



جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنایع و معادن

طرح اکتشاف استانها

طرح «اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن در مناطق
جنوب شرق داویجان و غرب سامن در ورقه صد هزار
ملایر واقع در استان همدان»

جلد اول

«اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب سامن»

مشاور: مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

سال: ۱۳۸۴

کارفرما:

سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران

با همکاری:

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

سازمان صنایع و معادن استان همدان

مجری:

شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران

(شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران)

تشکر و قدردانی

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف در راستای اجرای طرح اکتشاف استانها، "اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن در منطقه جنوب شرق داویجان و غرب سامن" از مساعدتها و پشتیبانیهای مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی بهره‌مند شده که بدینوسیله از ایشان قدردانی به عمل می‌آید:

- از جناب آقای **مهندس هدایتی** مدیریت محترم مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی که با ارائه نظرات ارزشمند خود در مراحل مختلف راهگشای بسیاری از مشکلات بوده‌اند، بدینوسیله از ایشان صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

- از جناب آقای **مهندس مهرعلی اقبالی** مسئول بخش اکتشافات مؤسسه تحقیقات بدلیل زحمات بی‌شائبه قدردانی می‌گردد.

- از ناظر محترم جناب آقای **دکتر نعمت اله رشید نژاد عمران** و همچنین جناب آقای **مهندس زرنابی** که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری با تجارب ارزنده خویش راهنماییهای ارزشمندی در زمینه پیشبرد پروژه و رفع نقایص آن ارائه نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف امید دارد که با اجرای این پروژه توانسته باشد قدمی هر چند ناچیز در شناسایی پتانسیلهای معدنی کشور عزیزمان در استان همدان برداشته باشد.

مدیریت و کارشناسان

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

چکیده

منطقه اکتشافی سامن بین طول‌های جغرافیایی $۴۸^{\circ} ۳۰'$ و $۴۸^{\circ} ۳۴'$ و عرض‌های جغرافیایی $۳۴^{\circ} ۱۱'$ و $۳۴^{\circ} ۱۵'$ قرار دارد. مطالعات اکتشافی این ناحیه با روش کانیهای سنگین و در محدوده‌ای برابر با ۵۶ کیلومتر مربع انجام گردیده علاوه بر آن، تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ در سطحی برابر با ۷۷ کیلومتر مربع، حفر ۴ ترانشه به مترژ کلی ۱۴۱ متر، برداشت نمونه از ترانشه‌ها (۴۷ عدد) و برداشت نمونه از رخنمونهای سنگی (۵۷ عدد) نیز در برنامه اکتشافی قرار گرفت.

بخش اعظم اطلاعات اکتشافی از ۱۰۰ نمونه کانی سنگین بدست آمده که در میان آنها ۲۱ نمونه حاوی ذرات طلا (از ۱ تا ۷ ذره) و ۷۴ نمونه حاوی شثلیت (از ۰,۰۱ تا ۱۵۳ppm) شناسایی شدند. طلا با شثلیت و پیریت همبستگی نشان نداده و همبستگی آن با پیریت اکسید منفی می‌باشد، بیشترین همبستگی طلا با مجموعه کانیهای حاوی سرب و روی بوده است.

طول ذرات طلا از حداقل ۱۰۰ تا حداکثر ۱۷۰۰ میکرون و متوسط آن ۲۹۸ میکرون برآورد شده که نشان از درشت بودن قابل توجه ذرات و نزدیکی به منشا کانی سازی است.

منطقه شمالی - مرکزی محدوده سامن از دیدگاه حضور کانیهای سنگین طلا و شثلیت در اولویت قرار گرفته است. حدود یک چهارم این منطقه در جنوب توسط توده نفوذی و بقیه توسط واحدهایی از هورنفلس، شیست، مرمر و در بخشهای بسیار کوچکی از اسکارن پوشیده شده است. نمونه‌های برداشت شده از ۴ ترانشه حفر شده در منطقه اسکارن انجیره نشان از تمرکز نسبی (نه به معنای کانی سازی اقتصادی) عناصر طلا، مس، سرب، روی، آرسنیک، بیسموت، آنتیموان، قلع، تنگستن و مولیبدن در واحد اسکارنی دارد. مقادیر ماکزیمم و میانگین طلا به ترتیب ۱۹ و ۱۴۹ میلی گرم در تن و همین مقادیر در مورد تنگستن به ترتیب ۵۲ و ۳۹۹ گرم در تن بوده است.

در مرحله اول و همچنین در مرحله کنترل ناهنجاری تعدادی نمونه سنگی (عمدتا مینرالیزه) برداشت گردید و از میان آنها ۲۷ نمونه آنالیز شده که نمونه‌های مرتبط با رگه‌های سیلیسی و اسکارنها غنی شدگی متمایزی را نشان داده اند.

نمونه‌هایی که بیشترین مقدار طلا را داشته (۵۴۶ و ۵۲۳ میلی گرم در تن) از نمونه‌های رگه‌های سیلیسی در شرق و شمالشرق منطقه بوده اند.

محدوده‌هایی که بیشترین مجموعه اطلاعات (نمونه‌های کانی سنگین - نمونه‌های مینرالیزه - مقاطع صیقلی) را در بر داشته اند در قالب ۶ محدوده بررسی شده و انطباق یا عدم انطباق نتایج در محیطهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. تقریباً در تمام مناطق، عدم انطباق بین عیار مس، سرب و روی در نمونه‌های مینرالیزه با نتایج کانیهای سنگین مرتبط با آنها مشاهده شده است. اما شواهد کانی سازی به نحو بارزی در نمونه‌های صیقلی گزارش شده است. لازم به ذکر است که نشانی از طلا

در نمونه‌های صیقلی دیده نشده است.

در سایر مطالعات محرز شده است که کانی‌سازی طلا و تا حدودی تنگستن در ارتباط با جایگیری توده نفوذی در سنگهای میزبان کربناته و ماسه سنگی است. غنی‌شدگی نسبی طلا در واحدهای اسکارنی ترانشه‌ها و رگه‌های سیلیسی و اسکارنهای پراکنده در سطح منطقه دلیلی بر این مدعاست. بنابراین اثرات سیالات هیدروترمالی ناشی از توده نفوذی در کانی‌سازی در این واحدها مشخص شده است. زونهای شکستگی نسبتاً گسترده‌ای که بشکل یک ساختار حلقوی و گسل‌های شعاعی بخش اعظمی از منطقه را تحت تاثیر قرار داده نیز میتواند معبری برای گذر سیالات هیدروترمالی و مکان مناسبی برای کانی‌سازی باشد.

