بسم الله الرحمن الرحيم

همه امتیازات این پایان نامه به دانشگاه لرستان تعلق دارد.درصورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب در مجلات ، کنفرانس ها یا سخنرانی ها ، باید نام دانشگاه لرستان (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشگاه لرستان

دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)

در رشته زمین شناسی پترولوژی

عنوان

پترولوژی و ژئوشیمی گدازه‌های بالشی افیولیت نورآباد (استان لرستان)

استاد راهنما

دکتر زهرا طهماسبی

استاد مشاور

دکتر احمد احمدی‌خلجی

نگارش

مژگان سبزی

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم

این پایان نامه را در کمال افتخار و امتنان تقدیم می نمایم به:

پیشگاه شهیدان کربلا، فدائیان حضرت زهرا، اصحاب باوفای سید الشهداء (ع) خاصه حضرت علی اصغر (ع) مظلوم ترین شهید کربلا.

تقدیر و تشکر

راز و رمز پویای علم و کشف معانی بدیع و تجلی جلوه‌های شهودی معرفت کیمیایی است که آسمان علم به برکت سیما و سیره‌ی نورانی نبی مکرم صلی الله علیه و آله و سلم، انسان در بند خاک را به معراج حضور می خواند. و چه خرم علمی که از چشمه‌ی معارف سیراب شود و چه زیبا دانشی که قبای پر نیانش به عطر و بوی گلستان محمدی معطر شود و چه معماری باشکوهی، بنایی که سنگ هویت و فرهنگ آن ریشه در مدینة النبی بیابد. و امروز کاخ آباد علم به سروش معنوی و مفهوم پیام او بیش از پیش محتاج راهنمایانی است که علاوه بر حفظ آبادانی آن در راه اعتلای آن به فرزندان خویش محبت نمایند.

اکنون که با یاری خداوند متعال توانستم پایان نامه خود را به پایان برسانم، وظیفه خویش می دانم از تمامی عزیزانی که در تمام طول تحصیلم مشوق و پشتیبانم بوده اند تشکر کنم، قبل از هر چیز از استاد عزیزم سرکار خانم دکتر زهرا طهماسبی که سمت استاد راهنمای مرا به عهده داشتند کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر احمدی خلجی به خاطر همکاری که با من به عنوان استاد مشاور داشتند نیز تشکر می کنم چرا که با راهنمایی هایشان مرا در پیشبرد این پایان نامه یاری رساندند.

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر زارعی که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است.

با تقدیر و تشکر از برادر عزیزم که همواره در طول تحصیل متحمل زحماتم بود و تکیه گاه من در مواجهه با مشکلات، و وجودش مایه دلگرمی من می باشد.

و با تشکر خالصانه خدمت همه کسانی که به نوعی مرا در به انجام رساندن این مهم یاری نموده اند.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

تقدیم ..... یک
تقدیر و تشکر ..... دو
فهرست مطالب ..... سه
فهرست جداول ..... شش
فهرست اشکال ..... هفت
چکیده ..... نه

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی به ناحیه مورد مطالعه ۲
۱-۳- پیشینه کارهای قبلی ۴
۱-۴- اهداف مطالعه ۵
۱- ۵ - روش‌های مطالعه ۵
۱-۵ -۱- گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای ۶
۱-۵ -۲- مطالعات صحرایی ۶
۱-۵ -۳- مطالعات آزمایشگاهی ۶
۱-۵ -۴- بررسی نتایج و تفسیر داده ها ۶

فصل دوم
زمین‌شناسی عمومی

۲-۱- مقدمه ۸
۲-۲- گسترش مداوم کف اقیانوس‌ها اساس تکتونیک صفحه‌ای ۸
۲-۳- بازالت‌های اقیانوسی ۹
۲-۴- تعاریف ۱۰

