

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
معاونت اکتشاف
مدیریت اموراکتشاف

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی کشور

گزارش نهایی پروژه :

تهیه نقشه زمین شناسی اقتصادی ۱:۲۵۰۰۰ محدوده نصرند
استان اصفهان

شماره قرارداد: ۴۹۷-۳۰۰

مورخ: ۸۷/۲/۳

مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی طرح: مهندس بهروز برنا

مجری فنی پروژه: دکتر محمدرضا جان نثاری

ناظرین فنی: مهندس پیام سودی شعار، مهندس بهزاد براتی

شرکت مهندسی مشاور پارسی کان کاو



پاییز ۱۳۸۹

چکیده

محدوده نصرند به وسعت ۲۸ کیلومتر مربع واقع در شمال روستای پنج در شرق ظفرقند حد- فاصل شهرستان‌های اردستان و نائین قرار دارد. حضور یک رگه سیلیسی کانه‌دار، قرارگیری یک توده نفوذی گرانودیوریتی- دیوریتی در شمال خاوری این محدوده و وجود کانی‌سازی‌های تیپ پورفیری در منطقه کهنگ و زفره در فاصله ۳۵ کیلومتر در جنوب غرب این محدوده اهمیت مطالعات اقتصادی را در این منطقه دو چندان کرده است.

خصوصیات کلی واحدهای سنگی در محدوده مورد مطالعه عبارت است از ترادف ضخیمی از توف‌ها، گدازه‌های آندزیتی و ماسه سنگ - توفیت که بصورت مجموعه‌ای با روند تقریباً خاوری - باختری توسط دایک‌ها و سیل‌های فراوان با ترکیب میکروگابرو مورد هجوم قرار گرفته‌اند. در بخش شمال خاوری محدوده برونزد تقریباً بزرگی از یک توده دیوریت-گرانودیوریت وجود دارد که قسمتی از آن توده نیز در محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است. حضور یک رگه هیدروترمالی کانه‌دار در امتداد گسله‌ای با راستای خاوری - باختری با ترکیب بیش از ۷۰ درصد سیلیس (و به مقدار کم آلبیت و ارتوکلاز) مهم‌ترین رخداد کانی‌سازی در محدوده مورد مطالعه است که چکیده مشخصات آن به شرح ذیل است.

رگه سیلیسی کانه‌دار حاوی کانه‌سازی طلا، مس و سرب و روی با گسترش ۳/۵ کیلومتر طول و ضخامت متغیر از حدود چند سانتی‌متر تا ۳۰ متر به مساحت ۰/۲۸ کیلومتر مربع معادل تقریبی ۳ هکتار از سطح ۲۸ کیلومترمربعی محدوده مورد مطالعه را شامل گردیده است. شیب این رگه متغیر بین ۷۰-۸۰ درجه به سمت شمال می‌باشد. این رگه بصورت ۲۹ رخنمون مجزا از هم تشکیل گردیده است. از تعداد ۳۱ نمونه برداشته شده از رگه جهت تجزیه عناصر، حداکثر عیار طلا در حد نیم گرم‌درتن (۰/۵ گرم‌درتن) گزارش شده که فاقد ارزش اقتصادی بالایی می‌باشد. مس با عیار متوسط ۰/۲ درصد، سرب ۰/۲۳ درصد و روی ۰/۲۶ درصد نیز فاقد ارزش اقتصادی است. سایر

عناصر همچون نقره- قلع، مولیبدن، آنتیموان و بیسموت نیز از ارزش کافی برای کانی‌سازی اقتصادی برخوردار نیستند.

لازم به ذکر است در شمال خاوری محدوده مورد مطالعه بصورت پراکنده استوک‌ورک‌های سیلیسی بخش‌هایی از مجموعه گرانودیوریت- دیوریت را تحت تاثیر قرار داده است. علاوه بر این دگرسانی آرژیلیکی کل توده نفوذی مذکور را نیز احاطه کرده و حتی قسمتی از واحدهای مجاور را نیز در بر گرفته است اگرچه نتایج قابل توجهی از طلا و فلزات پایه در نمونه‌های برداشت شده بدست نیامده است، ولی پی‌جویی و شناسایی تیپ کانی‌سازی اپی‌ترمال و پورفیری مس- طلا در توده دیوریت - گرانودیوریت همسایگی شمال خاوری مرز محدوده مورد مطالعه و در توده گرانودیوریتی و واحدهای مجاور آن پیشنهاد می‌گردد. خصوصاً که اندیس مس در واحد ولکانیکی مجاور توده (نقشه یکصد هزارم شهراب) نیز گزارش شده است (جنوب خاوری روستای جوجوجه).

در محدوده مورد مطالعه پتانسیل‌یابی منابع قرضه، مصالح ساختمانی و املاح معدنی مورد توجه قرار گرفت. در پیمایش‌های زمین‌شناسی در هنگام تهیه نقشه کلیه واحدها علاوه بر کانی‌سازی‌های فلزی، تحت توجه کانی‌سازی‌های احتمالی از منابع غیرفلزی نیز قرار گرفت. با توجه به دگرسانی آرژیلیکی در شمال خاوری محدوده گرانودیوریتی- دیوریتی از خواص فیزیکی لازم در پتانسیل‌های مصالح ساختمانی و منابع قرضه برخوردار نیست. از این‌رو، می‌توان بخش‌هایی از حوضه فرونشسته دق‌سرخ (خارج از محدوده مورد مطالعه) را برای نهشته شدن سولفات‌های سدیم و پتاسیم مناسب معرفی نمود و مطالعات ژئوشیمیایی و معدنی خاص این نوع ذخایر را پیشنهاد داد.

پیشگفتار

تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ محدوده نصرند در اجرای قرارداد به شماره ۴۹۷-۳۰۰ مورخه ۸۷/۲/۳ فی مابین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسی مشاور پارسی کان کاو انجام گرفته است.

تهیه و تنظیم این گزارش و همچنین اجرای این قرارداد سبب شد تا افتخار همکاری با بسیاری از استادان، پژوهشگران و همکاران محترم را داشته باشیم که از یکایک ایشان سپاسگزاریم. از معاونت محترم اکتشاف جناب آقای مهندس عابدیان و جناب آقای مهندس برنا که امکان اجرای این قرارداد را به این شرکت مشاور محول نموده‌اند و راهنمایی‌های بسیار ارزنده‌ای داشته‌اند همواره قدردانیم. همچنین از جناب آقایان دکتر جان نثاری و مهندسیین براتی، سودی شعار، محمدی و که با نظارت دقیق و راهنمایی‌های ارزنده خود همواره ما را یاری نموده‌اند، کمال تشکر را داریم.

با تشکر و احترام

مهندسیین مشاور پارسی کان کاو

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

۱-۳- توپوگرافی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی محدوده نصرند

۱-۱- مقدمه

محدوده ۲۸ کیلومترمربعی نصرند بواسطه حضور یک رگه سیلیسی حاوی کانی‌سازی مس، طلا، سرب و روی به طول ۳/۵ کیلومتر در راستای تقریبی خاوری- باختری انجام یک مرحله از اکتشاف عمومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ را طلب می‌نموده است که در این راستا تهیه نقشه زمین‌شناسی اقتصادی آن در مقیاس مذکور به این شرکت مشاور محول گردیده است. هدف اصلی تهیه نقشه و مطالعه در گستره ۲۸ کیلومتری پیرامون رگه، شناسایی (کانی‌سازی‌های رگه‌ای و پلی‌متال) کانی-سازی‌های احتمالی دیگری است که وجود این رگه طویل در این محدوده وجود آن‌ها را محتمل می‌نماید.

تنوع مختلفی از دایک‌ها با ترکیب‌های میکروگابرویی، دیوریتی و دایک‌های آندزیتی با دگرسانی اپیدوتی مجموعه سنگ‌های ولکانیکی و ولکانیکی رسوبی محدوده را تحت تاثیر قرار داده است. از اینرو بررسی گستره مورد مطالعه به جهت حضور احتمالی کانی‌سازی‌های مختلف دیگر انجام گرفت. خصوصاً حضور کانی‌سازی پورفیری شناخته شده جدیدی در ۳۰ کیلومتری جنوب و جنوب باختری به ترتیب به نام‌های کهنک و زفره اهمیت مطالعه محدوده را دو چندان می‌کند (توضیح بیشتر در بندهای ۱-۳-۳ و ۲-۳-۳ گزارش آمده است).

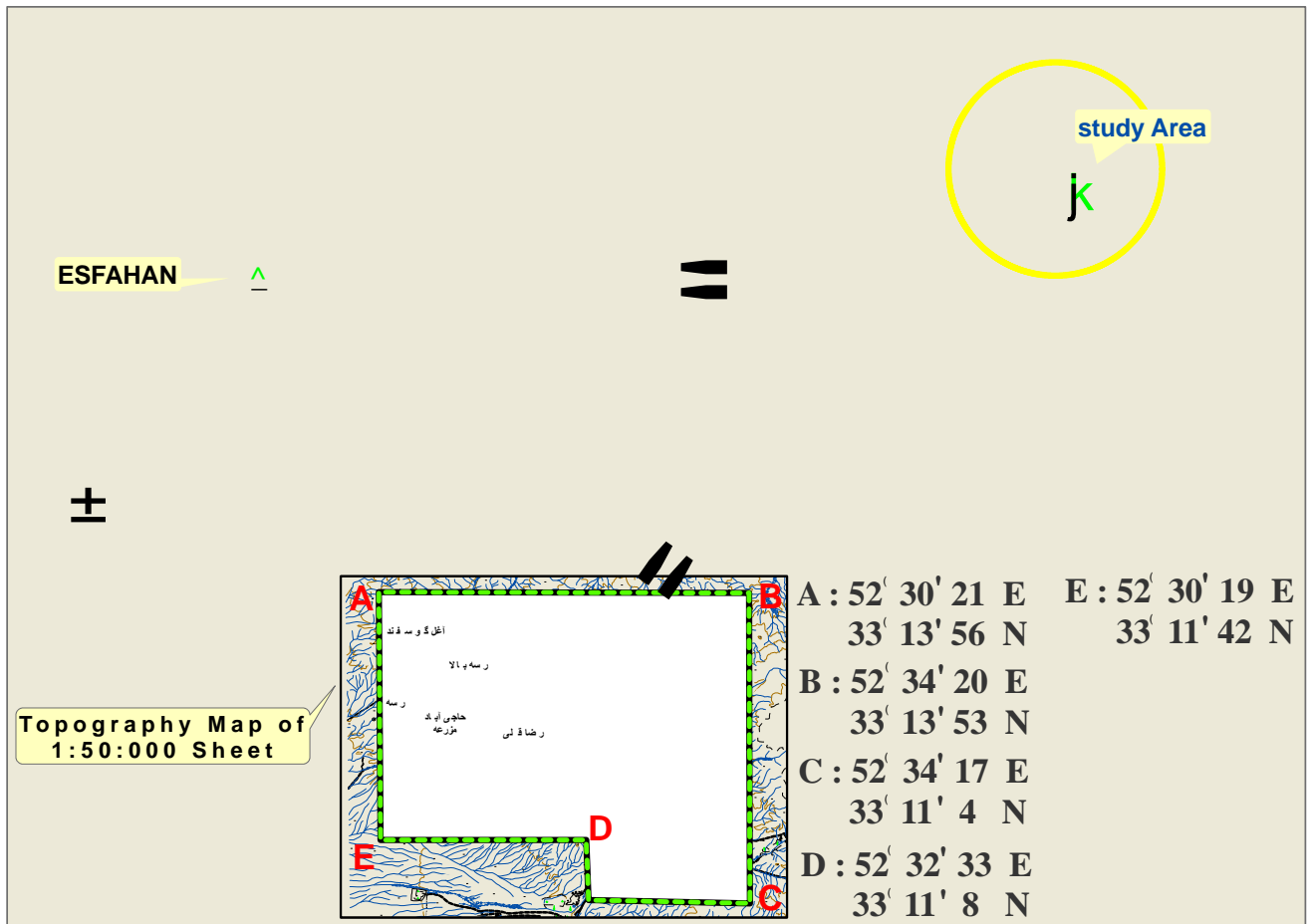
در آغاز ماموریت صحرایی، محدوده مورد مطالعه از ناظر پروژه تحویل گرفته و نواحی شناخته شده قبلی و دیگر اطلاعات مورد نیاز در طی ماموریت صحرایی مورد تبادل قرار گرفته است.

شرایط زمین‌شناسی واحد میزبان کانی‌سازی رگه، منشاء رگه، فرایندهای کانی‌سازی، ساختارهای ناحیه‌ای و ... مواردی است که در طول برداشت صحرایی و در طی مراحل رسم نقشه و مقاطع همواره مد نظر قرار داشته که هدف زمین‌شناسی اقتصادی این مطالعه در اولویت قرار گیرد تا بتواند تفسیر مناسبی از این مطالعه انجام نماید.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

محدوده نصرند واقع در نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ انارک و ۱/۱۰۰۰۰۰ شهراب و در جنوب خاور شهرستان اردستان بین طول‌های جغرافیایی "۲۱' ۳۰° ۵۲" تا "۲۰' ۳۴° ۵۲" (UTM ۶۴۰۳۰۹ تا ۶۴۶۴۸۹) و عرض‌های جغرافیایی "۵۳' ۱۳° ۳۳" تا "۰۴' ۱۱° ۳۳" (UTM ۳۶۷۸۰۰۲ تا ۳۶۷۲۸۷۵) می‌باشد و در زون ۳۹ واقع است، همچنین وسعت آن ۲۷/۹۱ کیلومتر مربع می‌باشد.

راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه با استفاده از جاده اصلی اردستان به نائین می‌باشد بطوریکه پس از طی مسافت ۲۸ کیلومتر از اردستان به روستای ظفرقند در حاشیه جاده اصلی رسیده سپس به سمت شمال جاده انحرافی (آسفالته) روستای پنج را ادامه راه می‌دهیم. روستای پنج در جنوب محدوده مورد مطالعه قرار گرفته و از طریق راه‌های فرعی که در شمال این روستا می‌باشد حدود خاوری- باختری و شمالی محدوده مورد مطالعه قابل دسترسی است. فقط قسمت‌های شمال خاوری محدوده از جاده اردستان به سمت نورآباد پایین سپس مزد آباد و محمدآباد و نهایتاً نصرند قابل دسترسی است.

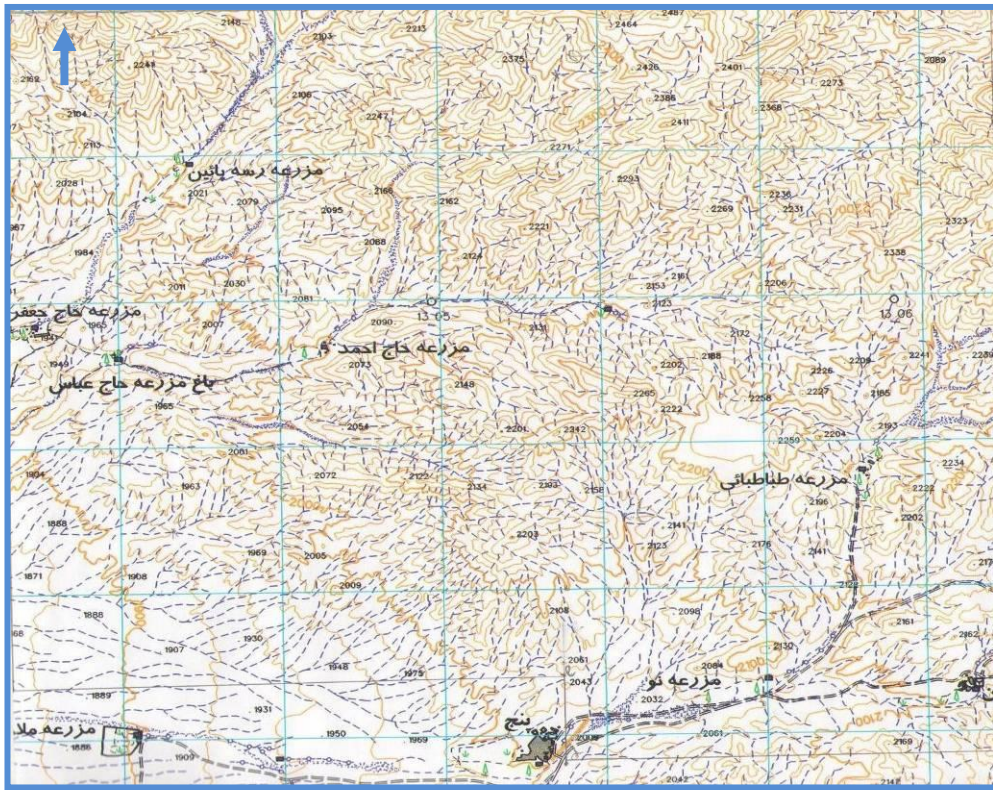


تصویر ۱-۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی

۱-۳- توپوگرافی و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی محدوده نصرند

محدوده مورد مطالعه در نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰۰ انارک و ۱/۱۰۰۰۰۰ شهراب (زواره قدیم) می باشد (تصویر ۱-۲). این منطقه در تقسیم‌بندی واحدهای ژئومورفولوژیکی ایران جزء ناهمواری‌های ایران مرکزی می‌باشد. کوه‌های ایران به لحاظ پیکر زمین‌ساختی به سه واحد رشته‌های آتشفشانی یا آتشفشانی رسوبی، واحد مشخص چین‌خورده و کمربند دگرگونی قابل تقسیم می‌باشند (ژئومورفولوژی ایران، دکتر محمود علایی طالقانی (سال ۱۳۸۴)). کمربند سهند - بزمان (ارومیه - دختر) از عناصر برجسته آتشفشانی یا آتشفشانی رسوبی ایران مرکزی است که شامل محدوده مورد مطالعه نصرند نیز می‌باشد. این رشته‌کوه که به رشته‌کوه مرکزی ایران نیز شهرت دارد متشکل از

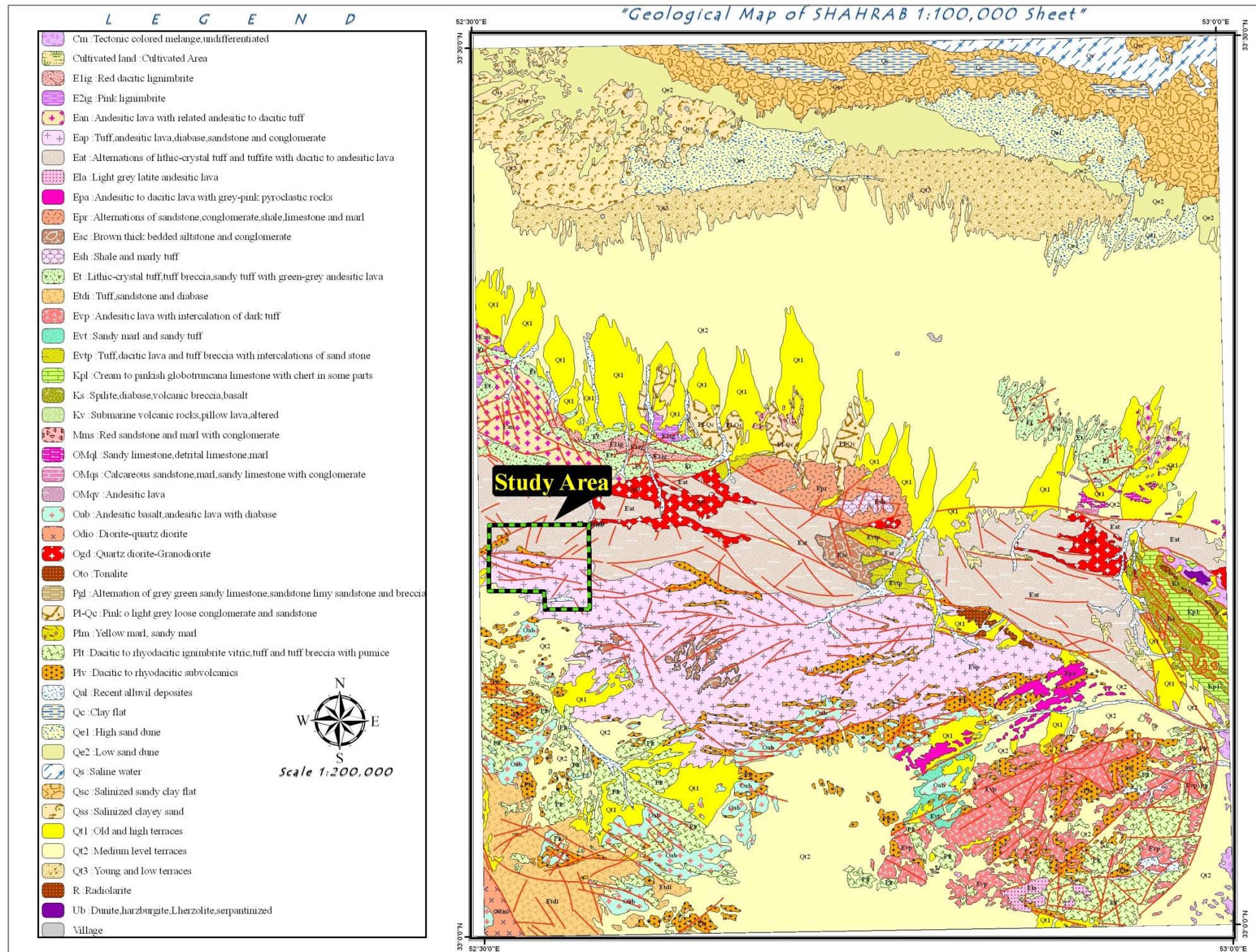
کوههایی است که به صورت دیواره‌های به هم پیوسته از حدود دشت رزن تا کوه بزمان با روند شمال باختر - جنوب خاور امتداد یافته‌اند.