از نتایج آنالیز ICP ۱۷ نمونه غیر آلترو در بررسی‌های تفریق ماگمائی، شناخت نسبی گرانیت‌های مولد کانی‌سازی، درجه اکسیداسیون ماگما، رابطه بین تفریق و اکسیداسیون در ماگماهای میزبان ذخایر کانساری و نهایتاً جایگاه تکتونیکی و تشکیل توده‌های نفوذی استفاده شده است. نتایج بدست آمده بصورت خلاصه در زیر آمده است:

- تفریق در توده گرانیتوئیدی سامن در حد متوسط تا کم صورت گرفته است.
- توده گرانیتوئیدی سامن در سری مگنتیتی قرار گرفته است. (بر اساس محاسبه درجه اکسیداسیون ماگما و محاسبه رابطه بین تفریق و اکسیداسیون ماگما)
- توده نفوذی سامن میتواند تا حدودی مولد ذخائر طلا - بیسموت باشد (بیسموت در رگه‌های سیلیسی انجیره تا حداکثر ۲۱۳۰ ppm عیار داشته است) اما میزان حداکثر عیار طلا تنها در دو نمونه (دو رگه سیلیسی در شرق و شمال شرق منطقه) اندکی بیش از ۰,۵ ppm گزارش شده است.
- نسبت Au/Ag در اسکارن انجیره در حدود ۰,۰۲ می باشد، در حالیکه این نسبت در ذخایر مشابه در دنیا به حدود ۱ می‌رسد.
- توده گرانیتوئیدی سامن دارای خصوصیات گرانیت‌های درون قاره (WPG) میباشد.

در مبحث مدلسازی ژئوشیمیایی کانسار و با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه، محیط اسکارنی ورگه‌های سیلیسی بعنوان مناطق مستعد کانی‌سازی شناخته شده است. بر مبنای مجموعه عناصر موجود در اسکارن‌ها و رگه‌های سیلیسی و عیار جالب توجه آنها تیپ کانی‌سازی منطقه را میتوان از نوع کانی‌سازی Proximal Skarn و در اعماق کم در نظر داشت. مجموعه عناصر Cu-Bi-Au-Zn(Ag,As,Sb) معرف این نوع کانی‌سازی می‌باشند. جهت ادامه عملیات اکتشافی مناطقی در راستای تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشافات ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ همراه با حفر ترانشه و چاهک پیشنهاد شده است.

فصل اول (کلیات)	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی، آب و هوا و راههای دسترسی	۲
۳-۱- ژئومورفولوژی منطقه	۴
۴-۱- جایگاه زمین‌شناسی و پدیده‌های مرتبط با زایش طلا در منطقه	۴
۴-۱-۱- واحدهای زمین‌شناسی شایع در منطقه	۵
۴-۱-۱-۱- واحد Jph	۶
۴-۱-۲- واحد TRI	۷
۴-۱-۳- واحد Sch,ms	۷
۴-۱-۴- واحد TRm	۷
۴-۱-۵- واحد g-gn (توده گرانیت-گنیس)	۸
۴-۱-۶- واحد gd (توده گرانیتوئیدی)	۸
۴-۱-۷- واحد S.Sch (شیست لکه دار)	۸
۴-۱-۸- واحد h (هورنفلس)	۸
۴-۱-۹- واحد Sk (اسکارن)	۹
۴-۱-۱۰- واحدهای کواترنری	۹
۴-۲- پدیده‌های مرتبط با زایش طلا در منطقه	۹
۵-۱- متالورژی طلا در منطقه	۹
۶-۱- منابع و ذخایر طلای کشف‌شده در منطقه پروژه	۱۰
۷-۱- خلاصه و تاریخچه اکتشافی قبلی پروژه	۱۱
۸-۱- اهداف پروژه	۱۴
۹-۱- فعالیت‌های انجام‌شده در اجرای پروژه	۱۵
فصل دوم (زمین‌شناسی معدنی محدودده مورد مطالعه)	۱۸
۱-۲- واحدهای مختلف زمین‌شناسی و واحد زمین‌شناسی مولد طلا (IGU)	۱۹
مقدمه	۱۹
۱-۱-۱- شرح واحدهای زمین‌شناسی	۱۹
۱-۱-۱-۲- واحد TRL آهک دگرگون شده	۱۹

