



دانشگاه سوادکوه

دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

(گرایش پتروولوژی)

عنوان

پتروولوژی سنگ‌های آتشفشانی منطقه منامین (جنوب شرق هشتجین) با نگرشی بر
کانه‌زایی منگنز

پژوهش و نگارش

غلامرضا دولت‌پوری

استاد راهنما

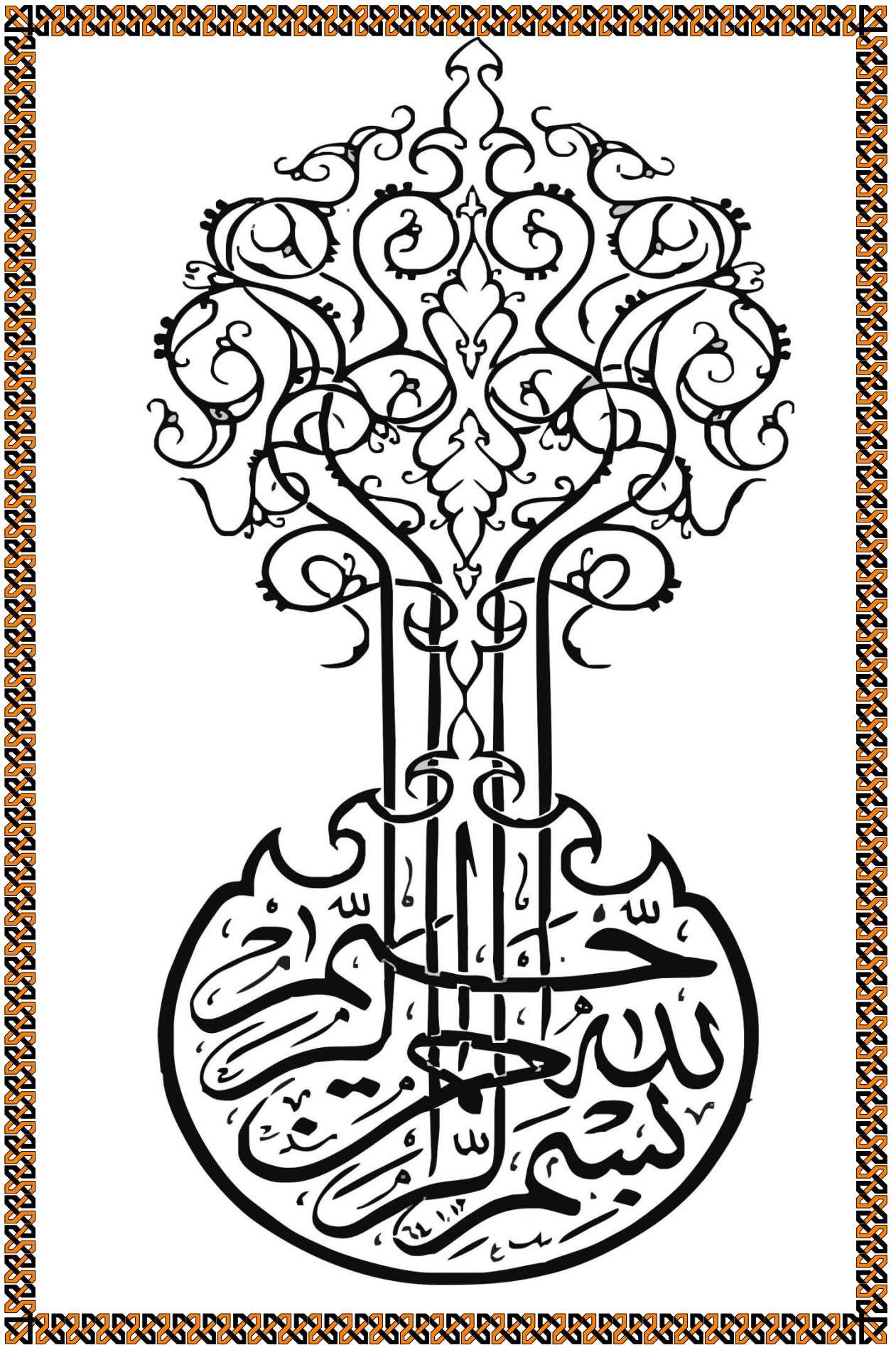
دکتر محمد ابراهیمی

استاد مشاور

سید هدایت اله موسوی مطلق

زمستان

۱۳۹۰



تقدیم بابوسہ بردستان پدرم و مادر عزیزتر از جانم:
تندیہای انسانیت و ایثار کہ رنج تحصیل را بر آسایش خود ترجیح دادند.

تقدیم بہ خواہران و برادرانم:
کہ ہمارہ در طول تحصیل متحمل زحمت بودند و تکیہ گاہ من در مواجہہ با مشکلات و وجودشان مایہ دلگرمی من می باشد.

شکر و قدردانی:

خداوند را بسی شکر و سپاس که در کنار نعمات فراوان و بی شمارش، نعمت تحصیل علم و دانش را بر ما ارزانی فرموده و لطف بیکرانیش را شامل حال بنده‌ی حقیر نمود تا سرانجام کار نگارش پایان نامه کارشناسی ارشد خود را به پایان برسانم. اینک که با عنایت و لطف پروردگار موفق به گذراندن مرحله‌ای دیگر از مراحل زندگی و تحصیل شده‌ام، بر خود لازم می‌دانم تا از زحمات کلیه‌ی اساتید و دوستان ارجمندی که در راه به ثمر رسیدن این تحقیق مرایاری نموده‌اند صمیمانه تقدیر و سپاسگزاری نمایم.

از پدر و مادر عزیز و خانواده بزرگوارم به خاطر توفیق‌ها، مهربانی‌ها و زحماتشان صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر محمد ابراهیمی که با بزرگواری تمام در طول تحصیلات دوره کارشناسی ارشد مشوق و معلم علم و ادب اینجانب بوده و در مراحل انجام و تدوین این پایان نامه بارها راهنمایی‌ها، تشویق‌ها و خردمندانه‌ی خویش اینجانب را یاری نموده‌اند صمیمانه شکر می‌کنم.

