالیزشده در منطقه‌ی کلاته قصاب ۵۲
- شکل ۴-۲: نام‌گذاری سنگ‌های آذرین کلاته قصاب، در نمودار (Middlemost, 1994) ۵۴
- شکل ۴-۳: نام‌گذاری سنگ‌های آذرین منطقه کلاته قصاب، در نمودار (Le Bas et al., 1986) ۵۴
- شکل ۴-۴: نام‌گذاری سنگ‌های آذرین منطقه کلاته قصاب، در نمودار (Winchester and Floyd, 1977) ۵۵
- شکل ۴-۵: نمودار تعیین سری ماگمایی، در نمودار (Peccerillo & Taylor, 1977) ۵۷
- شکل ۴-۶: تعیین سری ماگمایی نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، در نمودار (Irvin and Baragar, 1979) ۵۸
- شکل ۴-۷: مقایسه نمونه‌های منطقه کلاته قصاب با روند سنگ‌های کالک‌آلکانل عادی، Lambert and Holland, (1974) ۵۸
- شکل ۴-۸: موقعیت نمونه‌های کلاته قصاب نسبت به محدوده‌ی آداکیت‌ها، محدوده‌ی نقطه چین از Richard and Krich, (2007) به نقل از Richard, (2012)، خطوط ممتد از Yuping Su, (2012) ۵۹
- شکل ۴-۹: قرارگرفتن نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب خارج از محدوده‌ی ADR معمولی، در نمودار Aydınçakır and Şen, (2013) ۶۰
- شکل ۴-۱۰: نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب در محدوده‌ی آداکیت‌های پرسیلیس قرار می‌گیرند. نمودار Martin et al., (2005) ۶۱
- شکل ۴-۱۱: نمودار تمایز آداکیت‌های پرسیلیس از کم‌سیلیس، نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب در محدوده‌ی پرسیلیس واقع شده‌اند، در نمودار Martin et al., (2005) ۶۲
- شکل ۴-۱۲: روند ذوب بخشی در نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، نمودار Liu et al., (2014) ۶۳

- شکل ۴-۱۳ نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب روند تبلور تفریقی نشان می‌دهند. در نمودار Pearce et al., (1990) ۶۳
- شکل ۴-۱۴ تأثیرات آلتراسیون بر سنگ‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، در نمودار MacLean and Barrett, (1993) ۶۴
- شکل ۴-۱۵ نمودار چند عنصری سنگ‌های آذرین منطقه کلاته قصاب بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه، در نمودار Sun and McDonough, (1989) ۶۶
- شکل ۴-۱۶ نمودار عنکبوتی سنگ‌های آذرین منطقه کلاته قصاب بهنجار شده نسبت به کندریت، (1984) Boynton ۶۷
- شکل ۵-۱: قرار گرفتن نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب در محدوده‌ی ماگماهای کوهزایی، (2012) Coban et al., ۶۹
- شکل ۵-۲ نمودار موقعیت تک‌تونیکی نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، نمونه‌ها در محدوده‌ی حاشیه‌ی فعال قاره‌ای قرار گرفته‌اند، در نمودار Schandle and Gorton, (2002) ۷۰
- شکل ۵-۳ قرار گرفتن نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب در محدوده‌ی حاشیه‌ی قاره یا جزایر قوسی، Thiéblemont and Téguyey, (1994) ۷۱
- شکل ۵-۴ نمودار La/Ce در برابر Rb/Sr نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، نمونه‌ها گرایش به منشأ پوسته‌ای نشان می‌دهند. Hébert et al., (2014) ۷۲
- شکل ۵-۵ نسبت Nb/La در برابر La/Yb، (2012) Coban et al., ۷۲
- شکل ۵-۶ نسبت Nb/La در برابر Ba/La، (2012) Coban et al., ۷۳
- شکل ۵-۷ منشأ نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب و احتمال آلودگی نمونه‌ها با پوسته‌ی میانی و فوقانی، به نقل از Liu et al., (2014) ۷۴
- شکل ۵-۸ موقعیت نمونه‌های منطقه کلاته قصاب، (1990) Defant and Dromond, ۷۶
- شکل ۵-۹ نمودار Sm/Yb در برابر Th/Nb برای نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، (2013) Karsli et al., ۷۷
- شکل ۵-۱۰ نمودار Sm/Yb در برابر La/Yb برای نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب، (2013) Karsli et al., ۷۷
- شکل ۵-۱۱ نمودار سه‌گانه‌ی Fe₂O₃-K₂O-MgO برای سنگ‌های آداکیتی منطقه‌ی کلاته قصاب، Karsli et al., (2013) ۷۸
- شکل ۵-۱۲ نمودار Karsli et al., (2013) برای نمونه‌های منطقه‌ی کلاته قصاب ۷۹