- ۲۰-۱-۱-۲ واحد TR SH-S (شیست و ماسه سنگ دگرگون شده)..... ۲۰
- ۲۱-۱-۱-۲ واحد Sk اسکارن..... ۲۱
- ۲۳-۱-۱-۲ واحد Jph فیلیت، اسلیت و شیست خاکستری..... ۲۳
- ۲۳-۱-۱-۲ واحد S.sch شیست لکه دار..... ۲۳
- ۲۴-۱-۱-۲ واحد H هورنفلس..... ۲۴
- ۲۵-۱-۱-۲ واحد gd گرانیوتییدی..... ۲۵
- ۲۷-۱-۲ واحد زمین شناسی مولد طلا..... ۲۷
- ۲۷-۲ عوامل کلیدی مؤثر در زایش طلا (CGF)..... ۲۷
- ۳۳-۳ رویکردهای همراه و پدیده‌های قابل شناخت برای کانی‌سازی طلا (CRC)..... ۳۳
- ۳۴-۴ کان‌سازندها (Ore Formation) و آثار کانی‌سازی (تیپ‌بندی آثار کانی‌زایی بر اساس همزادی کانی‌ها) .. ۳۴
- ۳۶-۵ تکتونیک و زمین‌ساخت منطقه و ارتباط عوامل ساختاری با زایش طلا..... ۳۶
- ۴۱ فصل سوم (اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده از نمونه‌های کانی‌سنگین)..... ۴۱
- ۴۲ پیشگفتار..... ۴۲
- ۴۲-۱-۳ متدولوژی و منطق انتخاب آن..... ۴۲
- ۴۳-۱-۱-۳ تعریف کانیهای سنگین..... ۴۳
- ۴۵-۲-۱-۳ تقسیم‌بندی کانیهای سنگین..... ۴۵
- ۴۵-۳-۱-۳ ویژگیهای انحصاری کانیهای سنگین..... ۴۵
- ۴۶-۲-۲-۳ شبکه نمونه‌برداری و نوع نمونه‌های برداشت شده برای کانی‌سنگین..... ۴۶
- ۴۶-۱-۲-۳ نحوه نمونه‌برداری..... ۴۶
- ۴۷-۲-۲-۳ شرح عملیات نمونه‌برداری کانی‌سنگین در منطقه..... ۴۷
- ۴۷-۳-۲-۳ آماده‌سازی نمونه‌های کانی‌سنگین..... ۴۷
- ۴۸-۳-۳ شیوه مطالعه و نتایج حاصل از نمونه‌های کانی‌سنگین..... ۴۸
- ۴۸-۱-۳-۳ مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین..... ۴۸
- ۴۸-۲-۳-۳ کمی کردن (Quantitative) داده‌های کانیهای سنگین..... ۴۸
- ۵۰-۳-۳-۳ پردازش داده‌های حاصل از مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین..... ۵۰
- ۵۰-۱-۳-۳-۳ جدول پارامترهای آماری..... ۵۰
- ۵۲-۲-۳-۳-۳ ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها..... ۵۲
- ۵۷-۳-۳-۳-۳ بررسی ضرایب همبستگی..... ۵۷
- ۶۱-۴-۳ تعیین و تفکیک نمونه‌های ردیاب کانه‌سازی..... ۶۱
- ۶۱-۱-۴-۳ وضعیت طلا و شتلیت در نمونه‌ها و همراهی سایر کانی‌های ارزشمند با آنها..... ۶۱

۳-۴-۲- بررسی فراوانی سایر کانی‌های ارزشمند در نمونه‌های طلا دار	۶۴
۳-۵-۰- تهیه نقشه پراکندگی کانی‌های سنگین هدف یاب و همزاد آنها و شرح آنها	۶۶
۳-۵-۱- شرح نقشه کانی سنگین طلا (شکل ۳-۳)	۶۶
۳-۵-۲- شرح نقشه کانی سنگین شلتیت (شکل ۳-۴)	۶۸
۳-۵-۳- شرح نقشه سایر کانیهای سنگین ارزشمند	۷۰
گروه ۱ (سرب و روی - مس و مولیبدن - سینابر - اورپیمنت - نقره) (شکل ۳-۵)	۷۰
گروه ۲ (پیریت - پیریت اکسید - پیریت لیمونیت - کاسیتريت - گارنت - آندالوزیت) (شکل ۳-۶)	۷۲
۳-۶-۶- معرفی مناطق امیدبخش و شرح آنومالی‌های موجود	۷۵
۳-۶-۱- مناطق امیدبخش از دیدگاه کانی سازی طلا	۷۵
۳-۶-۲- مناطق امیدبخش از دیدگاه کانیزاسی تنگستن (شلتیت)	۷۶
۷-۷-۱- ارزیابی پتانسیل‌های کانه‌زایی بر پایه سایر اطلاعات ژئوشیمیایی	۷۶
۳-۷-۱- بررسی داده‌های بدست آمده از ترانسه‌ها	۷۷
الف- ترانسه شماره ۱ (TR-۱)	۷۷
ب- ترانسه شماره ۲ (TR-۲)	۸۲
ج- ترانسه شماره ۳ (TR-۳)	۸۲
د- ترانسه شماره ۴ (TR-۴)	۸۲
۳-۷-۲- بررسی Split box plots در ترانسه‌ها	۸۳
۳-۷-۳- نمونه‌های پراکنده سنگی برداشت شده از واحدهای مختلف	۸۶
۳-۷-۴- رگه‌های سیلیسی و نقش آنها در تمرکز کانیزاسی‌ها	۸۸
۳-۸-۸- جمع‌بندی تمام اطلاعات در محدوده سامن	۹۲
۳-۸-۱- منطقه اول: شمال‌غرب کوه حرتوسیا	۹۲
۳-۸-۲- منطقه دوم: شمال‌شرق کوه حرتوسیا	۹۳
۳-۸-۳- منطقه سوم: شمال‌شرق قلعه علیمراد خان جنوب چشمه نظر	۹۵
۳-۸-۴- منطقه چهارم: شرق قلعه علیمراد خان - جنوب محدوده مورد مطالعه	۹۶
۳-۸-۵- منطقه پنجم: اسکارن انجیره	۹۷
۳-۸-۶- منطقه ششم: منطقه شمال سراب سامن - شمال‌شرق محدوده مورد مطالعه	۹۸
۳-۹-۹- تعیین محدوده‌های مستعد (اولویت‌بندی) کانه‌زایی بر پایه معیارهای ژئوشیمیایی	۹۹
I منطقه مرکز - شمال	۹۹
II منطقه شمال‌شرق قلعه علیمراد خان	۱۰۰
III اسکارن انجیره	۱۰۰
IV منطقه شرق علیمرادخان	۱۰۲