تصویر ۱-۲: نقشه توپوگرافی محدوده مورد مطالعه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

در ناحیه مورد مطالعه (محدوده نقشه یکصد هزارم شهراب) می‌توان چهار دسته برجستگی را باز شناخت، نخستین گروه برجستگی‌هایی هستند که در بخش میانی رشته‌کوه‌ها جای دارند و به صورت مرتفع دیده می‌شوند. سنگ‌های تشکیل‌دهنده این دسته به طور عمده متشکل از سنگ های کرتاسه تا آتشفشانی ائوسن هستند به طوریکه ارتفاعات بلند یا سطوح فرسایشی خشنی را تشکیل می‌دهند (کوه‌های تخت‌پاچنار، کوه شهراب، کوه چال‌زنگال). گروه دوم برجستگی‌های کوهپایه‌ای هستند که در حاشیه بخش‌های گسلیده و چین‌خورده کوهستان جای دارند. این برآمدگی‌ها دارای سطوح فرسایشی ملایم‌تری هستند و متشکل از مواد یا سیمان ضعیف مانند واحدهای کنگومرایی پلیوسن - کواترنری هستند. این دسته به صورت تپه‌های بلند یا سطوح فرسایشی صاف رخنمون داشته و حداکثر دارای ۵۰ متر ارتفاع از سطح پایه منطقه می‌باشند (مزرعه جوجویه). دسته سوم از عوارض زمین ریخت‌شناختی گمان می‌رود، در دوره فرسایشی جوان‌تری شکل گرفته و در حاشیه دق سرخ جای گرفته‌اند و به صورت دشتی با ارتفاعات کوچک دیده شده و در آن ساخت‌های تبخیری که متشکل از رس یا نمک می‌باشند، وجود دارد (قسمت‌های شمال محدوده مورد مطالعه). گروه چهارم از عناصر زمین ریخت‌شناختی برجستگی‌هایی هستند که در چهره تپه‌ها و پهنه‌ها رخنمون داشته و اصولاً متشکل از مواد آواری هستند که در حوضه‌های در حال فرونشست برجای گذاشته شده‌اند. آغاز پیدایش این عوارض به گمان، از اولیگوسن و در بعضی از نواحی در اواخر ائوسن بوده است. به طور کلی با فرازش در این زمان، مواد حاصل از تخریب و فرسایش در بخش‌های یاد شده جمع شده‌اند. عمده‌ترین زیر واحدهای تشکیل‌دهنده این گروه دشت‌های آبرفتی می‌باشند که دارای توپوگرافی مسطح و متشکل از چندین مخروط افکنه هستند. در این میان نیز می‌توان سطوح مختلفی را که هر یک دارای سن متفاوتی هستند یافت، این سطوح دارای شیب ملایمی به سوی مرکز دشت هستند.

در چهارگوشه محدوده مورد مطالعه نصرند ارتفاع عمومی منطقه از حداقل ۱۹۰۰ متر در جنوب باختری محدوده (شمال مزرعه ملاحسین) تا حداکثر ارتفاع ۲۴۰۰ متر در قسمت‌های شمال خاوری (شمال مزرعه طباطبایی) متغیر است. به جز مناطق شمال خاوری که سیستم زهکشی آبراهه به سمت شمال خاوری است بقیه دره‌های اصلی و مهم که مزارع رسه پایین، حاج احمد، حاج جعفر، حاج عباس و طباطبایی و مزرعه نو را شامل می‌شوند به سمت جنوب و جنوب‌خاوری تخلیه می‌گردند.



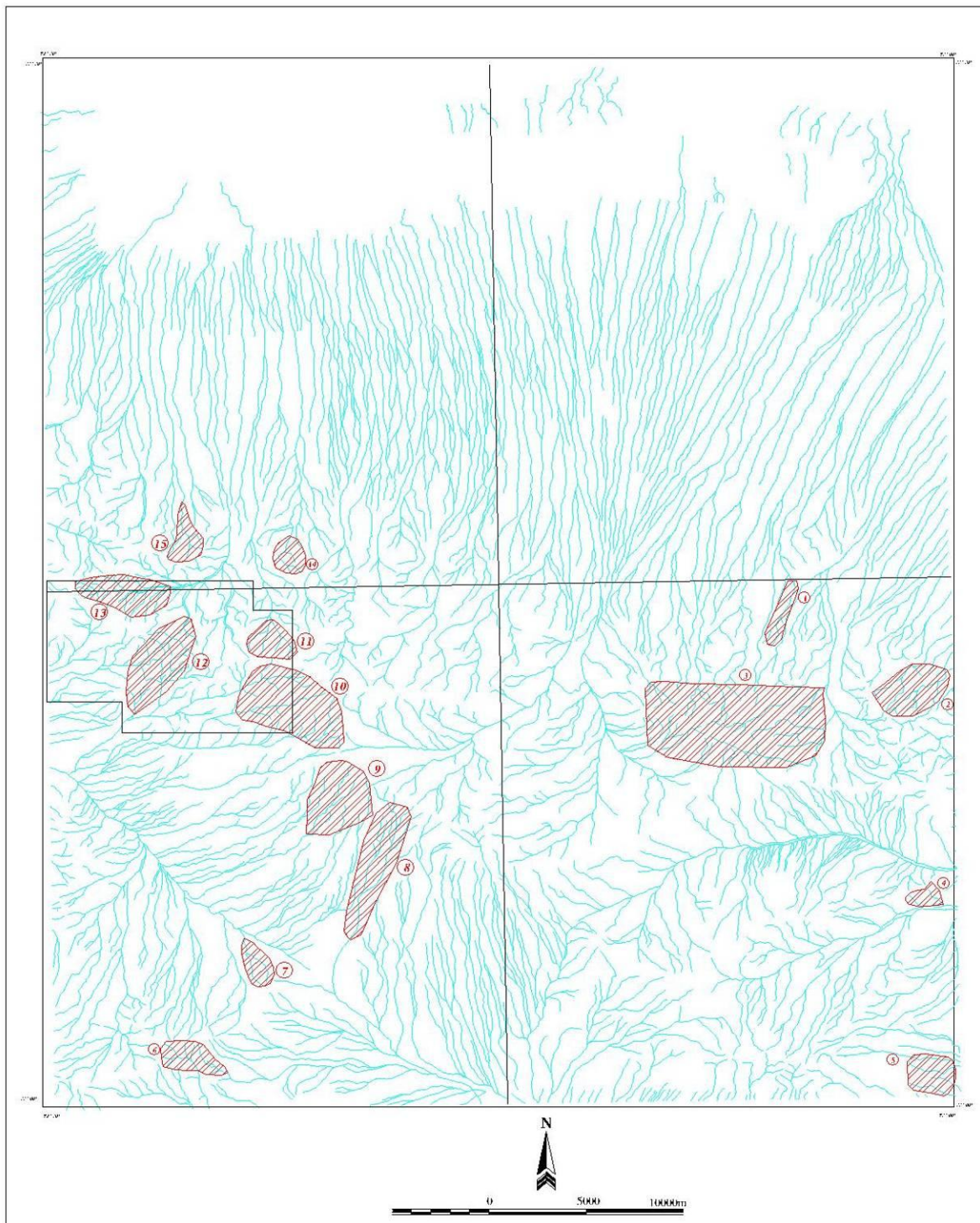
تصویر ۳-۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی یک صد هزارم ورقه شهراب

۱-۴- بررسی های اکتشافی انجام شده قبلی در منطقه

در راستای انجام اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ شهراب، تعداد ۱۵ محدوده آنومالی نهایی معرفی گردید. شکل (۱-۴) محدوده های آنومالی معرفی شده در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ شهراب را نشان می دهد. همانطوریکه در شکل مشاهده می گردد، محدوده مورد نظر (نصرد)، ۴ محدوده آنومالی به شماره های ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ را شامل می شود.

وجود نمونه های مینرالیزه با عیار اقتصادی از جمله طلا با عیار ۷ گرم در تن ، سرب با عیار ۰/۲۶٪، مس با عیار ۰/۶٪، روی با عیار ۰/۳۵٪، نقره با عیار ۲۵۰۰ گرم در تن موجب گردید که این محدوده جهت انجام اکتشافات ژئوشیمیایی، کانی سنگین به همراه بررسی های زمین شناسی اقتصادی معرفی گردد.

در زیر شرح مختصری از مشخصات هر یک از محدوده های آنومالی واقع در محدوده مورد نظر آورده شده است.



شکل ۱-۴: نقشه محدوده‌های آنومالی در برگه یکصد هزارم شهراب

✓ محدودہ شماره ۱۰:

- آنومالی ژئوشیمیایی عناصر: Au, Ag, Pb, Zn

- کانی‌های فلزی مشاهده شده در کانی سنگین: سروزیت، فلونوریت، گالن، لیتارژ، میمیتیت،

سرب طبیعی، پیرومورفیت، ولفنیت، همی مورفیت، مولیبدنیت

- عیار عناصر در نمونه‌های مینرالیزه: مس ۷/۴٪، سرب ۷۵۷۰ گرم در تن، نقره ۲۴۹۰ گرم

در تن، آرسنیک ۱۲۰۰ گرم در تن

✓ محدودہ شماره ۱۱:

- آنومالی ژئوشیمیایی عناصر: Bi, Mo

- کانی‌های فلزی مشاهده شده در کانی سنگین: سروزیت، فلونوریت، گالن، لیتارژ،

میمیتیت، سرب طبیعی، پیرومورفیت، ولفنیت، همی مورفیت، مولیبدنیت

✓ محدودہ شماره ۱۲:

- آنومالی ژئوشیمیایی عناصر: Au, Ag, Pb, Zn

- کانی‌های فلزی مشاهده شده در کانی سنگین: سروزیت، فلونوریت، گالن، لیتارژ،

میمیتیت، سرب طبیعی، پیرومورفیت، ولفنیت، همی مورفیت، مولیبدنیت

- عیار عناصر در نمونه‌های مینرالیزه: طلا (۳۱/۰۶، ۰/۱۲، ۰/۵۰، ۰/۲۰۰، ۰/۱۹ و ۷

گرم در تن) مس (۱۰۱۵، ۲۰۰۵، ۱۵۶۰، ۳۸۷۵، ۱۵۲۰، ۱۹۴۵، ۱۹۷۵ گرم در تن) و

سرب (۳/۶۰، ۷/۴۹ و ۲۶ درصد)، روی (۳۶۰۵، ۹۵۰۰، ۱۵۸۰ گرم در تن) و

(۳/۴۷٪)، منگنز (۲۵۰۰ گرم در تن)

✓ محدودہ شماره ۱۳:

آنومالی ژئوشیمیایی عنصر: As

فصل دوم

زمین‌شناسی عمومی

۲-۱- مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی عمومی سه‌پند - بزمان (ارومیه - دختر)

۲-۲- مروری بر زمین‌شناسی عمومی منطقه

۲-۳- زمین‌شناسی ساختمانی از دیدگاه ناحیه‌ای

۲-۴- زمین‌شناسی اقتصادی از دیدگاه ناحیه‌ای

۲-۱- مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی عمومی کمر بند ارومیه دختر

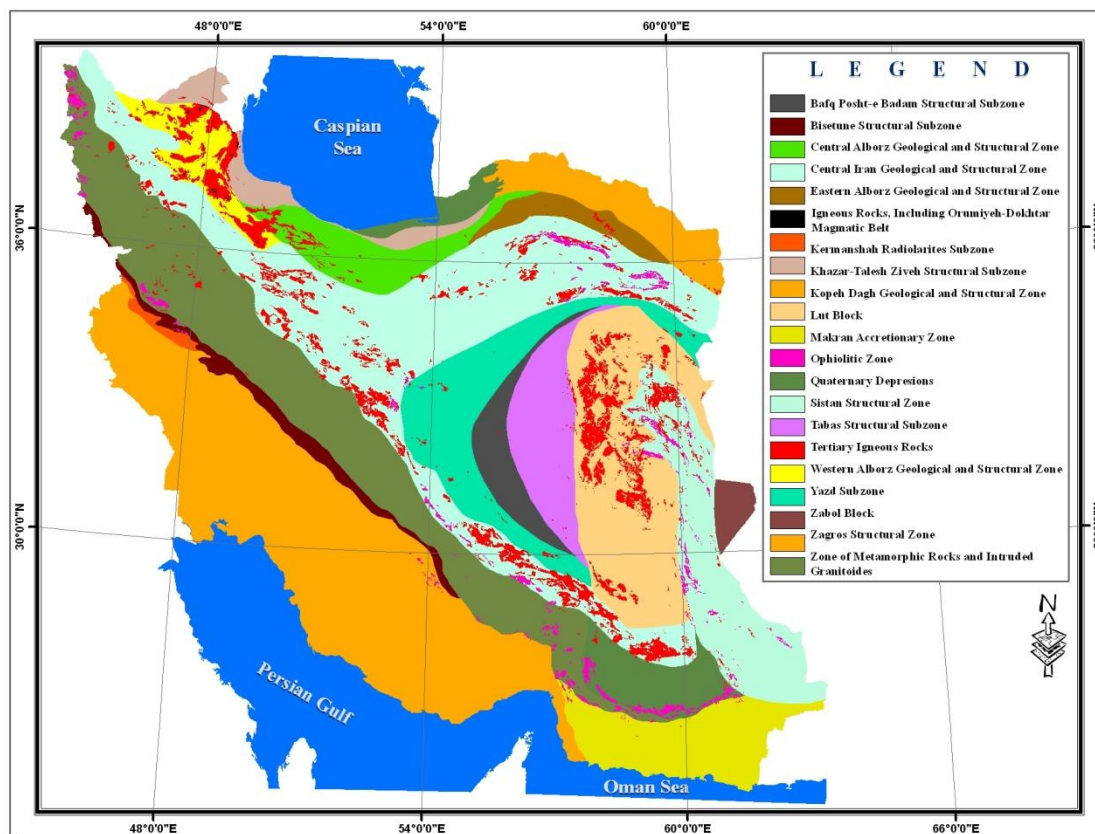
محدوده مورد مطالعه در حاشیه خاوری کمر بند ارومیه دختر حد فاصل دشت کویر مرکزی ایران و پیشکوه‌های این کمر بند قرار گرفته است (تصویر ۲-۱). این کمر بند با طول تقریبی ۱۶۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰ کیلومتر در امتداد تراس زاگرس از باختر دریاچه ارومیه آغاز و در یک راستای شمال باختری - جنوب خاوری تا گسل میناب در شمال بندرعباس ادامه می‌یابد. این منطقه که با توجه به الگوی کمان ولکانیکی حرکات تکتونیکی دوران کرتاسه بالایی از فرورانش و هضم بخش انتهایی پوسته اقیانوسی واقع در بین دو صفحه عربستان و اوراسیا در امتداد گسل معکوس زاگرس تشکیل گردیده است دارای ترکیب اسیدی تا حدواسط می‌باشد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های ماگمایی دوران ترشیر بعد از پدیده برخورد دو قاره به وقوع پیوسته است البته برخی محققین عقیده دارند که این برخورد در طی دوران میوسن رخ داده است.

فعالیت‌های ماگمایی دوران ترشیری محدود به حواشی نزدیک دو صفحه نبوده بلکه در داخل نواحی قاره‌ای نیز رخ داده است. وجود فعالیت گسترده ولکانیکی مربوط به دوره ائوسن در ایران مرکزی توسط بسیاری از محققین توضیح داده شده است و علت آن را مربوط به پدیده فرورانش در طول گسل اصلی زاگرس دانسته و شیب فرورونده را به طرف شمال خاور مشخص نموده‌اند (اشتوکلین، ۱۹۷۴-۱۹۷۷) و (بربریان و دیگران، ۱۹۸۱).

در این مورد گروهی اعتقاد دارند که فرورانش تا زمان پلیوسن وجود داشته و بعضی اعتقاد دارند که فعالیت فرورانش در عهد حاضر نیز ادامه دارد (نوروزی، ۱۹۷۱).

یانگ و دیگران (۱۹۷۶) فرض نموده‌اند که زایش ماگما برای آتشفشان‌های ائوسن در ایران مرکزی در عمق حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلومتر صورت گرفته و عامل زایش نیز فرورانش صفحه عربستان به زیر هسته مقاوم بلوک لوت و ایران مرکزی می‌باشد.

کمر بند سهند-بزمان به دلیل پتانسیل معدنی بسیار بالا و داشتن ذخایری در حد کلاس جهانی از گذشته مورد توجه صاحب نظران و مسئولین امر در زمینه اکتشاف بوده است.



تصویر ۱-۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه تقسیم بندی ساختاری ایران و قرارگیری محدوده مورد مطالعه در بخش

میانی مجموعه آتشفشانی سهند-بزمان (سهندی، ۱۳۸۳)

۲-۲- مروری بر زمین شناسی عمومی منطقه

همان طور که اشاره شد محدوده نصرند در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ شهراب واقع شده است. نیمه شمالی ورقه شهراب توسط آبرفت و پادگانه های رودخانه ای پوشیده شده است و می توان آن را دشت بزرگی در نظر گرفت که روستاهای زیادی از جمله شهراب نیز بر روی آن واقع شده است. ولی نیمه جنوبی ورقه توسط واحدهای سنگی مختلف پوشیده شده است. بطور کلی شرح خلاصه ای از واحدهای سنگی منطقه بر اساس نقشه یکصد هزارم شهراب (بحرودی، سازمان زمین شناسی کشور) به منظور

ایجاد دیدگاه زمین‌شناسی ناحیه‌ای از مزوزوئیک - کرتاسه که قدیمی‌ترین واحدهای منطقه (مجموعه افیولیتی نائین) است تا جدیدترین واحدهای کواترنری گردآوری گردیده است.

۲-۲-۱) مزوزوئیک

۲-۲-۱-۱) کرتاسه

زون آمیزه رنگی (مجموعه افیولیتی نائین) در حاشیه خاوری ورقه شهراب دارای گسترش تقریباً زیادی می‌باشد که شامل مجموعه درهمی از سنگ‌های اولترامافیک، رادیولاریت، گدازه‌های بالشی، آهک پلاژیک کرتاسه بالایی و سنگ‌های دگرگونی می‌باشد که بخشی از مجموعه افیولیتی نائین هستند که با سنگ‌های ترشیر که در زیر قرار دارند دارای همبری تکتونیکی هستند.

۲-۲-۲) سنوزوئیک

۲-۲-۲-۱) پالئوسن

واحد آهک ماسه‌ای و ماسه سنگ نیز از زیر واحدهای آمیزه رنگی می‌باشد که در یال جنوبی کوه زرد با ستبرای بیش از ۱۰۰ متر قرار دارد. در این ناحیه واحدهای آهک ماسه‌ای بر روی آهک‌های پلاژیک جای گرفته‌اند و از جنوب نیز به بخش آمیزه افیولیتی محدود می‌شوند.

۲-۲-۲-۲) ائوسن

قدیمی‌ترین رخنمون از واحدهای سکانس ائوسن مربوط به واحد ماسه‌سنگ و کنگلومرای می‌باشد که در خاور برکه شهراب دارای رخنمون‌های کوچکی می‌باشد و به طور دگرشیب بر روی مجموعه افیولیتی نائین با یک قاعده کنگلومرای قرار گرفته است. این واحد به صورت چند رخنمون کوچک در امتداد گسل در بخش‌های شمالی و شمال باختری کوه زرد دیده می‌شود که مرز آن با سنگ‌های آتشفشانی واحد توف برش و گدازه آندزیتی گسلیده شده است.

در بخش‌های میانی ورقه و در امتداد گسل شهراب نهشته‌های آواری که شامل تناوبی از ماسه‌سنگ، کنگلومرا، شیل، آهک‌رسی و مارن می‌باشند، رخنمون دارند. در داخل این مجموعه واحدهایی از گدازه آتشفشانی با ترکیب داسیتی و آندزیتی همراه با توف‌های وابسته دیده می‌شود که گسترش چندانی ندارد.

بخش وسیعی از ورقه شهراب را مجموعه ضعیفی از سنگ‌های آذرآواری با ترکیب متوسط به صورت نواری در امتداد خاوری - باختری تشکیل می‌دهد. این مجموعه آواری - آتشفشانی شامل توف های سنگی بلورین و توفیت همراه با گدازه‌های داسیتی و آندزیتی است که توسط شبکه‌های دایک دیابازی فراوانی قطع شده است قسمت اعظم محدوده مورد مطالعه را نیز این واحد اشغال کرده است. زبانه‌هایی از توده کوارتزدیوریت-گرانودیوریتی الیگوسن این مجموعه را قطع کرده و دگرگونی مجاورتی درجه پایین در حد کلریتی و اپیدوتی شدن را در آن‌ها ایجاد کرده است. در کوه چال زنگال واحدهای گدازه پرفیر آندزیتی نیز دیده می‌شود. این واحد تقریباً دارای گسترش زیادی در محدوده مورد مطالعه داشته و تقریباً قسمت‌های شمال، شمال‌خاور و شمال‌باختر را شامل می‌شود.

واحد نهشته‌های توفی در بخش باختری ورقه شهراب در دامنه شمالی کوه‌تخت پا چنار با روند عمومی تقریباً خاوری - باختری بر روی واحد مجموعه آتشفشانی - آواری، توف برش و گدازه آندزیتی با مرز هم‌شیب یا گسلیده قرار گرفته است. این واحد آواری - آتشفشانی تاقدیس‌های کوچک و بسته‌ای را تشکیل داده که در هسته یکی از این تاقدیس‌ها، یکسری گدازه داسیت-ایگنیمبریت قرمز رنگ تظاهر دارد. بطرف شمال توسط گدازه‌های ایگنیمبریتی صورتی رنگ و نیز نهشته‌های آبرفتی دشت پوشیده می‌شود. گدازه داسیت - ایگنیمبریت قرمز رنگ و ایگنیمبریتی صورتی رنگ گسترش محدودی داشته و به صورت دو افق در بالا و پایین این واحد رخنمون دارند. واحد نهشته‌های توفی همچنین در خاور چهارگوش شهراب نیز مشاهده می‌شوند. واحد دیگری در

بخش باختری ورقه شهراب بر روی واحد قبلی قرار گرفته است که شامل مجموعه‌ای از گدازه‌های آندزیتی همراه با توف‌های مربوطه می‌باشد که دارای ترکیب آندزیتی و داسیتی است. این واحد در خاور چهارگوش در شمال گسل شهراب در داخل دشت نیز گسترش دارد.