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۲-۵- سکانس افیولیت‌ها ۱۲
۲-۶- تقسیم‌بندی افیولیت‌ها..... ۱۳
۲-۷- افیولیت‌های جهان ۱۴
۲-۸- افیولیت‌های ایران ۱۵
۲-۹- افیولیت‌های زاگرس ۱۸
۲-۱۰- چینه‌شناسی افیولیت‌های زاگرس ۱۹
۲-۱۱- موقعیت زمین‌شناختی و زمین‌ساختی ناحیه مورد مطالعه در زمین‌شناسی ایران..... ۲۰
۲-۱۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۲۲
۲-۱۲-۱- زون زاگرس چین‌خورده..... ۲۳
۲-۱۲-۲- زون زاگرس مرتفع ۲۳
۲-۱۲-۳- زون دگرگونی سنندج - سیرجان..... ۲۴
۲-۱۳- واحدهای سنگی ناحیه مورد مطالعه..... ۲۵

فصل سوم
ویژگی‌های صحرایی و پتروگرافی

۳-۱- مقدمه ۳۰
۳-۲- گدازه‌های بالشی ۳۰
۳-۲-۱- ویژگی‌های صحرایی ۳۰
۳-۲-۲- پتروگرافی..... ۳۵

فصل چهارم
ژئوشیمی

۴-۱- مقدمه ۴۱
۴-۲- طبقه‌بندی و نام‌گذاری سنگ‌های مورد مطالعه ۴۴
۴-۲-۱- نمودار SiO_2 در مقابل مجموع آلکالی ۴۵
۴-۲-۲- نمودار SiO_2 در مقابل مجموع آلکالی ۴۶
۴-۲-۳- نمودار Nb/Y در مقابل Zr/TiO_2 ..... ۴۷
۴-۲-۴- جایگاه گدازه‌های بالشی منطقه در نمودار ۴۸
۴-۳- تعیین سری‌های ماگمایی ۴۹
۴-۳-۱- نمودار سیلیس در برابر مجموع آلکالی ۴۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۳-۲- نمودار مثلثی FeO –MgO –ALK ۵۰
۴-۳-۳- نمودار A/NK در مقابل A/CNK ۵۱
۴-۴- بررسی روند تغییرات عناصر ۵۲
۴-۴-۱- بررسی روند تغییرات عناصر اصلی ۵۳
۴-۴-۲- بررسی روند تغییرات عناصر فرعی ۵۶
۴-۵- نمودارهای تعیین محیط تکتونیکی ۵۹
۴-۵-۱- نمودار Ti در مقابل Cr ۵۹
۴-۵-۲- نمودار La/Nb – Y ۶۰
۴-۵-۳- نمودار نسبت TiO_2/Yb به Nb/Yb ۶۱
۴-۵-۴- نمودار Cr در مقابل Y ۶۲
۴-۵-۵- نمودار Cr - Ce/Sr ۶۳
۴-۵-۶- نمودار Ti در مقابل V ۶۴
۴-۶- نمودارهای عنکبوتی ۶۵