۱۰۳	..... مدل ژئوشیمیایی کانی سازی طلا در منطقه	۱۰۳
۱۰۴	..... همراهی عناصر ارزشمند در نمونه‌های مینرالیزه	۱۰۳-۱
۱۰۹	..... فصل چهارم (عملیات مهندسی اکتشاف)	۱۰۹
۱۱۰	..... ۱-۴- حجم و نوع عملیات	۱۱۰
۱۱۱	..... ۲-۴- مکان عملیات	۱۱۱
۱۱۲	..... ۳-۴- مستندات تهیه شده از عملیات مهندسی اکتشاف	۱۱۲
۱۱۲	..... ۱-۳-۴- نقشه زمین شناسی - معدنی ۱/۲۰،۰۰۰ محدوده اکتشافی	۱۱۲
۱۱۳	..... ۲-۳-۴- محدوده‌های اسکارن انجیره، ایرینه سامن، سراب سامن	۱۱۳
۱۱۳	..... ۱-۲-۳-۴- اسکارن انجیره	۱۱۳
۱۱۴	..... ۲-۲-۳-۴- اسکارن ایرینه سامن	۱۱۴
۱۱۴	..... ۳-۲-۳-۴- اسکارن سراب سامن	۱۱۴
۱۱۵	..... ۳-۳-۴- ساختمان‌های زمین شناسی	۱۱۵
۱۱۵	..... - گسل خانه‌آباد	۱۱۵
۱۱۵	..... - گسل سراب سامن	۱۱۵
۱۱۶	..... - گسل غرب حسن کوسج	۱۱۶
۱۱۶	..... - گسل راندگی شرق قلعه علیمراد	۱۱۶
۱۱۷	..... ۴-۳-۴- ترانسه‌های حفر شده در زون اسکارن انجیره محدوده اکتشافی جنوب غرب سامن و شرح آنها	۱۱۷
۱۱۷	..... - ترانسه TR۱	۱۱۷
۱۱۸	..... - ترانسه TR۲	۱۱۸
۱۲۰	..... - ترانسه TR۳	۱۲۰
۱۲۱	..... - ترانسه TR۴	۱۲۱
۱۲۲	..... ۵-۳-۴- نمونه‌های پراکنده برداشت شده از محدوده اکتشافی غرب سامن و نتایج مطالعه آنها	۱۲۲
۱۳۸	..... فصل پنجم (نتایج تلفیق اطلاعات و نتیجه گیری) و پیشنهادها	۱۳۸
۱۳۹	..... ۱-۵- نتایج	۱۳۹
۱۴۶	..... ۲-۵- پیشنهادات	۱۴۶
۱۴۶	..... ۱-۲-۵- محدوده‌های پیشنهادی جهت ادامه اکتشاف با اهداف طلا و تنگستن	۱۴۶
۱۴۶	..... ۱-۱-۲-۵- محدوده کوه حرتوسیا با اولویت اول به وسعت ۹ کیلومتر مربع	۱۴۶
۱۴۶	..... ۲-۱-۲-۵- محدوده شمال شرق قلعه علیمرادخان با اولویت دوم به وسعت ۵ کیلومتر مربع	۱۴۶
۱۴۷	..... ۳-۱-۲-۵- محدوده اسکارنی شمال غرب روستای انجیره با اولویت سوم به وسعت ۴ کیلومتر مربع	۱۴۷
۱۴۹	..... ۲-۲-۵- شرح خدمات پیشنهادی	۱۴۹
۱۵۰	..... منابع	۱۵۰

- شکل ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه سامن (چپ) در نقشه راه‌ها ۳
- شکل ۱-۲- موقعیت قرارگیری محدوده سامن در تقسیمات زمین‌شناسی قربانی (۱۳۸۱) ۵
- شکل ۱-۳- موقعیت محدوده مورد مطالعه سامن در نقشه ۱/۱۰۰،۰۰۰ ملایر ۶
- شکل ۱-۴- نقشه پراکندگی کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا و تنگستن در ایران (نگارنده) ۱۱
- شکل ۱-۵- توزیع آنومالی‌های طلا در محدوده مورد مطالعه ۱۴
- شکل ۲-۱- نمایی از واحد آهک دگرگون شده (TRL) در شمال غرب محدوده (دید به طرف شمال غرب) ۲۰
- شکل ۲-۲- نمایی از واحد شیست و ماسه سنگ دگرگون شده ۲۱
- شکل ۲-۳- بخشهای سیلیسی و مینرالیزه واحد اسکارن (اسکارن انجیره) ۲۲
- شکل ۲-۴- بخشهای سیلیسی و مینرالیزه واحد اسکارن ۲۳
- شکل ۲-۵- نمایی از واحد شیست لکه‌دار و رگه و نوارهای سیلیسی آن ۲۴
- شکل ۲-۶- تصویر میکروسکوپی مقطع تهیه شده از نمونه ZS-۸ ۲۵
- شکل ۲-۷- نمایی از واحد گرانودیوریت، گرانیت، مونزونیت (gd) ۲۶
- شکل ۲-۸- مدل زمین‌شناسی و فرسایشی توده گرانیتوئیدی غرب سامن ۳۰
- شکل ۲-۹- نمودار بررسی رابطه بین تفریق و اکسیداسیون در ماگماهای میزبان ذخایر وابسته به توده‌های نفوذی (blevin ۲۰۰۴) ۳۳
- شکل ۲-۱۰- تقسیمات زمین‌شناسی اشتوکلین (۱۹۷۷) ۳۷
- شکل ۲-۱۱- نمودار تغییرات عناصر کمیاب (Pearce, ۱۹۸۴) از توده نفوذی منطقه ۳۸
- شکل ۲-۱۲- مدل ارائه شده توسط (Goldfarb et al. ۲۰۰۱) که محل و چگونگی تشکیل ذخایر طلای وابسته به کوهزایی‌ها را نشان می‌دهد ۳۹
- شکل ۲-۱۳- تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه ۴۰
- شکل ۳-۱- موقعیت نمونه‌های برداشت شده ۴۴
- شکل ۳-۲- هیستوگرام تعدادی از کانی‌های مطالعه شده در کانی‌سنگین ۵۴
- شکل ۳-۳- حوضه‌های طلا دار بر روی نقشه زمین‌شناسی ۶۷
- شکل ۳-۴- حوضه‌های شلیت‌دار روی نقشه زمین‌شناسی ۶۹
- شکل ۳-۵- حوضه‌های گروه ۱ (سرب و روی- مس و مولیبدن- سینابر - اورپیمنت- نقره) ۷۱
- شکل ۳-۶- حوضه‌های گروه ۲ (پیریت - پیریت اکسید- پیریت لیمونیت- کاسیتريت - گارنت - آندالوزیت) ۷۴
- شکل ۳-۷- نمودار خطی عناصر در ترانشه ۱ ۷۸
- شکل ۳-۸- نمودار خطی عناصر در ترانشه ۲ ۷۹
- شکل ۳-۹- نمودار خطی عناصر در ترانشه ۳ ۸۰
- شکل ۳-۱۰- نمودار خطی عناصر در ترانشه ۴ ۸۱
- شکل ۳-۱۱- باکس پلات نمایش تاثیر لیتولوژی بر تمرکز یا پراکندگی عیار در عناصر مختلف ۸۴