کلیات

فصل اول

۱-۱ مقدمه

محدوده‌ی کلاته قصاب در گوشه‌ی شمال شرقی بلوک لوت و در غرب شهر بیرجند واقع شده است و سن سنگ‌های آذرین خروجی آن ائوسن تا الیگوسن تعیین شده است (وحدتی دانشمند و خلقی، ۱۳۶۷).

حدود ۶۵ درصد سنگ‌های دارای رخنمون در بلوک لوت سنگ‌های خروجی و نفوذی با سن ژوراسیک (Karimpour et al. 2011) تا کواترنری (Pang et al., 2012) هستند. با وجود پژوهش‌های فراوانی که انجام گردیده، ابهامات بی‌شماری در جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی این منطقه وجود دارد. با توجه به این موضوع که سرنوشت بلوک‌های لوت و افغان با برخورد آن‌ها (در مورد زمان برخورد نظرهای متفاوتی وجود دارد: کرتاسه (Dercourt et al., 1986)، ائوسن (Camp and Griffis, 1982; Tirrul et al., 1983)، پالئوسن (Pang et al., 2013) و یا الیگوسن (Babazadeh and De wever, 2004) در هم تنیده شده است، تمرکز روی ابهامات زمین‌شناسی یکی از این دو بدون توجه به اطلاعات دیگری نتیجه کاملی به دست نخواهد داد.

از پیچیدگی‌هایی که تنها در مورد ماگماتیسم ائوسن - الیگوسن منطقه‌ی لوت - سیستان مطرح است می‌توان به این موارد اشاره کرد: ۱. پراکندگی توده‌های آذرین ائوسن - الیگوسن موجود در زون سیستان و بلوک لوت ۲. همزمانی ماگماتیسم بلوک لوت و زون - ارومیه دختر و نبودن هیچ روند خطی در سنگ‌های آذرین موجود در بلوک لوت برخلاف زون ارومیه - دختر. ۳. متأثر بودن منشأ گوشته‌ای سنگ‌های آذرین این ناحیه از فرورانش (Pang et al., 2013).

منطقه‌ی مورد بررسی با قرارگرفتن در گوشه‌ی شمال شرقی بلوک لوت، در محدوده‌ای واقع است که علاوه بر ابهامات ذکرشده مسأله‌ی دیگری نیز در مورد آن وجود دارد: نبود یک مرز مشخص بین بلوک لوت و زون سیستان (Jung et al., 1983). بررسی سنگ‌های این ناحیه از نظر پتروگرافی و ژئوشیمی، با قرارگرفتن در کنار سایر پژوهش‌های انجام‌شده و در دست اقدام، کمکی خواهد بود برای پاسخ‌گویی به برخی از سؤالات موجود در مورد شرق ایران.

۲-۱ اهداف

- تعیین دقیق ترکیب سنگ های اسیدی و حدواسط در منطقه.
- بررسی ارتباط واحدهای سنگی آتشفشانی با سنگ های در برگیرنده.
- بررسی ماهیت ژئوشیمیایی سنگ های آتشفشانی.
- تعیین محیط تکتونیکی سنگ های آتشفشانی منطقه.