بخش وسیعی از ورقه شهراب را ترادف ضخیمی از توف‌ها، گدازه‌های آندزیتی، دیاباز، ماسه‌سنگ و کنگلومرا به صورت یک مجموعه غیرقابل تفکیک تشکیل می‌دهد که با یک روند تقریباً خاوری - باختری بر روی مجموعه توف و گدازه که در بالا شرح داده شد قرار داشته و توسط دایک و سیل‌های فراوان دیابازی مورد هجوم قرار گرفته است. این مجموعه دارای رنگ ظاهری سبز-خاکستری بوده و بخش‌های گدازه‌ای آن دارای ترکیب آندزیت - بازالتی است. این واحد توسط آپوفیزهای فراوانی از گنبد‌های نیمه آتشفشانی داسیتی و تراکی آندزیتی پلیوسن قطع شده است. در داخل این واحد بخش‌های کنگلومرای و ماسه‌سنگی در اطراف روستای پنج مشاهده می‌شود که دارای رنگ قرمز تا خاکستری بوده و جورشدگی آن‌ها متوسط است. ستبرای این واحد کنگلومرای حدود ۷۰ تا ۸۰ متر است.

واحدی با گسترش زیاد در خاور چهارگوش اردستان و باختر محدوده مورد مطالعه گسترش دارد که شامل مجموعه‌ای از اندزیت بازالت، آندزیت، ولکانیک اسیدی (ریولیت - داسیت) و توف برشی می‌باشد، در داخل این واحد ایگنیمبریت‌های خاکستری قهوه‌ای نیز دارای رخنمون می‌باشند، که خاستگاه مناسبی برای کانی‌سازی اپی‌ترمال می‌باشد.

در بخش جنوب باختری ورقه شهراب رخنمون‌های گسترده‌ای از توف‌های گوناگون، ماسه‌سنگ و دیاباز یافت می‌شود. این مجموعه توسط گدازه‌های آندزیت - بازالتی الیگوسن پوشیده شده و گنبد‌های تراکی آندزیت - داسیتی پلیوسن آن را قطع نموده‌اند. به طرف باختر با مرز گسله در مجاورت با توده گرانیته الیگوسن قرار می‌گیرد.

در بخش جنوب خاوری ورقه شهراب نیز مجموعه گدازه های با ترکیب آندزیتی و با بافت پورفیری همراه با توفهای تیره رنگ دیده می شود. این واحد در بخش فوقانی به یک افق لاتیت آندزیتی خاکستری روشن تبدیل می شود که احتمالاً آخرین نمود فعالیت آتشفشانی ائوسن در منطقه می باشد.

۲-۲-۳) الیگوسن

واحد آندزیت بازالتی به طور محدود بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن دارای رخنمون می باشد که ترکیب کلی آن آندزیت بازالت است و به سوی باختر دارای گسترش بیشتری است. در قسمتی از محدوده مورد مطالعه (در بخش شمال خاوری) نیز این واحد گسترش دارد.

توده های نفوذی موجود در چهارگوش شهراب دارای سن احتمالی اولیگوسن می باشند و دارای ترکیب نسبتاً متنوعی بوده و از ریولیت تا توده های کم ژرف داسیتی تا ریوداسیتی تغییر می کنند. بیشترین گسترش توده های نفوذی متعلق به توده های بزرگ و باتولیتی با ترکیب گرانودیوریتی می باشد، پس از آن، واحدهای گنبدی شکل و نیمه عمیق داسیتی از اهمیت بعدی برخوردار هستند. در شمال چهارگوش، توده های گرانودیوریتی در پیرامون روستای مهرآباد، کوه چنار و نیز در شمال کوه چال زنگال رخنمون دارند، این بخش های نفوذی در سنگهای آتشفشانی - رسوبی مربوط به ائوسن نفوذ نموده و تاثیرات حرارتی محسوسی را بر روی این سنگها گذارده اند. در اثر نفوذ توده های یاد شده و تاثیر شار حرارتی ناشی از آن فرایند دگرگونی مجاورتی باعث گردیده تا سنگهای مذکور دچار دگرگونی درجه پایین تا خیلی پایین گردند، این توده های نفوذی دارای شکل غیرهم بعد بوده و طول آنها تقریباً خاوری - باختری است. همچنین واحد دیگری با ترکیب دیوریت تا کوارتز مونزونیت در جنوب باختر چهارگوش دارای رخنمون محدودی می باشد که دارای توپوگرافی برجسته ای بوده و روند شمال باختر - جنوب خاور دارد.

۴-۲-۲-۲) اولیگومیوسن

سنگ‌های آتشفشانی ائوسن را یک سری نهشته‌های آواری - کربناته به گونه‌ای دگرشیب پوشانده است. در این مجموعه سنگی می‌توان به واحدهای مختلفی مثل واحد ماسه‌سنگی در بخش خاوری ورقه شهراب به صورت رخنمون‌های پراکنده و نیز واحد آهکی در خاور چهارگوش و در کنار گسل اصلی شهراب اشاره کرد.

توده‌های نفوذی موجود در برگه اردستان دارای سن الیگومیوسن می‌باشند. واحد دیوریت-مونزوئوریت در جنوب روستای ظفرقند و فاصله چند کیلومتری باختر محدوده مورد مطالعه با طول تقریبی ۱۶ کیلومتر و روند شمال خاوری - جنوب باختری دارای گسترش خوبی می‌باشد و رخنمون‌های واحد گرانیت - گرانودیوریت نیز در شمال و جنوب این توده بزرگ‌تر مشاهده می‌شود. همچنین واحد کوچک ایگنیمبریتی با رنگ خاکستری قهوه‌ای همراه با کمی توف ریولیتی نیز در داخل واحد آندزیت بازالتی و توف برشی (واحد مربوط به ائوسن با گسترش زیاد) رخنمون دارد.

۵-۲-۲-۲) پلیوسن

سنگ‌های وابسته به پلیوسن در ورقه شهراب متشکل از تناوب سنگ‌های آتشفشانی و گدازه‌ای است که دارای ترکیب اسیدی تا متوسط بوده و پراکندگی آن‌ها گستره وسیعی را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه بر این‌ها مارن‌ها و کنگلومرای پلیوسن از دیگر انواع سنگ موجود برگه شهراب می‌باشند. سنگ‌های آتشفشانی پلیوسن بیشتر در بخش جنوبی ورقه پراکنده بوده و شامل یک سری سنگ‌های آتشفشانی اسیدی است که از گدازه‌های ریوداسیتی صورتی رنگ تشکیل شده که به همراه برش، پامیس و ایگنیمبریت دیده می‌شود. این سنگ‌ها بر روی سنگ‌های کهن و به ویژه انواع آتشفشانی فوران کرده است.

۶-۲-۲-۲) پلیو-کواترنری

رخنمون‌های محدودی از واحدهای کنگلومرای مربوط به زمان پلیوسن و کواترنری در نواحی شمالی ورقه شهراب وجود دارد. روند این واحد تقریباً خاوری - باختری می‌باشد و دارای توپوگرافی پست بوده و عموماً به وسیله واحدهای جوان و آبرفتی پوشیده می‌شوند و قطعات تشکیل‌دهنده آن عموماً از سنگ‌های آتشفشانی ائوسن و یا کهن‌تر منشاء گرفته است.

۷-۲-۲-۲) کواترنری

سنگ‌شناسی و نیز چینه‌نگاری کواترنر در ورقه شهراب بسیار متنوع بوده و به شرح زیر است:

واحد بازالتی در بخش میانی ورقه و نواحی جنوب باختری با رخنمون برجسته و منفردی از سنگ‌های تیره رنگ و با ترکیب بازالت تا آندزی بازالت، واحد آبرفتی با گسترش زیاد به طور عمده در شمال ورقه و در کنار دشت حاشیه‌ای دق سرخ، واحد نهشته‌ای مخروط افکنه و پادگانه‌های جوان با گسترش و پراکندگی بیشتر در نواحی شمالی و جنوبی ورقه (گسترش بسیار کم در جنوب باختر محدوده مورد مطالعه)، واحد دشت آبرفتی در حاشیه جنوبی حوضه دق سرخ در شمال ورقه، واحد آبرفت‌های جوان در نواحی مربوط به مسیر رودخانه‌های اصلی (به صورت اندک و باریک در جنوب خاور محدوده مورد مطالعه)، واحد ماسه بادی قدیمی تنها در شمال ورقه، واحد ماسه بادی جدید با گسترش خوب در بخش‌های شمالی در حاشیه دق سرخ، واحد ماسه رسی نمک‌دار در دریاچه دق سرخ، واحد رس ماسه‌ای نمک‌دار به صورت نواری بخش میانی دق سرخ را پوشانده و واحد کفه نمک رسی بخش مرکزی حوضه رسوبی دق سرخ را تشکیل داده و پست‌ترین ناحیه در ورقه شهراب به شمار می‌آید.

۳-۲- زمین شناسی ساختمانی از دیدگاه ناحیه‌ای

بطور کلی ساختارهای اصلی محدوده نصرند متاثر از ساختارهای کمربند سهند-بزمان است. این کمربند که از عناصر برجسته آتشفشانی - رسوبی ایران با روند شمال باختر - جنوب خاور می‌باشد در محدوده مورد مطالعه و ورقه یکصد هزارم شهراب متشکل از ۱- منطقه مجموعه تکتونیکی - افیولیتی ۲- منطقه رخنمون‌های آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی ۳- منطقه حوضه رسوبی است.

ساختمان اصلی این منطقه تاقدیس گونه و متشکل از صفحات راندگی است و بر مبنای گزارش یکصد هزارم شهراب (بحرودی، سازمان زمین‌شناسی کشور) حداقل دو نسل از گسلش راندگی منطقه را تحت تاثیر قرار داده است. نسل اول مربوط به زمان کرتاسه بالایی - پالئوسن، نسل دوم احتمالاً با فازهای پایانی چرخه کوهزایی آلپی مطابقت دارد.

منطقه حوضه رسوبی نیز دارای ساختمان فروافتاده است که در بخش‌های شمالی (به نام دق سرخ) واقع شده و متعلق به حوضه رسوبی قم - اردکان می‌باشد که یک حوضه میان کوهستانی بوده و متعلق به آلپ پایانی است. این حوضه در دو مرحله تکامل ساختاری تشکیل شده که یکی از آن‌ها در الیگومیوسن و دیگری در زمان پلیوکواترنر رخ داده است.

محدوده مورد مطالعه در منطقه فعالیت آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی قرار دارد این منطقه بخش عمده ورقه شهراب را نیز تشکیل می‌دهد و دارای روند تقریباً خاوری - باختری بوده و احتمالاً تکتونیک راستالغز نقش بسیار مهمی در این منطقه داشته است. تمامی عناصر ساختمانی و بخش‌های قطع‌کننده و توده‌های نفوذی و نواحی دگرسانی این منطقه ساختاری، از روند یاد شده پیروی می‌نمایند. برخی شکستگی‌ها نیز روند شمال خاوری - جنوب باختری از خود نشان می‌دهند. با توجه به حضور گسله پی‌سنگی قم - زفره در باختر ورقه شهراب با روند شمال باختری - جنوب خاوری به نظر می‌رسد که وضعیت ساختمانی موجود در محدوده مورد مطالعه تحت تاثیر

آن بوده و روندهای (خاوری - باختری) موجود نیز از عوارض رده دوم این منطقه محسوب می گردند. وضعیت مشابه آنچه که در ورقه شهراب وجود دارد را می توان در ورقه اردستان نیز دنبال کرد. همچنین در نقشه چهارگوش یک دویست و پنجاه هزارم کاشان روندهای ساختاری خاوری - باختری وجود دارد که به منطقه گسله قم - زفره پایان می پذیرد و از آن ناحیه تا خاور ادامه یافته و در ورقه شهراب گسترش می یابند (از باختر وارد برگه شهراب شده و محدوده مورد مطالعه نیز در باختر ورقه شهراب قرار دارد).

به علت خردشدگی شدید سطوح، نمی توان از آینه گسل جهت تعیین روند جابجایی گسل ها استفاده نمود. همچنین ساختار منطقه نیز از طریق گسله های اصلی از منطقه ساختاری مخلوط (ملائز) تکتونیکی و افیولیتی جدا می گردد. در این منطقه ساختاری می توان دو مجموعه شمالی و جنوبی را باز شناخت. مجموعه شمالی دچار بالآمدگی مشخص نسبت به مجموعه جنوبی شده و یک رشته کوه به طور کامل برجسته و مرتفع را تشکیل داده و بیشتر شامل رخنمون های باتولیت های گرانیتوئیدی است. بخشی از محدوده مورد مطالعه در مرز بین مجموعه شمالی - جنوبی قرار گرفته است که شامل رخنمون های دایکی و گنبد های ریوداسیتی تا داسیتی می باشد و دارای روند تقریباً خاوری - باختری است. از دیگر ویژگی های اصلی ساختاری ناحیه شیب زیاد سطح گسل ها است.

۲-۴- زمین شناسی اقتصادی از دیدگاه ناحیه ای

در ورقه شهراب معادن فعال و یا متروکه وجود ندارد و کانی سازی عمده قابل توجهی نیز در محدوده یکصد هزارم شهراب گزارش نگردیده است و تنها چند مورد از آثار معدنی مشاهده شده که از جمله آن ها می توان به آهن در جنوب روستای مهرآباد و نیز جنوب اشکنان در مجاورت توده نفوذی گرانیتوئیدی اشاره کرد که آهن به صورت لیمونیت و اولیژیست در یک منطقه دگرسانی دیده شده است که در پیرامون آن نیز آثاری از معدنکاری قدیمی وجود دارد که اخیراً بنام معدن

آهن گل‌شکنان راه اندازی شده است. همچنین مس در جنوب باختر رشته کوه‌زرد و در میان سنگ‌های آتشفشانی ائوسن که به شدت دچار دگرسانی شده‌اند دیده می‌شود. بررسی‌های دیگری نیز در این منطقه صورت گرفته است که منابع و نشانه‌های کانی‌سازی مس در آن مشاهده نشده است. باریت در شمال روستای مهرآباد و در میان مجموعه سنگ‌های توفی ائوسن بصورت رگه‌ای مشاهده شده که طول آن‌ها چند ده متر و عرض متغیر از نیم متر تا چند دسی‌متر می‌باشد که به صورت قطع‌کننده در میان توف‌های ائوسن دیده می‌شوند و نیز پرلیت در جنوب وره شهراب و در میان نهشته‌های آتشفشانی و پیروکلاستیک مربوط به پلیوسن، بخش‌هایی از توف‌های شیشه‌ای و پرلیت وجود دارد که کمتر متبلور هستند و حجم آن‌ها قابل توجه بوده و می‌توان از آن‌ها در تولید سیمان پوزولانی استفاده کرد این ماده معدنی با توجه به نزدیکی به جاده اصلی اردستان به نائین می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. در ارتباط با املاح معدنی نظیر سولفات سدیم و پتاسیم می‌توان به حوضه فرونشسته دق‌سرخ اشاره کرد که دارای پتانسیل خوبی می‌باشد و نیاز به مطالعات معدنی و ژئوشیمیایی دارد. در شرق برگه و در ۴ کیلومتری جنوب خاوری کوه شیرخانی محدوده کائولن اکتشاف شده نیز اخیراً فعالیت‌های استخراجی و بهره‌برداری خود را آغاز نموده است. همچنین سنگ تزئینی گرانیت سفید با جنس ریولیت_ ریوداسیت در شرق ظفرقند و در کنار جاده اصلی از مهم‌ترین فعالیت‌های معدنی محدوده یکصدهزارم شهراب می‌باشد.

فصل سوم

مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی

۱:۲۵۰۰۰ محدوده نصرند

۳-۱- مقدمه

۳-۲- روش مطالعه

۳-۳- پردازش داده‌های ماهواره‌ای و تعیین زون‌های مینرالیزه در ارتباط با نواحی

دگرسان منطقه

۳-۴- پردازش تصویر ماهواره‌ای منطقه نصرند

۳-۵- شرح واحدهای سنگی

۳-۶- دگرسانی‌ها

۳-۷- آثار حفریات قدیمی

۳-۸- وضعیت منابع قرضه و مصالح ساختمانی و املاح معدنی

۳-۹- زمین‌شناسی ساختمانی

۳-۱۰- مقدمه‌ای بر کانسارهای رگه‌ای

۳-۱- مقدمه

خصوصیات کلی واحدهای سنگی در محدوده مورد مطالعه (۲۸ کیلومتر مربعی) نصرند عبارتست از ترادف تقریباً ضخیمی از توفها، گدازه‌های آندزیتی، ماسه‌سنگ که به صورت مجموعه‌ای با روند تقریباً خاوری - باختری توسط دایک‌های فراوان میکروگابرویی مورد هجوم قرار گرفته‌اند. مجموعه فوق‌الذکر که در قسمت‌های میانی تناوب ماسه‌سنگ‌ها و توفیت‌های قرمز رنگ را شامل می‌شود به وسیله یک واحد ریوداسیت توف روشن رنگ پوشیده می‌شوند. این واحد گرچه حالت گنبدی شکل دارد و به صورت آپوفیز به نظر می‌رسد ولی دارای لایه‌بندی می‌باشد و خصوصیات یک واحد ولکانوسدیمتری را داراست. این واحد در بعضی مناطق ترکیب تراکی آندزیت را داراست و به سن پلیوسن می‌باشد. قسمت‌های شمال خاوری منطقه یک توده نفوذی دگرسان (آرژیلیکی) با ترکیب تقریباً اسیدی با جنس گرانودیوریت - دیوریت قسمتی از یک باتولیت بزرگ محسوب می‌شود. رخنمون عمده این باتولیت در خارج از محدوده مورد مطالعه و در اطراف حسین‌آباد واقع شده است. این توده نفوذی با توجه به قطع کردن واحدهای ولکانیکی و ولکانیکی - رسوبی ائوسن احتمالاً دارای سن بعد از ائوسن (الیگوسن) می‌باشد. دایک‌هایی از جنس دیاباز نیز حتی با فواصل دور نسبت به رخنمون اصلی نفوذی در داخل مجموعه آتشفشانی - رسوبی و همچنین ولکانیکی نفوذ کرده است. در بخش‌های شمال خاوری محدوده مورد مطالعه علاوه بر توده نفوذی فوق‌الذکر یک واحد دیگر با ترکیب بازالت آندزیتی و گدازه‌های آندزیتی دانه‌ریز قرار دارد که در مجموعه این رخنمون قسمتی از شکستگی‌ها توسط رگچه‌های اولیژیستی پرشدگی دارند. واحد دیگر رخنمون دار در این محدوده با جنس ریوداسیت - توف به رنگ روشن به صورت یک نوار سفید رنگ در امتداد گسل خاوری - باختری و در شمال محدوده ماسه سنگ قرمز رنگ و توفیت قرار گرفته است. این مجموعه در داخل واحد گدازه آندزیتی و توف قرار دارد و در قسمت‌های باختری از خود مجموعه آندزیت - توف قابل تفکیک نیست.

واحد آبرفتی با قطعات حاصل از فرسایش رخنمون‌های سنگی (کوهرفت) قسمت‌هایی از حاشیه‌های دره‌های اصلی را به خود اختصاص داده‌اند. در بخش‌های جنوبی و کم‌شیب محدوده مورد مطالعه واحد آبرفتی ضخامت بیشتر و دانه‌ریزتر و در داخل دره‌ها که عمدتاً روند خاوری - باختری دارند شامل قطعات بزرگتر (کوهرفت) می‌باشد. در محدوده مورد مطالعه واحدهای کواترنری با سیمای بادبزنی (fan) و مخروط افکنه و ماسه‌های بادی و همچنین واحدهای رسی - نمکی وجود ندارد و به طور کلی شرایط پست و مناسب این نهشته‌های جوان را دارا نیست.

۳-۲- روش مطالعه

به منظور تهیه نقشه یک بیست و پنج هزارم منطقه از عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ که دو برابر بزرگ شده بصورت یک لایه اسکن شده رقومی به‌همراه تصاویر باند SWIR سنجنده ASTER و همچنین تصاویر ترکیب باندی ۵۳۱ و ۷۴۲ سنجنده ETM ماهواره لندست استفاده گردیده است. پیمایش‌های مختلف در محدوده مورد مطالعه که منجر به تفکیک واحدهای سنگی و دگرسانی می‌گردید بر روی پلات رقومی شده در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ منتقل گشته که اینکار با ثبت نقطه در GPS و انتقال آن به رایانه هر روز بعد از عملیات صحرائی کنترل و بصورت دقیق‌تری رسم گردیده است. بدین ترتیب تعداد ۱۴۴ نقطه که در آن کلیه مشخصات مورد برداشت درج شده است که در جداول پیوست آمده است.

نقشه دسترنج اولیه قبل از حاضر شدن نتایج پترولوژیکی مقاطع نازک پس از اتمام مطالعات صحرائی تهیه گردید. گسله‌ها و شکستگی‌های برداشت شده با تصاویر ماهواره‌ای استر کنترل گردید. خصوصاً گسل‌های ناحیه‌ای که در تصاویر استر بخوبی نمایان است مورد دقت بیشتری قرار گرفته و چنانچه در مطالعات صحرائی قابل برداشت نبوده اضافه شده است. به منظور شناسایی دگرسانی نمونه‌های XRD به منظور تعیین کانی‌های رسی برداشت و مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نمونه‌های مقاطع صیقلی به منظور تعیین کانی‌های فلزی و مشخصات آن‌ها از برونزدهای کانه‌دار برداشت گردید. بعد از آماده شدن نتایج مقاطع نازک،

صیقلی و XRD نقشه دسترنگ مورد بازبینی قرار گرفته در مواردی موجب تایید مطالعات صحرایی و در مواردی دیگر باعث تغییر واحدهای سنگی گردیده است ولی بطور کلی در موارد اختلاف بین نام گذاری مقاطع نازک و نام میکروسکوپی سعی گردیده است نام گذاری مناسب تری با استفاده از نتایج مقاطع نازک (پتروگرافی) صورت گیرد. لازم به ذکر است لیست کلیه نمونه های برداشت شده در جدول ۱-۳ آمده است.

