

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان:

کانی‌سازی، ژئوشیمی و پترولوژی منطقه اکتشافی فیروزکوه، شمال شرق تربت جام

اساتید راهنما:

دکتر آزاده ملک‌زاده شفاوردی

دکتر محمدرضا حیدریان شهری

نگارنده:

مهدی قلیچ‌خانی

شهریور ۱۳۹۱

تعهد نامه

- عنوان رساله:** کانی سازی، ژئوشیمی و پترولوژی منطقه اکتشافی فیروزکوه، شمال شرق تربت جام
- اینجانب مهدی قلیچ‌خانی، دانشجوی دوره کارشناسی‌ارشد رشته زمین‌شناسی، دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده کانی سازی، ژئوشیمی و پترولوژی منطقه اکتشافی فیروزکوه، شمال شرق تربت جام، تحت راهنمایی دکتر آزاده ملک‌زاده شفارودی و دکتر محمدرضا حیدریان شهری متعهد می‌شوم:
- تحقیقات در این رساله توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
 - در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
 - مطالب مندرج در این رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی به جایی ارائه نشده است.
 - کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
 - حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از آن رعایت شده است.
 - در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.


تاریخ ۱۳۹۱/۶/۲۸

امضای دانشجو

حق نشر و مالکیت نتایج

حق انتشار و بهره‌برداری از نتایج این پایان‌نامه متعلق به نگارنده آن است. هرگونه کپی برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نگارنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد مجاز می‌باشد. استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

© متن این صفحه باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد




تقدیم به دو موجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم

مویشان سفید شد تا مادر اجتماع رو سپید شویم و عاشقانه

سوخند تا رو گمنگن را همان باشند و کرمانش و جودمان



پدر و مادر عزیزم

مشکر و قدردانی

سپاس خدای را که ساغر وجود آدمی را به پیمانه علم، ایمان و شرافت بخشید و بوستان طالبانش را به چشمه زلال
جهاد مزین نمود. بدین وسیله از زحمات اساتید بزرگوار خانم دکتر ملک زاده و آقای دکتر حیدریان شہری کہ
موفقیت خود را مرہون حیات ما و راہنمایی های بی دریغ ایشان می دانم، مشکر نموده از اساتید محترم جناب
آقای دکتر محمد حسن کریم پور و دکتر سعید سعادت بہ عنوان اساتید مدعو کہ زحمت داوری این پایان نامہ را
بر عہدہ گرفتند صمیمانہ مشکر می نمایم. از دوستان و ہم کلاسی های عزیزم، آقایان اکبر اسفندیار پور، جواد
ہامونی، ایمان آقاقلایی و آرش ہاشم نژاد کہ در این پایان نامہ بہ من کمک کردند کمال مشکر را دارم. در پایان
از پدر و مادر عزیزم کہ در تمام مراحل زندگی، ہموارہ مشوق بندہ بوده و دعای ایشان ہمیشہ بدرقہ راہ اینجانب بودہ
سپاس گذارم و از درگاہ خداوند برای ایشان طول عمر با عزت و سلامتی خواستارم.

مہدی قلچ خانی، شہریور ۱۳۹۱

فهرست مطالب

فصل اول / کلیات	۱
۱-۱) مقدمه	۲
۲-۱) موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه	۲
۳-۱) شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و وضعیت اجتماعی	۴
۴-۱) توپوگرافی منطقه	۴
۵-۱) پیشینه مطالعاتی	۶
۶-۱) اهداف و روش تحقیق	۸
۱-۶-۱) اهداف	۸
۲-۶-۱) روش تحقیق	۹
فصل دوم / زمین شناسی	۱۳
۱-۲) مقدمه	۱۴
۲-۲) زون البرز شرقی	۱۴
۳-۲) فعالیت‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی زون بینالود	۱۶
۴-۲) تکتونیک شمال شرق ایران و زون بینالود	۱۷
۵-۲) سازند میانکوهی	۱۸
۶-۲) زمین شناسی ناحیه‌ای	۱۹
۱-۶-۲) واحد ساختاری کپه‌داغ	۲۰
۱-۱-۶-۲) پرمین	۲۰
۲-۱-۶-۲) تریاس	۲۰
۳-۱-۶-۲) ژوراسیک	۲۲
۴-۱-۶-۲) کرتاسه	۲۲

