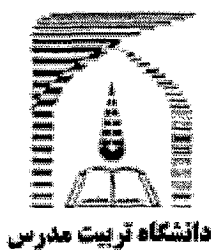


اللَّهُ  
مِنْ جَنَّاتٍ  
عِوَجٍ  
مُخْتَلِفٍ  
أَلْوَانٍ  
مُتَشَابِهٍ  
لَا تُفَارِقُهُ  
الْأَشْجَارُ  
وَأَنْهَارٌ  
تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا  
الْأَنْهَارُ  
وَأَنْهَارٌ  
تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا  
الْأَنْهَارُ  
وَأَنْهَارٌ  
تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا  
الْأَنْهَارُ



دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی پترولوژی

ژئوشیمی و پترولوژی سنگهای آتشفشانی سریهای ریزو ، با نگاهی  
ویژه به پتانسیل معدنی ولکانیسم ریزو در منطقه زیرگان (شمال  
بافق - ایران مرکزی)

نگارش:

سمیه معصومی

استاد راهنما:

دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران

استاد مشاور:

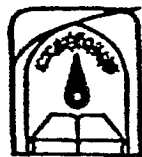
دکتر محمد هاشم امامی

اسفند ۸۷

۱۳۸۸ / ۲ / ۱

کتابخانه دانشگاه تربیت مدرس  
تسبیح دارک

۱۱۴۷۳۷



بسمه تعالی

## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته زیر شاخه است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر شیراز، مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر محمد اسماعیل و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر \_\_\_\_\_ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده

برای فروش، تأمین نماید. حسن آبار اینجانب نسیم محسنی دانشجوی رشته زیر شاخه (تربیتی) مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: نسیم محسنی

تاریخ و امضا: ۴



دانشگاه تهران  
دانشکده علوم پایه

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

عضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم سمیه معصومی رشته زمین شناسی (پترولوژی) تحت عنوان: «ژئوشیمی و پترولوژی سنگهای آتشفشانی سربهای ریز و، با نگاهی ویژه به پتانسیل معدنی ولکانیسم ریز و در منطقه زیرگان (شمال بافق - ایران مرکزی)» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر نعمت... رشیدنزاد عمران	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر محمدهاشم امامی	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر محمدرضا قربانی	استادیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر فریبرز مسعودی	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدرضا قربانی	استادیار	

# آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

## دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه:

با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه / رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم‌افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت‌رئیس دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

معصومی

تقدیم بہ

ہمسردلسوز و عزیز

و

پدر و مادر مہربانم

سپاس خداوندی را که سخنران از ستودن او عاجزند و تلامذگان از ادای حق او در مانده، خدایی که انکار شرف اندیش ذات او را در کف نمی‌کنند و دست غواصان دریای علوم، به او نخواهد رسید.

بر خود فرض می‌دانم از معلم اخلاق و استاد فرزانه ام جناب آقای دکتر نعمت‌الله رشید ثرا و عمران به خاطر راهنمایی‌های ارزنده و زحمات بی‌شائبه‌شان تشکر نمایم. ایشان نه تنها در مدت تحصیل، بلکه در تمام مراحل انجام پروژه پایان نامه و حتی مطالعات میدانی آن، بسیار بیشتر از آنچه تکلیف بود، از اینجانب حمایت علمی و معنوی نمودند.

از استاد مشاور گرامی، جناب آقای دکتر محمد هاشم امامی، که توصیه‌های علمی ایشان بسیار راهگشا بود، پاسنگزاری می‌نمایم. از جناب آقای دکتر محمد رضا قربانی، که در طول دوره تحصیل از راهنمایی‌های ایشان بهره‌برده‌ام به جهت داوری این پایان نامه قدردانی می‌نمایم. از جناب آقای دکتر فریبرز مسعودی که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل فرموده‌اند کمال تشکر را دارم.

در پایان از مسئولین محترم آزمایشگاه‌های تهیه مقطع و تجزیه شیمی، آقای حسینی و سرکار خانم فردین دوست پاسنگزاری می‌نمایم.

## چکیده

سریه‌های ریزو، در شمال بافق، پهنه‌ایران مرکزی، با مختصات جغرافیایی  $۳۴^{\circ} ۵۵' - ۲۷^{\circ} ۵۵'$  طول شرقی و  $۳۲^{\circ} ۱۱' - ۳۱^{\circ} ۵۸'$  عرض شمالی، گسترش دارند.