از جناب آقای مهندس سید هدایت اله موسوی مطلق که زحمت مشاوره و بازخوانی این رساله را پذیرفته‌اند شکر و قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر یوسف قدیمی که زحمت داوری این رساله را بر عهده داشتند شکر می‌کنم.

همچنین از جناب آقای دکتر سید جواد مقدسی که زحمت مطالعه و داوری این رساله را بر عهده داشته و در مطالعات مینرا لگوگرافی از راهنمایی‌های بی دریغ و ارزنده‌ی ایشان استفاده نموده‌ام کمال شکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر حسین کوبستانی به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی شکر و قدردانی می‌نمایم.

از سازمان صنایع و معادن استان اردبیل به خاطر همکاری و مساعدتشان در بخش منابع و اطلاعات شکر می‌کنم.

در پایان از تمامی اساتید، دوستان و همکلاسیه‌هایم و همه کسانی که به نحوی در اتمام این رساله مرایاری نمودند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده:

منطقه‌ی مورد مطالعه در شمال غرب ایران و در فاصله‌ی ۵۵ کیلومتری جنوب غرب خلخال، ۱۶ کیلومتری جنوب هشتجین در روستای منامین واقع شده است. اندیس معدنی منگنز منامین در زون البرز غربی-آذربایجان قرار دارد. در این منطقه گدازه‌ها و سنگ‌های آذرآواری متعلق به ائوسن-الیگوسن و نهشته‌های کواترنری گسترش قابل توجهی دارند. واحدهای سنگی قدیمی‌تر از ائوسن در این منطقه رخنمون ندارند. واحدهای سنگی موجود در منطقه تنوع قابل ملاحظه‌ای داشته و شامل انواع سنگ‌های بازیگ، حدواسط و اسیدی می‌باشند. بخش عمده‌ی این سنگ‌ها را الیوین بازالت، بازالت، تراکی آندزیت، داسیت و ریولیت تشکیل می‌دهند. در محدوده‌ی کانسار واحدهای آذرآواری نظیر انواع توف و برش‌های آتشفشانی نیز گسترش وسیعی دارند. سنگ‌های آذرآواری مناطق پست و کم ارتفاع را در قسمت‌های جنوبی و سنگ‌های آتشفشانی حدواسط تا بازیگ مناطق مرتفع با مورفولوژی خشن را در قسمت‌های شمالی محدوده‌ی مورد مطالعه تشکیل می‌دهند.

سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه میزان پتاسیم نسبتاً بالایی داشته و ماگمای آنها متعلق به سری ساب‌آلکالن (کالک‌آلکالن) می‌باشد. سنگ‌های آتشفشانی مورد مطالعه غنی‌شدگی از عناصر LREE و تهی‌شدگی از عناصر HREE نشان می‌دهند که از ویژگیهای ماگماتیسم مناطق فرورانش (حاشیه‌ی فعال قاره‌ها) است. سنگ‌های ریولیتی و داسیتی بر خلاف سنگ‌های بازیگ تهی‌شدگی از EU نشان می‌دهند. آنومالی منفی EU در این سنگ‌ها می‌تواند ناشی از تبلور بخشی بلورهای پلاژیوکلاز و یا پایین بودن فوگاسیته‌ی اکسیژن باشد. از طرف دیگر تهی‌شدگی ضعیف عناصر MREE در سنگ‌های یاد شده بیانگر جدایش تیتانیت از آنها است.

کانه‌زایی منگنز در منطقه مورد مطالعه با واحدهای سنگی حدواسط در ارتباط است. در بخش جنوب شرقی روستای منامین کانه‌زایی منگنز شامل پسیلوملان، پیرولولوزیت و مانگانیت به صورت رگه‌ای و عدسی شکل در سنگ‌های آتشفشانی (عمدتاً تراکی آندزیت) مشاهده می‌گردد. بر اساس مطالعه‌ی انجام گرفته منشاء کانه‌زایی منگنز از سیالات گرمابی می‌باشد.

کلمات کلیدی: پتروولوژی، سنگ‌های آتشفشانی، کانه‌زایی منگنز، منامین، هشتجین.

فهرست

بخش اول: پترولوژی

فصل اول

- کلیات ۲
- ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه ۲
- ۲-۱- ژئومورفولوژی ۳
- ۳-۱- آب و هوای منطقه ۵
- ۴-۱- پوشش گیاهی ۵
- ۵-۱- مطالعات پیشین ۶
- ۶-۱- اهداف مطالعه ۷
- ۷-۱- روش مطالعه ۷

فصل دوم

- ۱-۲- مقدمه ۱۰
- ۲-۲- شکل‌گیری پوسته قاره‌های ایران و البرز غربی-آذربایجان ۱۱
- ۱-۲-۲- زمین‌ساخت عمومی البرز غربی-آذربایجان ۱۴
- ۳-۲- چینه‌شناسی ۱۹
- ۱-۳-۲- پالئوزوئیک ۱۹
- ۲-۳-۲- مزوزوئیک ۱۹
- ۳-۳-۲- سنوزوئیک ۲۰
- ۴-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه ۲۱
- ۱-۴-۲- واحد E^{ab} ۲۳
- ۲-۴-۲- واحد E^t ۲۴
- ۱-۲-۴-۲- زیر واحد E^{et} ۲۴
- ۲-۲-۴-۲- زیر واحد E^{an} ۲۴
- ۳-۴-۲- واحد O^v ۲۵
- ۴-۴-۲- نهشته‌های کواترنری ۲۷