- شکل ۳-۱۲- نمودار خطی میانگین عیار در لیتولوژی‌های مختلف در ترانشه‌ها..... ۸۵
- شکل ۳-۱۳- نمودار خطی میانگین عیار در لیتولوژی‌های مختلف در نمونه‌های سنگی ۸۷
- شکل ۳-۱۴- نمودارهای باکس پلات نمونه‌های سنگی پراکنده ۹۰
- شکل ۳-۱۵- نمودارهای خطی بر اساس عیار ردیف شده طلا در رگه‌های سیلیسی ۹۱
- شکل ۳-۱۶- موقعیت محدوده‌های شش منطقه حاوی بیشترین داده اکتشافی از سطح محدوده سامن ۹۴
- شکل ۳-۱۷- مناطق مستعد کانی‌زایی در محدوده پروژه ۱۰۱
- شکل ۳-۱۸- مدل شماتیک اکتشافی و زمین‌شناسی برای نهشته‌های طلا وابسته به توده‌های نفوذی ۱۰۴
- شکل ۳-۱۹- مدل عمقی و جانبی نهشته‌های مرتبط با توده‌های نفوذی ۱۰۸
- شکل ۴-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده اکتشافی ۱۱۲
- شکل ۴-۲- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۵ ۱۲۴
- شکل ۴-۳- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۷ ۱۲۵
- شکل ۴-۴- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۸ ۱۲۶
- شکل ۴-۵- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۹ ۱۲۷
- شکل ۴-۶- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۳ ۱۲۹
- شکل ۴-۷- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۵ ۱۳۰
- شکل ۴-۸- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۵ ۱۳۰
- شکل ۴-۹- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۶ ۱۳۱
- شکل ۴-۱۰- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۷ ۱۳۲
- شکل ۴-۱۱- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۲۴ ۱۳۵
- شکل ۵-۱- محدوده معرفی شده جهت فعالیت‌های اکتشافی بعدی، بر روی نقشه زمین‌شناسی و ژئوشیمی ۱۴۸

جدول ۱-۱- لیست نمونه‌های سنگی گرفته شده از محدوده سامن و نوع آنالیز نمونه‌ها	۱۶
جدول ۱-۲- بررسی تغییرات عناصر در توده گرانیتوئیدی سامن	۳۱
جدول ۲-۲- ضرایب همبستگی بعضی عناصر با طلا در نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از اسکارن انجیره	۳۵
جدول ۱-۳- کارت مخصوص نمونه‌برداری کانی سنگین	۴۹
جدول ۲-۳- پارامترهای آماری نمونه‌های کانی سنگین منطقه سامن	۵۱
جدول ۳-۳- ضرایب همبستگی بعضی کانیهای انتخابی در منطقه سامن	۵۹
جدول ۴-۳- مشخصات ذرات طلا در نمونه‌های طلا دار و تعداد ذرات	۶۲
جدول ۵-۳- دامنه تغییرات کانی‌ها /عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۱	۹۳
جدول ۶-۳- دامنه تغییرات کانی‌ها /عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۲	۹۵
جدول ۷-۳- دامنه تغییرات کانی‌ها /عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۳	۹۶
جدول ۸-۳- دامنه تغییرات عناصر/کانی‌ها در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۴	۹۷
جدول ۹-۳- دامنه تغییرات کانی‌ها /عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۵	۹۸
جدول ۱۰-۳- نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه (ردیف شده بر حسب مقادیر طلا)	۱۰۵
جدول ۱-۴- تعداد و نوع نمونه‌های اخذ شده از محدوده اکتشافی سامن	۱۱۱
جدول ۲-۴- مختصات ابتدا و انتهای ترانسه‌های اکتشافی محدوده سامن	۱۱۱
جدول ۳-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۱	۱۱۷
جدول ۴-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۲	۱۱۹
جدول ۵-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۳	۱۲۱
جدول ۶-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۴	۱۲۲
جدول ۷-۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۴	۱۲۳
جدول ۸-۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۶	۱۲۴
جدول ۹-۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۰	۱۲۷
جدول ۱۰-۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۱	۱۲۸
جدول ۱۱-۴- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۴	۱۲۹
جدول ۱۲-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۸	۱۳۲
جدول ۱۳-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۹	۱۳۳
جدول ۱۴-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۰	۱۳۳
جدول ۱۵-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۱	۱۳۴
جدول ۱۶-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۲	۱۳۴
جدول ۱۷-۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۳	۱۳۴
جدول ۱۸-۴- نمونه‌های متفرقه محدوده غرب سامن	۱۳۶

ادامه جدول ۴-۱۸ ۱۳۷

جدول ۵-۱- ارتباط نمونه‌های کانی سنگین حاوی طلا با رخنمونهای گرانیتی ۱۴۲

جدول ۵-۲- مقایسه نتایج آنالیز ICP برخی نمونه‌های مینرالیزه با نمونه‌های متناظر کانی سنگین ۱۴۵

فهرست ضمایم

۱. نتایج مطالعات مقاطع نازک و صیقلی
۲. نتایج آنالیزهای نمونه‌ها به روش ICP-MS
۳. نتایج آنالیزهای نمونه‌ها به روش XRF و XRD
۴. نتایج مطالعات کانی سنگین
۵. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ محدوده اکتشافی
۶. پروفیل ترانسه‌های حفاری شده بر روی زون‌ها مینرالیزه