این سری‌ها، یک توالی آتشفشانی- رسوبی، همراه با کانی‌سازی‌هایی از آهن، سرب، روی و فسفات (حامل خاکهای نادر)، منتسب به بالاترین بخش پرکامبرین (اینفراکامبرین) است. سنگهای رسوبی آن شامل واحدهای آهکی و دولومیتی است که به صورت بین‌لایه‌ای همراه آذرآواریها و گدازه‌ها وجود دارد. همراهی این دو رخساره نماینده یک حوضه رسوبی- آتشفشانی می‌باشد. سنگهای آذرآواری شامل انواع توف (عمدتاً کریستال توف) با ترکیب ریولیتی تا داسیتی، توف پرش و توف‌های هیبریدی با بافت غالب تبلور مجدد به کانیهای فلسیک، پرشی و در مواردی جریانی و پرلیتی می‌باشند. گدازه‌ها با ترکیب بازالتی و بازالت‌اندزیتی آمیگدالوئیدی و مگاپورفیری تا پورفیری با زمینه میکروولیتی، نیمه‌جریانی تا جریانی و اینترگرانولار می‌باشند.

علاوه بر فشارهای تکتونیکی و تحمیل دگرشکلی‌ها بر منطقه، دگرگونی خفیفی در حد شیست‌سبز نیز بر سنگهای این سری اثر گذاشته است. تأثیر فرآیندهای آلتراسیون نیز، در تمام پروفیل‌های سریه‌های ریزو مشاهده شده است. این فرآیندها شامل انواع آلتراسیون آرژیلی (از جمله کائولین)، سریسیتی، اپیدوتی، اکتینولیتی، سیلیسی، کربناتی، کلریتی و متاسوماتیسم سیلیسی و آلکالن است. با توجه به نمودارهای تعیین‌کننده سری‌ها و ماهیت ماگمایی، سنگهای آتشفشانی سری‌های ریزو، از انواع آلکالن و ساب‌آلکالن می‌باشند. توده‌های بازیک منطقه ماهیت آلکالن دارند، در حالیکه نمونه‌های اسیدی، کالک‌آلکالن و انواع با ترکیب میانه، تولیتی می‌باشند.

مطالعات ژئوشیمیایی و پترولوژی در این تحقیق نشان داده که، ماگمای بازیک سری‌های ریزو در یک محیط ریفتی، از یک منبع مشابه OIB (گوشته نسبتاً غنی‌شده) تولید شده‌اند. این سری از سنگها متحمل آلودگی پوسته‌ای نیز شده‌اند. جایگزینی ماگمای بازالتی در پوسته قاره‌ای منبع حرارتی برای ذوب سنگهای پوسته‌ای و تولید مذابهای اسیدی را فراهم کرده است. کانی‌سازی در حوزه ریفتی شمال بافق، با نرخ کشش لیتوسفری، ماهیت ماگماتیسیم و فاصله از محور ریفت در منطقه کنترل شده است.

کلید واژه: ولکانیسم، سریه‌های ریزو، توان معدنی، شمال بافق، ایران مرکزی.



## فهرست مطالب

### فصل اول (کلیات)

- ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه..... ۲
- ۲-۱- موقعیت اقلیمی منطقه..... ۲
- ۳-۱- زمین ریخت‌شناسی..... ۴
- ۴-۱- سابقه مطالعات در منطقه..... ۴
- ۵-۱- اهداف پژوهش..... ۷
- ۶-۱- روشهای تحقیق در این پژوهش..... ۷