۲۴	..... زون ساختاری ایران مرکزی (۲-۶-۲)
۲۴	..... پالئوژن (۱-۲-۶-۲)
۲۵	..... نفوژن (۲-۲-۶-۲)
۲۶	..... کواترنر (۳-۲-۶-۲)
۲۶	..... زمین‌شناسی اقتصادی ناحیه‌ای (۷-۲)
۲۷	..... زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (۸-۲)
۲۷	..... واحدهای رسوبی دگرگون‌شده (۱-۸-۲)
۳۱	..... توده‌های نفوذی اسیدی تا حدواسط (۲-۸-۲)
۳۱	..... توده‌های نفوذی حدواسط (۱-۲-۸-۲)
۳۳	..... توده‌های نفوذی اسیدی (۲-۲-۸-۲)
۴۰	..... فصل سوم/ پتروگرافی و ژئوشیمی توده‌های نفوذی
۴۱	..... مقدمه (۱-۳)
۴۴	..... پتروگرافی واحدهای سنگی منطقه (۲-۳)
۴۶	..... واحدهای رسوبی- دگرگونی متعلق به سازند میانکوهی (۱-۲-۳)
۴۸	..... توده‌های نفوذی عمیق و نیمه‌عمیق (۲-۲-۳)
۴۹	..... بیوتیت سینوگرانیت (۱-۲-۲-۳)
۴۹	..... بیوتیت مونزوگرانیت (۲-۲-۲-۳)
۵۰	..... هورنبلند مونزوگرانیت (۳-۲-۲-۳)
۵۰	..... بیوتیت هورنبلند گرانودیوریت (۴-۲-۲-۳)
۵۰	..... بیوتیت گرانودیوریت (۵-۲-۲-۳)
۵۱	..... هورنبلند گرانودیوریت (۶-۲-۲-۳)
۵۱	..... هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت (۷-۲-۲-۳)
۵۴	..... هورنبلند مونزودیوریت پورفیری (۸-۲-۲-۳)

۵۴	..... هورنبلند بیوتیت مونزودیوریت پورفیری (۹-۲-۲-۳)
۵۵	..... بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت (۱۰-۲-۲-۳)
۵۵	..... هورنبلند پیروکسن دیوریت (۱۱-۲-۲-۳)
۵۵	..... هورنبلند دیوریت پورفیری (۱۲-۲-۲-۳)
۵۸	..... پذیرفتاری مغناطیسی واحدهای نفوذی منطقه (۳-۳)
۶۰	..... ژئوشیمی توده‌های نفوذی (۴-۳)
۶۶	..... فصل چهارم / آلتراسیون
۶۷	..... (۱-۴) مقدمه
۶۹	..... (۲-۴) آلتراسیون‌های موجود در منطقه
۷۲	..... (۱-۲-۴) آلتراسیون سرسیتیک متوسط تا شدید
۷۲	..... (۲-۲-۴) آلتراسیون سرسیتیک شدید
۷۳	..... (۳-۲-۴) آلتراسیون سیلیسی - سرسیتیک
۷۵	..... (۴-۲-۴) آلتراسیون سیلیسی شدید
۷۵	..... (۵-۲-۴) آلتراسیون سرسیتیک - پروپیلیتیک
۷۶	..... (۶-۲-۴) آلتراسیون پروپیلیتیک ضعیف
۷۶	..... (۷-۲-۴) آلتراسیون سیلیسی - پروپیلیتیک
۷۹	..... فصل پنجم / کانی‌سازی
۸۰	..... (۱-۵) مقدمه
۸۱	..... (۲-۵) کانی‌سازی اولیه
۸۱	..... (۱-۲-۵) کانی‌سازی رگه‌ای
۸۷	..... (۲-۲-۵) کانی‌سازی افشان
۸۸	..... (۳-۵) کانی‌سازی ثانویه
۹۰	..... (۴-۵) کانی‌سازی زیرسطحی