۲۸	۵-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه
	فصل سوم
۲۹	۱-۳- مقدمه
۲۹	۲-۳- پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی منطقه منامین
۲۹	۱-۲-۳- الیوین بازالت
۳۴	۲-۲-۳- بازالت
۳۸	۳-۲-۳- تراکی‌اندزیت
۴۴	۴-۲-۳- داسیت
۴۹	۵-۲-۳- ریولیت
۵۳	۳-۳- سنگ‌های آذرآواری (توفها)
۵۳	۱-۳-۳- لیتیک کریستال توف آندزیتی
۵۴	۲-۳-۳- کریستال توف داسیتی
۵۵	۳-۳-۳- توف ریولیتی
۵۶	۴-۳-۳- ایگنمبریت ریولیتی
۵۶	۵-۳-۳- برش آتشفشان
	فصل چهارم
۵۹	۱-۴- مقدمه
۵۹	۲-۴- طبقه‌بندی‌های شیمیایی مجموع آلكالن در برابر سیلیس
۶۲	۳-۴- روندهای ژئوشیمیایی
۶۳	۱-۳-۴- نمودارهای هارکر اکسیدهای عناصر اصلی
۶۵	۲-۳-۴- نمودارهای تغییرات عناصر کمیاب
۶۶	۴-۴- الگوهای عناصر خاکی نادر
۶۸	۵-۴- سریهای ماگمایی و جایگاه تکتونیکی
۶۸	۱-۵-۴- سریهای ماگمایی
۶۹	۱-۱-۵-۴- نمودار مجموع آلكالن در برابر سیلیس (نمودار TAS)
۷۰	۲-۱-۵-۴- نمودار AFM

۷۰	..... K ₂ O-SiO ₂ نمودار ۳-۱-۵-۴
۷۱	..... جایگاه تکتونیکی ۲-۵-۴
۷۱	..... Muller et al. (1997) نمودارهای ۱-۲-۵-۴
۷۱	..... الف: نمودار تغییرات TiO ₂ در برابر Al ₂ O ₃ ۱-۱-۲-۵-۴
۷۲	..... ب: نمودار تغییرات Y در برابر Zr ۲-۱-۲-۵-۴
۷۳	..... Wood (1980) نمودارهای ۳-۲-۵-۴
۷۴	..... La-Y-Nb نمودار ۴-۲-۵-۴
۷۵	..... Pearce et al. (1977) نمودار ۵-۲-۵-۴
۷۶	..... Zr/Y-Zr نمودار ۶-۲-۵-۴
۷۹	..... نتیجه گیری

بخش دوم: زمین‌شناسی اقتصادی

فصل اول

۸۴	۱-۱-مقدمه
۸۴	۲-۱- خواص فیزیکی منگنز
۸۴	۳-۱- خواص شیمیایی منگنز
۸۵	۴-۱- کاربردهای منگنز
۸۶	۵-۱- توزیع منگنز در سنگ‌های آذرین و دگرگونی
۸۷	۶-۱- منگنز در رسوبات و سنگ‌های رسوبی
۸۷	۷-۱- منگنز در توده‌های آب
۸۸	۸-۱- توزیع منگنز در بخش‌های مختلف زمین
۸۹	۹-۱- کانی‌های منگنز
۹۰	۱۰-۱- رده‌بندی کانسارهای منگنز جهان
۹۰	۱-۱۰-۱- رده بندی Roy(1981)
۹۰	۲-۱۰-۱- رده‌بندی Nicholson (1992)
۹۱	۳-۱۰-۱- رده‌بندی Guilbert & Parke (1997)
۹۲	۱۱-۱- کانسارهای گرمابی
۹۳	۱۲-۱- کانسارهای رسوبی
۹۴	۱-۱۲-۱- کانسارهای آتشفشانی-رسوبی
۹۶	۲-۱۲-۱- کانسارهای غیر آتشفشانی-رسوبی
۹۷	۱۳-۱- کانسارهای سوپرژن
۹۷	۱-۱۳-۱- کانسارهای منگنز سوپرژن محیط‌های خشکی
۹۸	۲-۱۳-۱- کانسارهای منگنز سوپرژن محیط‌های دریایی
۹۸	۱۴-۱- گره‌کهای منگنز
۹۹	۱۵-۱- ورنی صحرا
۱۰۰	۱۶-۱- دندریت
۱۰۰	۱۷-۱- طبقه‌بندی کانسارهای منگنز ایران