۳-۱ موقعیت منطقه مطالعاتی و راه های ارتباطی

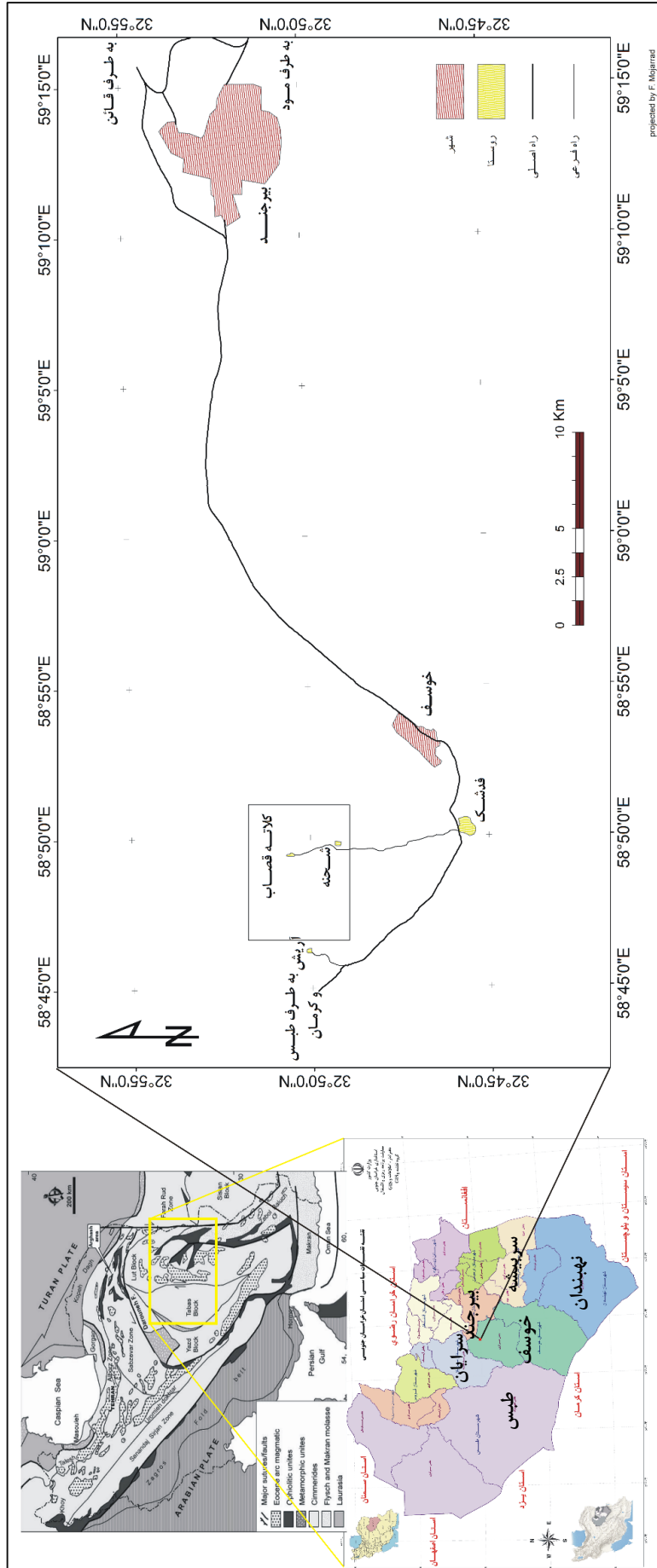
منطقه مورد مطالعه در نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ خوسف (وحدتی دانشمند و خلقی، ۱۳۶۷)، در حوالی روستای کلاته قصاب (۱۵ کیلومتری شمال غرب خوسف) و در حد طول های جغرافیایی "۳۵' ۴۶° ۵۸ و "۵۷' ۵۰° ۵۸ شرقی و عرض های جغرافیایی "۵۴' ۴۸° ۳۲ و "۵۵' ۵۱° ۳۲ شمالی قرار دارد (شکل ۱-۱). از نظر موقعیت ساختاری، در بلوک لوت واقع است. اشتوکلین و نبوی ۱۹۷۳ (اقتباس از Karimpour et al., 2011) محدوده ی بلوک لوت را به طول ۹۰۰ کیلومتر از گسل درونه در شمال تا حوضه ی جازموریان در جنوب و با عرض ۲۰۰ کیلومتر از گسل نایبند و رشته کوه های شتری در غرب تا کوه های شرق ایران و گسل نهبندان تعریف نموده اند.