فصل پنجم
نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

۵-۱- مقدمه ۷۱
۵-۲- زمین‌شناسی صحرایی و پتروگرافی ۷۲
۵-۳- ژئوشیمی ۷۲
۵-۴- پیشنهادات ۷۳
منابع ۷۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۴-۱: مقادیراکسیدهای اصلی و عناصر کمیاب در گدازه‌های بالشی منطقه مورد مطالعه ۴۲
جدول۴-۲ : نمادهای به کار رفته در نمودارها ۴۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ : موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن ۳
شکل۲-۱: نقشه افیولیت‌های ایران ۱۶
شکل ۲-۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه در تقسیم‌بندی پهنه‌های زمین‌شناسی ایران ۲۱
شکل۲-۳ : نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۲۵
شکل۳-۱: گدازه‌های بالشی روبروی پاسگاه انتظامی گردنه گشور ۳۲
شکل۳-۲: گدازه‌های بالشی روبروی پاسگاه انتظامی گردنه گشور ۳۲
شکل۳-۳: گدازه بالشی شمال تمرگ(شرق هرسین) که بر روی دایک‌های دیابازی تکیه دارند ۳۲
شکل۳-۴: ساختمان یک پیلولاوا در گردنه گشور که شامل هسته، پوسته، زمینه می‌باشد ۳۳
شکل۳-۵: خمیدگی پیلولاوا روی سطح شیب‌دار که در زمان خروج مواد مذاب شکل گرفته است ۳۳
شکل۳-۶: پرشدن هسته گدازه بالشی توسط کربنات کلسیم در گردنه گشور ۳۳
شکل۳-۷: پدیده کلریتی شدن و اپیدوتی شدن در امتداد درز و شکاف‌ها ۳۴
شکل۳-۸: فرسایش پوست پیازی در پیلولاواهای سبز رنگ گردنه گشور ۳۴
شکل۳-۹: تصویری از یک بازالت منشوری در گردنه گشور ۳۴
شکل ۳-۱۰: تصاویری از بافت‌های موجود در گدازه‌های بالشی منطقه‌ی مورد مطالعه ۳۶
شکل۳-۱۱: تصاویر میکروسکوپی از گدازه‌های بالشی منطقه مورد مطالعه ۳۷
شکل۳-۱۲: نمایی از یک پلاژیوکلاز سرسیتی شده ۳۸
شکل۳-۱۳: تصویر میکروسکوپی از یک گدازه بالشی با ترکیب بازالت اسپیلیتی ۳۸
شکل۳-۱۴: نمایی از گدازه‌های بالشی منطقه مورد مطالعه ۳۹
شکل ۴-۱: نمودار SiO_2 در مقابل مجموع آلکالی ۴۵
شکل۴-۲: نمودار SiO_2 در مقابل مجموع آلکالی ۴۶
شکل ۴-۳: نمودار نسبت Nb/Y به Zr/TiO_2 ..... ۴۷
شکل ۴-۴: نمودار نام‌گذاری سنگ‌های آذرین بیرونی با استفاده از نسبت کاتیونی ۴۸
شکل ۴-۵: نمودار سیلیس در برابر مجموع آلکالی ۵۰
شکل ۴-۶: نمودار AFM جهت تعیین سری‌های ماگمایی ۵۱

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۷: نمودار A/NK در مقابل A/CNK ۵۲
شکل ۴-۸: نمودار تغییرات عناصر اصلی در مقابل MgO به عنوان شاخص تفریق ۵۴
شکل ۴-۹: نمودار تغییرات عناصر فرعی در مقابل MgO به عنوان شاخص تفریق ۵۶
شکل ۴-۱۰: نمودار Ti-Cr ۶۰
شکل۴-۱۱: نمودار La/Nb – Y ۶۱
شکل ۴-۱۲: نمودار نسبت TiO_2/Yb به Nb/Yb ۶۲
شکل ۴-۱۳: نمودار لگاریتمی Cr در مقابل Y ۶۳
شکل ۴-۱۴: نمودار لگاریتمی Cr در مقابل Ce/Sr ۶۴
شکل ۴-۱۵: نمودار Ti در مقابل V ۶۵
شکل ۴-۱۶: الگوی توزیع عناصر کمیاب گدازه‌های بالشی نسبت به ترکیب کندریت ۶۷
شکل ۴-۱۷: الگوی توزیع عناصر کمیاب گدازه‌های بالشی نسبت به ترکیب کندریت ۶۸