۱۰۱	۱۸-۱- زمین‌شناسی و پراکندگی منگنز در ایران
۱۰۱	۱-۱۸-۱- کانه‌زایی منگنز در پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین
۱۰۲	۲-۱۸-۱- کانه‌زایی منگنز در پالئوزوئیک پسین
۱۰۲	۳-۱۸-۱- کانه‌زایی منگنز در کرتاسه
۱۰۲	۴-۱۸-۱- کانه‌زایی منگنز کرتاسه پسین-پالئوژن
۱۰۲	۵-۱۸-۱- کانه‌زایی منگنز در ائوسن-الیگوسن
۱۰۳	۶-۱۸-۱- فاز کانه‌زایی منگنز در میوسن پسین-پلیوسن

فصل دوم

۱۰۷	۱-۲- مقدمه
۱۰۷	۲-۲- کانه‌زایی
۱۰۹	۱-۲-۲- کانه‌زایی منگنز کم‌عیار
۱۱۰	۲-۲-۲- کانه‌زایی منگنز پرعیار
۱۱۱	۳-۲- ساخت و بافت
۱۱۱	۱-۳-۲- ساخت لایه‌ای یا نواری
۱۱۱	۲-۳-۲- ساخت برشی
۱۱۱	۳-۳-۲- بافت دانه پراکنده
۱۱۲	۴-۳-۲- سیمان دیاژنتیکی
۱۱۲	۵-۳-۲- بافت جانشینی
۱۱۲	۶-۳-۲- بافت دندریتی یا اسکلتی
۱۱۳	۷-۳-۲- بافت گل کلمی (کلوفورمی) و شکافه پرکن
۱۱۴	۴-۲- کانی‌شناسی و پاراژنز کانسار منگنز منامین
۱۱۴	۱-۴-۲- پسیلوملان
۱۱۵	۲-۴-۲- پیرولولوزیت
۱۱۶	۳-۴-۲- مانگانیت
۱۱۶	۴-۴-۲- کلسیت
۱۱۷	۵-۴-۲- کوارتز

۱۱۸	..... پاراژنز ۲-۵
	فصل سوم
۱۲۱	..... مقدمه ۳-۱
۱۲۱	..... نسبت Mn/Fe ۳-۲
۱۲۳	..... نمودار Si/Al ۳-۳
۱۲۵	..... نمودار $Fe-Mn-(Ni+Co+Cu)*10$ ۳-۴
۱۲۶	..... نمودار $(Co+Ni) - (As+Cu+Mo+Pb+Zn+V)$ ۳-۵
۱۲۷	..... نمودار Zn-Ni-Co ۳-۶
۱۲۸	..... نمودار $Co/Zn-(Co+Cu+Ni)$ ۳-۷
۱۲۹	..... نمودار مثلثی Cu-Ni-Co ۳-۸
۱۲۹	..... نمودار Al-Fe-Mn ۳-۹
۱۳۰	..... نسبت U-Th ۳-۱۰
۱۳۰	..... ارتباط و همبستگی عناصر در کانسار منگنز منامین ۳-۱۱
۱۳۱	..... نمودار Pb-Zn ۳-۱۲
۱۳۳	..... نمودار Na-Mg ۳-۱۳
۱۳۳	..... مقایسه با کانسارهای تیبیک منگنز دنیا ۳-۱۴
۱۳۵	..... نتیجه گیری و پیشنهادات ۳-۱۵
۱۳۵	..... منابع ۳-۱۵



بخش اول:

پترولوژی



فصل اول
کلیات

کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه‌ی مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی $۴۸^{\circ}۱۵'$ تا $۴۸^{\circ}۲۳'$ شرقی و عرضهای جغرافیایی $۳۷^{\circ}۱۲'$ تا $۳۷^{\circ}۱۸'$ شمالی محصور بوده و در بخش شمال غرب کشور قرار گرفته است. تقریباً ۹۰٪ این محدوده کوهستانی بوده و از نظر مورفولوژی شامل ارتفاعات خشن و صعب‌العبور می‌باشد. از دیدگاه جغرافیایی این منطقه در کوههای البرز غربی واقع شده است. بر اساس تقسیمات کشوری منطقه مورد مطالعه در بخش خورش‌رستم به مرکزیت هشتجین از توابع شهرستان خلخال قرار می‌گیرد. موقعیت و راههای دسترسی به منطقه منامین در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. دسترسی به منطقه از چند طریق امکان پذیر می‌باشد:

الف: راه آسفالتی اردبیل-کیوی (کوثر)-هشتجین.

ب: راه آسفالتی اردبیل-کیوی (کوثر)، خلخال (هروآباد)-هشتجین.

ج: راه آسفالتی میانه-کیوی (کوثر)-هشتجین.

د: راه آسفالتی زنجان-آق‌کند-هشتجین.

با استفاده از تمامی این راهها از مسیر روستای منامین واقع در ۱۶ کیلومتری هشتجین می‌توان به منطقه مورد مطالعه دسترسی نمود.



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

۱-۲- ژئومورفولوژی

منطقه منامین با نگرشی به روند کوه‌ها، ویژگی‌های لیتولوژیکی و چگونگی فرسایش از دیدگاه ژئومورفولوژی به دو بخش نرم‌فرسا و سخت‌فرسا قابل تقسیم است. این منطقه از پستی و بلندی‌های غیر یکنواخت تشکیل گردیده است. در مواردی دارای بخش‌های مرتفع و ستیغ‌ساز می‌باشد. ارتفاعات منطقه عموماً دارای روند تقریبی شمال‌غرب-جنوب‌شرق می‌باشند. مرتفع‌ترین نقطه منطقه در جنوب‌غرب روستای منامین و در شمال‌غرب محدوده معدنی قرار دارد که ارتفاع آن ۱۵۶۶ متر بالاتر از سطح دریا است. پست‌ترین نقطه در جنوب منطقه مورد مطالعه و در کف دره رودخانه قزل‌اوزن قرار دارد که ۶۶۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. نوع فرسایش و گستردگی آن در منطقه یکسان نیست بطوریکه سنگ‌های آذرآواری از مواد سست پدید آمده، نواحی پست و کم ارتفاع را ایجاد کرده، اما گدازه‌های آتشفشانی ارتفاعات بلند را پدید آورده‌اند.

تغییرات توپوگرافی فقط در بخش جنوبی که مشرف به دره قزل اوزن می‌باشد، شدید است. وجود مئاندرها و تغییرات آن در مسیر رودخانه قزل اوزن شرایط ویژه‌ای را در نهشته‌های جوان ایجاد نموده است. در هر حال ژئومورفولوژی منطقه متأثر از عوامل گوناگونی است که مهمترین آنها وجود ناهمسانی در ترکیب سنگ‌شناختی برونزدها و واحدها، ساخت و بافت سنگ‌ها، عوامل زمین‌ساختی و همچنین تفاوت‌های آب و هوایی و چگونگی فرسایش است.



شکل ۱-۲: نمایی از رودخانه قزل اوزن و روستای نمهیل. اندیس منگنز منامین در گوشه سمت راست پایین تصویر قرار دارد (دید به سمت جنوب شرق).



شکل ۱-۳: دورنمایی از اندیس معدنی منگنز منامین (دید به سمت جنوب غرب).



شکل ۱-۴: تصویر از Google earth از منطقه مورد مطالعه.