### فصل دوم (زمین‌شناسی ناحیه‌ای)

- ۱-۲- زمین‌شناسی ناحیه‌ای..... ۱۰
- ۲-۲- پركامبرين..... ۱۲
- کمپلکس دگرگونه چاپدونى..... ۱۲
- کمپلکس دگرگونه بنه‌شورو..... ۱۲
- کمپلکس دگرگونه پشت‌بادام..... ۱۲
- کمپلکس دگرگونی تاشک..... ۱۳
- کمپلکس دگرگونی سرکوه..... ۱۳
- ۳-۲- سنگهای کربناته و آتشفشانی پركامبرين-کامبرين زيرين..... ۱۳
- سازند ريزو..... ۱۴
- واحد درين..... ۱۴
- واحد دولوميت سلطانيه..... ۱۴
- واحد دولوميت و شيل هم ارز شيل بالايى سازند سلطانيه..... ۱۴
- آهک زرينگان يا عقدا..... ۱۴
- دولوميت- مرمر راهنما..... ۱۵
- ۴-۲- سنگهای رسوبی اينفرا کامبرين..... ۱۵
- سازند زاگون..... ۱۵
- ۵-۲- پالئوزوئیک..... ۱۵
- سازند داهو..... ۱۵
- سازند کوهبنان..... ۱۶
- ۶-۲- مزوزوئیک..... ۱۶

- ۱۶..... هم ارز سازند سرخ‌شیل
- ۱۶..... سازند شتری
- ۱۶..... سازند نایبند
- ۱۶..... هم‌ارز سازند شمشک
- ۱۷..... آهک بادامو
- ۱۷..... سازند هجدک
- ۱۷..... سازند پروده
- ۱۷..... سازند بغمشاه
- ۱۷..... رخساره آهک پکتن دار- ژپیس
- ۱۸..... کرتاسه
- ۱۸-۷-۲..... ترسیر
- ۱۸..... واحد میکروکنگلمرای
- ۱۸..... واحد ولکانیک برش و توف برش
- ۱۸..... واحد ولکانیکی آندزیتی تا داسیتی
- ۱۸..... واحد مارنی
- ۱۹..... واحد ولکانیکی
- ۱۹..... واحد کنگلمرای
- ۱۹..... واحد مارن گچ دار
- ۱۹..... واحد کنگلمرای
- ۱۹-۸-۲..... کواترنر
- ۲۰-۹-۲..... توده‌های نفوذی منطقه:
- ۲۰..... توده‌های نفوذی دیوریت-گابرویی
- ۲۰..... دیوریت - گنایس
- ۲۰..... توده‌های نفوذی گرانودیوریتی
- ۲۰..... توده گرانیتی زیرگان
- ۲۱..... توده گرانیتی
- ۲۱..... گرانیت
- ۲۱-۱۰-۲..... زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه
- ۲۵-۱۱-۲..... زمین‌شناسی ناحیه‌ای سازند ریزو
- ۲۵..... اطلاعات عمومی
- ۲۵..... سنگ‌شناسی
- ۲۶..... حد پایین و بالا

۲۹.....	سن
۲۹.....	داده‌های جدید
۳۰.....	مشاهدات صحرایی
۳۷.....	۱۲-۲- زمین‌شناسی اقتصادی

### فصل سوم (سنگ‌شناسی)

۳۹.....	۱-۳ مقدمه
۳۹.....	۲-۳ سنگ‌شناسی آذرآوارها
۴۰.....	۲-۳ ۱- توف
۴۳.....	۲-۳ ۲- توف برش و توف‌های هیبرید
۴۴.....	۳-۲-۳ ساخت و بافت سنگ‌های آذرآواری
۴۸.....	۳-۳ سنگ‌شناسی گدازه‌ها
۵۱.....	۳-۳ ۱- ساخت و بافت
۵۴.....	۴-۳ آلتراسیون

### فصل چهارم (ژئوشیمی و پترولوژی)

۶۰.....	۴-۱ مقدمه
۶۳.....	۴-۲ رده بندی شیمیایی سنگ‌های منطقه و تعیین سری ماگمایی
۶۷.....	۴-۳ تعیین محیط ماگمایی
۶۷.....	- نمودار پیرس و همکاران
۶۸.....	- نمودار پیرس
۶۹.....	- نمودار پیرس و نری
۷۰.....	۴-۴ ژئوشیمی عناصر اصلی
۷۰.....	- بررسی روند تغییرات عناصر اصلی
۷۴.....	۴-۵ ژئوشیمی عناصر کمیاب
۷۴.....	- بررسی روند تغییرات عناصر کمیاب LILE
۷۵.....	- بررسی رفتار عناصر کمیاب HFSE
۷۷.....	۴-۶ ژئوشیمی عناصر نادر خاکی
۸۲.....	۴-۷ نتیجه‌گیری