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

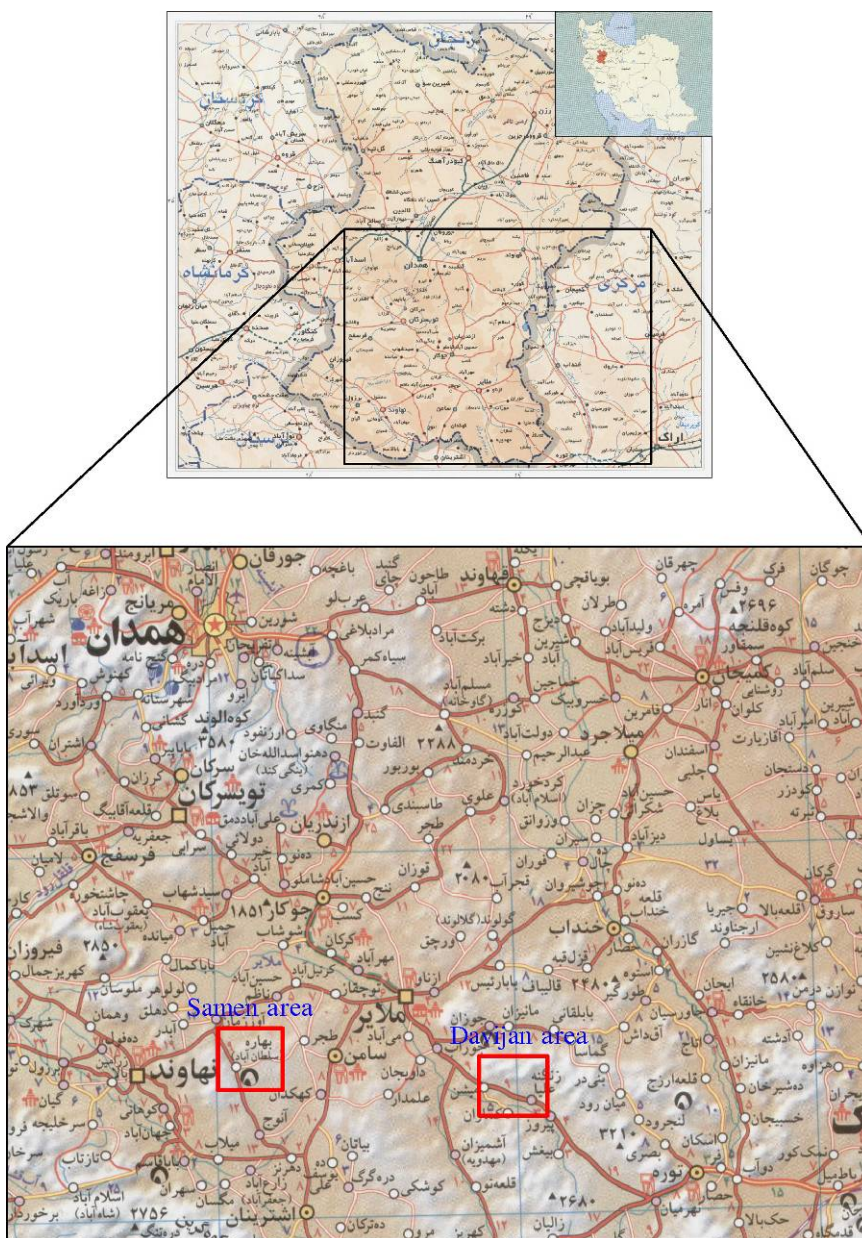
در پی انعقاد قرارداد شماره ۷۰۵ مورخه ۸۴/۳/۱۷ با عنوان «طرح اکتشاف مقدماتی طلا و تنگستن در منطقه جنوب شرق داویجان و غرب سامن در ورقه یکصد هزار ملایر واقع در استان همدان»، بین «مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران» به عنوان کارفرما و «شرکت مهندسين مشاور زرناب اکتشاف» به عنوان مشاور، عملیات اجرایی پروژه آغاز گردید. در راستای اجرای مفاد قرارداد مذکور، گروه‌های کارشناسی مشاور پس از بررسی‌های مقدماتی و جمع‌آوری اطلاعات (گزارش ژئوشیمی ۰۰۰/۱۰۰/ محدوده، نقشه‌های زمین‌شناسی، ماهواره‌ای، توپوگرافی و ..) اقدام به طراحی و جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین نمودند. با توجه به اینکه محدوده‌های معرفی شده، از آنومالی‌های مشخص شده در مطالعات برگه یکصد هزار ملایر بوده‌اند، لذا گزارش مذکور تهیه و مطالعه گردید.

در ارتباط با منطقه سامن پس از نهایی کردن نقشه‌های نمونه‌برداری، اکیپ عملیات صحرائی، شامل گروه‌های زمین‌شناسی (۲ نفر کارشناس) و گروه‌هایی جهت نمونه‌برداری (۲ نفر کارشناس)، به منطقه اعزام شد. این اکیپ به مدت ۶ روز در منطقه غرب سامن فعالیت داشته‌اند. با بررسی‌های اولیه و مشاهدات صحرائی، کارشناسان لازم دیدند، جهت بررسی جامع ساختارها، واحدهای سنگی و کانی‌زایی‌های احتمالی در اطراف توده نفوذی موجود در منطقه، به حجم عملیات افزوده شود. لذا با هماهنگی ناظر ارشد پروژه، محدوده‌ای به وسعت ۲۱ کیلومتر مربع، به سمت شرق محدوده اضافه گردید و وسعت محدوده به ۷۷ کیلومتر مربع افزایش پیدا کرد که مراتب به اطلاع کارفرمای محترم رسید.

در مجموع تعداد ۱۰۰ نمونه جهت مطالعه کانی‌سنگین، ۷۵ نمونه جهت آنالیز ICP-MS، ۱۰ نمونه جهت مطالعه مقاطع صیقلی، ۹ نمونه جهت مقاطع نازک، ۱ نمونه جهت آنالیز XRF و ۹ نمونه نیز جهت مطالعات XRD از منطقه سامن برداشت گردید. همچنین ۱۴۱ متر ترانشه بر روی زون‌های مینرالیزه (اسکارن انجیره) حفر گردید.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی، آب و هوا و راههای دسترسی

محدوده مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی $۳۰^{\circ} ۴۸'$ و $۳۴^{\circ} ۴۸'$ و عرض‌های جغرافیایی $۱۱^{\circ} ۳۴'$ و $۱۵^{\circ} ۳۴'$ واقع شده است. این محدوده در جنوب غربی استان همدان و در غرب شهر سامن واقع شده است. محدوده مورد مطالعه در نیمه جنوب غربی برگه ۱/۱۰۰،۰۰۰ ملایر واقع شده است.