نام خانودگی: سبزی نام: مژگان
عنوان پایان نامه: پترولوژی و ژئوشیمی گدازه‌های بالشی افیولیت نورآباد (استان لرستان)
استاد راهنما: دکتر زهرا طهماسبی درجه تحصیلی: دکترا رشته: زمین شناسی گرایش: پترولوژی
استاد مشاور: دکتر احمد احمدی‌خلجی درجه تحصیلی: دکترا رشته: زمین شناسی گرایش: پترولوژی
محل تحصیل: دانشگاه لرستان دانشکد ه: علوم پایه گروه آموزشی: زمین شناسی
تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه: ۸۱
کلید واژه ها: فارسی: افیولیت نورآباد، گدازه بالشی، ساب‌آلکالن، متاآلومین، کف اقیانوس، مورب.
افیولیت نورآباد بخشی از یک مجموعه افیولیتی به شدت دگرسان شده می‌باشد که در امتداد سیستم کوهزایی زاگرس قرار دارد. این مجموعه افیولیتی در غرب ایران و انتهای شمال غربی دامنه زاگرس واقع شده است. سنگ‌های این مجموعه افیولیتی از پایین به بالا شامل پریدوتیت، گابروهای لایه‌ای، گابروهای ایزوتروپ، پلاژیوگرانیت، مجموعه دایک‌های صفحه‌ای، گدازه بالشی و سنگ‌های رسوبی می‌باشد. توالی خروجی مجموعه افیولیتی نورآباد به صورت گدازه‌های بالشی بازالتی در گردنه گشور و حوالی روستای تمرگ رخنمون دارند.گدازه‌های بالشی رخنمون یافته در امتداد گسل اصلی زاگرس بخشی از زمین درز افیولیتی بین کمربند زاگرس و زون سنندج - سیرجان به شمار می‌آیند. کانی‌های اصلی این سنگ‌ها شامل پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن می‌باشند. بررسی‌های ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که این گدازه‌ها متعلق به سری ساب‌آلکالن (تولئیتی) بوده که از نظر درجه اشباع از آلومینیوم (ASI) متاآلومین می‌باشد و درگستره‌ی بازالت‌های کف اقیانوسی نوع مورب واقع می‌گردند. این گدازه‌ها در نمودارهای بهنجار شده نسبت به کندریت از عناصر نادر خاکی سبک (LREE) و برخی از کاتیون‌های با قدرت میدان بالا (HFS) غنی‌شده هستند و در عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) و عناصر لیتوفیل بزرگ یون (LILE) تهی‌شده هستند.