## فصل پنجم (پتانسیل معدنی منطقه)

۸۵.....	۵ - ۱ - مقدمه.....
۸۸.....	۵ - ۲ - کانی‌سازی آهن.....
۸۸.....	۵ - ۲ - ۱ - میشدوان II.....
۸۹.....	۵ - ۲ - ۲ - سه‌چاهون.....
۹۳.....	۵ - ۲ - ۳ - چاه‌گز.....
۹۴.....	۵ - ۳ - کانی‌سازی سرب و روی.....
۹۴.....	۵ - ۳ - ۱ - کانسار روی - سرب چاهمیر.....
۹۵.....	۵ - ۳ - ۲ - کانسار سرب - روی و آهن کوشک.....
۹۶.....	۵ - ۴ - کانی‌سازی مس.....
۹۶.....	۵ - ۴ - ۱ - چاه‌جمال.....
۹۶.....	۵ - ۴ - ۲ - آثار کانی‌سازی مس در جنوب روستای زیرگان.....
۹۷.....	۵ - ۴ - ۳ - چاه سُرخو.....
۹۸.....	۵ - ۵ - کانی‌سازی فسفات.....
۹۸.....	۵ - ۵ - ۱ - اسفوردی.....
۹۹.....	۵ - ۵ - ۲ - گزستان.....

## فصل ششم

۱۰۰.....	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....
۱۰۸.....	فهرست منابع.....

# فصل اول

کلیات

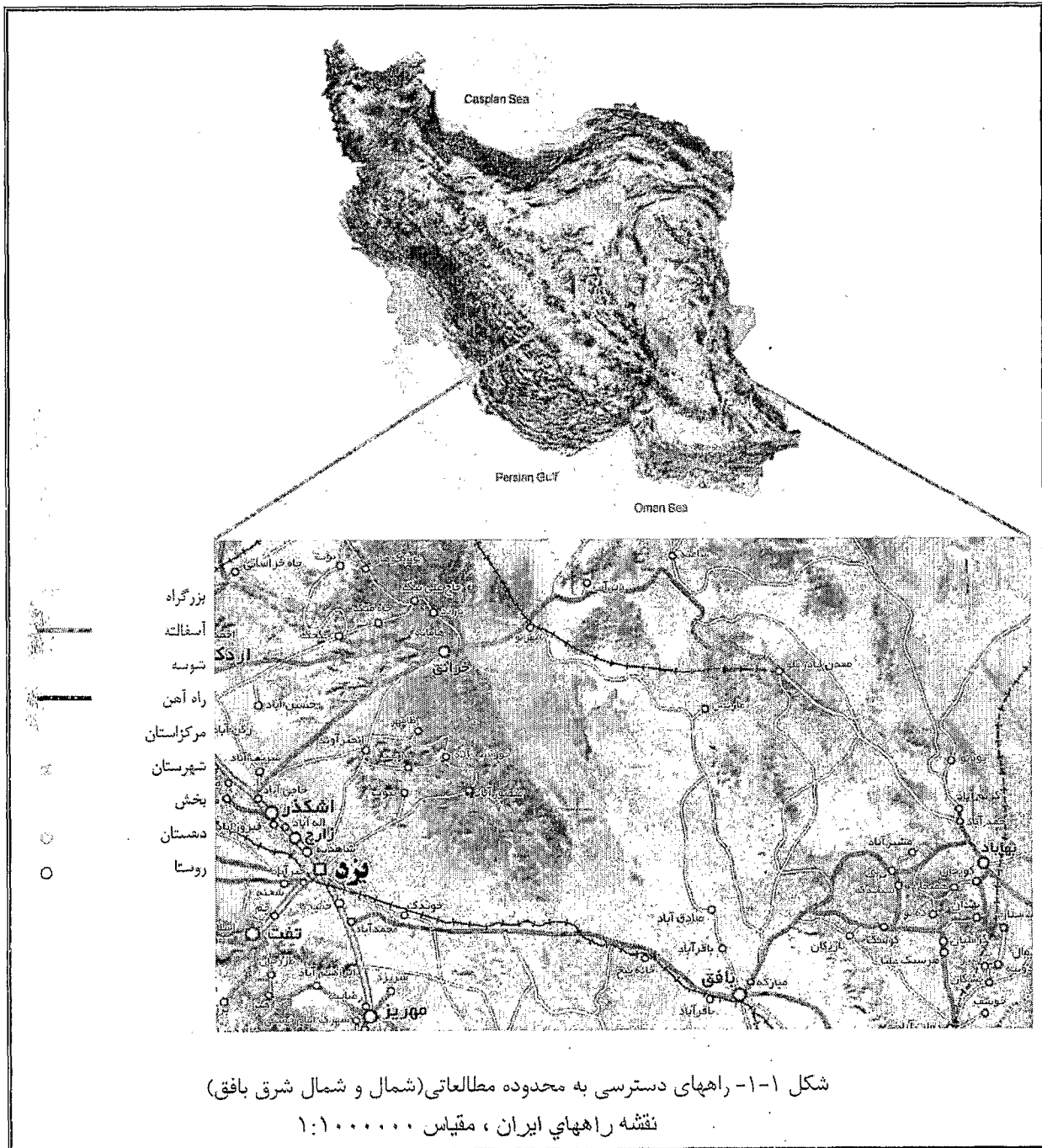
### ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه، با مختصات جغرافیایی  $۳۴^{\circ} ۵۵' - ۲۷^{\circ} ۵۵'$  طول شرقی و  $۱۱^{\circ} ۳۲'$  -  $۵۸^{\circ} ۳۱'$  عرض شمالی، در شمال شهرستان بافق از توابع استان یزد قرار دارد. مهمترین راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه، جاده آسفالتی چادرملو - بافق است که در ۳۲ کیلومتر، در سمت راست یک راه شوسه با وسعت نسبتاً زیاد از آن جدا می‌شود که با گذر از کمپلکس سرکوه به سوی غرب به جاده قدیم زیرگان وصل می‌شود. راه دسترسی دیگر به منطقه، جاده قدیم ساغند - چادرملو - زیرگان - بافق است، که البته یک جاده شوسه، کم تردد و رها شده می‌باشد. برای دسترسی به مناطق جنوبی (چغارت، سه چاهون و میشدوان) مناسب‌ترین مسیر، جاده‌هایی است که از مبدأ بافق به سوی این مناطق کشیده شده‌اند (شکل ۱-۱).