شکل ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه سامن (چپ) در نقشه راهها

محدوده سامن به علت دارا بودن ارتفاعات نسبتاً زیاد از سطح دریا دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد و نسبتاً طولانی می‌باشد. بطوریکه فعالیت اکتشافی در فصل زمستان امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین بهترین زمان جهت عملیات صحرایی ماه‌های اردیبهشت تا آبان می‌باشند. میانگین بارندگی سالانه ۳۵۰ میلیمتر است. گسترش زیاد فیلیت‌ها و اسلیت‌ها در منطقه مانع از نفوذ نزولات جوی به سفره‌های آب زیرزمینی می‌شوند و آب‌های سطحی اغلب به صورت جریان‌های فصلی از منطقه خارج می‌شوند. مخازن کارستی و یا چشمه‌هایی که قابل توجه باشند در منطقه وجود ندارد. در مجموع منطقه کم آب است و کشاورزی اکثراً به صورت دیم با محصول گندم می‌باشد. راه دسترسی

به محدوده از طريق جاده ملایر-نهاوند بعد از طی حدود ۲۵ کیلومتر از طريق دوراهی آورزمان امکان پذیر است. بطوریکه بعد از طی حدود ۵ کیلومتر به شمال محدوده می‌رسیم (شکل ۱-۱).

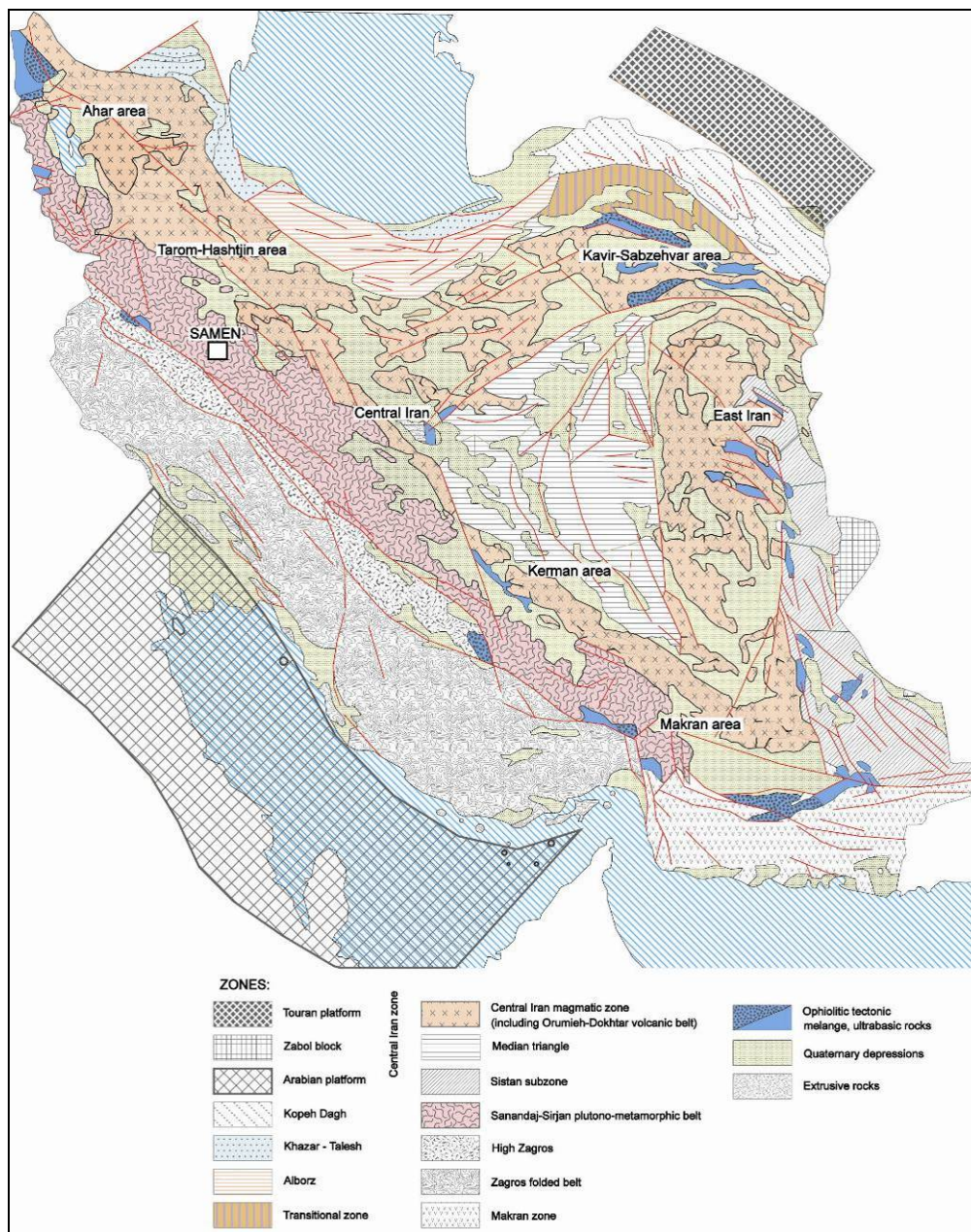
۳-۱- ژئومورفولوژی منطقه

بطور کلی ارتفاع متوسط این ناحیه (از سطح دریا) زیاد است اما کوه‌های بلندی در منطقه نمی‌توان دید. مورفولوژی منطقه تقریباً هموار است که این وضع در وهله اول محصول نوع سنگ‌های سازنده ارتفاعات می‌باشد. بخش عمده‌ای از این سنگ‌ها فیلیت‌های سیاه‌رنگ و توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی می‌باشند. ماهیت فیزیکی هر دو نوع سنگ به گونه‌ای است که در مقابل عوامل هوازدگی مقاومت چندانی نداشته و فرسوده می‌شوند. تنها ارتفاعات آهکی موجود در جنوب شرقی ملایر است که بلندترین نقاط را به خود اختصاص داده است و تا ۲۸۳۶ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. ارتفاعات موجود در محدوده به صورت تپه‌های کم‌شیب و دره‌های پهن با شیب ملایم بوده و از شمال به دشت منتهی می‌شوند. ارتفاع دشت از سطح دریا حدود ۱۶۷۰ متر می‌باشد.