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

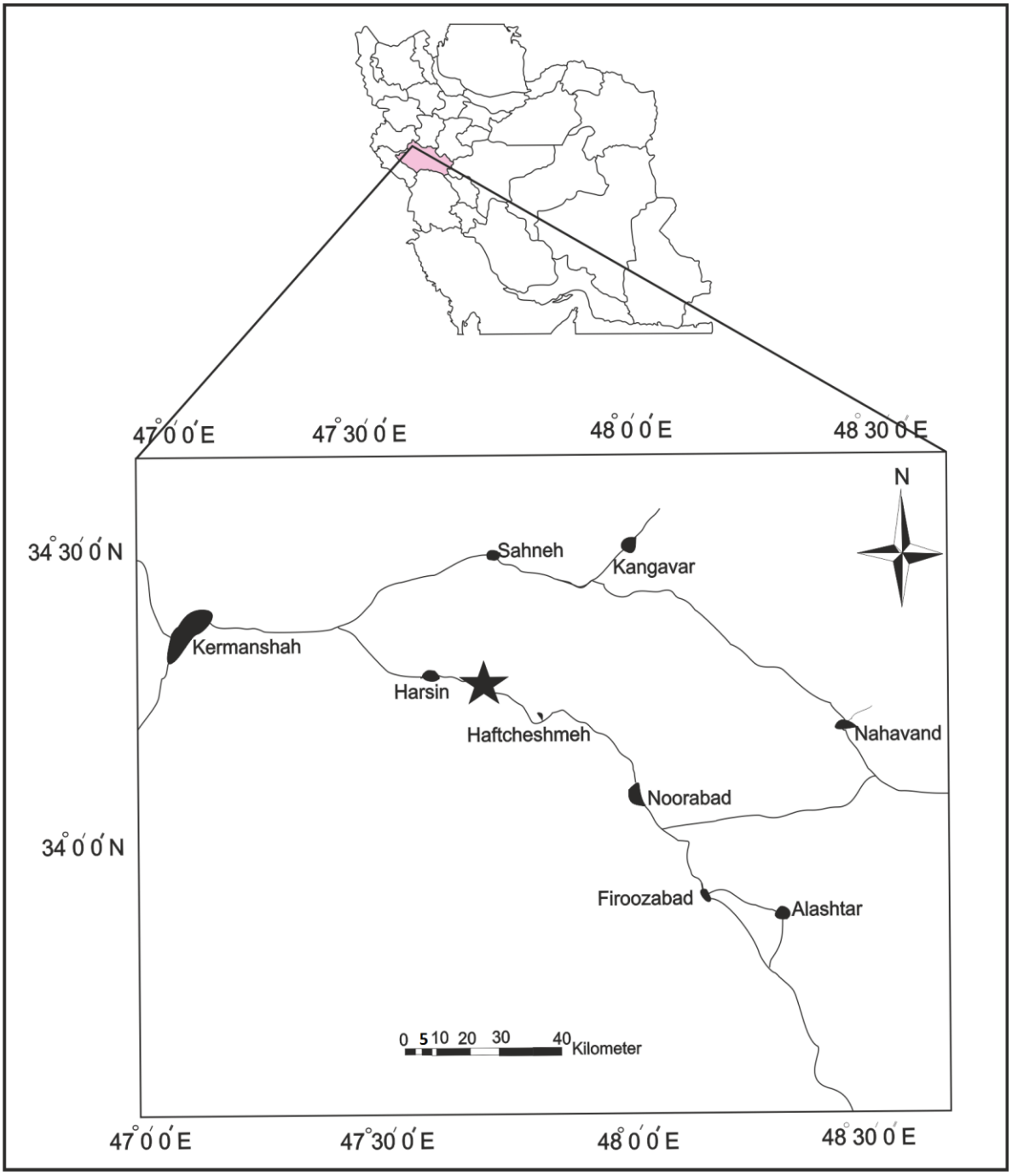
افیولیت‌ها غالباً قطعاتی از لیتوسفر اقیانوسی هستند که در حوضه‌های حاشیه‌ای یا پشت قوس و در نزدیکی حاشیه قاره و در مناطق رشد ثانویه به وجود آمده‌اند که در اکثر رشته کوه‌های بزرگ جهان دیده می‌شوند. تنوع سنگ‌شناختی افیولیت‌ها از واحدهای اولترامافیک متنوع تا اجزاء مافیک نظیر بازالت‌ها و سنگ‌های لوکوکرات (پلاژیوگرانیت) را شامل می‌شوند. در زون جوش خورده بین اوراسیا و آفریقا تعداد زیادی افیولیت وجود دارد که بیشتر آن‌ها در اطراف دریای مدیترانه به خصوص در شرق آن قرار دارند،که افیولیت‌های ایران جزئی از این افیولیت‌ها می‌باشند. مطالعه گدازه‌های بالشی به عنوان بخش بسیار مهمی از توالی افیولیتی می‌تواند ما را در جهت شناسایی هر چه بهتر مجموعه افیولیتی و نحوه و جهت بسته شدن اقیانوس قدیمی یاری نماید. گدازه‌های بالشی می‌توانند در محیط‌های مختلف زمین‌ساختی از ذوب بخشی سنگ‌هایی با منشأ گوشته‌ای و با ترکیب مختلف در شرایط متفاوت ترمودینامیکی ایجاد شوند. لذا در این پژوهش گدازه‌های بالشی مجموعه افیولیتی نورآباد در غرب ایران مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی به ناحیه مورد مطالعه

ناحیه مورد مطالعه در ´۱۴ °۳۴ تا ´۱۵ °۳۴ عرض شمالی و ´۳۹ °۴۷ تا ´۴۱ °۴۷ طول شرقی قرار گرفته است (شکل۱-۱) و شامل شمال غربی استان لرستان و جنوب شرقی استان کرمانشاه می‌باشد. این منطقه کوهستانی دارای آب و هوای نسبتاً سرد و پر باران می‌باشد که با وجود کوهستانی بودن فاقد جنگل و بوته‌زار جنگلی است.