### ۲-۱- موقعیت اقلیمی منطقه

منطقه مورد بررسی، از لحاظ آب و هوایی، منطقه‌ای کویری، با تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای نسبتاً سرد می‌باشد. حداکثر بارندگی  $۷۰$  میلیمتر در سال است، رود جاری در منطقه دیده نمی‌شود. اغلب رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی که از ارتفاعات منطقه سرچشمه می‌گیرند، در تمام فصلهای سال خشک بوده، تنها در هنگام بارندگی در آنها آب جاری می‌شود. پوشش گیاهی منطقه منحصر به گیاهان مناطق خشک از قبیل گز و طاغ و چند درخت خودرو به صورت پراکنده و بسیار اندک، می‌شود.

زمین کشاورزی فقط در روستای نیمه متروکه زیرگان مشاهده شده است. حیوانات اهلی همانند بز، گوسفند و شتر در منطقه پراکنده‌اند. همچنین انواع خزندگان، بزکوهی، آهو، عقاب، کبک و چند قلاده پلنگ از جمله حیوانات وحشی منطقه هستند.



## ۱-۳- زمین ریخت‌شناسی

منطقه مورد مطالعه، بخشهایی از برگه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آریز (مجیدی و باباخانی، ۱۳۷۴)، چادرملو (قائمی و سعیدی، ۱۳۸۵)، اسفوردی (سهیلی و مهدوی، ۱۳۷۰) در شمال شهرستان بافق می‌باشد. ارتفاعات کوه لک شیر، کوه قلعه، کوه لک چاه کدو و کوه زیرگان بلندی‌های محدوده مطالعاتی را تشکیل می‌دهند که دارای روند شمال غرب- جنوب شرق و مشرف به دشتهای پست و هموار هستند. دشتهای وسیع با شیب ملایم به آبراهه‌های بزرگی محدود می‌شوند. سطح دشتهای پوشیده از بادرفتها با آثار ریپل مارک و پهنه‌های رسی - نمکی (که نماینده حوضه‌های آبگیر کوچک داخلی می‌باشند) است و اغلب حالت افقی دارند. طرح آبراهه‌ها از نوع موازی است و ژرفایی از نیم متر تا دو متر ایجاد می‌نمایند (مجیدی و باباخانی، ۱۳۷۴).