۹۰	..... (۵-۵) توالی پاراژنز
۹۵	..... فصل ششم / اکتشافات ژئوشیمیایی
۹۶	..... (۱-۶) مقدمه
۹۶	..... (۲-۶) اکتشافات ژئوشیمیایی منطقه مورد مطالعه
۹۶	..... (۱-۲-۶) اکتشافات ژئوشیمیایی سطحی
۹۶	..... (۱-۱-۲-۶) روش و محل نمونه برداری
۹۷	..... (۲-۱-۲-۶) آماده سازی نمونه ها
۹۸	..... (۳-۱-۲-۶) روش آنالیز
۹۸	..... (۴-۱-۲-۶) تفسیر و ارائه نتایج
۱۰۲	..... (۲-۲-۶) اکتشافات ژئوشیمیایی زیر سطحی
۱۰۲	..... (۱-۲-۲-۶) موقعیت و مشخصات گمانه ها
۱۰۳	..... (۲-۲-۲-۶) نحوه مطالعه و نمونه برداری از مغزه ها
۱۰۵	..... (۳-۲-۲-۶) آماده سازی نمونه ها و روش آنالیز
۱۰۵	..... (۴-۲-۲-۶) تفسیر و ارائه نتایج
۱۱۸	..... فصل هفتم / مدل کانی سازی
۱۲۴	..... فصل هشتم / نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۲۵	..... (۱-۷) بحث و نتیجه گیری
۱۲۸	..... (۲-۷) پیشنهادات
۱۲۹	..... منابع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه..... ۳
- شکل ۱-۲- نمایی از پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه..... ۵
- شکل ۱-۳- نمایی از مورفولوژی منطقه..... ۶
- شکل ۱-۴- نمایی از توپوگرافی منطقه (عکس هوایی) ۶
- شکل ۱-۲- نقشه تقسیم بندی زون های ساختاری و موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آن..... ۱۵
- شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تربت جام و موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آن..... ۱۹
- شکل ۲-۳- نقشه زمین شناسی منطقه اکتشافی فیروزکوه..... ۲۹
- شکل ۲-۴- ستون زمین شناسی گمانه های منطقه اکتشافی فیروزکوه..... ۳۰
- شکل ۲-۵- رخنمون صحرائی و نمونه دستی واحد متاکوارتزآرانیت..... ۳۱
- شکل ۲-۶- رخنمون صحرائی واحد متآرکوز..... ۳۱
- شکل ۲-۷- نمونه های دستی واحدهای هورنبلند مونزودیوریت پورفیری، بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت و هورنبلند پیروکسن دیوریت..... ۳۴
- شکل ۲-۸- نمونه دستی واحد بیوتیت گرانودیوریت..... ۳۴
- شکل ۲-۹- رخنمون صحرائی واحد هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت..... ۳۵
- شکل ۲-۱۰- نمونه دستی واحد بیوتیت هورنبلند گرانودیوریت..... ۳۶
- شکل ۲-۱۱- نمونه دستی هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت..... ۳۶
- شکل ۲-۱۲- زنولیت از جنس ماسه سنگ دگرگون شده در واحد هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت..... ۳۶
- شکل ۲-۱۳- نمونه دستی هورنبلند مونزوگرانیت..... ۳۸
- شکل ۲-۱۴- رخنمون صحرائی و مرز واحدهای بیوتیت سینوگرانیت با بیوتیت مونزوگرانیت و هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت..... ۳۸

- شکل ۲-۱۵- نمونه دستی بیوتیت مونزوگرانیت..... ۳۹
- شکل ۲-۱۶- نمونه دستی بیوتیت سینوگرانیت..... ۳۹
- شکل ۳-۱- موقعیت نمونه‌های سنگی جمع‌آوری شده از سطح منطقه..... ۴۳
- شکل ۳-۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه اکتشافی فیروزکوه..... ۴۵
- شکل ۳-۳- مقطع میکروسکوپی واحد متاکوارتزآرنایت در نور XPL و PPL..... ۴۷
- شکل ۳-۴- مقطع میکروسکوپی واحد متآرکوز در نور XPL و PPL..... ۴۷
- شکل ۳-۵- مقطع میکروسکوپی واحد متاسیلستون در نور XPL و PPL..... ۴۷
- شکل ۳-۶- مقطع میکروسکوپی واحد بیوتیت سینوگرانیت در نور XPL و PPL..... ۵۲
- شکل ۳-۷- مقطع میکروسکوپی واحد بیوتیت مونزوگرانیت در نور XPL و PPL..... ۵۲
- شکل ۳-۸- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند مونزوگرانیت در نور XPL و PPL..... ۵۲
- شکل ۳-۹- مقطع میکروسکوپی واحد بیوتیت هورنبلند گرانودیوریت در نور XPL و PPL..... ۵۳
- شکل ۳-۱۰- مقطع میکروسکوپی واحد بیوتیت گرانودیوریت در نور XPL و PPL..... ۵۳
- شکل ۳-۱۱- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند گرانودیوریت در نور XPL و PPL..... ۵۳
- شکل ۳-۱۲- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت در نور XPL و PPL..... ۵۶
- شکل ۳-۱۳- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند مونزودیوریت پورفیری در نور XPL و PPL..... ۵۶
- شکل ۳-۱۴- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند بیوتیت مونزودیوریت پورفیری در نور XPL و PPL..... ۵۶
- شکل ۳-۱۵- مقطع میکروسکوپی واحد بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت در نور XPL و PPL..... ۵۷
- شکل ۳-۱۶- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند پیروکسن دیوریت در نور XPL و PPL..... ۵۷
- شکل ۳-۱۷- مقطع میکروسکوپی واحد هورنبلند دیوریت پورفیری در نور XPL و PPL..... ۵۷
- شکل ۳-۱۸- پذیرفتاری مغناطیسی واحدهای سنگی منطقه..... ۶۰
- شکل ۳-۱۹- نمودار نامگذاری سنگهای آذرین درونی (De la Roche et al., 1980)..... ۶۳