راه‌های دسترسی به ناحیه از طریق جاده آسفالته خرم‌آباد-کرمانشاه می‌باشد. افیولیت نورآباد بخشی از یک مجموعه افیولیتی به شدت دگرسان شده می‌باشد که در امتداد سیستم کوهزایی زاگرس قرار دارد. این مجموعه افیولیتی در غرب ایران و انتهای شمال غربی دامنه زاگرس قرار گرفته است و بخشی از زون برخوردی می‌باشد که در بین کمربند زاگرس چین‌خورده و زون سنندج - سیرجان واقع شده است. این مجموعه خود جزئی از نوار ۳۰۰۰ کیلومتری می‌باشد که از سوریه شروع می‌شود و پس از گذر از جنوب ترکیه و زاگرس به عمان می‌رود. مجموعه افیولیتی مذکور در نواحی نورآباد و هرسین رخنمون دارد و

گدازه‌های بالشی یکی از واحدهای سنگی آن می‌باشدکه بررسی صحرایی، سنگ شناسی، شیمی کانی‌ها و ژئوشیمی آن‌ها هدف اصلی این پایان نامه می‌باشد.



شکل ۱-۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن.

۱-۳- پیشینه کارهای قبلی

۱. اولین مطالعه مدون کلاسیک مجموعه‌های آذرین- دگرگونی افیولیت کرمانشاه توسط دکتر حسین معین وزیری (۱۳۴۹) و در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد ایشان صورت گرفته است. با استفاده از مطالعه دقیق صحرایی و پتروگرافی مقاطع میکروسکوپی سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی سنگ‌های آذرین منطقه مروارید و به ویژه گابروهای جوان سنوزوئیک آن را مورد توجه قرار داده است.

۲. ریکو و همکاران (۱۹۷۷)، به مجموعه‌های مافیک و اولترامافیک در کرمانشاه اشاره می‌کنند و آن‌ها را همانند ورقه‌های رانده شده‌ای در زون زاگرس در نظر می‌گیرند.

۳. برود (۱۹۷۸)، نقشه زمین‌شناسی ۱: ۲۵۰۰۰۰ کرمانشاه را تهیه نموده است و سپس در سال ۱۹۸۷ رساله دکترای خود را در ارتباط با زمین‌شناسی منطقه گذرانیده است. نامبرده با استفاده از روش تعیین سن K-Ar بر روی بیوتیت‌های مجموعه گابرو دیوریتی جوان منطقه سن ۴۸ میلیون سال را برای این توده‌های پلوتونیک در نظر گرفته است.

۴. آقانباتی (۱۹۷۸)، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش کرمانشاه را با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ تهیه کرد.

۵. حقیقی (۱۳۷۴)، مجموعه افیولیتی صحنه را مورد مطالعه قرار داده و مجموعه بازالت‌های این ناحیه را متعلق به OFB (بازالت بستر اقیانوس) دانسته است.

۶. قاضی و حسنی پاک (۱۹۹۰)، مقاله‌ای در رابطه با ژئوشیمی مجموعه افیولیتی کرمانشاه با تاکید بر مجموعه بازالتی ارائه نموده‌اند. آن‌ها در این مقاله دو گروه بازالت آلکالن (OIB) و ساب آلکالن (IAB) را معرفی کرده‌اند.

۷. احمدی (۱۳۸۰)، با بررسی بازالت‌های کامیاران در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود سنگ‌های ساب الکالن افیولیت کرمانشاه را از نوع (MORB) و (BABB) می‌داند.