از دیگر پدیده‌های جالب توجه ایران مرکزی وجود تلماسه‌های بادی (موسوم به ریگ) و پلایاها (دَق یا پهنه کویری) می‌باشد. از طرفی با توجه به فصلی بودن حوضه‌های آبگیر، همزمان با خشک شدن آنها سطح حوضه متورم شده و ظاهری ترک‌خورده و خشن ایجاد می‌کند.

سطوح فرسایش سنگها بستگی تنگاتنگ با لیتولوژی و تکتونیک دارد. به طوری که، در کنار لیتولوژیهای صخره‌ساز آهکی کرتاسه و آهکی و دولومیتی سربهای ریزو، تپه‌های پست و کم ارتفاع گرانیت زیرگان و تپه ماهورهای نئوژن به چشم می‌خورند.

## ۱-۴- سابقه مطالعات در منطقه

ایران مرکزی به علت تحمل حوادث و رویدادهای متنوع و متفاوت و دارا بودن منابع معدنی با ارزش، مورد توجه زمین‌شناسان بوده است. مطالعات انجام شده در منطقه عبارتند از:

- ز. هوکریده<sup>۱</sup>، م. کورستن<sup>۲</sup>، ح. ونزلاف<sup>۳</sup> (۱۹۶۲)، زمین‌شناسی ناحیه بین کرمان- ساغند. ایشان از ریزو به عنوان سری نام برده و لیتولوژی شاخص آن را شامل تناوبی از دولومیت و ماسه سنگ، توف و توفیت، کوارتز پورفیر و کوارتزیت‌های دانه ریز دانسته‌اند. قسمت فوقانی آن را شامل ۱۵۰ الی ۲۰۰ متر گدازه‌های ضخیم به همراه توف معرفی کرده‌اند. با توجه به نبود فسیل در سری دسو، که روی این سری قرار دارد و از آنجا که سری دسو زیر آهکهای تریلوبیت‌دار کامبرین زیرین- میانی قرار دارد، سن ریزو را به اینفراکامبرین نسبت داده‌اند.

۱- Huckeriede, Z.  
۲- Kursten, M.  
۳- Venzlaff, H.



- الف. حقی پور (۱۹۶۸)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰۰ بیابانک- بافق به همراه گزارش آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ایشان سن سربهای ریزو را متعلق به اینفراکامبرین دانسته‌اند. در این نقشه گستردگی سربهای ریزو، بیشتر در مرکز و جنوب‌غرب مشاهده می‌شود. در این نقشه، برای بالا و پایین سربهای ریزو وقفه در نظر گرفته شده است.
- ح. فورستر، ح. برومندی<sup>۱</sup> (۱۹۷۱)، شکل‌گیری معادن آهن ایران مرکزی را مربوط به فرآیند تفریق سنگ‌های ریولیتی از یک ماگمای بازالتی می‌دانند و معتقدند که در هنگام تفریق، آهن به صورت اکسید از ماگما جدا شده است.
- م. سهیلی (۱۳۶۳)، سنگواره‌های کامبرین پیشین از برونزدهای سازند ریزو- دزو، گزارش سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ایشان بر مبنای نتیجه مطالعه فسیلهای فراوان جانوری و گیاهی که برای اولین بار در ریزو و دسو مشاهده کرده، معتقدند حداقل سن بخشی از این رسوبات کامبرین پیشین می‌باشد.
- ع. هوشمندزاده و همکاران (۱۳۶۷)، سنگهای پرکامبرین- کامبرین پایین در ایران. در این گزارش به بررسی سربهای ریزو در مناطق مختلف پرداخته شده است. ایشان معتقدند واحد دسو بسیار جوانتر از ریزو است و نظر اشتوکلین و هوکریده، مبنی بر اینکه ریزو و دسو هم‌ارز جانبی هم هستند، را دور از واقعیت می‌دانند. ایشان همچنین، مرز سازند مراد و ریزو را گسله و راندگی معرفی می‌کنند که باعث شده بخشی از سربهای ریزو بر روی سری مراد رانده شود. نیز بر این عقیده‌اند که آنچه به نام ریولیت در واحد ریزو خوانده می‌شود، چند ده متر پیش از رسیدن ریزو در سازند مراد پدیدار گشته است.
- م. سهیلی، م. مهدوی (۱۳۷۰)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسفوردی به همراه گزارش آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ب. حمدی، ج. ژیون<sup>۲</sup> (۱۹۹۲)، فسیلهای پالئوزوئیک از رسوبات سری مراد و ریزو در ایران مرکزی (کرمان - زرنده)، گزارش سازمان زمین‌شناسی کشور. آنها معتقدند آنچه که در پی سربهای ریزو به عنوان کنگلومرای قاعده‌ای عنوان شده است، یک پرش تکتونیکی است. ایشان همچنین معتقدند، با توجه به تداوم چینه‌ای بین سربهای مراد و ریزو در ناحیه زرنده و از طرفی با توجه به وجود انواع اثر فسیلهای مشابه پالئوزوئیک، در افق‌های فوقانی سری مراد و لایه‌های زیرین سربهای ریزو، گذر این دو