۱-۳- آب و هوای منطقه

بطور کلی ناحیه مورد مطالعه در ارتفاعات جنوب غرب هشتجین از توابع شهرستان خلخال واقع می‌باشد. این شهرستان در غرب کوههای طالش قرار دارد. با توجه به کوهستانی بودن منطقه و تأثیر رطوبت دریای خزر از شرق و دریافت رطوبت دریای مدیترانه از غرب، آب و هوای سرد بر منطقه حاکم بوده و در نهایت زمستانهای آن سرد و برفی می‌باشد. بطوریکه حدود ۶ الی ۸ ماه از سال درجه حرارت زیر صفر است. بارش برف در ارتفاعات از اواسط پاییز شروع شده و دسترسی به این مناطق را با دشواری روبرو می‌سازد. در تابستان منطقه دارای آب و هوای تقریباً معتدل است. رطوبت کافی و ریزش مناسب باران موجب غنی شدن منابع آب در منطقه گردیده است.

۱-۴- پوشش گیاهی

با وجود آنکه نواحی آذربایجان و اردبیل از مناطق مرطوب بوده و از نظر میزان بارندگی در سطح کشور بعد از نواحی خزری قرار می‌گیرد. اما به دلیل سرمای شدید و برف زیاد در فصل زمستان جنگلهای استان اردبیل همانند جنگلهای کاملاً انبوه و وسیع نیست و به صورت تک درخت و پراکنده است. یکی از محدوده‌های جنگلی استان اردبیل در شهرستان خلخال است. جنگلهای خلخال با وسعتی حدود ۱۸۰ هکتار از مهمترین نواحی جنگلی است. انواع مهم درختان جنگلی موجود، راش (قزل گوز)، بلوط ممرز (اولاس)، افرا، ورن و درختان میوه از قبیل گردو، گیلاس، انار، فندق، آلوچه، سیب، گلابی، به، و از گیاهان گلدار، بنفشه و انواع دیگر آن، پیچک صحرائی، عشقه و گیاهان پهن برگ و کنگره‌دار مانند

بالدیرتان و دل در نواحی جنگلی دیده می‌شود.

پوشش عمده گیاهی مراتع و اراضی مزروعی را، چمن، اوج قولاغ، جارو، گون، بوته کتیرا، کنگر وحشی، یوشان، خارشتر، قیاغ‌اوتی، شیرین‌بیان، بویاق‌باشی (روناس) و گندمیان و در آنها انواع جلبک‌ها، پونه، بولاغ‌اوتی، بومادران و بزوشا تشکیل می‌دهند. در نواحی جنگلی و کوهستانی، خرس، گرگ، خوک، روباه، خرگوش و موش، و از پرندگان کبک، قرقاول، مرغ وحشی و فاخته و از جانوران خزنده انواع مارهای سمی دیده می‌شود.

۱-۵- مطالعات پیشین

در ارتباط با گستره مورد بررسی فقط نقشه زمین‌شناسی چهارگوش هشتجین با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ منتشر شده است. بر روی نقشه مذکور معادن فعال و متروکه با نشانه‌هایی از مواد معدنی از قبیل پیریت، مس، سرب، روی، منگنز، زئولیت، کائولن و زغال مشخص شده است. بخش عمده اندیس‌های معدنی از نوع فلزی در واحدهای E^1 و E^{b2} وجود دارند.

- شرکت معادن منگنز ایران در سال ۱۳۶۲ آثار کانی‌سازی را در دو ناحیه با فاصله یک کیلومتر از هم در دامنه جنوبی بلندیهای جنوب روستای منامین گزارش کرده است.

- در سال‌های اخیر تعدادی گزارش عملیات اکتشافی تهیه شده است که این گزارش‌ها در بایگانی اداره صنایع و معادن استان اردبیل موجود است که می‌توان به دو گزارش زیر اشاره نمود:

الف- گزارش پتانسیل‌یابی مواد معدنی در منطقه جنوب خلخال توسط مهندسین مشاور کاوشگران (۱۳۷۴).