۸. مرادپور (۱۳۸۴)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی افیولیت صحنه پرداخته و مجموعه افیولیتی صحنه را حاصل یک ماگمای تو لئیتی کف اقیانوس (PMORB یا EMORB) دانسته است.

۹. کریمی (۱۳۸۷)، در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی و مطالعه اندیس‌های منگنز در رادیولاریت‌های جنوب غرب نورآباد (اندیس منگنز روستای سرمه) پرداخته است. او در این بررسی، منگنز موجود در این رادیولاریت‌ها را مربوط به زون گسترش کف اقیانوس نئوتتیس معرفی کرده است.

۱۰. کیانی (۱۳۹۰)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی ژئوشیمی، زمین‌شناسی اقتصادی و پتروژنز مجموعه افیولیتی در محور الشتر- کرمانشاه پرداخته است.

۱۱. دارایی‌زاده (۱۳۹۰)، در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به مطالعه کمپلکس افیولیتی شمال شرق کرمانشاه با تکیه ویژه بر ژئوشیمی و پترولوژی دایک‌های منطقه هرسین- صحنه پرداخته است.

۱۲. بارک (۱۳۹۰)، به بررسی پتروگرافی و کانی‌شناسی توده‌های گابرویی شاه‌آباد جنوب شرق نورآباد در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود پرداخته است.

۱۳. نادری (۱۳۹۱)، زمین‌شناسی، پترولوژی و ژئوشیمی اندیس مس جنوب شرق نورآباد (شمال‌غرب لرستان) را در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود بررسی و مطالعه نموده است.

۱-٤- اهداف مطالعه

با توجه به این‌که تاکنون مطالعات انجام گرفته بر روی گدازه‌های بالشی مجموعه افیولیتی نورآباد در حد زمین‌شناسی عمومی بوده و فقط در نوشته‌های متعدد به وجود آن‌ها اشاره شده است و هیچگونه مطالعه دقیق و سیستماتیکی بر روی آن‌ها انجام نگرفته است بنابراین مطالعات گسترده‌تری را می‌طلبد. لذا این پایان‌نامه سعی بر آن دارد که گدازه‌های بالشی مجموعه افیولیتی نورآباد، در حد فاصل شهرستان‌های نورآباد تا هرسین را بر پایه بررسی‌های زمین‌شناسی صحرایی، سنگ‌شناسی و ژئوشیمی آن‌ها مورد بررسی قرار داده و خاستگاه تکتونیکی این گدازه‌ها را تعیین کند.

۱-۵- روش‌های مطالعه

بررسی منطقه مورد مطالعه در مراحل مختلفی انجام گرفته که به طور خلاصه شامل مراحل زیر می‌باشد:

۱-۵-۱- گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای

در این مرحله کلیه مقالات، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هرسین و ۱:۱۰۰۰۰۰ کرمانشاه مورد مطالعه قرار گرفت و اطلاعات صحرایی، پتروگرافی، ژئوشیمی و تکتونیکی آن‌ها استخراج و در مراحل مختلف تدوین این پایان‌نامه مورد استفاده قرار گرفت.

۱-۵-۲- مطالعات صحرایی

در این مرحله، از منطقه‌ی مورد مطالعه بازدید به عمل آمد که پس از جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات صحرایی در آبان‌ماه سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. براساس مشاهدات و داده‌های بدست آمده به بررسی روابط صحرایی واحدهای سنگی مختلف منطقه و نمونه‌برداری از این واحدها پرداخته شد.

۱-۵-۳- مطالعات آزمایشگاهی

مطالعات و کارهای انجام شده در این مرحله به شرح زیر است:

- آماده‌سازی نمونه‌ها، تهیه مقاطع نازک از نمونه‌های مورد مطالعه و همچنین مطالعه و عکسبرداری میکروسکوپی از آن‌ها.
- انجام تجزیه‌های شیمیایی XRF و ICP-MS[1] برای هفت نمونه توسط سازمان زمین‌شناسی.