جدول ۱-۳: لیست نمونه های برداشت شده در مطالعات صحرایی

ردیف	شماره نمونه	مختصات		اهداف نمونه برداری			
		Y	X	آنالیز شیمیایی (A)	سنگ شناسی (P)	صیقلی (Po)	کانی شناسی (X)
1	PN01	3674802	642719		*		
2	PN02	3674624	642731	*			*
3	PN05	3674689	642776				*
4	PN19	3675186	643203				*
5	PN03	3675284	642420	*	*		
6	PN08	3675917	642470	*	*		
7	PN10	3676893	644866		*		
8	PN12	3677089	644766		*		
9	PN13	3677362	644690	*		*	
10	PN14	3677313	644463	*		*	
11	PN04	3677503	641889		*		
12	PN11	3676895	644866		*		
13	PN07	3676324	642198		*		
14	PN16	3676217	644214	*			
15	PN17	3673318	645473		*		
16	PN18	3676273	645984	*			
17	PN20	3676420	646252		*		
18	PN22	3676391	646311		*		
19	PN19+1	3676389	645976	*			

ردیف	شماره نمونه	مختصات		اهداف نمونه برداری			
		Y	X	آنالیز شیمیایی (A)	سنگ شناسی (P)	صیقلی (Po)	کانی شناسی (X)
20	PN38	3674785	645205		*		
21	PN53	3674486	642266		*		
22	PN23	3674578	643375	*			
23	PN24	3674600	643410	*			
24	PN25	3674630	643452	*			
25	PN26	3674680	643514	*			
26	PN27	3674698	643553	*		*	
27	PN28	3674717	643617	*			
28	PN29	3674785	643777	*			
29	PN30	3674817	644086	*			
30	PN31	3674802	644213	*			
31	PN32	3674785	644327	*			
32	PN33	3674768	644433	*			
33	PN34	3674751	644520	*		*	
34	PN35	3674743	644609	*			
35	PN36	3674730	644763	*			
36	PN37	3674712	644854	*			
37	PN38	3674584	643653	*			
38	PN39	3674573	643495	*		*	
39	PN40	3674559	643452	*			
40	PN41	3674553	643394	*			
41	PN42	3674536	643290	*			
42	PN43	3674534	643253	*			
43	PN44	3674550	643117	*			*
44	PN45	3674555	643010	*			*
45	PN 46	3674565	642772	*			

ردیف	شماره نمونه	مختصات		اهداف نمونه برداری			
		Y	X	آنالیز شیمیایی (A)	سنگ شناسی (P)	صیقلی (Po)	کانی شناسی (X)
46	PN 47	3674552	642667	*			*
47	PN48	3674602	642136	*			*
48	PN 49	3674757	641579	*			
49	PN 50	3674778	641548	*			
50	PN 51	3674881	641539	*			
51	PN52	3674919	641459	*			*
52	PN21	3676391	646311	*			
53	PN53	3676273	642266		*		
Total				39	14	5	8

۳-۳- پردازش داده‌های ماهواره‌ای و تعیین زون‌های مینرالیزه در ارتباط با نواحی

دگرسان منطقه

محدوده مورد مطالعه نصرند به علت قرارگیری در نزدیکی چند دگرسانی شناخته شده از جمله کهنک، زفره و ... مورد بازبینی مقایسه به لحاظ الگوهای تصویری در داده‌های ماهواره لندست و استر قرار گرفت. دید وسیع و یکپارچه که از ویژگی‌های مهم تصاویر ماهواره‌ای است می‌تواند عوارض گوناگون از جمله گسله‌ها، شکستگی‌ها، زون‌های دگرسانی و واحدهای سنگی را مورد بررسی قرار دهد و در فهم کانی-سازی‌های احتمالی و حتی پی‌جویی آن‌ها کمک شایان توجهی نماید.

همان‌طور که در تصویر ASTER منطقه ملاحظه می‌گردد (تصویر ۳-۱)، محدوده مورد مطالعه نصرند (آبی رنگ) در شمال خاوری چند ناحیه دگرسان شناخته شده قرار گرفته است که مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب به شرح ذیل است. لازم به ذکر است تصویر مذکور ترکیب SWIR باندهای ۴۵۶ می‌باشد.

۳-۳-۱) دگرسانی محدوده کهنگ

محدوده کهنگ در جنوب محدوده نصرند با دگرسانی آرژیلیک و سربیسیتیک (ضعیف) به ابعاد $۰/۸ \times ۴$ کیلومتر در یک سنگ نفوذی با ترکیب مونزودیوریت و سنگ درونگیر ولکانیکی حاوی رگچه‌های مگنتیت، اپیدوت در سطح می‌باشد. استوک‌ورک‌های کوارتزی بندرت در مناطقی توسعه یافته‌اند و به همین صورت دگرسانی سربیسیتیکی نیز غالباً ضعیف و بندرت شدید می‌باشد (تصویر ۳-۱). لازم بذکر است این محدوده توسط شرکت ریوتینتو اولین بار اکتشاف و معرفی گردید و سپس ادامه مطالعات سطحی و عمیق توسط آقای دکتر هوشنگ اسد هارونی (شرکت درسا) انجام گرفت. سپس مالکیت آن به شرکت صنایع مس واگذار گردیده است.

۳-۳-۲) دگرسانی محدوده زفره

این دگرسانی در ۳۵ کیلومتری جنوب - جنوب باختر اردستان در مجاورت غسل زفره به ابعاد $۲/۵ \times ۵$ کیلومتر شامل چهار زون دگرسانی پورفیری می‌باشد (تصویر ۳-۱). مهم‌ترین زون آن شمالی‌ترین آن‌ها به ابعاد ۲×۱ کیلومتر شامل استوک‌ورک‌های ضعیف سیلیسی، در یک میزبان گرانودیوریتی ژاروسیتی (شسته شده) پورفیری با دگرسانی فیلیک قوی است که توسط دگرسانی آرژیلیک اورپرینت شده است. نتایج ضعیف کانی‌سازی مس در سطح (حدود ۱۰۰ گرم‌ترن) امیدوارکننده نبوده است. لازم بذکر است این محدوده در محدوده پروانه بهره‌برداری معدن سنگ (بنام شرکت سنگ زفره) واقع گردیده است (مطالعات بخش اکتشافات ناحیه‌ای ریوتینتو ۲۰۰۵).

۳-۳-۳) دگرسانی جنوب خاوری آبی از آن

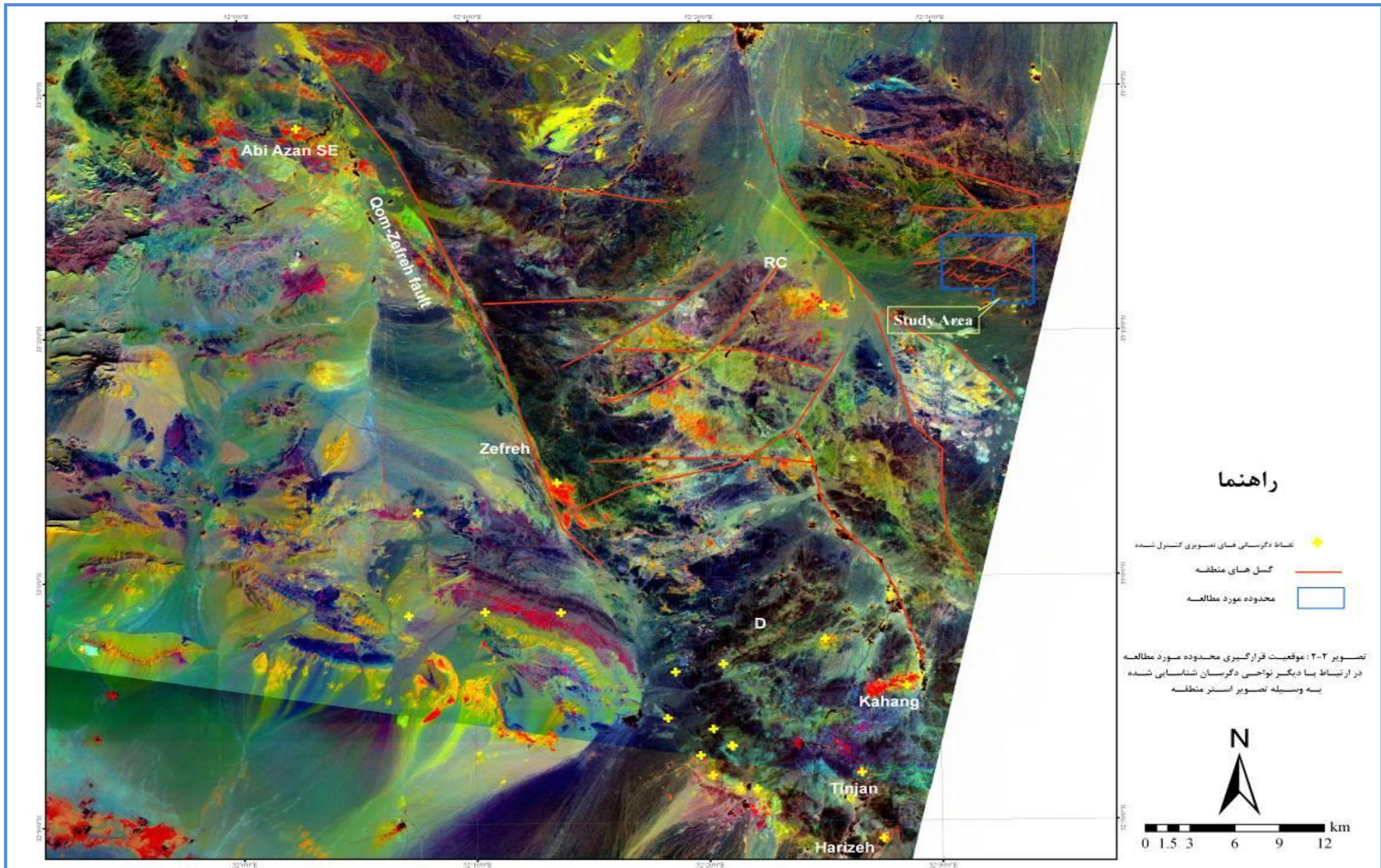
این دگرسانی در باختر غسل زفره _ قم به ابعاد ۱×۱ کیلومتر می‌باشد (تصویر ۳-۱). این دگرسانی و کانی‌های وابسته به دگرسانی، حکایت از یک سیستم ضعیف، کم‌حرارت هیدروترمالی را می‌نماید. ترکیب سنگ‌شناسی آن عمدتاً آندزیت می‌باشد است که در زیر دگرسانی آرژیلیکی بهمراه سیلیسی شدن - برشی شدن و کمی کربناتی شدن مخفی شده است.

مقدار کمی اکسید آهن در شکستگی‌ها دیده می‌شود و توسعه مناسبی که حکایت از ارتباط با عمق را داشته باشد، وجود ندارد.

۳-۳-۴) دگرسانی هریره

این دگرسانی وابسته به یک سنگ ولکانیکی با بافت Qtz Aye porphyry و حاوی پیریت در متن فلدسپاری آن است مقدار پیریت ۱-۳ درصد از حجم کل سنگ را بخود اختصاص داده است. علاوه بر واحد ولکانیکی یک واحد نفوذی با ترکیب دیوریت حاوی رگچه‌های مگنتیتی - کلریتی قابل مشاهده است. این دگرسانی عمدتاً با لیتولوژی در کنترل است و فاقد ارزش معدنی است (تصویر ۳-۱).

دگرسانی‌های دیگری چون تنجان و ...، ۹، ۸ Kuh در منطقه قابل شناسایی بوده‌اند که ارزش ادامه مطالعات را در منطقه اردستان - نائین نداشته‌اند. شایان ذکر است تکتونیک اصلی منطقه همان‌طور که در تصویر نمایان است روند شمال باختری - جنوب خاوری دارد که از روند کمربند سهند - بزمان تبعیت می‌کند و مولفه‌های جانبی آن گسل‌های شمالی - جنوبی می‌باشد که در محدوده نصرند نیز مشاهده می‌شود. دگرسانی‌های مهم مثل کهنک، هریره و ... منطبق با ساختارهای اصلی منطقه‌اند.



تصویر ۱-۳: موقعیت قرارگیری محدوده مورد مطالعه در ارتباط با دیگر نواحی دگرسان شناسایی شده در

تصویر استر (ترکیب 456, SWIR)

۴-۳) پردازش تصویر ماهواره‌ای منطقه نصرند

نقش تصاویر ماهواره‌ای در اکتشاف کانسارها به طور خلاصه شامل شناسایی و تفکیک واحدهای زمین‌شناسی، گسل‌ها و شکستگی‌هایی که در ارتباط با توده‌های کانسار ساز هستند و تشخیص سنگ‌های دگرسان شده گرمایی به وسیله خصوصیات طیفی آن‌ها می‌باشد. بنابراین بررسی تصویر ماهواره‌ای منطقه با دو هدف عمده صورت گرفت. این اهداف عبارتند از:

- ✓ تفکیک واحدهای سنگی و نواحی دگرسانی و بررسی پراکندگی آن‌ها
- ✓ تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسله‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری منطقه

خلاصه‌ای از مراحل پردازش انجام شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای (ASTER) منطقه به منظور دستیابی به هر یک از اهداف فوق به شرح ذیل می‌باشد:

۴-۳-۱) پردازش تصویر به منظور تفکیک واحدهای سنگی و نواحی دگرسان

با در نظر گرفتن عواملی چون رنگ، تن، بافت، الگوی آبراهه‌ها، توپوگرافی و موقعیت قرارگیری پدیده‌ها و همچنین با شناخت بازتاب طیفی سنگ‌های مختلف در محدوده طول موج‌های متفاوت می‌توان نوع واحدهای سنگی در یک منطقه را مشخص نمود.

در محدوده نصرند ترکیب رنگی SWIR باندهای ۴۵۶ ترکیب مناسبی برای جدا کردن واحدهای سنگی موجود در منطقه مورد مطالعه ایجاد کرده‌است (تصویر ۳-۲).

واحد ماسه‌سنگی با بازتاب رنگی قهوه‌ای در مرکز تصویر به راحتی قابل شناسایی است که واحد سنگی توف ریوداسیتی با رنگی متفاوت از آن جدا شده است (تصویر ۳-۲).

واحد گرانودیوریتی در گوشه شمال خاوری محدوده نصرند که دگرسانی آرژیلیکی آن در کنتاکت واحدهای مجاور نیز عمل کرده که بازتاب زرد رنگی را ایجاد نموده است (تصویر ۳-۲).

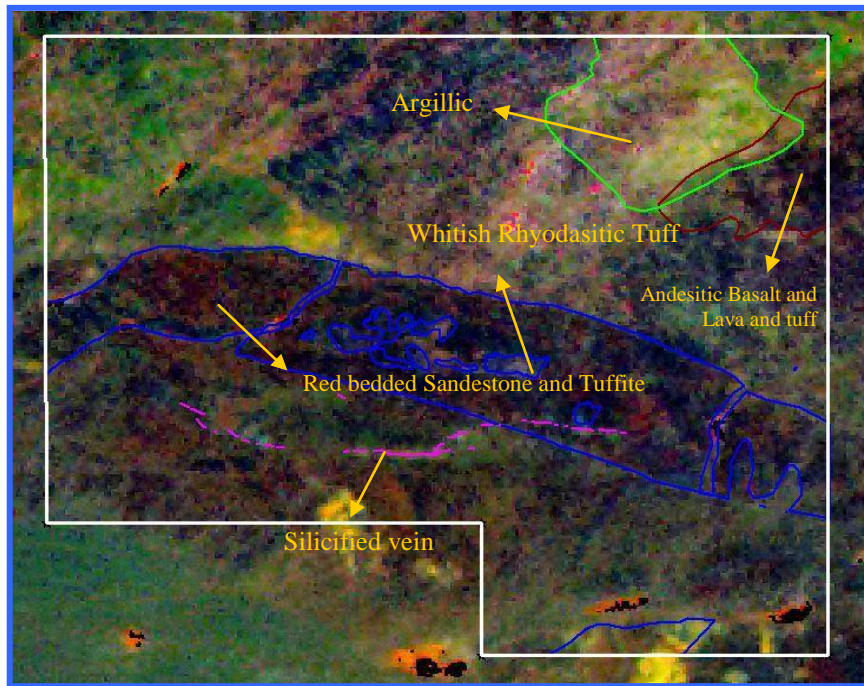
واحد بازالت - آندزیت با بازتاب رنگی آبی تیره تا قهوه‌ای در خاور منطقه برونزد دارد (تصویر ۳-۲).

در مرکز سیستم نیز قسمت‌های ضخیم رگه سیلیسی با بازتاب رنگی روشن قابل تفکیک است (تصویر ۲-۳).

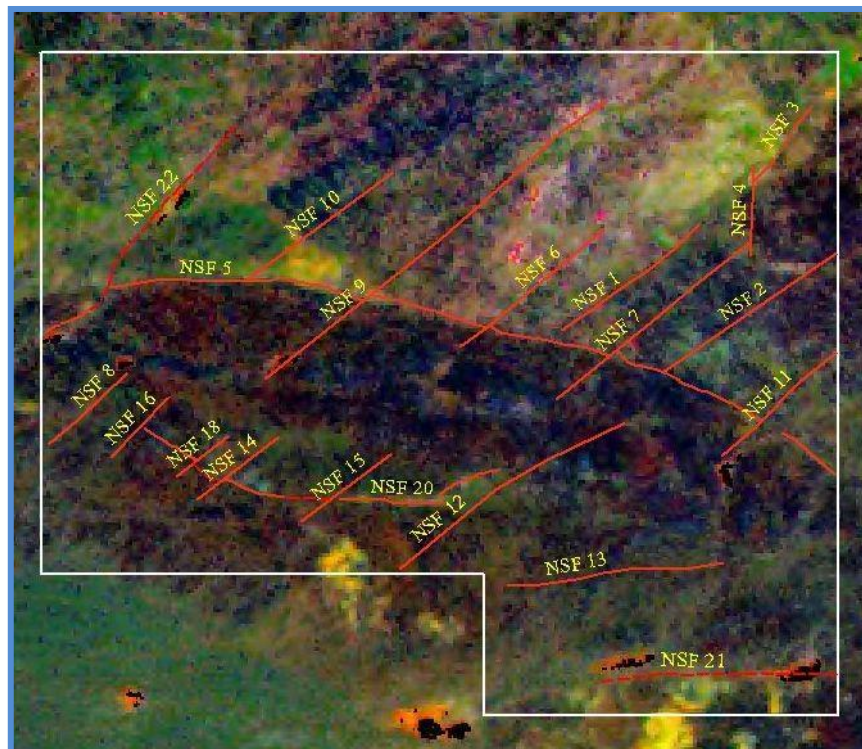
۲-۴-۲) تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسله‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری

منطقه

در تصویر ماهواره استر منطقه با ترکیب باندهای SWIR باندهای ۴۵۶ گسل‌ها و خطواره‌ها بر روی تصویر قابل تفکیک است. همان‌طور که در تصویر ۳-۳ نشان داده شده است گسل‌های اصلی در محدوده مورد مطالعه روند تقریباً خاوری-باختری داشته و توسط گسل‌های امتدادلغز و جوان‌تر شمال خاوری-جنوب باختری با ساز و کار چپ‌گرد، قطع می‌شوند. از اینرو، شکستگی‌های کمربند میانی که توسط دو گسل اصلی خاوری-باختری مشخص شده و واحد ماسه‌سنگی-توفی را دربر گرفته است، جوان‌ترین رخداد تکتونیکی عمده در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. با این‌همه، نفوذ توده دیوریتی در شمال خاوری محدوده مورد مطالعه نیز جوان‌ترین رخداد پلوتونیزم منطقه به‌شمار می‌رود.