- شکل ۳-۲۰- نمودار تعیین اندیس آلومینیوم سنگ‌های آذرین (Maniar and Piccoli, 1989) ۶۳
- شکل ۳-۲۱- نمودار تعیین اندیس پتاسیم سنگ‌های آذرین (Peccerillo and Taylor, 1976) ۶۴
- شکل ۳-۲۲- نمودار محیط تکنونیک گرانیتوئیدها (Batchelor & Bowden, 1985) ۶۴
- شکل ۴-۱- نقشه آلتراسیون منطقه اکتشافی فیروزکوه همراه با موقعیت گمانه‌های حفر شده ۷۰
- شکل ۴-۲- ستون آلتراسیون گمانه‌های منطقه اکتشافی فیروزکوه ۷۱
- شکل ۴-۳- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سرسیتیک متوسط تا شدید ۷۴
- شکل ۴-۴- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سرسیتیک شدید ۷۴
- شکل ۴-۵- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سیلیسی - سرسیتیک ۷۴
- شکل ۴-۶- رخنمون صحرایی آلتراسیون سرسیتیک شدید ۷۵
- شکل ۴-۷- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سیلیسی شدید ۷۷
- شکل ۴-۸- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سرسیتیک - پروپلیتیک ۷۷
- شکل ۴-۹- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون پروپلیتیک ضعیف ۷۷
- شکل ۴-۱۰- مقطع میکروسکوپی آلتراسیون سیلیسی - پروپلیتیک ۷۸
- شکل ۵-۱- نمودار گلسرخی گسل‌ها و رگه‌های کانی‌سازی منطقه اکتشافی فیروزکوه ۸۲
- شکل ۵-۲- رخنمون صحرایی رگه کانی‌سازی حاوی کانی‌های آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت و پیروتیت ۸۳
- شکل ۵-۳- رگه کانی‌سازی در واحد متاکوارتز آرنایت ۸۳
- شکل ۵-۴- مقطع میکروسکوپی رگچه‌های کوارتز- آرسنوپیریت- کالکوپیریت و کوارتز- آرسنوپیریت- پیریت
- کالکوپیریت ۸۵
- شکل ۵-۵- نمونه دستی و مقطع میکروسکوپی رگچه آرسنوپیریت- پیریت- کربنات ۸۵
- شکل ۵-۶- نمونه دستی و مقطع میکروسکوپی رگچه کوارتز- آرسنوپیریت- پیریت ۸۶
- شکل ۵-۷- مقطع میکروسکوپی رگچه کوارتز- آرسنوپیریت- پیروتیت ۸۶

- شکل ۵-۸- مقطع میکروسکوپی ذرات طلائی آزاد ۸۶
- شکل ۵-۹- تصویر نمونه برداشت شده از رگه سیلیسی حاوی کانی سازی ۸۶
- شکل ۵-۱۰- کانی سازی افشان آرسنوپیریت و پیریت ۸۷
- شکل ۵-۱۱- کانی سازی های افشان آرسنوپیریت، پیریت و کالکوپیریت ۸۷
- شکل ۵-۱۲- اکسیداسیون شدید در زون های گسلی و ترانشه ها و رنگ تیره ماسه سنگ ها در اثر آن ۸۸
- شکل ۵-۱۳- رگه سیلیسی حاوی کانی سازی و اکسیدهای آهن در حاشیه آن ۸۸
- شکل ۵-۱۴- مقطع میکروسکوپی رگچه کربنات- گوتیت و کانی سازی کولیت ۸۹
- شکل ۵-۱۵- نقشه کانی سازی منطقه اکتشافی فیروز کوه ۹۲
- شکل ۵-۱۶- تصویر درصد کانی سازی سولفیدی در اعماق مختلف گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۹۳
- شکل ۵-۱۷- توالی پاراژنز کانی های اولیه، ثانویه و رابطه آنها با کانی های غیرفلزی ۹۴
- شکل ۶-۱- موقعیت نمونه های ژئوشیمی خردسنگی بر روی عکس ماهواره ای ۹۷
- شکل ۶-۲- نقشه ژئوشیمی عنصر مس منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۰
- شکل ۶-۳- نقشه ژئوشیمی عنصر روی منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۱
- شکل ۶-۴- نقشه ژئوشیمی عنصر سرب منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۲
- شکل ۶-۵- موقعیت گمانه های حفر شده در منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۴
- شکل ۶-۶- نمونه ای از جعبه های مغزه و مغزه های موجود در آن ۱۰۵
- شکل ۶-۷- تغییرات عنصر طلا در گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۶
- شکل ۶-۸- تغییرات عنصر مس در گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۷
- شکل ۶-۹- تغییرات عنصر آرسنیک در گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۷
- شکل ۶-۱۰- نمودار همبستگی طلا و آرسنیک در گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۸
- شکل ۶-۱۱- تغییرات عنصر تنگستن در گمانه های منطقه اکتشافی فیروز کوه ۱۰۸