شهرستان خوسف همسایه ی شهرستان های بیرجند، سرایان، طبس، نهبندان، سربیشه و استان کرمان است. مسیر دسترسی به منطقه ی مورد بررسی که در فاصله ی حدود ۴۶ کیلومتری غرب شهر بیرجند قرار دارد، جاده ی بیرجند - کرمان و از طریق دو روستای کلات قصاب و آریش است (شکل ۱-۱).

۴-۱ آب و هوا، ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی

شهر خوسف با طول جغرافیایی "۱۵' ۵۳° ۵۸ شرقی و عرض جغرافیایی "۵۰' ۴۶° ۳۲ شمالی و ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا در برخی از نقاط مانند بخش مرکزی گرم و خشک و در مناطقی مانند رچ معتدل و مطبوع است، لیکن عمدتاً به جهت نزدیکی به کویر از آب و هوای گرم و خشک و تفاوت زیاد درجه حرارت در زمستان و تابستان و حتی در بین روز و شب برخوردار می باشد.

شوری مختصر آب و زمین و نیز داشتن روزهای گرم و شب های سرد در فصل تابستان موجب شده که گیاهان خاصی که مقاوم به شوری می باشند در این منطقه بروید. (بهنیا، ۱۳۸۱)



شکل ۱-۱ راه‌های دسترسی به منطقه ی کلاته قصاب

در منطقه مورد بررسی مرتفع‌ترین نقطه در سمت غرب منطقه و با ارتفاع حدود ۱۵۰۰ متر و کم-ارتفاع‌ترین نقطه حدود ۱۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریا هستند.

۱-۵ تاریخچه‌ی مطالعات قبلی

- اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۱، در گزارش شماره‌ی ۲۲ سازمان زمین شناسی کشور به مطالعه قسمت مرکزی بلوک لوت و کوه‌های حاشیه‌ی شرقی آن پرداخته و بلوک لوت را توده‌ای کشیده و مستحکم و به طور عمده متشکل از سنگ‌های آتشفشانی دوران سوم با ترکیب آندزیتی و داسیتی و همچنین نهشته‌های قاره‌ای نئوژن - دوران چهارم است، معرفی کردند. ایشان آغاز دوران سوم در ناحیه‌ی خوسف را با شیل‌های ماسه‌ای، مارن و ماسه سنگ‌های سنگ‌فرشی با سن پالئوسن - ائوسن زیرین معرفی کرده و عنوان نموده‌اند که این رسوبات فسیل دار در قسمت فوقانی با توف‌های سبز آندزیتی و گدازه و سپس با توف‌های خاکستری و قرمز، توف - برش، آگلومرا، ماسه‌سنگ‌های توفی و کنگلومرا و در ادامه‌ی آن با توده‌ی اصلی سنگ‌های ولکانیکی کوه گرماب دنبال می‌شود.

- Jung et al., 1983. در گزارش شماره‌ی ۵۱ سازمان زمین شناسی کشور به پترولوژی فعالیت ماگمایی ترشیری در شمال لوت پرداخته و آغاز فعالیت ماگمایی در بلوک لوت را کرتاسه‌ی پسین و نوع سنگ‌ها را بیشتر از نوع گدازه و ایگنمبریت و شامل سنگ‌های بازالتی، آندزیتی و ریولیتی و با گسترش کمتر سنگ‌های درونی و کم عمق، می‌دانند. ماهیت سنگ‌ها از نوع کالک آلکالن معرفی شده‌اند که منشأ گوشته‌ای دارند و (بجز برخی ایگنمبریت‌ها و یک توده‌ی نفوذی گرانودیوریتی که منشأ احتمالاً آاناتکسی دارد) هیچ آلودگی با سنگ‌های پوسته ندارند.