۱- Forster, H. and Broumandi, H.

۲- Zhiwin, J.

سری به یکدیگر در ناحیه زرنند کرمان تدریجی است و زمان تشکیل هر دو مربوط به پالئوزوئیک (اردویسین تا دونین) می‌باشد.

- ب. سامانی و همکاران (۱۳۷۱، ۱۳۷۲، ۱۳۷۷)، با معرفی سازند ساغند با رخساره ریفتی، فرآیند ریفت‌زایی در ایران مرکزی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در مدل پیشنهادی ایشان، ریفت‌زایی بر اساس داده‌های ایزوتوپی Nd-Sm در حدود ۸۲۰ - ۸۳۰ میلیون سال پیش از منطقه چغارت-اسفوردی آغاز گردیده و به نواحی ساغند-خشومی و بخش‌های شمالی آن کشیده شده است.

- ج. مجیدی، ر. باباخانی (۱۳۷۴)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آریز به همراه گزارش آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ایشان از ریزو به عنوان سازند نام برده که با مرز گسله و یا ناهمساز بر روی سازند تاشک و یا کمپلکس‌های دگرگونی ناتک و بُنه‌شورو قرار گرفته است. در این ورقه بیشترین گسترش سازند ریزو در جنوب کوه چاه‌جوله برونزد دارد. این سازند با کانی‌سازی آهن و اورانیوم همراه است.

- ع. حامدی (۱۳۸۵)، در مقاله‌ای تحت عنوان "مرز پرکامبرین و کامبرین در ایران مرکزی" بر خلاف نظر هوکریده و اشتوکلین<sup>۱</sup> (۱۹۶۳) و داودزاده (۱۹۷۲) معتقد است، سریه‌های ریزو و دسو تغییرات جانبی هم نبوده‌اند و شواهد روی زمین مبنی بر این است که ریزو به سازند ارتقا یابد. وی برای سازند ریزو دو عضو پایینی و بالایی در نظر گرفته است. سنگ‌شناسی بخش پایین، شامل کوارتز پرش، کنگلومرا، ماسه‌سنگ با تداخل‌های کوارتزآرنایت و بخش فوقانی شامل ریولیت و توف، کنگلومرا، ماسه سنگ قله‌ای و توفی و مارن در نظر گرفته است.

- ف. قائمی، الف. سعیدی (۱۳۸۵)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چادر ملو به همراه گزارش آن، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ایشان این سریه‌ها را کهن‌ترین واحد سنگی منطقه معرفی کرده‌اند. در این ورقه گسترش سریه‌های ریزو در شمال و شمال‌غرب روستای زیره‌خان (زریگان) و کوه قلعه می‌باشد. همبری این واحد در شرق با واحدهای مجاور از نوع گسل و راندگی است و در شرق گرانیب زریگان در آن نفوذ کرده است. در این ورقه نیز برای بالا و پایین سریه‌های ریزو وقفه در نظر گرفته شده است.

۱- Stocklin

- الف. ندیمی (۲۰۰۶)، به مکانیسم ریفت‌شدگی و تکتونیک کششی در طی نئوپروتروزوئیک پسین- کامبرین پیشین در ایران مرکزی (بخصوص حوضه بافق) که در پایان کوهزایی پان‌آفریقای گندوانا روی داده است، اشاره می‌کند.