- شکل ۶-۱۲- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-1.....۱۱۱
- شکل ۶-۱۳- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-2.....۱۱۲
- شکل ۶-۱۴- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-3.....۱۱۳
- شکل ۶-۱۵- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-5.....۱۱۴
- شکل ۶-۱۶- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-6.....۱۱۵
- شکل ۶-۱۷- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-7.....۱۱۶
- شکل ۶-۱۸- فراوانی عناصر طلا، مس و آرسنیک در اعماق مختلف گمانه OBH-9.....۱۱۷

فهرست جداول

- جدول ۳-۱- مختصات جغرافیایی نمونه‌های سنگی جمع‌آوری شده از سطح منطقه.....۴۱
- جدول ۳-۲- پذیرفتاری مغناطیسی واحدهای سنگی منطقه اکتشافی فیروزکوه.....۵۸
- جدول ۳-۳- نتایج آنالیز اکسیدهای اصلی توده‌های نفوذی منطقه اکتشافی فیروزکوه.....۶۲
- جدول ۳-۴- نتایج آنالیز برخی عناصر جزئی و کمیاب در توده‌های نفوذی منطقه اکتشافی فیروزکوه.....۶۲
- جدول ۶-۱- نتایج آنالیز نمونه‌های سنگی به روش ICP-OES.....۹۹
- جدول ۶-۲- نتایج آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های خرده‌سنگی (Chip composite) به روش جذب اتمی.....۹۹
- جدول ۶-۳- مشخصات گمانه‌های حفر شده در منطقه اکتشافی فیروزکوه.....۱۰۴
- جدول ۷-۱- مقایسه کانسار فیروزکوه با دیگر کانسارهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی در ایران و جهان.....۱۲۱

چکیده

منطقه اکتشافی فیروزکوه در ۳۵ کیلومتری شمال شرق تربت جام و در استان خراسان رضوی واقع شده است. این منطقه جزئی از زون البرز شرقی و زیر زون بینالود می‌باشد. زمین‌شناسی منطقه شامل ماسه‌سنگ‌های دگرگون شده سازند میانکوهی است که توده‌های نفوذی با ترکیب مونزوگرانیت تا دیوریت در آن نفوذ نموده‌اند. این سازند در منطقه مورد مطالعه شامل واحدهای متاکوارتزآرنایت، متاآرکوز و متاسیلتستون است. توده‌های نفوذی عبارتند از توده‌های نفوذی با ترکیب حدواسط شامل هورنبلند مونزودیوریت پورفیری، هورنبلند بیوتیت مونزودیوریت پورفیری، بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت، هورنبلند پیروکسن دیوریت، هورنبلند دیوریت پورفیری و توده‌های نفوذی با ترکیب اسیدی شامل بیوتیت سینوگرانیت، بیوتیت مونزوگرانیت، هورنبلند مونزوگرانیت، بیوتیت، هورنبلند گرانودیوریت، بیوتیت گرانودیوریت، هورنبلند گرانودیوریت و هورنبلند بیوتیت مونزوگرانیت. دامنه پذیرفتاری مغناطیسی توده‌ها از صفر تا $SI \times 10^{-5} 43$ بوده و متعلق به گرانیتهای احیایی سری ایلمنیت می‌باشند. این توده‌ها در بعضی جاها تحت تاثیر آلتراسیون‌های سرسیتیک، سیلیسی و پروپلیتیک قرار گرفته‌اند. ژئوشیمی توده‌های نفوذی، نشان می‌دهد که آن‌ها از متاآلومینوس تا پراآلومینوس متغیرند و در محدوده پتاسیم متوسط تا بالا و بعضا شوشونیتی قرار می‌گیرند. موقعیت تکتونیکی توده‌ها از قبل از تصادم تا بالآآمدگی بعد از تصادم قاره‌ها متغیر است. کانی‌سازی کنترل گسلی داشته و درمرز توده‌های نفوذی با ماسه-سنگ‌های دگرگون شده و یا داخل واحد دگرگونی تشکیل شده است. گسل‌های متعددی با شاخه‌های فرعی در منطقه حضور دارند که دارای دو روند شمال شرقی- جنوب غربی و شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشند. فراوان-ترین گسل‌ها، گسل‌هایی با امتداد N ۳۰W تا N ۵۰W می‌باشند. بیشترین رگه‌های کانی‌سازی دارای روند N ۳۹W تا N ۴۶W می‌باشند که تقریباً منطبق با فراوان‌ترین گسل‌ها می‌باشند. این زون‌ها عمدتاً توسط هاله‌ای از آلتراسیون‌های سرسیتیک شدید، سیلیسی- سرسیتیک، سرسیتیک- پروپلیتیک سیلیسی- پروپلیتیک احاطه شده‌اند. کانی‌سازی اولیه شامل طلا، آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت و پیروتیت و کانی‌سازی ثانویه شامل کولیت، هماتیت و گوتیت است. کانی‌سازی در سطح منطقه بیشتر حالت رگه‌ای داشته و کمتر حالت