تصویر ۳-۲: تفکیک واحدهای سنگی، با استفاده از تصویر استر ترکیب ۴۵۶، SWIR



تصویر ۳-۳: تشخیص گسل‌ها و شکستگی‌ها با استفاده از تصویر استر ترکیب باندهای ۴۵۶ SWIR

۳-۵- شرح واحدهای سنگی

شرح واحدهای سنگی شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه از قدیم به جدید عبارتست از :

۳-۵-۱) واحدهای آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی

EOCENE TO LOWER OLIGOCENE

اؤسن تا الیگوسن تحتانی

۳-۵-۱-۱) واحد گدازه‌های آندزیتی و توف Andesitic Lava and Tuff E^{an}

این واحد ولکانیکی و پیروکلاستیکی گسترده‌ترین رخنمون‌های سنگی مشاهده شده در محدوده مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد و در عین حال قدیمی‌ترین واحد محدوده نیز به شمار می‌رود (تصویر ۳-۶). این واحد دارای ترکیب توف آندزیتی در بعضی از قسمت‌ها است یعنی زمینه سنگ گرچه دارای ترکیب توف بطور همگن است ولی حضور فنوکریست‌های پلاژیوکلاز رخنمون سنگ را نمایان می‌کند. ترکیب توفی این واحد در بخش‌های شمالی وضوح بیشتری دارد در این ترکیب بخش توفی به صورت سنگی با تبلور مجدد و بافتی همگن (نمونه PN21) لایه بندی واضحی از خود نشان می‌دهد که در بخش‌های جنوبی فاقد این لایه‌بندی می‌باشد. به طور کلی واحد گدازه‌های آندزیتی و توف (E^{an}) را می‌توان به سه

گروه تقسیم کرد: ۱- واحد آندزیت‌های ریزدانه fine graine andesite

۲- واحد آندزیت‌های پرفیری (با فنوکریست پلاژیوکلازهای تا ۵ میلی‌متر طول)

Porphyritic andesites (with plagioclase phenocrysts up to 5mm)

۳- واحد آندزیت‌های درشت‌دانه (با فنوکریست پلاژیوکلاز با ۱ سانتی‌متر طول)

Coarse porphyritic andesite (with plagioclase phenocrysts up to 1cm)

آندزیت‌های هوازده در محدوده مورد مطالعه به طور معمول سبز یا زیتونی و در مواردی قهوه‌ای رنگ‌اند. مقاطع تازه‌تر این واحد وابسته به مقدار سیلیس حاوی آن روشن‌تر و گاهی تیره‌تر به نظر می‌رسد. بطور کلی این مجموعه که ترادف ضخیمی از توف‌ها و آندزیت‌ها را تشکیل داده در بخش‌های شمالی مجموعه دارای ضخامتی بیش از ۵۰۰ متر می‌باشد. واحد آندزیت ریزدانه گرچه به لحاظ مشخصات میکروسکوپی با دو گروه آندزیت پرفیری متفاوتند ولی به لحاظ ترکیب بسیار

مشابهند (تصویر ۳-۴). عمده ترکیب فنوکریست را پلاژیوکلاز و پیروکسن تشکیل داده است. مطالعات مقاطع گرچه اورتوپروکسن را نیز در ترکیب آندزیتی بعضی از رخنمون‌های این واحد متذکر شده ولی به ندرت گزارش شده است. با توجه به مشاهدات صحرایی واحد آندزیت ریزدانه بیش از ۹۰٪ بخش واحد آندزیتی (E^{an}) را بخود اختصاص داده است.



تصویر ۳-۴: واحد آندزیت ریزدانه

در واحد آندزیت‌های پرفیری، فنوکریست‌های پلاژیوکلاز به ابعاد حداکثر ۵ میلی‌متر کریستال‌های پلاژیوکلاز به صورت زاویه‌دار در یک متن شیشه‌ای حاوی کمی مگنتیت تشکیل یافته‌اند که دارای خاصیت جذب آهنربایی می‌باشند. متوسط سایز فنوکریست‌های این آندزیت ها ۳ میلی‌متر می‌باشد. برونزد این واحد در دره‌هایی با راستای شمالی - جنوبی در بخش شمالی رگه به صورت لکه (پچ‌های) پراکنده قابل مشاهده است و می‌توان نسبت به کل واحد E^{an} تنها ۵٪ را به این بخش اختصاص داد. در واحد آندزیتی درشت‌دانه که (می‌توان اصطلاح آندزیت مگاپرفیر را نیز به آن اطلاق کرد) فنوکریست‌های پلاژیوکلاز ابعاد متوسط ۱ سانتی‌متر را دارا می‌باشند و به نظر می‌رسد در داخل آندزیت‌های ریزدانه تزریق شده است و به یک منشاء نیمه عمیق وابسته‌اند (تصویر ۳-۵). آندزیت‌های درشت‌دانه بصورت فضای پرکننده ناشی از گسل‌ها و شکستگی‌ها در داخل آندزیت‌های ریزدانه نفوذ کرده است که با توجه

به این فضاها حداکثر دارای ضخامت یک متر می باشد و کمتر از ۵٪ کل واحد E^{an} را بخود اختصاص داده است.

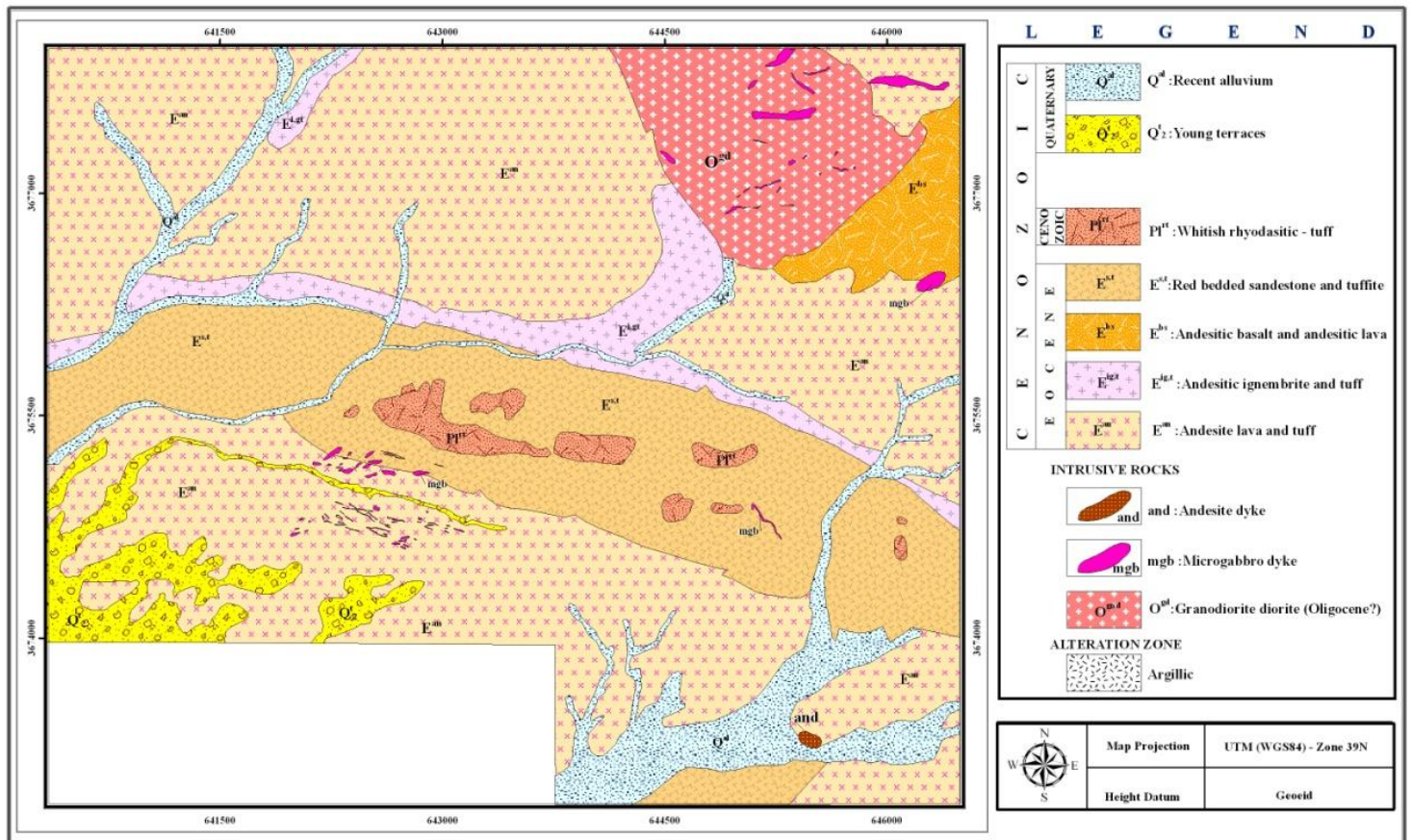
به لحاظ گسترش و پراکندگی آندزیت های درشت بلور و آندزیت های پرفیری تفکیک در محدوده مورد مطالعه امکان پذیر نمی باشد، ولی به طور کلی می توان در مورد رگه سیلیسی کانه دار اصلی، آندزیت ریزدانه را بعنوان میزبان اصلی رگه در نظر گرفت.



تصویر ۳-۵: واحد آندزیت درشت بلور (با فنوکریست پلاژیوکلازهایی با ابعاد متوسط ۱ سانتی متر) که در واحد آندزیت ریز دانه نفوذ کرده است.

این واحد آندزیتی توسط یک واحد ایگنمبریت آندزیتی-توف به بخش شمالی و جنوبی تقسیم شده است در بخش شمالی، مرز جنوبی واحد ایگنمبریتی با واحد توف-ماسه سنگ قرمز رنگ به صورت یک گسل معکوس در امتداد دره ای با راستای خاوری-باختری قابل مشاهده است. از دیگر خصوصیات واحد آندزیتی - توفی وجود دایک های بسیار گسترده ای است که عمدتاً می توان آن ها را به دو نوع دایک های میکرو گابرویی و همچنین دایک های آندزیتی تقسیم بندی کرد. متأسفانه در

واحد گدازه های آندزیت و توف دایک‌های آندزیتی به آسانی قابل تفکیک نیست PN04 از واحد آندزیتی - توفی برداشته شده است که مشخصات آن در پیوست آمده است.



تصویر ۳-۶: نقشه پراکندگی واحدهای سنگی محدوده نصرند

Efig.t

۳-۵-۱-۲) واحد ایگنیمبریت آندزیتی - توف

Andesitic ignimbrite and Tuff

این واحد با سیمای نواری یا باندی (با ضخامت کمتر از ۵۰ متر) حاشیه جنوبی واحد آندزیت گدازه- ای - توف قرار گرفته است افزایش غلظت سیلیس همراه با اوپالی شدن در بخش‌هایی از واحد آندزیت- توف و تبدیل تدریجی واحدهای توفی به ایگنیمبریت از دیگر واحدهای مجاور قابل تفکیک است. این تغییر تدریجی و حفظ بافت و ساخت آندزیتی و توفی سنگ اولیه باعث گردیده است که این واحد به صورت یک لیتولوژی جدید جداگانه در نظر گرفته شود (تصویر ۳-۷). ارتباط فضایی این

بخش از واحد ولکانیکی آندزیت - توف و توده نفوذی دیوریت - گرانودیوریت در همسایگی شمالی - شمال خاوری این باند، احتمال تعلق داشتن این باند را به بخش‌های انتهایی ولکانیزم محتمل می‌نماید.

مرز جنوبی و خاوری این واحد به صورت گسلی نرمال به ترتیب با همبری واحدهای توفیت - ماسه - سنگ قرمز - توف و آندزیت گدازه‌ای - توف قرار گرفته است. در دره مشرف به مزرعه غولی (نقطه زمین‌شناسی ۲۳ به مختصات (Z39 S و ۳۶۷۶۳۷۵ و ۶۴۲۱۹۰) این واحد روشن رنگ در یک میزبان آندزیتی (Andesite Lava and Tuff) بخوبی نمایان است. تغییر بافتی وجود کریستال توف و بافت جریانی از نوع ایگنیمبریت است و این واحد نسبت به واحد آندزیتی ریزدانه‌تر است. تصویر ۷-۳ نشان‌دهنده حضور این واحد در طول آبراهه گسلی در بخش‌های جنوبی این واحد است.



تصویر ۷-۳: واحد ایگنیمبریت-توف به رنگ روشن در گدازه‌های آندزیت-توف (دید به سمت باختر)

حد شمالی این واحد دارای مرزی تدریجی است که به علت قرارگیری در شیب توپوگرافی و فرسایش آسان این واحد مرز دقیق برای آن نمی‌توان رسم نمود.

E^{bs}**۳-۵-۱-۳) واحد گدازه‌های آندزیتی بازالتی و آندزیتی****Andesitic Basalt and Andesite Lava**

این واحد فقط در شمال خاوری محدوده مورد مطالعه، با بیش از یک کیلومتر مربع وسعت و ۱۵۰ متر ضخامت، رخنمون دارد (تصویر ۳-۶) و در مطالعات صحرایی با بافت ریزدانه‌تر و تیره رنگ‌تری نسبت به واحد گدازه‌های آندزیتی - توف خود را مشخص می‌نماید. رنگ قرمز رخنمون‌های هوازده این واحد علامت خوبی برای جدایش مرز این واحد است. نمونه پتروگرافی PN20 از محل این رخنمون‌های بازالتی - آندزیتی برداشت شده است که بافت آن میکروولیتیک پورفیری شناخته شده و کانی‌های اصلی آن پلاژیوکلاز، پیروکسن و الیوین می‌باشد. شایان ذکر است کانی‌های پلاژیوکلاز و الیوین به مقدار ناچیزی به کلریت تجزیه شده‌اند. کانه اپک ۱ درصد مودال نمونه را تشکیل می‌دهد (موقعیت زمین‌شناسی ۳۳ به مختصات Z ۳۹ S و ۳۶۷۶۴۲۰ و ۶۴۶۲۵۲ - جدول پیوست).

در واحد زمین‌شناسی بازالتی - آندزیتی رخنمونی به وسعت ۱۰۰×۱۰۰ متر که به طور عمده شکستگی‌هایش توسط رگچه‌های اولیژیستی ثانویه پر شده است مشاهده می‌شود نمونه (PN21) برای آنالیز و مقطع نازک برداشت شده است. (موقعیت زمین‌شناسی ۳۴ به مختصات Z ۳۹ S و ۳۶۷۶۳۹۱ و ۶۴۶۳۱۱ - جدول پیوست). تصویر ۳-۸ و ۳-۹ از این رخنمون برداشت گردیده است. این بخش از واحد بازالتی آندزیتی در حاشیه خاوری منطقه مورد مطالعه است که دارای ترکیب بازالتی تا آندزیتی می‌باشد.



تصویر ۳-۸: رخنمون سنگی با ابعاد تقریبی ۱۰۰×۱۰۰ متر با ترکیب بازالت - آندزیت



تصویر ۳-۹: آغشتگی اولیژیست بصورت پرکننده فضاهای ناشی از شکستگی در واحد بازالت - آندزیت

به لحاظ گسترش این واحد زمین‌شناسی بایستی متذکر شد که در خارج از محدوده مورد مطالعه - (در شمال خاوری آن) این واحد ادامه می‌یابد و در باختر و شمال باختری نیز با یک همبری گسلی نرمال به توده دیوریت - گرانو دیوریتی منتهی می‌گردد.

جدول ۳-۲: نتایج آنالیز نمونه‌های PN21

Sample No	Au ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ag ppm	Sn ppm	Mo ppm	As ppm	Sb ppm	Bi ppm
PN21	2	54	98	160	0/09	4/3	8	19/5	0/76	0/86

E^{s,t} ۳-۵-۱-۴) واحد توفیت - ماسه سنگ لایه‌بندی شده قرمز رنگ و توفیت

Red bedded Saudstoue and Tuffite

این واحد به صورت نواری با ضخامت متوسط ۱۵۰ متر و طول حدوداً ۶ کیلومتر از خاور تا باختر محدوده مورد مطالعه کشیده شده است و واحد گدازه‌های آندزیتی - توفی را در میانه محدوده به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم کرده است. از مهم‌ترین خصوصیات این واحد وجود خواص توأم سنگ‌های رسوبی با لایه‌بندی افقی و در عین حال مشخصات سنگ‌شناسی ولکانیکی است. لایه-بندی این واحد به صورت افقی و ضخامت هر لایه کوچک‌تر از یک متر است. شیب متوسط این واحد حدود ۱۰ درجه به سمت جنوب است. آزیموت متوسط بین ۲۹۰-۳۲۰ درجه می‌باشد قسمت‌هایی در حد فاصل دو لایه‌بندی گاهی حضور آندزیت مسیو نیز قابل مشاهده است (تصویر ۳-۱۰).



تصویر ۳-۱۰: رخنمون واحد ماسه سنگ قرمز- توفیت (Red bedded sandstone and tuffite)

به رنگ قرمز اخرايي

این واحد قسمت‌های خاوری رگه کانه‌سازی شده را نیز در بر می‌گیرد و این امر نشان‌دهنده جوان‌تر بودن رگه نسبت به دو واحد میزبان خود می‌باشد، علاوه بر حضور قسمتی از رگه اصلی کانه‌دار در این واحد در بعضی شکستگی‌های این واحد نیز آغستگی مالاکییتی دیده می‌شود، به طور مثال در موقعیت نقطه زمین‌شناسی شماره ۱۸ به مختصات (Z۳۹ S و ۳۶۷۵۲۳۶ و ۶۴۲۹۹۵ - جدول پیوست) آغستگی مالاکییتی بدون حضور رگچه‌های سیلیسی به وسعت ۲×۵ متر قابل مشاهده است و همچنین در نقطه زمین‌شناسی ۱۴۲ به مختصات (Z۳۹ S و ۳۶۷۵۶۸۴ و ۶۴۱۰۱۲ - جدول پیوست) آغستگی مالاکییت با بافت پرکننده شکستگی‌ها (fractures filling) به وسعت ۱۰×۲۰ متر قابل مشاهده است (تصویر ۳-۱۱).



تصویر ۱۱-۳: آغشتگی ملاکیت در شکستگی های واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت

به لحاظ سنگ‌شناسی مشخصات این واحد در عملیات صحرایی عبارتست از لایه‌ای بودن رخنمون‌ها، رنگ قرمز اخزایی آن و حضور دانه‌های پیروکلاستیکی که منشأ ولکانیکی آن را یادآور می‌شود. ایجاد مورفولوژی نرم در بخش‌های جنوبی و توپوگرافی ناهموار و تقریباً خشن در بخش‌های میانی از دیگر خصوصیات این واحد است. توپوگرافی خشن و ناهموار ناشی از وجود واحد سفید رنگ توف - ریوداسیت با ساختمان شبیه گنبدی شکل می‌باشد که بر روی این واحد قرار گرفته و در دره‌هایی با روند خاوری- باختری در مرکز محدوده باعث ایجاد توپوگرافی غیر هموار در حاشیه این ساختمان‌های به ظاهر گنبدی نموده است (تصاویر ۳-۱۲ و ۳-۱۳).



تصویر ۳-۱۲: قرارگیری واحد توف ریوداسیتی (با رنگ سفید بر روی واحد ماسه سنگ - توفیتی لایه بندی شده

(قرمز رنگ)

Pliocene

پلیوسن

Pl^{rt}

۵-۱-۵-۳) واحد توف ریوداسیتی - ریوداسیت سفید رنگ

Whitish Rhyodasitic_ tuff

این واحد با ساختمان گنبدی شکل در مرکز محدوده مورد مطالعه بر روی واحد ماسه سنگ قرمز رنگ لایه بندی شده- توفیت قرار گرفته است (تصویر ۳-۱۳).

ایجاد فرسایش متقارن و دوار در اطراف رخنمون‌های این واحد ایجاد نمای گنبدی شکل را به آن داده است. در نقشه یکصد هزارم زمین‌شناسی شهراب این واحد به نام مخفف PLV با ترکیب داسیت - ریوداسیت گنبدی شکل معرفی شده است و به علت ساختمان گنبدی شکل آن‌ها این واحد را نیمه عمیق (Subvolcanic) فرض کردند، درحالیکه وجود لایه بندی در واحد زیرین آن (واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت) به خوبی حاکی از نهشته شدن این واحد رسوبی- ولکانیکی

از جنس توف - ریوداسیت در یک محیط دریایی است. در بعضی از قسمت‌ها ترکیب این واحد به سمت تراکیت نیز متمایل می‌شود. تصویر ۳-۱۳ نهشته شدن واحد توف- ریوداسیتی (ظاهراً گنبدی شکل) را بر روی رسوبات ولکانیکی (واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت) به خوبی نشان می‌دهد.



تصویر ۳-۱۳: قرارگیری واحد ریوداسیت - توف روشن رنگ بر روی واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت (واحد لایه بندی شده) دید به سمت باختر

سن این واحد از اواخر میوسن فوقانی تا اواخر پلیوسن می‌باشد (نقشه یکصد هزارم شهراب). این سن با توجه به توالی دیگر واحدهای ائوسن و قرارگیری آن بر روی ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت ائوسن که در بعضی مناطق محدوده یکصد هزارم شهراب حالت کنگلومرایی نیز به خود گرفته و تبدیل به یک نهشته قاره‌ای شده است (M^{ms} به سن میوسن) دارای تخمین درستی است.

۳-۵-۲) واحدهای نفوذی و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه

Intrusive and subvolcanics units (Post Eocene – Oligocene)**O_{gnd}**

۳-۵-۲-۱) واحد گرانودیوریت – دیوریت

Granodiorite – Diorite

این واحد به وسعت ۱/۸۳ کیلومتر مربع، به شکل مخروطی دوار در بخش شمال خاوری محدوده مورد مطالعه رخنمون دارد. دایک‌های میکروگابروی اپیدوتی و کلریتیه شده فراوانی به رنگ تیره در داخل این توده تزریق شده‌اند (نمونه‌های PN15 و PN11- پیوست شماره ۲).

ترکیب این واحد نفوذی از دیوریت تا گرانودیوریت و گاهی کوارتز دیوریت متغیر است که با توجه به قطع کردن کل مجموعه ولکانیکی منطقه، جوان‌ترین واحد اصلی به حساب می‌آیند. تقریباً در اکثر مناطق محدوده مورد مطالعه دایک‌های آپلیتی و میکروگابرویی اپیدوتی- کلریتیه شده دیگر واحدهای ولکانیکی و ولکانوسدیمتری را تحت تأثیر قرار داده‌اند که به لحاظ منشأ با این توده نفوذی در ارتباطند و جوان‌تر از این توده می‌باشند. در حاشیه نفوذ این توده در مجموعه آندزیتی، دگرسانی اپیدوتی نیز در کنتاکت دیده می‌شود که با توجه به ضخامت کم آن در نقشه کشیده نشده است. دگرسانی گسترده آرژیلیکی که در بعضی نقاط نیز به علت افزایش غلظت سیلیس می‌توان نام آرژیلیکی پیشرفته (Advanced Argillic) نیز به آن اطلاق کرد، در این واحد و اطراف آن مشاهده می‌شود. دگرسانی آرژیلیک در خارج از توده باعث تغییر رنگ کاملاً واضح و ایجاد کانی‌های رسی خصوصاً در کنتاکت با واحدهای آندزیت گدازه‌ای و توف (E^{an}) در شمال و جنوب توده گردیده است. اثر این دگرسانی در واحد بازالتی (در خاور توده) با توجه به بالاتر بودن دما تشکیل بازالت نسبت به دیوریت دیده نمی‌شود. همچنین در واحد ایگنبریت- توف با توجه به وجود مقادیر نسبتاً زیاد کانی‌های رسی ناشی از هوازدگی توف تأثیر دگرسانی ناشی از نفوذ توده مشهود نیست.