- Camp & Griffis, 1983. در مقاله خود ضمن بررسی خصوصیات، ژنز و جایگاه تکتونیکی سنگ‌های آذرین زون سیستان، به سن و ماهیت تکتونیکی سنگ‌های بلوک لوت هم اشاره نموده و ولکانیسم شاخصی از نوع کالک آلکالن را در زمان ائوسن میانی تا الیگوسن پیشین برای لوت مطرح نموده‌اند. آن‌ها در بررسی‌های خود ولکانیک‌های ائوسن - الیگوسن جنوب شرق لوت را معادل سایر سنگ‌های ولکانیکی درون صفحه لوت دانسته‌اند. این تحقیقات زمان اتمام فرورانش و برخورد دو بلوک لوت و افغان را ائوسن مشخص کرده‌است.

- وحدتی دانشمند و خلقی، ۱۳۶۷، در نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ خوسف، به شرح واحدهای سنگی پرداخته‌اند.

• حضرتی، ۱۳۸۶، در پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خود با عنوان **پترولوژی و پتروگرافی توده‌های نفوذی غرب بیرجند**، توده‌های مورد مطالعه را گرانیت و گرانیت آلکالن از نوع پرآلومین و کالک-آلکالن معرفی نموده و آن‌ها را از نوع گرانیت‌های CAG می‌داند.

• یوسف‌زاده، ۱۳۸۸، در رساله‌ی دکتری خود با عنوان **پتروگرافی، ژئوشیمی و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی ترشیاری منطقه بیرجند - خوسف با نگرشی ویژه بر آنکلاوهای موجود در آن**، چهارگوش خوسف را به‌عنوان بخشی از محدوده‌ی کاری خود بررسی نموده که بخشی از اطلاعات مرتبط به این شرح است: سنگ‌های آتشفشانی شامل سنگ‌های آذرآواری در بخش زیرین و گنبدها و گدازه‌های آتشفشانی در قسمت فوقانی هستند. ماهیت سنگ‌ها کالک آلکالن است. براساس مطالعات، آرایش (حضور زینولیت‌ها)، تفریق (آلکالی بازالت‌ها به تراکی آندزیت بازالتی) و اختلاط ماگمایی (ایجاد آندزیت‌ها و داسیت‌ها) در تحول ماگمای اولیه نقش داشته است.

• کتابی، ۱۳۸۹، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان **پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی منطقه‌ی شاه سلیمان علی (جنوب باختر بیرجند - خاور ایران)**، فعالیت‌های ولکانیک - ساب ولکانیک منطقه‌ی شاه سلیمان علی را به دو دسته‌ی سنگ‌های آذرآواری - گدازه‌ای و نیمه عمیق معرفی کرده و با استفاده از شواهد سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی عنوان می‌دارد که بین سنگ‌های آتشفشانی و نیمه عمیق ارتباط ژنتیکی وجود داشته و آرایش ماگمایی در روند شکل‌گیری و تحول این سنگ‌ها تأثیر داشته‌است. وی محیط تکتونیکی این سنگ‌ها را قوس غنی شده‌ی قاره‌ای مرتبط با فرورانش عنوان می‌کند که یک منشأ غنی شده‌ی گارنت پریدوتیت همراه با آرایش پوسته‌ای با درجات ذوب ۱۵ تا ۱۶ درصد باعث تشکیل آن‌ها شده‌است.

• خواجه، ۱۳۸۹، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان **پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آذرین شمال شرق خوسف (شمال غرب بیرجند)**، عنوان می‌کند که شواهد بافتی نشان‌دهنده‌ی عدم تعادل (بافت غربالی، آثار انحلال و ...) در کانی‌های نمونه‌های بررسی شده مشاهده شده است. ماهیت سنگ‌ها کالک آلکالن با پتاسیم متوسط تا بالا (فراوانی کمتر) است. محیط تکتونیکی قوس مرتبط با حاشیه فعال قاره‌ای است.