افشان دارد. اما در مطالعات زیرسطحی، میزان کانی‌سازی افشان افزایش می‌یابد. رگچه‌های موجود در سطح و عمق در زون‌های کانی‌سازی عبارتند از: ۱- رگچه‌های کوارتز- آرسنوپیریت- کالکوپیریت± پیریت به ضخامت ۱ تا ۹ میلیمتر. ۲- رگچه‌های آرسنوپیریت- پیریت- کربنات به ضخامت ۳ تا ۷ میلیمتر. ۳- رگچه‌های کوارتز- آرسنوپیریت- پیریت به ضخامت ۳ میلیمتر. ۴- رگچه‌های کوارتز - آرسنوپیریت- پیروتیت به ضخامت ۱ تا ۶ میلیمتر. کانی‌سازی افشان در مطالعات سطحی در واحد هورنبلند پیروکسن دیوریت و در مطالعات زیرسطحی در واحدهای بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت، هورنبلند مونزودیوریت پورفیری، هورنبلند پیروکسن دیوریت و هورنبلند دیوریت پورفیری همراه با آلتراسیون‌های سیلیسی- سرسیتیک، سیلیسی- پروپیلیتیک، سرسیتیک شدید و سرسیتیک- پروپیلیتیک دیده می‌شود. میزان سولفیدها در گمانه‌ها در زون‌های گسلی، حداکثر و برابر با ۴ تا ۷ درصد می‌باشد و با دور شدن از این زون‌ها، درصد سولفیدها کاهش پیدا می‌کند و به کمتر از ۱ درصد می‌رسد. توده‌های نفوذی از کمتر از ۱ تا ۷ درصد کانی‌سازی دارند. اکتشافات ژئوشیمیایی به روش خرده‌سنگی، آنومالی‌هایی از عناصر طلا (تا ۸۹۴۲ ppb)، آرسنیک (تا ۷۴۵۰۰ ppm)، مس (تا ۳۵۷ ppm)، روی (تا ۹۷ ppm) و سرب (تا ۴۵ ppm) مرتبط با کانی‌سازی رگه‌ای را در نمونه‌های سطحی منطقه نشان می‌دهد. ژئوشیمی گمانه‌ها نشان می‌دهد که بیشترین طلا (۳۰۷۳۲ ppb) و بیشترین میزان مس (۳۲۰۰ ppm) در گمانه OBH-7 و بیشترین میزان آرسنیک (۹۸۶۷۰ ppm) و تنگستن (۱۳۳ ppm) در گمانه OBH-2 می‌باشد. بیشترین مقادیر عناصر مس، آرسنیک، تنگستن و طلا مربوط به اعماقی است که کانی‌سازی‌های آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت و پیروتیت وجود دارد. طلا تقریباً در همه نمونه‌ها همبستگی مثبتی با آرسنیک دارد و عمدتاً در قالب کانی آرسنوپیریت و کمتر به صورت آزاد و یا در قالب کانی‌های پیروتیت و پیریت قرار دارد. با توجه به وجود توده‌های نفوذی احیایی سری ایلمنیت، مجموعه کانی‌سازی احیایی (آرسنوپیریت و پیروتیت) منطقه، نوع و گسترش آلتراسیون‌ها، شکل و حالت کانی‌سازی و مقدار بالای طلا، مس، آرسنیک و تنگستن، مدل کانی‌سازی در این منطقه می‌تواند یک سیستم طلای مرتبط با توده‌های نفوذی احیایی باشد.