نمونه PN10 از مجموعه نفوذی در موقعیت نقطه زمین‌شناسی ۲۶ (S ۳۹ Z و ۳۶۷۶۸۹۳ و ۶۴۴۸۶۶ - جدول پیوست) برداشت گردیده که شرح آن در پیوست آمده است.

تصویر ۳-۱۴ گسترش توده گرانودیوریت - دیوریت دگرسان را در شمال خاوری محدوده نشان می- دهد (دید به سمت خاور).



تصویر ۳-۱۴: گسترش واحد گرانودیوریت - دیوریت با دگرسانی آرژیلیک

در تصویر ۳-۱۵ نفوذ دایک میکروگابرویی تیره رنگ به داخل مجموعه گرانودیوریتی - دیوریتی دیده می شود. نمونه PN11 از دایک در موقعیت نقطه زمین‌شناسی ۲۶ (S ۳۹ Z و ۳۶۷۶۸۹۳ و ۶۴۴۸۶۶ - جدول پیوست) برداشت گردیده است.



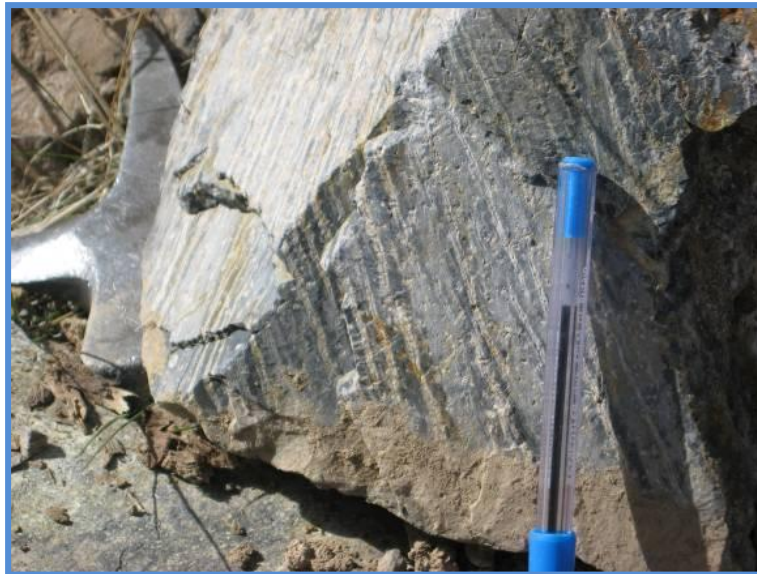
تصویر ۳-۱۵: نفوذ دایک های دیابازی در توده گرانودیوریتی

در بخش هایی توده نفوذی دارای ترکیب مونزودیوریتی (حاوی آلبیت) نیز می گردد که نمونه PN12 برای مطالعه مقطع نازک از موقعیت نقطه زمین شناسی ۲۷ (S ۳۹ Z و ۳۶۷۷۰۸۹ و ۶۴۴۷۶۶ - جدول پیوست) برداشت گردیده است.

در ادامه پیمایش به طرف ارتفاعات در داخل توده نفوذی حضور رگچه های استوک ورک بصورت دم اسبی (Sheeted Magnetite Stockwork) در آبراهه به صورت نابرجا و در موقعیت زمین شناسی ۲۸ به مختصات (S ۳۹ Z و ۳۶۷۷۳۶۲ و ۶۴۴۶۹۰۰ - جدول پیوست) حاوی رگچه های کوارتز اولیژیست +/- مگنتیت مشاهده شد که یک نمونه (PN13) از محل این سنگ های نابرجا برداشت گردیده است که نتایج امیدبخشی در برداشت. لازم به ذکر است آلتراسیون سیلیسی و آرژیلیکی محلی در این محدوده مشاهده می شود ولی حضور اکسید آهن بسیار ضعیف است. در موقعیت زمین شناسی ۲۹ رخنمونی از کوارتز میکرودیوریت مشاهده می شود (S ۳۹ Z و ۳۶۷۷۳۱۳ و ۶۴۴۴۶۳ - جدول پیوست) که حاوی رگچه های سیلیسی مگنتیتی است. نمونه PN14 از این محل برداشت گردیده است. این نمونه نیز نتایج امیدبخش نداشته است، در تصویر ۳-۱۶ رگچه های کوارتز مگنتیتی که به حالت موازی و شیتد می باشند مشاهده می گردد.

جدول ۳-۳: نتایج آنالیز نمونه‌های PN13 و PN14

Sample No	Au ppb	Cu	Pb	Zn	Ag	Sn	Mo	As	Sb	Bi
PN13	2/8	54	9	40	0/08	2/3	1/8	7/08	0/5	0/2
PN14	2/5	71	115	50	0/1	4/1	5/7	6/15	0/5	0/2



تصویر ۳-۱۶: رگچه‌های کوارتز مگنتیتی به حالت موازی

Dykes

۳-۵-۲-۲ دایک‌ها

به طور کلی طیف مختلفی از دایک‌ها محدود به مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار داده‌اند و به لحاظ ترکیب، آن‌ها را می‌توان به دو گروه مختلف تقسیم‌بندی کرد:

۱ - دایک‌های میکرو گابری

۲ - دایک‌های آندزیتی

شرح مختصری از این واحدها عبارتست از:

۳-۵-۲-۱) دایک‌های میکروگابروی

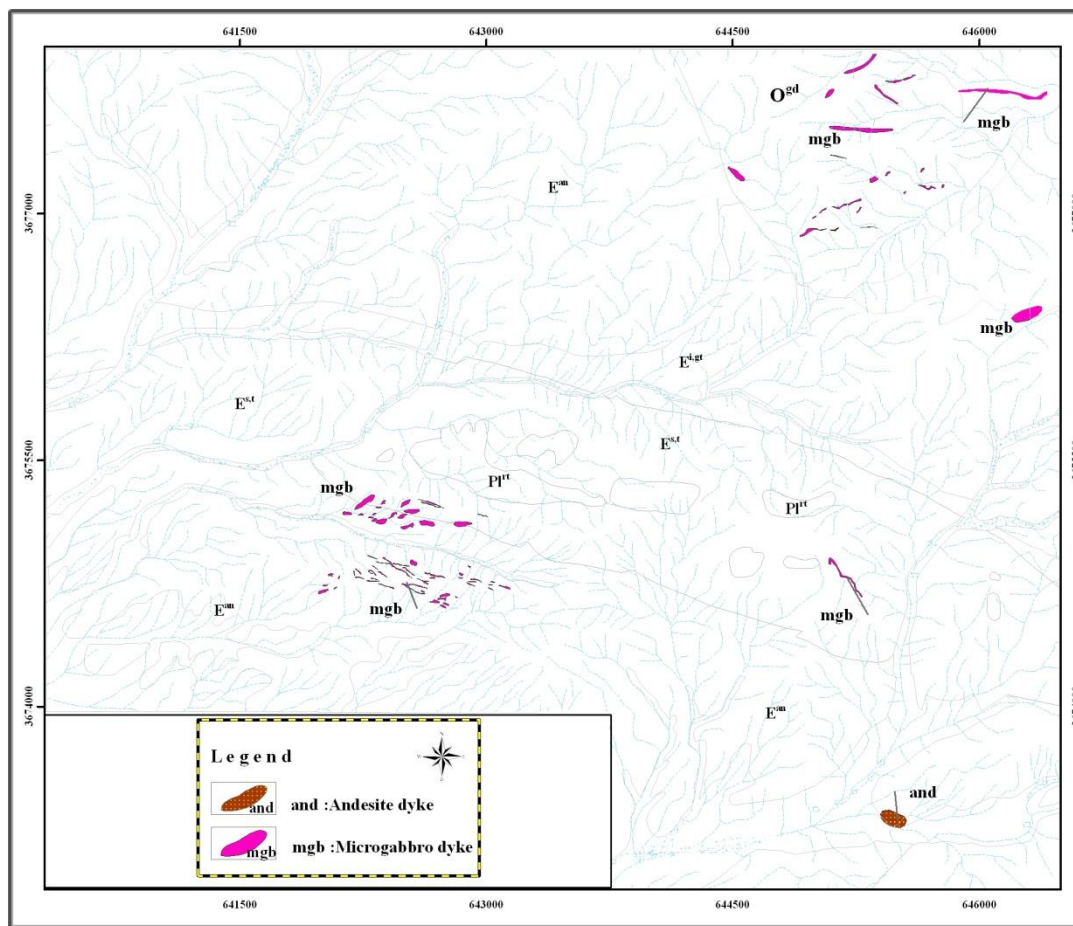
Microgabbro Dyke

این واحد با برونزدهای پی‌درپی به شکل دایک در بخش‌های شمالی- مرکزی رگه اصلی کانه‌دار رخنمون دارند. این دایک‌ها با بافت ریزدانه و تیره رنگ خود با امتدادهای عمدتاً خاوری- باختری هم روند با امتدادهای اصلی شکستگی‌ها و گسله‌های محدوده مورد مطالعه می‌باشد. ندرتاً رگچه- های نازک سیلیسی همراه با کانی‌سازی مالاکیت را نیز دارا می‌باشند. دگرسانی عمده این دایک‌ها پروپلیتیک بوده و کانی‌های ثانویه اپیدوت و کلریت را برجای گذاشته است (نقطه زمین‌شناسی ۱۵ به مختصات Z ۳۹ S و ۳۶۷۵۲۳۹۹ و ۶۴۲۵۱۱ - جدول پیوست). برونزدهای دایک‌ها گاهی رخنمونی به وسعت ۵۰×۱۰۰ متر را ایجاد می‌کنند ولی در مواردی کشیده می‌باشند که تا ۲۵۰ متر نیز گسترش دارند (تصویر ۳-۱۷). در محدوده توده نفوذی نیز این ترکیب دایکی به وفور مشاهده می‌شود.

Epidotic Andesite Dyke

۳-۵-۲-۲) دایک‌های آندزیتی

این ترکیب از دایک‌ها به طور کلی تمام مجموعه را ممکن است تحت تأثیر قرار داده باشد که با توجه به هم جنس بودن این ترکیب از دایک‌ها با ترکیب غالب محدوده مورد مطالعه که یک ترکیب آندزیتی- توف است مشابهت و نزدیکی بسیاری دارد و شناسایی آن آسان نیست لیکن در مجاور روستای گزلا دایک آندزیتی در کناره آبراهه رخنمون مشخصی پیدا کرده است (تصویر ۳-۱۷).



تصویر ۳-۱۷: نقشه پراکندگی و گسترش دایک های موجود در محدوده مورد مطالعه

۳-۶- دگرسانی‌ها

کلیه تغییرات شیمیایی و کانی‌شناسی که تحت تاثیر آب‌های ماگمایی و گرمایی در سنگ‌ها ایجاد می‌شود تا به حالت تعادل برسند را دگرسانی (Alteration) می‌نامند. نوع تغییرات شیمیایی و کانی‌شناسی که در سنگ‌ها ایجاد می‌شود به محلول گرمایی و ترکیب کانی‌شناسی سنگ بستگی دارد. ترکیب شیمیایی محلول گرمایی یا ماگمایی، دما، عمق، شرایط Eh، PH و ... نقش مهمی در انواع زون‌های دگرسان دارند. در محدوده مورد مطالعه دگرسانی آرژیلیک کل محدوده توده نفوذی دیوریت - گرانودیوریت رادر بر گرفته است علاوه بر این، این دگرسانی واحد آندزیت - توف را که

در کنتاکت با توده نفوذی است نیز تحت تاثیر قرار داده است (عمق تاثیر دگرسانی در واحد آندزیت - توف حداکثر به ۱۰۰ متر می‌رسد).

۳-۶-۱) دگرسانی آرژیلیک

دگرسانی آرژیلیکی در بخش عمده توده دیوریتی - گرانودیوریتی بصورت مخروطی، در شمال محدوده مورد مطالعه درون توده و در حاشیه آن در مرز واحد آندزیتی نیز دیده می‌شود. وجود کانی‌هایی چون کوارتز - فلدسپات‌های دگرسان شده به کائولن، ایلیت، سرسیت در یک بافت گرانولار و همچنین بافت گرافیک (همرشدی اوتکتیک کوارتز - فلدسپار) بطور محلی توسعه یافته است.

گسترده‌گی این واحد دگرسانی و وجود تنوعی از کانی‌های رسی فوق‌الذکر حکایت از توسعه کامل دگرسانی آرژیلیک در واحد نفوذی گرانودیوریت - دیوریت دارد. همچنین قسمتی از دگرسانی آرژیلیک در کنتاکت با واحد گدازه‌های آندزیتی - توفی توانسته است در حدود ۱۰۰ متر در واحد مذکور توسعه پیدا کند.

۳-۶-۲) دگرسانی پروپلیتیک

بطور کلی دگرسانی پروپلیتیک در تمام مجموعه و بخصوص در واحد گدازه آندزیت- توف که واحد عمده محدوده مورد مطالعه است توسعه یافته این دگرسانی بصورت محلی نبوده و بنظر می‌رسد دگرسانی پروپلیتیک در یک فاز ناحیه‌ای رخ داده است بنابراین با فازهای هیدروترمالی رگه کانه‌دار و یا نفوذ توده گرانودیوریت - دیوریت در ارتباط نمی‌باشد.

لازم به ذکر است بجز دگرسانی پروپلیتیک در فاز ناحیه‌ای در حاشیه دایک‌های میکروگابرویی کانی‌هایی چون کلریت، کلسیت و اپیدوت مربوط به دگرسانی پروپلیتیک متوسط مشاهده شده (نمونه PN38) که این دگرسانی بصورت خیلی محدود و در اثر نفوذ دایک‌ها در اکثر واحدها اتفاق افتاده است. بطوریکه با توجه به نتایج سنگ‌شناسی می‌توان گفت که اکثر بلورهای پیروکسن به

کلسیت و کلریت تجزیه شده است و نیز کانی‌های پلاژیوکلاز به کانی‌های کلریت، کلسیت و اپیدوت تجزیه شده‌اند.

۳-۷- آثار حفريات قدیمی

بطور کلی در محدوده مورد مطالعه آثار حفريات چندانی به چشم نمی‌خورد و تنها می‌توان به آثار حفريات سطحی در بخش‌هایی از رگه سیلیسی کانه‌دار (در بخش مرکزی) اشاره کرد که با توجه به وجود کانی مالاکیت در اطراف این حفرات سطحی می‌توان هدف جستجو یا استخراج را کانه‌های مس در نظر گرفت. حجم حفريات به‌طور کلی کم‌تر از ۱۰-۵ متر مکعب تخمین زده شده است. همچنین در این محدوده هیچ‌گونه آثار ذوب فلز (اسلگ) یافت نگردید.

۳-۸- وضعیت منابع قرضه و مصالح ساختمانی و املاح معدنی

در محدوده مورد مطالعه منابع و یا نشانه‌های کار شده قبلی برای منابع قرضه و مصالح ساختمانی وجود نداشته است و به‌طور کلی انتظار پتانسیل مناسبی در این محدوده وجود ندارد. این امر در بخش‌های شمال خاوری محدوده، ناشی از توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت-دیوریت با دگرسانی آرژیلیکی است که در بعضی مناطق آن هوازدگی (تبدیل سنگ به آرن‌های گرانیتی) نیز مزید بر علت شده است و توده بکر مناسبی را برای سنگ‌های ساختمانی و یا حتی سنگ لاشه ایجاد نکرده است.

رگه سیلیسی کانه‌دار نیز به‌علت حضور بالای اکسیدهای فلزی از جمله (آهن، مس، سرب و روی و ...) به‌عنوان کانه‌های مزاحم (کانگ) به منظور ذخیره سیلیس درخور توجه نمی‌باشد. در میان نهشته‌های پیروکلاستیکی و آتشفشانی، بخش‌هایی از توف شیشه‌ای و پرلیت (مورد استفاده در سیمان پوزولانی) گزارش گردیده است که در محدوده مورد مطالعه نیز مورد جستجو قرار گرفت که

با توجه به تبلور کم واحد توفی و اختلاط آن با واحد ریوداسیتی از مشخصات مناسبی برای این نوع ذخایر برخوردار نیست. در ارتباط با املاح معدنی نظیر سولفات سدیم و پتاسیم حوضه فرونشست دق سرخ در شمال (خارج از محدوده) می‌تواند حوضه مناسب نهشته شدن این نوع ذخایر باشد که نیاز به مطالعات معدنی و ژئوشیمیایی خاص خود را دارد.

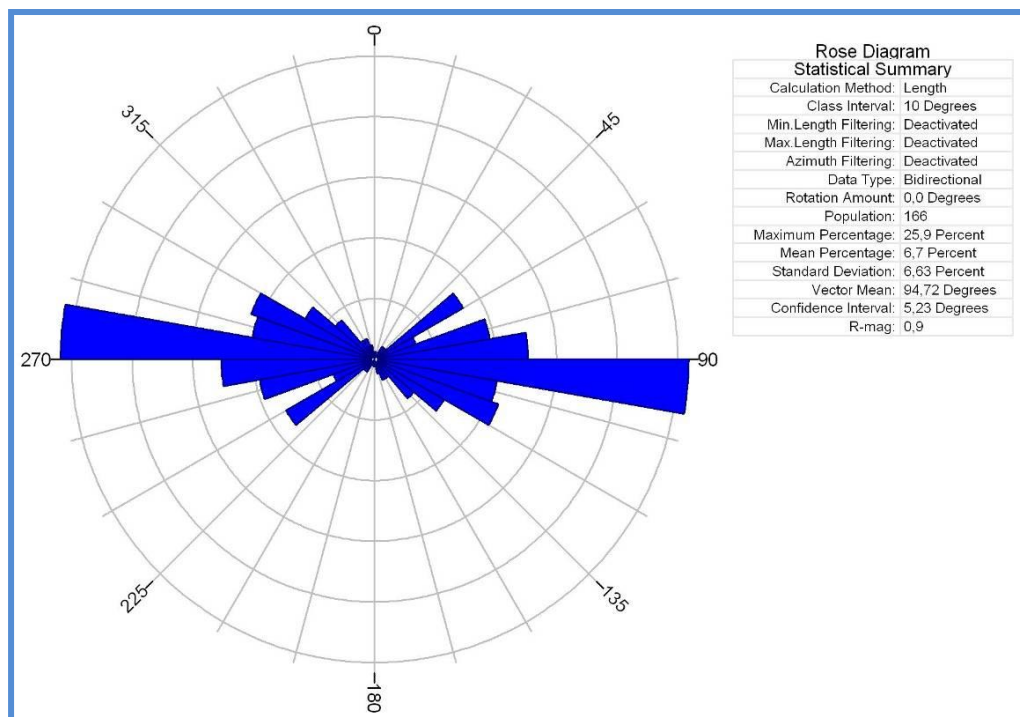
۳-۹- زمین‌شناسی ساختمانی

بطور کلی ساختارهای اصلی محدوده نصرند متأثر از ساختارهای کمربند ارومیه - دختر است. با توجه به گسترش وسیع سنگ‌های آذرین پلوتونیک و ولکانیک در این زون با راستای NW-SE تکوین و تکامل ساختاری این محدوده را می‌توان در ارتباط با بسته شدن اقیانوس نئوتتیس در طول خط درز زاگرس و فرورانش لیتوسفر اقیانوسی به زیر صفحه ایران دانست که بیانگر رژیم‌های تنش‌های فشارشی و امتدادلغز بوده است و در حرکات بعدی متأثر از تکتونیک برشی می‌باشد. در تشکیل کمربند ولکانیک ارومیه - دختر عملکرد گسل‌های امتدادلغز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بربریان و کینگ 1981، مجل 2000).