- ف. دلیران (۲۰۰۷)، تشکیل کانسارهای آهن و آپاتیت موجود در ناحیه بافق را در ارتباط با وجود تکتونیک کششی طی نئوپروتروزوئیک- کامبرین‌زیرین در ناحیه ایران مرکزی دانسته است. وی، ذخایر مگنتیت- آپاتیت میشدوان را از نوع ذخایر تیپ کایرونا معرفی کرده و منشاء آتشفشانی- برونومی را برای آنها پیشنهاد می‌کند.

### ۱-۵- اهداف پژوهش

سنگهای آتشفشانی مافیک و فلسیک در سریهای ریزو، منتسب به بالاترین بخش پرکامبرین (اینفراکامبرین) در منطقه ایران مرکزی، به خصوص در شمال بافق گسترش وسیعی دارند. بسیاری از پتانسیل‌های معدنی مانند سرب و روی، فسفات، خاکهای نادر و آهن رابطه ژنتیکی و یا فضایی- زمانی با این فاز ولکانیسم در ایران مرکزی دارند. به خاطر گسترش وسیع محصولات این فاز ولکانیسم در منطقه، تحقیق حاضر سنگهای محدوده شمال بافق را هدف قرار داده است. از این رو بررسی دقیق سنگ‌شناسی، ژئوشیمی و پترولوژی محصولات این حادثه و شناخت محیط ژئوتکتونیکی و ماهیت ولکانیسم این دوره، می‌تواند نقش مؤثری در شناخت بهتر ماهیت این فاز ولکانیسم و رابطه آن با ذخایر مهم معدنی منطقه داشته باشد. به همین دلیل است که اهداف زیر در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است:

- ۱- بررسی سنگ‌شناسی و بافت‌شناسی و پدیده‌های وابسته.
- ۲- مطالعه ویژگی‌های ژئوشیمیایی سنگها و ماهیت و محیط ژئوتکتونیکی ولکانیسم در سریهای ریزو.
- ۳- بررسی فرآیندهای مؤثر در تحولات ژئوشیمیایی و پترولوژیکی ماگمای والد سنگهای آتشفشانی ریزو.

### ۱-۶- روشهای تحقیق در این پژوهش

- جمع‌آوری و مطالعه کتابها، گزارشها و مقالات مرتبط با موضوع پژوهش.
- گردآوری نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای.
- بازدید مقدماتی از کل منطقه و شناسایی مکانها و مسیرهای مناسب جهت مطالعات صحرایی.
- پیمایش صحرایی، مطالعات میدانی و برداشت نمونه‌های لازم (۸۱ نمونه).

- مطالعه روابط سازندها و پدیده‌های زمین‌شناسی.
- توجه به ساخت و بافتها در مقیاس ماکروسکوپی و مطالعه ساختارهای تکتونیکی.
- بررسی تغییرات لیتولوژیکی سریهای ریزو در مسیر پیمایش.
- بررسی وضعیت آلتراسیون و کانی‌سازی مرتبط با سریهای ریزو در منطقه.
- تهیه ۴۸ عدد مقطع نازک، ۱۴ عدد نازک- صیقلی و ۱ عدد صیقلی جهت مطالعه سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، بافت و مطالعه ارتباط کانه‌ها با کانی‌های سنگ‌ساز.
- تجزیه آزمایشگاهی شامل تجزیه ۶ نمونه به روش XRD (دانشگاه تربیت مدرس)، جهت شناسایی دگرسانیها و کانیهای تشکیل‌دهنده سنگ، ۹ نمونه به روش XRF (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)، برای عناصر اصلی و فرعی و بالاخره ۹ نمونه به روش ICP-MS (آزمایشگاه ALS-CHEMEX کانادا) جهت مطالعه رفتار عناصر نادر خاکی<sup>۱</sup> و عناصر کمیاب<sup>۲</sup>.
- تحقیق مستمر در موتورهای جستجو، جهت دستیابی به مقالات در زمینه موضوع تحقیق.
- تماس و رایزنی با زمین‌شناسان و محققین پترولوژی.
- تلفیق و تحلیل اطلاعات به دست آمده به کمک نرم افزارهای Iqpet, ArcGis, Photoshop.
- تهیه گزارش نهایی و ارائه مقاله.

۱- Rare Earth Elements

۲- Trace Elements