فصل اول

کلیات

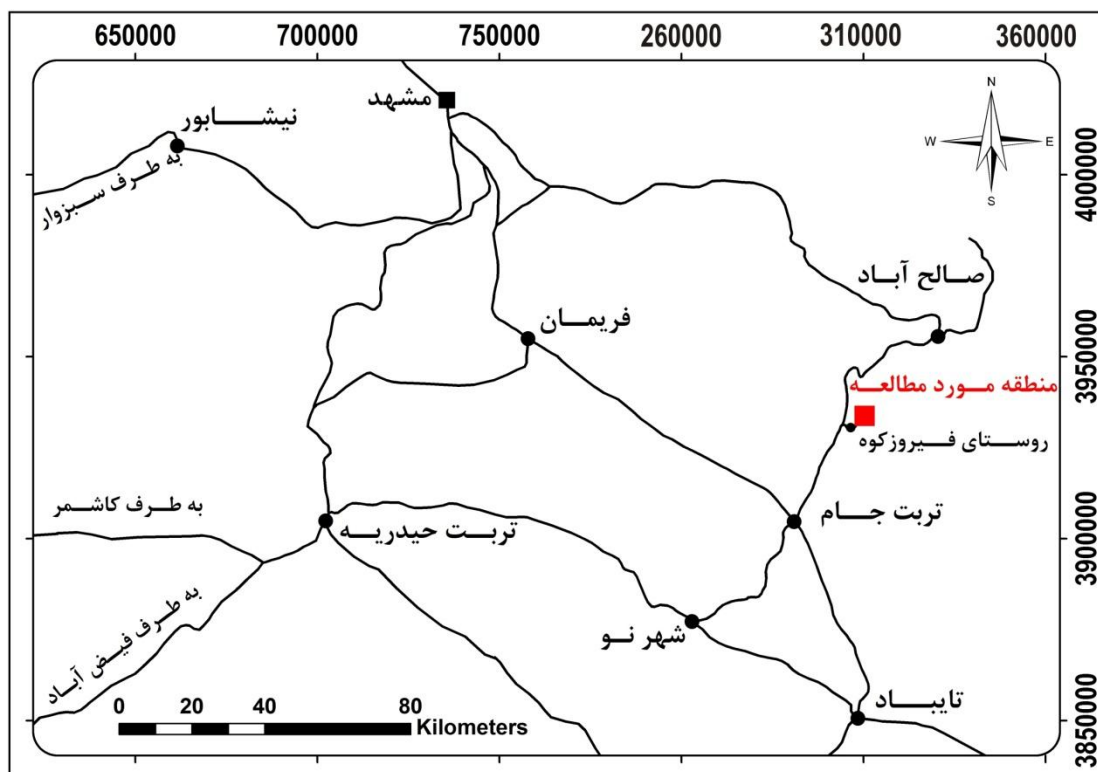
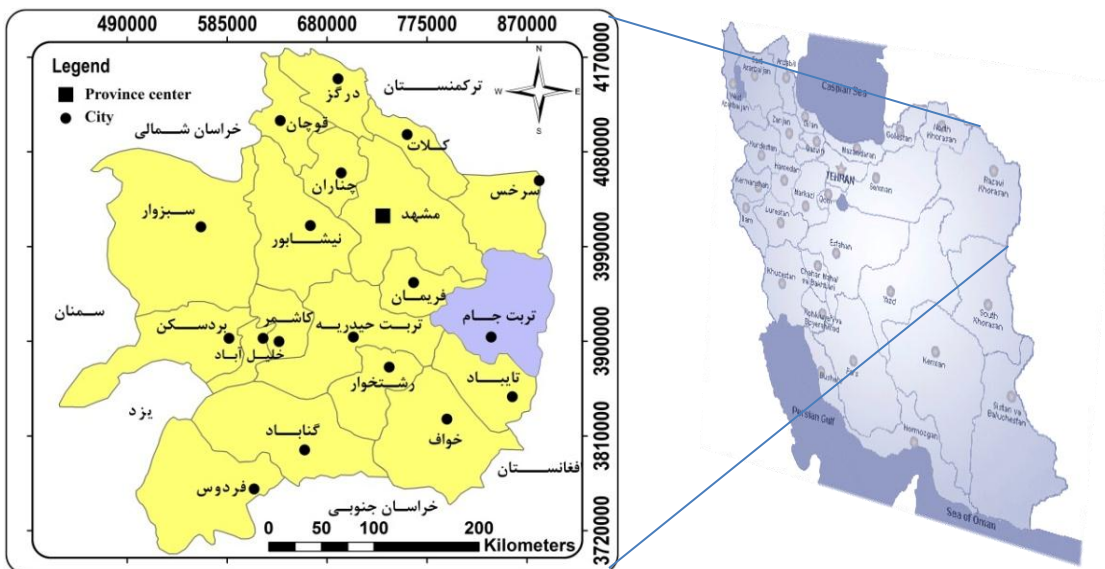
(۱-۱) مقدمه