با توجه به سازوکار گسل‌های فشارشی و امتدادلغز در ناحیه مطالعاتی، می‌توان دو سیستم گسلیدگی در ناحیه با تغییر تنش‌های اصلی که متأثر از عملکرد گسل‌های اصلی از قبیل گسل قم - زفره می‌باشد را تشخیص داد؛ بطوری که سازوکار گسل‌های راستالغز چپ بُر منجر به جابجایی راندگی‌های نسل اول در منطقه گردیداند و در اثر عملکرد گسل راستالغز اصلی قم - زفره با سازوکار راست بُر منجر به ایجاد گسل‌های مزدوج ریدل (R') با سازوکار چپ بُر گردیده است که این ناشی از گسل‌هایی از دوسو فشاری راست بر *transpression/transension* می‌باشد. بر طبق مکانیزم نیروها، گسل‌های امتدادلغز دارای شیب بیش از ۸۵ درجه می‌باشند. به طور کلی برای تشکیل گسل‌های امتدادلغز سیگما ۲ بصورت قائم و سیگما ۱ و ۳ بصورت افقی می‌باشند بنابراین

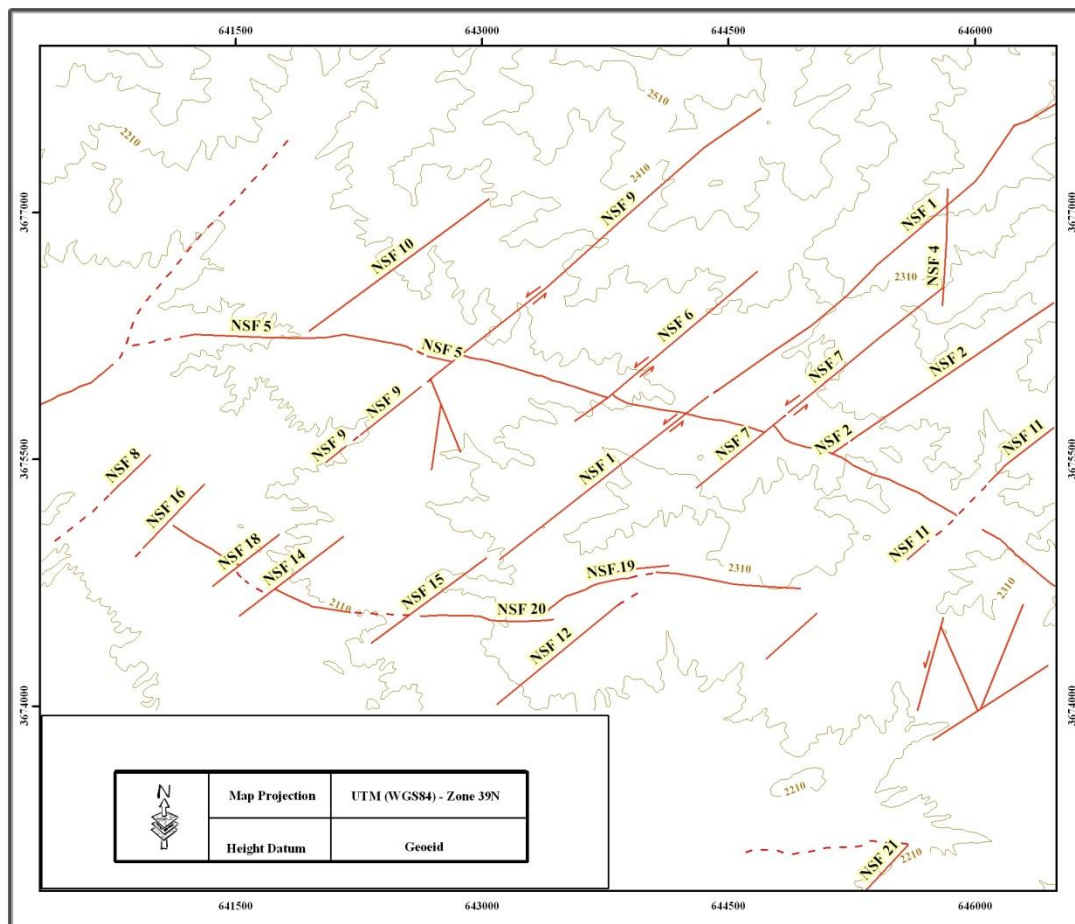
گسل‌های امتدالغز دارای شیب بیش از ۸۵ درجه می‌باشند (Billing, 1983) - زمین‌شناسی ساختمانی حسن مدنی، (۱۳۷۴).

در منطقه دایک‌های فراوانی با روندهای مشخص رخنمون داشته که با تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، قابل تفکیک است. همانطور که مطلع هستیم، روند این دایک‌ها عمود بر سیستم کششی در منطقه می‌باشد. با توجه به برداشت‌های منطقه و مطالعات تصاویر، از برداشت 66 دایک منطقه می‌توان امتداد اصلی N 85 W را برای این ناحیه در نظر گرفت. اکثر این دایک‌ها روند خاوری - باختری دارند. این روندها با زون کششی و گسل‌های تراستی منطقه در ارتباطند. بطوریکه عمود بر روند این دایک‌ها نشان‌دهنده σ_1 اولیه منطقه می‌باشد با توجه به اینکه روند این ساختار با روند خاوری - باختری ساختارهای فشارشی تقریباً همراستا است، می‌توان اینگونه تفسیر نمود که این ناحیه، منطقه نشست collapse پشت گسل تراستی می‌باشد. در تصویر ۳-۱۸ رز دیاگرام تمامی دایک‌های موجود در این ناحیه مطالعاتی رسم شده است. یکسری دایک‌هایی با روند N 55 E قابل برداشت است که احتمالاً در اثر عملکرد گسل‌های راستالغز و ایجاد فازهای کششی در این نوع گسل‌ها قابل توجیه است.



تصویر ۳-۱۸: تصویر رزدياگرام حاصل از برداشت ۶۶ دایک در محدوده مورد مطالعه

در محدوده نصرند به لحاظ ساختاری می‌توان دو مجموعه شمالی - جنوبی را باز شناخت مجموعه شمالی دچار بالاآمدگی مشخصی نسبت به مجموعه جنوبی شده و یک رشته کوه بطور کامل و برجسته و مرتفع را تشکیل داده است. حد این دو مجموعه بوسیله گسل NSF 5 از یکدیگر تفکیک گشته‌اند (تصویر ۳-۱۹). این رشته کوه شامل باتولیت‌های گرانیتوئیدی در شمال خاور و قسمتی از مجموعه گدازه‌های آندزیتی در بخش‌های باختری است. بخشی از محدوده مورد مطالعه در حد فاصل مجموعه شمالی و جنوبی قرار گرفته است که شامل توف‌های ریوداسیتی گنبدی شکل می‌باشد. در بخش جنوبی نیز گدازه‌های آندزیتی توفی با مورفولوژی تپه‌ماهوری و کوهستانی کم ارتفاع از بخش‌های پر ارتفاع نیمه شمالی محدوده قابل جدایش است.



تصویر ۳-۱۹: نقشه گسل های محدوده نصرند

رگه سیلیسی کانه دار در بخش جنوبی در امتداد گسل (NSF20) با روند تقریبی خاوری - باختری که در بعضی بخش ها بصورت محدب نیز می باشد، رخنمون پیدا کرده است. نفوذ رگه سیلیسی کانه دار در امتداد این گسل باعث ایجاد یک رخنمون آینه گسلی در رگه سیلیسی شده است و با توجه به اینکه گسل های تقریباً موازی (شمال خاور - جنوب باختر) گسل همراه آن را قطع کرده اند قدیمی تر بودن گسله و رگه همراه آن را با توجه به جایجایی رگه و شکستگی همراهش می توان تفسیر نمود. این شکستگی واحد گدازه آندزیتی - توفی و واحد توفیت ماسه سنگ قرمز رنگ را قطع کرده است و به همین دلیل جوان تر از سن ائوسن می باشد می توان آن را در نظر گرفت.

۳-۱۰- مقدمه‌ای بر کانسارهای رگه‌ای

کانسارهای رگه‌ای و دیگر نهشته‌های وابسته و به میزان کمتری توده‌های معدنی صفحه‌ای از هر نظر دارای تنوع زیادی هستند. برای مثال ضخامت آن‌ها می‌تواند از چند میلی‌متر تا بیش از یکصد کیلومتر باشد. از نظر زمین‌شناسی اگرچه اغلب آن‌ها همانند رگه واقع در محدوده مورد مطالعه در حول و حوش توده‌های نفوذی درونی یافت می‌شوند اما عملاً می‌توان آن‌ها را در هر نوع سنگ و موقعیتی پیدا کرد. این قبیل کانسارها از نظر کانی‌شناسی می‌توانند از انواع تک‌کانی تا تجمع متنوع کانی‌ها را شامل شود نظیر تجمع کانی‌های نقره-کبالت-نیکل آرسنیک و اورانیوم آزاد در ارزبرگ آلمان و گریت بیرسیک در شمال غربی آمریکا.

کانی‌سازی‌های اپی‌ژنتیک رگه‌ای به‌صورت رگه‌های سیلی عمده‌تاً حاوی کانی‌سازی سولفیدی در زون‌های گسلی می‌باشند. این گسله‌ها در واقع فضاهایی بوده‌اند که محلول‌های کانی‌ساز به آن‌ها راه پیدا کرده‌اند و کانی‌های سولفیدی برجای گذاشته‌اند. کانی‌های سولفید به دلیل قرار گرفتن در زون اکسیدان تا حدودی به اکسیدهای آهن تبدیل می‌گردند.

اکثر رگه‌ها احتمالاً از محلول‌های گرمایی بالا رونده‌ای که محتوای فلزی خود را هنگام تغییر محیط از شرایط دما بالا و فشار بالای نزدیک به شرایط ماگمایی، به شرایط دما پایین-فشار پایین نزدیک به سطح رسوب می‌دهند، تشکیل شده‌اند. تعدادی از رگه‌ها، پگماتیتهای بوده و نشان‌دهنده مرحله پایانی فعالیت ماگمایی می‌باشند، تعدادی از آن‌ها به‌طور مشخص محصولات تصعید آتشفشانی هستند.

از نظر کانی‌شناسی، کانی‌های باطله می‌توانند اجزای سازنده غالب باشند، مانند رگه‌های کوارتزی طلادار. کوارتز و کلسیت رایج‌ترین باطله‌ها بوده و در این میان در صورت سیلیکاتی بودن سنگ میزبان، کوارتز باطله غالب و اگر آهکی باشد، کلسیت باطله غالب خواهد بود. این مطلب نشان‌دهنده اشتقاق مواد سازنده کانی‌های باطله از سنگ دیواره می‌باشد. معمولاً سولفیدها مهم‌ترین کانی‌های

فلزی می‌باشند، در حالی که در کانسارهای قلع و اورانیوم، اکسیدها از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و احتمال وجود فلزات آزاد بویژه به میزان فراوان در رگه‌های حاوی طلا و نقره کم است.

منطقه‌بندی در رگه‌ها معمولاً هم در رگه‌های منفرد و هم مجموعه‌ای از رگه‌ها (منطقه‌بندی ناحیه‌ای) تشکیل می‌شود که در این جا به توضیح بیشتر آن پرداخته می‌شود. رگه‌های حاوی فلزات پایه واقع در کورنوال (انگلستان) نشان‌دهنده برخی از بهترین و ابتدایی‌ترین نمونه‌های توده‌های معدنی و منطقه‌بندی ناحیه‌ای می‌باشند که مورد مطالعه قرار گرفته و کاربردهای اقتصادی مهمی داشته است. برای مثال، پس از تشخیص منطقه‌بندی در حوزه معدنی قلع، مالکین خوش‌شانس پس از حفاری تا عمق بیشتر در زیر منطقه مس‌دار، کانه‌زایی قلع را پیدا کردند. از آن جا که یک منطقه سترون به ضخامت ۱۰۰ متر یا بیشتر بین مناطق قلع و مس وجود داشت، این منطقه قلع پیش از این اکتشاف نشده بود. از سوی دیگر همان‌گونه که در معدن دولکوت قدیمی مشاهده شد، امکان تداخلی از کانه‌زایی مس و قلع وجود دارد، در نتیجه یک معدن ممکن است فعالیت خود را به‌عنوان معدن مس آغاز و سپس با گذشت زمان تبدیل به یک معدن قلع شود و این سرنوشت معدن دولکوت بود، یعنی غنی‌ترین رگه منفردی از قلع که تاکنون در جهان مورد استخراج قرار گرفته است. معدن دولکوت در مجموع ۸۰۰۰۰۰ تن قلع و ۳۵۰۰۰۰ تن مس تولید کرد و تمرین جالبی برای محاسبه ارزش تولید این فلز با نرخ امروز است. از اینرو می‌توان دریافت که همراه با افزایش عمق، منطقه‌بندی با تغییر فزاینده ترکیبی همراه است. تغییرات تدریجی موجود در کانی‌های فلزی تا اندازه‌ای به وسیله تغییرات نسبتاً مشخص کانی‌های باطله و حضور کوارتز در تمامی سطوح همراه می‌شود. این منطقه‌بندی به افت کند حرارت ناشی از افزایش فاصله از توده نفوذی گرانیتهی نسبت داده می‌شود. اگرچه مرز بین مناطق مختلف (اگر سطوح ایزوترمال باشند)، به موازات سطح تماس گرانیته نیست. این تضاد ظاهراً از این مطلب ناشی می‌شود که وضعیت قرار گرفتن مرز بین مناطق مختلف حاصل تعادلی است که بین منبع حرارتی و سطح سردشونده (سطح زمین) به‌وجود می‌آید.

۳-۱۰-۱) کانی‌سازی‌های فلزی مشاهده شده در محدوده مورد مطالعه

بطور کلی در منطقه مورد مطالعه علاوه بر رگه سیلیسی کانه‌دار حضور کانی‌سازی اکسیدی مس بصورت نئوتوسیت و مالاکیت بطور مشترک در بعضی شکستگی‌های موجود در سنگ میزبان آندزیتی مشاهده گردیده است. مطابق با نقشه پیوست پراکندگی مس اکسیدی بصورت مالاکیت و نئوتوسیت علاوه بر میزبان آندزیتی در واحد ماسه‌سنگ و توفیت قرمز رنگ نیز مشاهده می‌شود (تصویر ۳-۱۱) (نقاط زمین‌شناسی ۱۸ و ۱۴۲ در جدول پیوست).

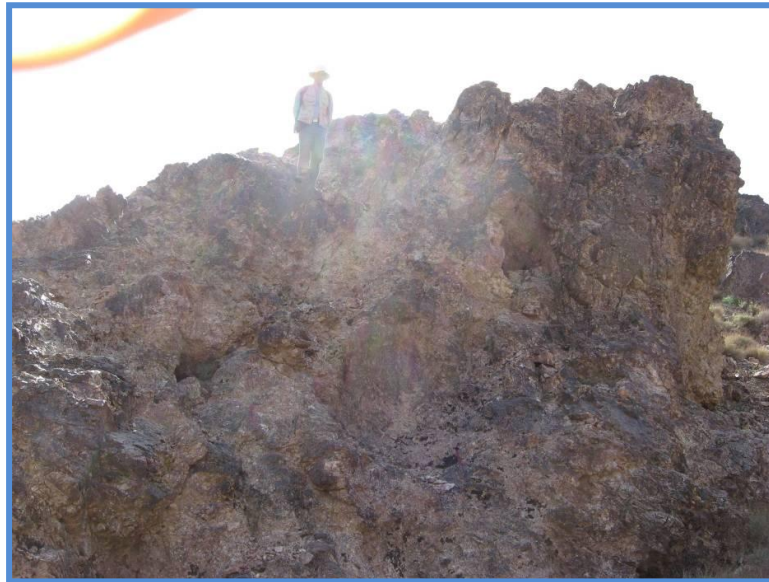
کانی‌سازی الیژیست در جنوب رخنمون توده بازالتی در بخش خاوری محدوده مورد مطالعه در سطوح شکستگی و گسل‌های امتدادلغز (نمونه PN20) محوطه‌ای به مساحت 100×100 متر را کانه‌دار کرده است. کانی‌سازی رگچه‌ای کوارتز مگنتیت نیز در واحد گرانودیوریت-دیوریت در بخش‌های شمالی نقشه مورد توجه مطالعات صحرایی قرار گرفته است (نمونه PN13) که فاقد حضور کانی‌سازی طلا می‌باشد ولی مقادیر نسبتاً ناهنجاری از آرسنیک ($27/7$ گرم‌درتن) در این نمونه گزارش گردیده است لذا پی‌جویی بیشتر تیپ کانی‌سازی‌های پورفیری مرتبط با حضور رگچه‌های مگنتیتی (استوکورک یا شیتد استوکورک) در بخش‌های خارج از محدوده مورد مطالعه پیشنهاد گردیده است.

۳-۱۰-۲) مشخصات رگه سیلیسی کانه‌دار

رگه سیلیسی در امتداد گسلی به طول تقریبی $3/5$ کیلومتر با راستای خاوری - باختری و هم راستا با روندهای ساختاری محدوده و با ضخامت حداقل کمتر از یک متر و حداکثر 30 متر در مرکز محدوده مورد مطالعه رخنمون دارد (تصویر ۳-۲۰). دگرسانی حاصل از رگه در سنگ میزبان واحد گدازه آندزیتی - توفی بیشتر سیلیسی شدن و کائولینیتی شدن می‌باشد، درحالی‌که در بخش‌های خاوری ایجاد برگوارگی و فیلیتی شدن را در سنگ میزبان شاهد هستیم.

ترکیب سنگ شناسی خود رگه عمدتاً سیلیس هیدروترمالی است که در بخش‌هایی برشی و در قسمت‌هایی به صورت کلسدونی دیده می‌شود. در بخش‌هایی ضخامت سیلیس به حدی افزایش یافته که از حالت رگه به شکل مسیو (توده) به نظر می‌رسد و در قسمت‌هایی ضخامت رگه در حد سانتی‌متر و در عین حال متعدد در سنگ میزبان مشاهده می‌شود.

در تصویر ۳-۲۱ قسمت خاوری رگه مشاهده می‌شود که به صورت رگچه‌هایی موازی با ضخامت‌های حداکثر ۲۰ سانتی‌متر با افزایش برگوارگی در سنگ میزبان خود ایجاد نوعی دگرگونی مجاورتی را تداعی می‌کند تا نفوذ یک رگه هیدروترمالی را که کاهش اثر کانی‌سازی را به همراه داشته است.



تصویر ۳-۲۰: ضخامت رگه سیلیسی در مرکز سیستم حدود ۳۰ متر اندازه گیری شده است



تصویر ۳-۲۱: ضخامت رگه سیلیسی در خاوری ترین قسمت به حدود ۲۰ سانتی متر می رسد نگاه به سمت خاور تشکیل رگه

سیلیسی ضعیف در این بخش بیشتر ایجاد دگرگونی مجاورتی را تداعی کرده است.

در تصویر ۳-۲۲ قسمت باختری رگه مشاهده می شود که رگه حداکثر ضخامت کمتر از ۲ متر را

داراست و در سنگ میزبان گدازه آندزیتی- توفی نفوذ کرده است.

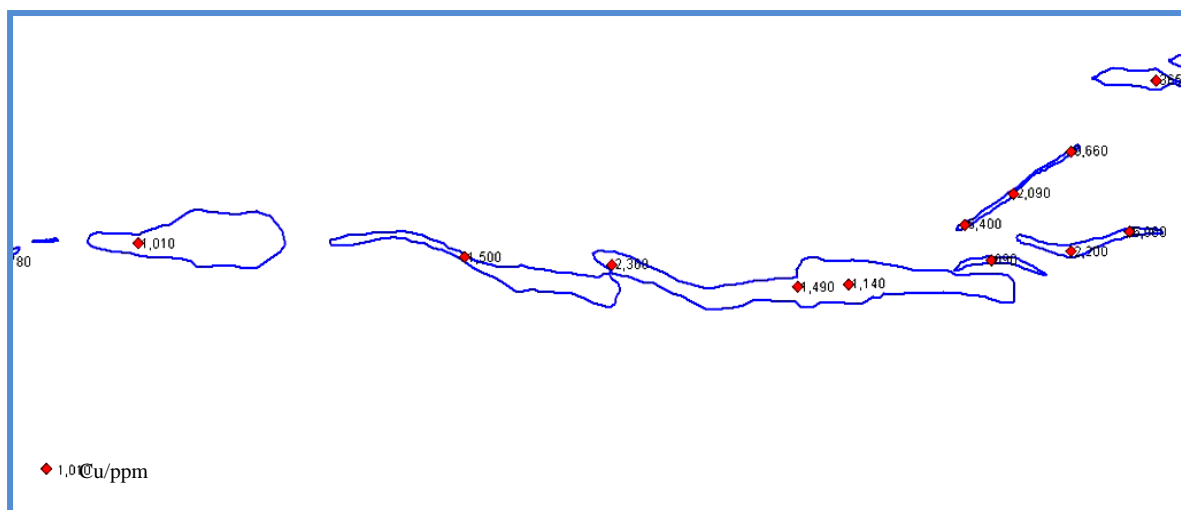


تصویر ۳-۲۲: گسترش رگه در باختری ت رین قسمت که بصورت باند نازک روشن رنگ در سطح دیده می شود

(دید به سمت خاور)

۳-۱۰-۳ مشخصات هندسی رگه

رگه سیلیسی کانه دار دارای گسترش $0/02858$ کیلومتر مربع در سطح تقریباً (معادل ۳ هکتار) به محیط $6/072$ کیلومتر متشکل از ۲۹ رخنمون مجزا از هم به ضخامت متوسط ۴ متر در طول $3/4$ کیلومتر مربع می باشد. شیب رگه در اکثر نواحی مابین $80-85$ درجه به سمت شمال می باشد. مختصات شرقی ترین رخنمون رگه (S ۳۹ Z و 3674712 و 644854 -جدول پیوست) و غربی ترین رخنمون رگه (S ۳۹ Z و 3674552 و 6426674 - جدول پیوست) می باشد. در تصویر ۳-۲۳ گسترش سطحی رگه مشاهده می شود. کلیه مشخصات رگه به وسیله ۱۴۱ نقطه در طول رگه برداشت شده که در جدول ضمیمه آورده شده است.



تصویر ۳-۲۳: گسترش سطحی رگه سیلیسی

۳-۱۰-۴) مشخصات زمین شناسی رگه

به منظور دستیابی اولیه به مقدار کانی سازی موجود در رگه، عملیات نمونه برداری عمود بر راستای رگه در ۳۱ پروفیل و به صورت نمونه برداری لب پری Chip sampling انجام گرفته است، کلیه مشخصات این برداشت در جدول پیوست مشاهده می شود، این مشخصات شامل:

Host Rock : سنگ میزبان رگه که به طور کلی ۲ نوع میزبان آندزیت گدازه ای - توف و توفیت - ماسه سنگ قرمز رنگ را شامل می شود.

Thickness : ضخامت رگه که از کمتر از یک متر و تا ۳۰ متر متغیر است.

Fe-ox : درصد اکسید آهن که حداکثر در بخش هایی تا ۲۵ درصد حجم سنگ را به خود اختصاص می دهد.

Minerals : شامل کانی های فلزی (مالاکیت ، آزوریت ، نئوتسیت و گالن) می باشد.

Slc Vein percentage in total : درصد حجم رگه های سیلیسی به حجم کل رگه در مقطع مورد برداشت.

Slc Alt percentage : درصد دگرسانی سیلیسی کل رگه در مقطع مورد برداشت.

و در نهایت آنالیز شیمیایی عناصر طلا، مس، سرب، روی، نقره، قلع، مولیبدن، آرسنیک، آنتیموان و بیسموت درج شده است.