۱-۵-٤- بررسی نتایج و تفسیر داده‌ها

- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی با استفاده از کتاب‌های مرجع، مقالات و نرم‌افزارهای تخصصی چون Arc GIS، Excel ، Coreldrow و GCDKite جهت ترسیم نقشه و نمودارهای ژئوشیمیایی.
- جمع‌بندی داده‌های زمین‌شناسی صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی به منظور نگارش پایان نامه.

1. Inductively coupled plasma mass spectrometery

فصل دوم
زمین شناسی عمومی

۲-۱- مقدمه

اقیانوس‌های موجود زمین دارای مساحت کلی ۳۶۱ میلیون کیلومتر مربع می‌باشند که شامل سه اقیانوس بزرگ هستند که قسمت اعظم آن‌ها در نیمکره جنوبی قرار دارند. اقیانوس آرام به عنوان وسیع‌ترین اقیانوس دارای مساحتی برابر ۱۸۰ میلیون کیلومتر مربع (۵۰٪ سطح اقیانوس‌های جهان)، اقیانوس اطلس با ۱۰۶ میلیون کیلومتر مربع مساحت (۲۹٪) سطح اقیانوس‌ها را به خود اختصاص داده و اقیانوس هند با مساحتی برابر ۷۵ میلیون کیلومتر مربع (۲۱٪) سطح اقیانوس‌ها را تشکیل داده است. اقیانوس‌های قطب شمال و جنوب، حدودی نامشخص دارند و معمولاً بخش‌هایی از اقیانوس‌های قبلی به شمار می‌آیند. جنس پوسته کف این اقیانوس‌ها از پوسته‌ای با ترکیب بازیک تشکیل شده است که ضخامت متوسط آن حدود هفت کیلومتر می‌باشد یعنی در سطح از نوع بازالتی و در اعماق ترکیب آن گابرویی است. پوسته مزبور اساساً از استقرار و انجماد ماگماهای بازیک با منشأ گوشته‌ای و در منطقه محوری پشته تشکیل می‌شود چگالی پوسته اقیانوسی سه و از چگالی پوسته گرانیتی قاره‌ها (چگالی ۲/۷) بیشتر است که باعث اختلاف ارتفاع ۴/۵ کیلومتری بین عمق متوسط اقیانوس‌ها (۳۷۰۰ متر) با ارتفاع متوسط قاره‌ها (۸۰۰ متر) می‌باشد (ژوتو و موری، ۱۹۹۹).

۲-۲- گسترش مداوم کف اقیانوس‌ها اساس تکتونیک صفحه‌ای

کف اقیانوس‌ها متحرک است به موجب فرضیه تکتونیک صفحه‌ای، پشته اقیانوسی محل عبور شکستگی‌های عمیقی است که در امتداد آن دو صفحه‌ی واگرا از هم جدا می‌شوند و ماگمایی با ترکیب بازالتی به طور دائم از این محل به سطح زمین می‌رسد و در عین حال صفحات مجاور از هم دور می‌شوند. فرآیند اصلی تولید ماگما، صعود آدیاباتیکی گوشته فوقانی در زیر پشته‌ها است (ژوتو و موری، ۱۹۹۹). این صعود آن‌چنان سریع است (چند سانتیمتر در سال) که پیکره‌ی گوشته‌ای در حال صعود، که به آن دیاپیر گوشته‌ای می‌گویند (نیکلاس، ۱۹۸۹، ۱۹۹۰) ضمن بالا آمدن، تنها کمی از حرارت خود را نسبت به گوشته‌ی برجا مانده از دست می‌دهد. در نتیجه در عمق حدود ۶۰-۵۰ کیلومتری سطح زمین، دمای آن بالاتر از دمای ذوب آن خواهد بود.