ب- طرح مطالعات زمین‌شناسی و اکتشاف منطقه قزل‌اوزن خلخال جلد ۱ اکتشاف زمین‌شناسی، جلد ۲ اکتشافات ژئوشیمیایی (توسط شرکت مهندسین مشاور چکان، ۱۳۷۶).

-حاجی علیلو (۱۳۷۸) رساله‌ی دکتری خود را تحت عنوان "متالوژی ترشیری در البرز غربی-آذربایجان (میانه-سیه‌رود) با نگرشی خاص بر منطقه هشتجین" تهیه نموده است.

-مؤید (۱۳۸۰) رساله‌ی دکتری خود را تحت عنوان "بررسی‌های پترولوژیکی نوار ولکانو-پلوتونیک ترشیری البرز غربی-آذربایجان با نگرشی ویژه بر منطقه‌ی هشتجین" تهیه نموده است.

۱-۶- اهداف مطالعه

اهداف این تحقیق عبارتند از:

- ۱) بررسی پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی منطقه.
- ۲) تعیین جایگاه زمین‌ساختی این سنگ‌ها.
- ۳) تعیین منشأ جریان‌های گدازه در منطقه مورد مطالعه.
- ۴) بررسی ارتباط کانه‌زایی منگنز با واحدهای سنگی در برگیرنده.

۱-۷- روش مطالعه

روش مطالعه در این پژوهش را می‌توان به سه بخش تفکیک نمود:

الف) مطالعات دفتری و جمع‌آوری اطلاعات و کارهای انجام شده در منطقه.

ب) مطالعات صحرایی.

ج) مطالعات آزمایشگاهی.

- ابتدا کلیه‌ی اطلاعات پایه شامل نقشه‌ها و گزارشات موجود جمع‌آوری و پس از بررسی، هدف و ضرورت مطالعه مشخص، سپس روشهای مطالعه انتخاب شدند. این روش‌ها به طور کلی شامل مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی است. برای تکمیل این مطالعات، از رساله‌های دوره‌های کارشناسی ارشد، دکتری و مجلات علمی استفاده شد.

- مرحله‌ی دوم شامل پیمایش‌های صحرایی بود. در این مرحله به منظور بررسی سنگ‌های آتشفشانی و ماده‌ی معدنی مورد نظر، بررسی‌های زمین‌شناسی صحرایی و نمونه‌برداری از واحدهای آتشفشانی و ماده‌ی معدنی، با توجه به تغییرات سنگ‌شناسی و ویژگیهای فیزیکی نظیر رنگ و اندازه‌ی ذرات، تعداد ۵۲ نمونه برداشت گردید.

- مرحله‌ی سوم شامل تهیه‌ی ۳۰ مقطع نازک از سنگ‌های آتشفشانی، ۵ مقطع نازک-صیقلی و ۴ مقطع صیقلی از ماده‌ی معدنی و مطالعه ۳۹ نمونه از کل نمونه‌های برداشت شده است. پس از بررسی میکروسکوپی و سنگ‌شناسی، ۱۶ نمونه از سنگ‌های سالم و کمتر دگرسان شده برای آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه Acme واقع در ونکوور کانادا ارسال شدند. عناصر اصلی به روش ICP-ES و عناصر

کمیاب و عناصر خاکی نادر به روش ICP-MS مورد آنالیز قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، از نرم افزارهای 'GCDKit، Minpet و Excel استفاده شده است. پس از انجام مطالعات فوق‌الذکر، اطلاعات حاصله دسته‌بندی گردید و ضمن بررسی محیط تشکیل سنگ‌های آتشفشانی و محیط تشکیل کانه و سنگ درونگیر، نحوه‌ی تمرکز کانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مدل ژنتیکی کانسار ارائه گردید. مقایسه‌هایی هم با کانسارهای مهم منگنز جهان و کانسارهای مشابه در ایران انجام گرفت. و بالاخره اطلاعات جمع‌آوری شده و نتایج حاصل از آن در فرآیند پی‌جویی، اکتشاف و استخراج به صورت پیشنهادی ارائه گردید.