همانطور که در جدول آنالیز نمونه‌های برداشت شده از رگه مشاهده می شود طلا حداکثر مقدار ۵۴۰ میلی گرم در تن در نمونه PN39 و سپس ۱۲۵ و ۱۰۰ میلی گرم در تن در نمونه‌های PN48 و PN35 مشاهده شده است گرچه کانی‌سازی طلا در این رگه قابل توجه است ولی فاقد ارزش اقتصادی است.

کانی‌سازی مس متوسط حدود ۰/۲ درصد در کل رگه محاسبه شده است که به تنهایی نیز فاقد ارزش است. اگر بخواهیم ملاک کانی‌سازی اقتصادی در مس رگه‌ای را در یک حساب سرانگشتی در نظر بگیریم می‌توان به حداقل با عیار ۱ درصد و ذخیره ۱ میلیون تن کانسنگ اشاره کرد (Ref.) که این رگه فاقد این حد از کانی‌سازی است.

متوسط عناصر سرب و روی به ترتیب با ۰/۲۳ درصد و ۰/۲۶ درصد روی نیز فاقد ارزش اقتصادی است. سایر عناصر همچون نقره- قلع، مولیبدن، آنتیموان و بیسموت نیز از ارزش کافی برای یک کانی‌سازی اقتصادی برخوردار نیستند.

فصل چهارم

بحث و ارزیابی

۴-۱) بحث و ارزیابی

۴-۲) نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۴-۱- بحث و ارزیابی

محدوده نصرند به وسعت ۲۸ کیلومتر مربع واقع در کمربند متالوژنیکی ارومیه - دختر بعلت حضور یک رگه سیلیسی کانه‌دار به طول ۳/۵ کیلومتر مورد توجه قرار گرفته است حضور یک واحد نفوذی با ترکیب گرانودیوریت - دیوریت دگرسان در شمال این محدوده و همچنین کانی‌سازی پورفیری کهنک به‌مراه دگرسانی زفره در جنوب و جنوب غرب محدوده مورد مطالعه، اهمیت مطالعات اقتصادی این محدوده را دو چندان کرده است.

مطالعات زمین‌شناسی، واحدهای سنگی را ترادف ضخیمی از توف‌ها، گدازه‌های آندزیتی و ماسه‌سنگ - توفیت که بصورت مجموعه‌ای با روند تقریباً خاوری - باختری می‌باشد را بازشناخت. این مجموعه توسط دایک‌های فراوانی مورد هجوم قرار گرفته است. علاوه بر این، برونزد تقریباً بزرگی از یک توده دیوریت - گرانودیوریت در شمال خاوری محدوده، وجود فعالیت‌های هیدروترمالی از جمله رگه کانه‌دار را سبب شده است. منطقه مورد مطالعه از لحاظ تکتونیکی فعال بوده و متأثر از سازوکار گسل‌های فشارشی و راستالغز در منطقه می‌باشد و حاصل از تاثیر عملکرد گسل‌های اصلی از قبیل گسل قم- زفره می‌باشد. در اثر این فعالیت‌های گسلی درزه و شکستگی‌های فراوانی با ابعاد مختلف در منطقه دیده می‌شود، این درز و شکستگی‌ها فضای مناسبی را برای عبور محلول‌های هیدروترمال (محلول‌های دارای کانی‌سازی و محلول‌های فاقد کانی‌سازی) فراهم کرده و رگه‌های گسلی را بوجود آورده است. براساس مطالعات صحرایی سیستم گسلی (NSF20 - تصویر ۳-۱۹) با روند خاوری - باختری کنترل کننده اصلی رگه کانه‌دار می‌باشد. مشخصات هندسی و زمین‌شناسی رگه حجم مناسبی را از یک رگه کانه‌دار معرفی می‌نماید، عیار مس موجود در سطح (حدود ۰/۲ درصد) و عیار طلا (حداکثر ۰/۵ گرم- درتن) و همچنین سایر فلزات آن را فاقد ارزش اقتصادی می‌نماید.

جهت بررسی کانی‌سازی در توده نفوذی دیوریت - گرانودیوریت محدوده مورد نظر و دگرسانی اطراف آن مورد مطالعه و پیمایش قرار گرفت. سن توده نفوذی در نقشه یکصد هزارم شهراب بعد از ائوسن Post

Eocene یا (Oligocene) تخمین زده شده است که با توجه به اینکه جوان تر از مجموعه آمیزه رنگی (Colour Melange) و ولکانیک‌های منطقه می‌باشد و هیچ کنتاکتی با سنگ‌های جوان تر از خود در محدوده مورد مطالعه و خارج از آن گزارش نگردیده است بنابراین سن آن‌ها Post Eocene و یا احتمالاً Post Lower Oligocene می‌باشد (زمین‌شناسی و پتروگرافی منطقه شمال نائین، گزارش شماره ۱۴ سال ۱۹۷۲- داودزاده، ۵۷ صفحه) وجود دایک‌ها تقریباً در همه جای توده نفوذی قابل مشاهده است این دایک‌ها بعضی بطور کلی اپیدوتی شده‌اند و بعضی در حاشیه کنتاکت اپیدوتی شده‌اند.

دگرسانی ناشی از نفوذ توده نفوذی در واحدهای اطراف عمدتاً بصورت دگرسانی رسی در حد دگرسانی آرژیلیک می‌باشد. این دگرسانی علاوه بر اینکه در خود توده عملکرد فعالی داشته است در واحد آندزیتی در شمال، جنوب و باختر بیش از ۱۵۰-۱۰۰ نیز تاثیرگذار بوده است. در مرز خاوری توده با رخنمون بازالت‌ها این دگرسانی عملکرد شمال خود را نشان نمی‌دهد و این امر با توجه به دمای ذوب بالاتر بازالت نسبت به توده نفوذی قابل توجیه است. حضور کانی‌سازی آهن بصورت اولیژیست در بخش‌هایی از واحد بازالتی احتمالاً مرتبط با فعالیت‌های هیدروترمال وابسته به این توده می‌باشد. ارتباط این توده با رگه کانه‌دار با توجه به اینکه فاصله هوایی حداقل ۴۰۰ متر را برای این دو عارضه قائل هستیم لذا این ارتباط دارای تظاهر زمین‌شناسی نیست و با توجه به رخنمون این توده بزرگ که فقط بخشی از آن در محدوده مورد مطالعه برونزد دارد می‌تواند در فازهای آخرین فعالیت خود رگه کانه‌دار را در شکستگی‌های واحد آندزیتی ایجاد نماید. همچنین دایک‌ها که در اکثر واحدها نفوذ کرده‌اند مستثنی از این قاعده نیست و احتمالاً دارای سنی مشابه رگه کانه‌دار می‌باشند. بر اساس این مطالعات کانی‌سازی با اهمیتی در توده گرانودیوریت - دیوریت مشاهده نگردید. کانی‌های پیریت، هماتیت و گوتیت در مناطق دگرسان این واحد نفوذی مشاهده گردید. علاوه بر این رگچه‌های مگنتیتی، در بعضی قسمت‌های توده نفوذی استوک‌ورک‌های کوارتزی غیرباردار نیز مشاهده گردید که عدم وجود کانی‌سازی در آن‌ها نیز توسط نمونه‌های ژئوشیمیایی تأیید می‌شد و با توجه به این که حضور سولفید خصوصاً پیریت

در متن سنگ قابل رویت است احتمال وجود زون شسته شده در ارتباط با کانی سازی پورفیری و ایجاد پوشش غنی شده در عمق مطرح نیست. در عین حال، با توجه به گسترش توده نفوذی در خارج از محدوده مورد مطالعه و حضور اندیس مس در نقشه زمین شناسی یکصد هزارم شهراب پی جویی تمام رخنمون توده دیوریتی-گرانودیوریتی توصیه می گردد.

۴-۲- نتیجه گیری و پیشنهادات

۱- کانی سازی رگه گسلی به صورت اپی ژنتیک شامل کانی های کوارتز- پیریت- کالکوپیریت- ملاکیت- آزوریت و گالن می باشد. بخش اعظم رگه را کوارتز تشکیل می دهد. مشخصات هندسی رگه عبارتست از گسترش ۳/۵ کیلومتر در طول و عرض متغیر از چند سانتی متر تا ۳۰ متر و متشکل از ۲۹ رخنمون مجزا از همدیگر در طول رگه است که بخش کانه دار آن دارای روند عمومی شرقی- غربی می باشد. شیب رگه در تمام بخش ها تقریباً بین ۷۰-۸۰ درجه به سمت شمال اندازه گیری شده است. در بخش خاوری رگه که فاقد کانی سازی است امتداد رگه N30E و شیب ۸۵ درجه به سمت شمال باختری می باشد. کانی سازی این رگه توسط ۳۱ نمونه لب پری (chip sample) از مقاطع مختلف عمود بر رگه برداشت و اندازه گیری شده است که نتایج آن عبارتست از:

الف) عیار متوسط مس ۰/۲ درصد

ب) عیار متوسط طلا حدود ۱۰۰ میلی گرم در تن

ج) عیار متوسط سرب ۰/۲۳ درصد

د) عیار متوسط روی ۰/۲۶ درصد

گرچه این عیارهای سطحی بدست آمده عیارهای مناسب و اقتصادی در سطح این رگه نمی باشد، ولی تلفیق این نتایج با نمونه های سنگی برداشت شده می تواند ارزیابی دقیق تری را ایجاد نماید.

۲- وجود آغستگی های نقطه ای مس در بعضی شکستگی ها در اکثر واحدهای رسوبی- آتشفشانی محدوده مورد مطالعه قابل توجه است.

۳- کانی‌سازی اولیژیست در واحد آندریتی - بازالتی با گسترش 50×100 متر مورد نمونه‌برداری برای کانی‌سازی احتمالی طلا از نوع کوارتز اسپکیولاریت قرار گرفت که با توجه به نتایج ضعیف آن، از ارزش اقتصادی مناسب برخوردار نیست.

۴- دگرسانی آرژیلیک بهمراه رگه‌های پراکنده کوارتز- مگنتیت گرچه نتوانست هیچ قسمتی از محدوده دگرسان توده نفوذی را امیدبخش معرفی کند ولی گسترش آن در خارج از محدوده مورد مطالعه و حضور یک اندیس مس در جنوب خاوری روستای جوجوجیه اهمیت مطالعات پی‌جویی را در گستره توده نفوذی دوچندان می‌کند.

۵- با تلفیق نمونه‌های این فاز از پروژه و نمونه‌هایی که توسط سازمان زمین‌شناسی به طور همزمان برداشت گردیده است، ممکن است بتوان قسمت‌هایی از رگه را که عیار مس حداقل $0/5$ درصد و عیار طلا $0/2$ گرم‌درتن می‌باشد را شناسایی نمود. در اینصورت با یک ارزیابی ساده محاسبه حجم و بدنبال آن یک حفاری آزمایشی حداقل در دو نقطه می‌توان این پروژه اکتشافی را با نتایج امیدبخش‌تری دنبال نمود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول کلیات
۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱	موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
۳-۱	توپوگرافی و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی محدوده نصرند
۴-۱	بررسی‌های اکتشافی انجام شده قبلی در منطقه
۱۲	فصل دوم زمین‌شناسی عمومی
۱-۲-۱	مقدمه‌ای بر زمین‌شناسی عمومی کمربند ارومیه دختر
۲-۲	مروری بر زمین‌شناسی عمومی منطقه
۱-۲-۲	موزوئیک (۱-۲-۲)
۱-۲-۲	کرتاسه (۱-۲-۲)
۲-۲-۲	سنوزوئیک (۲-۲-۲)
۱-۲-۲	پالئوسن (۱-۲-۲-۲)
۲-۲-۲	ائوسن (۲-۲-۲-۲)
۳-۲-۲	الیگوسن (۳-۲-۲-۲)
۴-۲-۲	اولیگومیوسن (۴-۲-۲-۲)
۵-۲-۲	پلیوسن (۵-۲-۲-۲)
۶-۲-۲	پلیو-کواترنری (۶-۲-۲-۲)
۷-۲-۲	کواترنری (۷-۲-۲-۲)
۳-۲	زمین‌شناسی ساختمانی از دیدگاه ناحیه‌ای
۴-۲	زمین‌شناسی اقتصادی از دیدگاه ناحیه‌ای
۲۴	فصل سوم مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی ۱:۲۵۰۰۰ محدوده نصرند
۱-۳	مقدمه
۲-۳	روش مطالعه
۳-۳	پردازش داده‌های ماهواره‌ای و تعیین زون‌های مینرالیزه در ارتباط با نواحی دگرسان منطقه
۱-۳-۳	دگرسانی محدوده کهنک
۲-۳-۳	دگرسانی محدوده زفره
۳-۳-۳	دگرسانی جنوب خاوری آبی از آن
۴-۳-۳	دگرسانی هریشه
۴-۳	پردازش تصویر ماهواره‌ای منطقه نصرند
۱-۴-۳	پردازش تصویر به منظور تفکیک واحدهای سنگی و نواحی دگرسان
۲-۴-۳	تشخیص و ترسیم شکستگی‌ها و گسله‌ها به منظور بررسی وضعیت ساختاری منطقه
۵-۳	شرح واحدهای سنگی

۳۶	..... واحدهای آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی ائوسن تا الیگوسن تحتانی
۳۶	..... (۱-۱-۵-۳) واحد گدازه‌های آندزیتی و توف
۳۹	..... (۲-۱-۵-۳) واحد ایگنیمبریت آندزیتی- توف
۴۱	..... (۳-۱-۵-۳) واحد گدازه‌های آندزیتی بازالتی و آندزیتی
۴۳	..... (۴-۱-۵-۳) واحد توفیت - ماسه سنگ لایه بندی شده قرمز رنگ و توفیت
۴۶	..... (۵-۱-۵-۳) واحد توف ریوداسیتی - ریوداسیت سفید رنگ
۴۸	..... (۲-۵-۳) واحدهای نفوذی و نیمه عمیق در محدوده مورد مطالعه
۴۸	..... (۱-۲-۵-۳) واحد گرانودیوریت - دیوریت
۵۱	..... (۲-۲-۵-۳) دایک‌ها
۵۲	..... (۱-۲-۲-۵-۳) دایک‌های دیابازی (میکروگابرو)
۵۲	..... (۲-۲-۲-۵-۳) دایک‌های آندزیتی
۵۳	..... ۶-۳- دگرسانی‌ها
۵۴	..... (۱-۶-۳) دگرسانی آرژلیک
۵۴	..... (۲-۶-۳) دگرسانی پروپلیتیک
۵۵	..... ۷-۳- آثار حفريات قدیمی
۵۵	..... ۸-۳- وضعیت منابع قرضه و مصالح ساختمانی و املاح معدنی
۵۶	..... ۹-۳- زمین‌شناسی ساختمانی
۶۰	..... ۱۰-۳- مقدمه‌ای بر کنسارهای رگه‌ای
۶۲	..... (۱-۱۰-۳) کانی سازی‌های فلزی مشاهده شده در محدوده مورد مطالعه
۶۲	..... (۲-۱۰-۳) مشخصات رگه سیلیسی کانه‌دار
۶۵	..... (۳-۱۰-۳) مشخصات هندسی رگه
۶۶	..... (۴-۱۰-۳) مشخصات زمین‌شناسی رگه
۶۹	..... فصل چهارم بحث و ارزیابی
۷۰	..... ۱-۴- بحث و ارزیابی
۷۲	..... ۲-۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
	فهرست منابع
۷۴	..... پیوست ۱
۷۸	..... پیوست ۲
۹۴	..... پیوست ۳
۱۰۰	..... پیوست ۴
۱۰۲	..... پیوست ۵
۱۱۰	..... پیوست ۶

فهرست جداول

عنوان

صفحه

جدول ۱-۳: لیست نمونه های برداشت شده در مطالعات صحرائی	۲۷
جدول ۲-۳: نتایج آنالیز نمونه های PN21	۴۳
جدول ۳-۳: نتایج آنالیز نمونه های PN13 و PN14	۵۱

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
تصویر ۱-۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی	۴
تصویر ۱-۲: نقشه توپوگرافی محدوده مورد مطالعه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰	۵
تصویر ۱-۳: موقعیت محدوده مورد مطالعه در نقشه زمین‌شناسی یکصدهزارم ورقه شهراب	۸
تصویر ۱-۴: نقشه محدوده‌های آنومالی در برگه یکصدهزارم شهراب	۱۰
تصویر ۱-۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه تقسیم بندی ساختاری ایران و قرارگیری محدوده مورد مطالعه در بخش میانی مجموعه آتشفشانی سهند-بزمان	۱۴
تصویر ۱-۳: موقعیت قرارگیری محدوده مورد مطالعه در ارتباط با دیگر نواحی دگرسان شناسایی شده	۳۲
تصویر ۲-۳: تفکیک واحدهای سنگی، با استفاده از تصویر استر ترکیب ۴۵۶, SWIR	۳۵
تصویر ۳-۳: تشخیص گسل‌ها و شکستگی‌ها با استفاده از تصویر استر ترکیب SWIR باندهای ۴۵۶	۳۵
تصویر ۳-۴: واحد آندزیت ریز دانه	۳۷
تصویر ۳-۵: واحد آندزیت درشت بلور که در واحد آندزیت ریز دانه نفوذ کرده است	۳۸
تصویر ۳-۶: نقشه پراکندگی واحدهای سنگی محدوده نصرند	۳۹
تصویر ۳-۷: واحد ایگنیمبریت-توف به رنگ روشن در گدازه‌های آندزیت-توف (دید به سمت باختر)	۴۰
تصویر ۳-۸: رخنمون سنگی با ابعاد تقریبی ۱۰۰×۱۰۰ متر با ترکیب بازالت - آندزیت	۴۲
تصویر ۳-۹: آغستگی اولیژیست بصورت پرکننده فضاهای ناشی از شکستگی در واحد بازالت - آندزیت	۴۲
تصویر ۳-۱۰: رخنمون واحد ماسه سنگ قرمز- توفیت	۴۴
تصویر ۳-۱۱: آغستگی مالاکیت در شکستگی‌های واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت	۴۵
تصویر ۳-۱۲: قرارگیری واحد توف ریوداسیتی با رنگ سفید بر روی واحد ماسه سنگ - توفیتی	۴۶
تصویر ۳-۱۳: قرارگیری واحد ریوداسیت - توف روشن رنگ بر روی واحد ماسه سنگ قرمز رنگ- توفیت	۴۷
تصویر ۳-۱۴: گسترش واحد گرانودیوریت - دیوریت با دگرسانی آرژیلیک	۴۹
تصویر ۳-۱۵: نفوذ دایک‌های دیابازی در توده گرانودیوریتی	۵۰
تصویر ۳-۱۶: رگچه‌های کوارتز مگنتیتی به حالت موازی	۵۱
تصویر ۳-۱۷: نقشه پراکندگی و گسترش دایک‌های موجود در محدوده مورد مطالعه	۵۲
تصویر ۳-۱۸: تصویر رزدیگرام حاصل از برداشت ۶۶ دایک در محدوده مورد مطالعه	۵۸
تصویر ۳-۱۹: نقشه گسل‌های محدوده نصرند	۵۹
تصویر ۳-۲۰: ضخامت رگه سیلیسی در مرکز سیستم حدود ۳۰ متر اندازه گیری شده است	۶۳
تصویر ۳-۲۱: ضخامت رگه سیلیسی در خاوری ترین قسمت به حدود ۲۰ سانتی متر می رسد	۶۴
تصویر ۳-۲۲: گسترش رگه در باختری ترین قسمت که بصورت باند نازک روشن رنگ در سطح دیده می‌شود	۶۵
تصویر ۳-۲۳: گسترش سطحی رگه سیلیسی	۶۶
تصویر ۳-۲۴: نقشه زمین شناسی محدوده نصرند	۶۸

منابع

- آقاباتی، ع، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، ۵۸۲ صفحه
- اکتشافات ژئوشیمیایی برگه ۱: ۱۰۰۰۰۰: شهراب، سازمان زمین‌شناسی کشور
- حسینی پاک، ع. ا.، ۱۳۷۸، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی مواد معدنی، دانشگاه تهران
- حسینی پاک، ع، ا.، ۱۳۷۶، ژئوشیمی اکتشافی (محیط‌سنجی)، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۲۵۱ صفحه
- سایت پایگاه داده‌های علوم زمین (NGDIR).
- سبزه‌ای، م.، ۱۳۶۹، واژه‌نامه زمین‌شناسی و علوم و فنون وابسته، انتشارات دانشگاه باهنر کرمان، ۲۶۰ صفحه
- سپندی، ۱۳۸۳، اطلس ملی نقشه‌های موضوعی زمین‌شناسی و اکتشافی
- طالقانی، م، ۱۳۸۴، ژئومورفولوژی ایران
- علوی پناه، س. ک.، ۱۳۸۵، سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۳۰ صفحه
- علوی پناه، س، ک.، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ۴۸۰ صفحه.
- قربان‌زاده، م.، ۱۳۸۶، زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران
- کریم‌پور، م، ح.، ۱۳۷۸، بلورشناسی و کانی‌شناسی نوری و مینرالوگرافی، نشر مشهد، ۳۴۴ صفحه.
- داوودزاده، م، ۱۹۷۲، زمین‌شناسی و پتروگرافی منطقه شمال نائین، ایران مرکزی. گزارش شماره ۱۴
- مدنی، ح، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ساختمانی
- ملک قاسمی، ف.، ۱۳۷۸، اصول مینرالوگرافی، انتشارات دانشگاه تبریز، ۳۴۰ صفحه.
- نقشه زمین‌شناسی ۱: ۱۰۰۰۰۰: شهراب، سازمان زمین‌شناسی کشور
- همام، م.، ۱۳۸۴، سنگ‌شناسی آذرین، انتشارات ارسلان، ۱۸۵ صفحه