• Karimpour et al., 2011 در مقاله خود به بررسی سن، ژئوشیمی ایزوتوپ‌های **Rb-Sr** و پتروژنز سنگ‌های آتشفشانی بلوک لوت از زمان ژوراسیک تا کواترنری می‌پردازند و ترکیب، ماهیت و منشأ این سنگ‌ها و سن آن‌ها را مشخص می‌نمایند. در این مقاله عنوان شده است که قدیمی‌ترین توده‌های آذرین

موجود در بلوک لوت، توده‌های گرانیتوئیدی کلاته آهنی (سری ایلمنیتی، منشأ پوسته‌ای)، شاه‌کوه (بزرگ‌ترین باتولیت ایران، گرانودیوریت و سینوگرانیت، سری ایلمنیتی، پرآلومین، همزمان با برخورد، منشأ پوسته‌ای) و سرخ‌کوه (آلکالی-کلسیک، پرآلومین، سری ایلمنیتی، منشأ پوسته‌ای) به سن ژوراسیک میانی هستند. بیشترین فعالیت ماگمایی در بلوک لوت در ائوسن میانی اتفاق افتاده است. گرانیتوئیدی جوانتر از سن ۳۸ میلیون سال در بلوک لوت گزارش نشده است، اما بازالت‌های جوانتر (اکثراً آلکالی بازالت و از نوع جزایر قوسی) متداولند. گدازه‌های آندزیتی در طول یک دوره ۵۰ میلیون ساله از کرتاسه پیشین تا نئوژن پیشین به همراه داسیت‌ها و ریوداسیت‌ها فوران کرده‌اند که این فعالیت به صورت متغیر و گاهی متقاطع اتفاق افتاده است.

• Arjmandzadeh et al., 2011، با مطالعه موردی توده‌های گرانیتوئیدی چاه‌شلغمی در بلوک لوت، نظریه‌ی فروانش دو سویه‌ی نامتقارن را مطرح نموده‌اند.

• Pang et al., 2012. در مقاله‌ای به بررسی آلکالی بازالت‌های سنوزوئیک و کواترنری در ناحیه لوت و سیستان و ارتباط آن گسل‌های امتدادلغز نهبندان و نایبند می‌پردازند و جایگاه تکتونیکی این بازالت‌ها را از نوع پس از برخورد درون صفحه‌ای می‌دانند.

• سلیم، ۱۳۹۱، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان **پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی و نیمه نفوذی منطقه چشمه خوری (غرب بیرجند)**، عنوان می‌دارد مجموعه سنگی منطقه مورد مطالعه شامل آذرآواری‌ها (توف و برش)، روانه‌های گدازه (عمدتاً آندزیت بازالتی، آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت و ریوداسیت) و دایک (با ترکیب آندزیتی) است. این سنگ‌ها از نوع کالک‌آلکان و محیط تکتونوماگمایی آن‌ها قوس آتشفشانی غنی شده‌ی قاره‌ای می‌باشد. مطالعات نشان‌دهنده‌ی ذوب ۶ تا ۱۲ درصدی یک منشأ گارنت‌لرزولیتی برای تولید این سنگ‌هاست.

• فکوری، ۱۳۹۲، در پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خود با عنوان **پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی - نیمه عمیق منطقه‌ی ماهکان (جنوب بیرجند)**، ماهیت سنگ‌های سنگ‌های آتشفشانی و نیمه عمیق منطقه را که هم‌منشأ هستند کالک‌آلکان و مربوط به مناطق قوس آتشفشانی و حاشیه‌ی فعال قاره‌ای مطرح می‌کند.

• Pang et al., 2013، در مقاله خود به ماگماتیسم پس از برخورد ائوسن - الیگوسن در ناحیه لوت و سیستان پرداخته‌اند. سنگ‌های بررسی شده شامل سنگ‌های آتشفشانی زون سیستان و غرب بلوک لوت می‌باشد. محدوده‌ی ترکیبی از ریولیت تا بازالت می‌باشد. توده‌های نیمه عمیق و با گسترش کمتر توده-