مجموعه گرانیتوئیدی تربت جام از مهم‌ترین توده‌های نفوذی در شمال شرق ایران است که روند شمال غرب- جنوب شرق دارد و بعضی از محققین آن را جزئی از کمربند بینالود در نظر گرفته‌اند (علوی نائینی، ۱۳۸۵). این مجموعه گرانیتوئیدی درون شیل‌های زغال‌دار، سیلتستون و ماسه‌سنگ‌های دگرگون شده (تا حد رخساره شیبست سبز) نفوذ کرده است. کانی‌سازی‌های متعددی از جمله طلا، مس، سرب، روی و تنگستن اغلب در مرز این مجموعه گرانیتوئیدی با سنگ‌های رسوبی دگرگون‌شده دیده می‌شود که از بین این کانی‌سازی‌ها، منطقه فیروزکوه در شمال شرق تربت جام تحت عنوان طرح سازمان صنعت، معدن و تجارت استان خراسان رضوی به عنوان پروژه کارشناسی ارشد این‌جانب انتخاب گردید تا با تدوین دقیق نقشه‌های زمین‌شناسی، آلتراسیون، ژئوشیمی، کانی‌سازی و همچنین بررسی ارتباط توده‌های نفوذی منطقه با کانی‌سازی‌هایی که به آن اشاره شد و تعیین مدل کانی‌سازی، گامی مهم در راستای تحقق بخشیدن به اکتشاف اندیس‌های شناخته شده در این محدوده از شمال شرق ایران برداشته شود. عملیات صحرایی این پروژه در تیر ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد. این پایان‌نامه در ۷ فصل شامل کلیات، زمین‌شناسی، پتروگرافی و ژئوشیمی توده‌های نفوذی، آلتراسیون، کانی‌سازی، اکتشافات ژئوشیمیایی و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات تدوین شده است.

(۲-۱) موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

منطقه اکتشافی فیروزکوه در استان خراسان رضوی و ۳۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان تربت جام، بین طول‌های جغرافیایی "۵۸' ۴۹° ۶۰" و "۰۸' ۵۱° ۶۰" شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۵' ۲۹° ۳۵" و "۴۶' ۲۸° ۳۵" شمالی واقع شده است (شکل ۱-۱). این منطقه با وسعتی در حدود ۱/۴ کیلومتر مربع بخشی از کوه‌های یخک- سفیدکوه و مخروط‌افکنه‌های جنوب غربی آن‌ها را شامل می‌شود. راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (شکل ۱-۱) شامل: (۱) مسیر مشهد- فریمان- تربت جام- فیروزکوه به طول ۲۰۹ کیلومتر، (۲) مسیر مشهد- صالح‌آباد- فیروزکوه به طول ۲۴۱ کیلومتر، (۳) مسیر تایباد- تربت جام- فیروزکوه به طول ۱۰۱

کیلومتر می باشد.



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

۳-۱) شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و وضعیت اجتماعی

آب و هوای منطقه براساس اطلاعات سال ۱۳۸۸ اداره هواشناسی تربت جام، از لحاظ تقسیم‌بندی مناطق اصلی آب و هوایی جزء نواحی خشک و نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های نسبتاً سرد است. میزان بارندگی سالیانه ناحیه با توجه به میانگین سال‌های ۷۲ تا ۷۸ معادل ۱۷۶ میلیمتر گزارش شده است. میانگین حداکثر دمای سالیانه ۲۲/۴ درجه، حداقل آن ۸/۵ درجه و میانگین دمای روزهای سال ۱۵/۴ درجه سانتیگراد می‌باشد. تعدادی چاه عمیق و نیمه‌عمیق و قنات در منطقه وجود دارد. در کوهستان‌های شمالی بندرت چشمه‌هایی دیده می‌شود، که بیشتر برای شرب اهالی روستاها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

منطقه دارای پوشش گیاهی پراکنده است. عمده‌ترین گونه‌های گیاهی آن بوته‌های خار، گز، گل زوفا، آرتیفلکس و کاکوتی است و در فصل بارندگی گیاهان علفی هم به مجموعه افزوده می‌شود. نمونه‌ای از پوشش گیاهی منطقه را در شکل (۱-۲) مشاهده می‌کنید. از مهمترین گونه‌های جانوری در منطقه می‌توان به گرگ، روباه، گورکن، شغال، بزکوهی، سمور، خرگوش، کبک، پرندگان شکاری، مار و عقرب اشاره نمود.

به طور کلی منطقه از تراکم جمعیتی و امکانات اندکی برخوردار است. کار اصلی اهالی دامداری و کشاورزی است. کشت در این منطقه به صورت آبی و دیم است. محصولات عمده شامل گندم، جو، خربزه، چغندر قند، زیره، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی است. محصولات سردرختی در این ناحیه وجود ندارد و به اندازه مصرف اهالی محلی و فروش مختصر آن در بازارهای ناحیه‌ای است.

۴-۱) توپوگرافی منطقه

دشت تربت‌جام با روند شمال غربی- جنوب شرقی به طور عمده توسط انباشته‌های کواترنر پوشیده شده است. پهنای این دشت حدود ۳۰ کیلومتر و میانگین بلندای آن از سطح دریاهای آزاد تقریباً ۹۸۰ متر می‌باشد. از دیدگاه ریخت‌شناسی با توجه به مطالعات انجام شده در قالب ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی تربت‌جام، ارتفاعات شمالی از روند شمال غرب- جنوب شرق برخوردار است. صخره‌سازترین واحدها در این ناحیه عبارتند از توده