۴-۱- جایگاه زمین‌شناسی و پدیده‌های مرتبط با زایش طلا در منطقه

وضعیت زمین‌شناسی این منطقه از زون ماگماتیسیم سندانج-سیرجان تبعیت می‌کند (شکل ۱-۲). بطوریکه عمده محدوده از یک توده نفوذی و دگرگونی‌های مرتبط با آن پوشیده شده است. واحدهای رسوبی با سن کرتاسه و ژوراسیک در منطقه حضور دارند و بخش‌های زیادی از این واحدها تحت تاثیر دگرگونی مجاورتی قرار گرفته‌اند. تعامل بین واحدهای سنگی و این توده نفوذی عامل اصلی کانی‌زایی‌های رخ داده (طلا و تنگستن) در منطقه هستند.

قدیمیترین نهشته‌های رخنمون یافته به تریاس نسبت داده می‌شود. این رسوبات دارای درجه دگرگونی اندکی بیشتر از نهشته‌های ژوراسیک می‌باشند. در شکل ۱-۲ تقسیمات زمین‌شناسی قربانی (۱۳۸۱) ارائه شده است. با توجه به این تقسیمات، منطقه سامن در زون پلوتونیک-متامرفیک سندانج سیرجان واقع شده است. این زون ناشی از فرورانش پوسته قاره‌ای نئوتتیس بوده و در محیط کمان قاره‌ای تشکیل شده است.



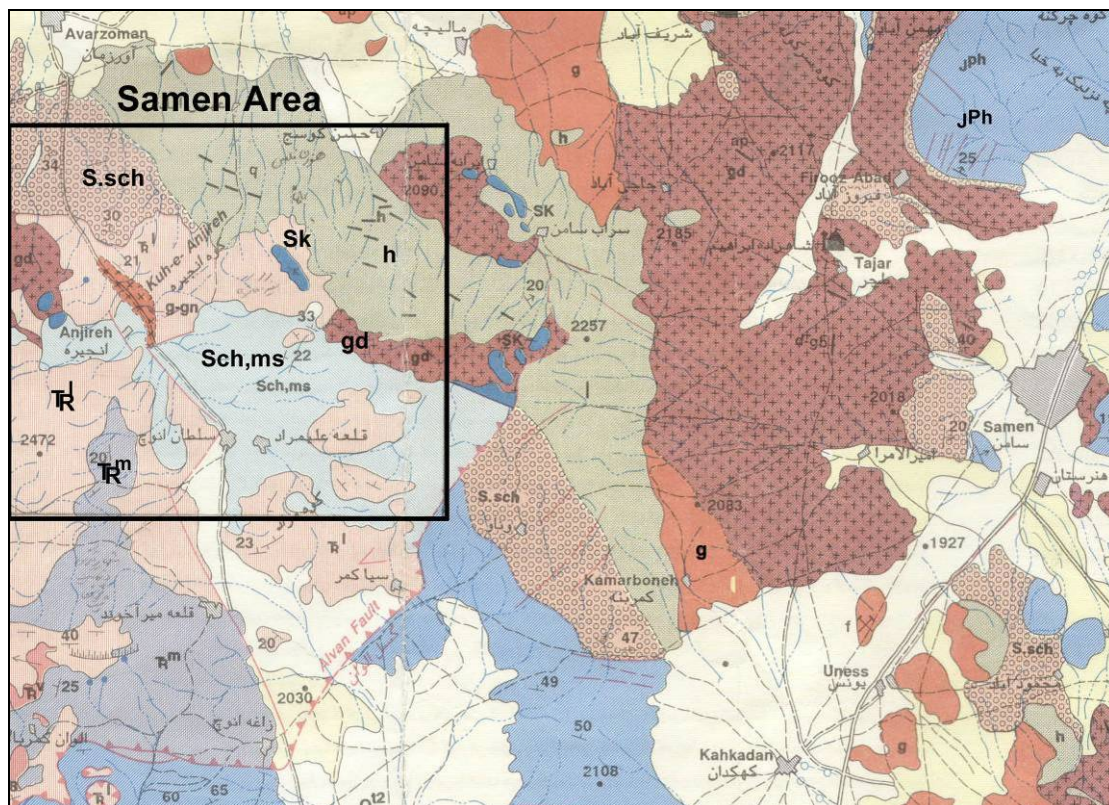
شکل ۱-۲ - موقعیت قرارگیری محدوده سامن در تقسیمات زمین‌شناسی قربانی (۱۳۸۱). با توجه به این تقسیمات محدوده سامن در زون پلوتونیک-متامرفیک سیرجان قرار گرفته است.

آثار فعالیت‌های تکتونیکی در این ناحیه، در قالب گسل‌های راندگی و معکوس دیده می‌شود.

۱-۴-۱- واحدهای زمین‌شناسی شایع در منطقه

واحدهای موجود در محدوده مورد مطالعه با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰،۰۰۰ (شکل ۱-۳)

(به شرح زیر می‌باشند.



شکل ۱-۳- موقعیت محدوده مورد مطالعه سامن در نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ مایر.

۱-۱-۱-۱- واحد J^{ph}

سنگهای ژوراسیک زیرین و میانی به فیلیت‌ها و اسلیت‌های ملایر و همدان شهرت یافته‌اند. این واحد سنگی عمدتاً از فیلیت، اسلیت، شیست و ماسه سنگ دگرگونه تشکیل شده است. رنگ عمومی واحد مذکور خاکستری تیره تا سیاه است. مطالعات میکروسکوپی نشان می‌دهد که این فیلیت‌ها و اسلیت‌ها از کوارتز، کانی‌های گروه فیلوسیلیکات‌ها (بویژه کلریت) و فلدسپات تشکیل شده‌اند. جهت یافتگی مسکویت و سریسیت سبب ایجاد رخ آسان در این سنگها شده است. ذرات ریز اپیدوت و تورمالین کانی‌های فرعی این سنگها را تشکیل می‌دهند. در بخشهایی از این واحد توف دگرگون می‌شود که دارای بافت شیستوز بوده و کانیهای کوارتز، فلدسپات، سریسیت و کلریت اجزاء سنگ را تشکیل می‌دهند با توجه به ضخامت زیاد واحد فیلیتی و نیز با توجه به اینکه درون این واحد بزرگ در برخی نقاط افق‌هایی از سنگ آهک و غیره دیده می‌شود و همچنین علیرغم اینکه ساختهای رسوبی در آن دیده نمی‌شود بنظر می‌رسد که مربوط به یک حوضه رسوبی است که در حال سوبسیدانس بوده است و تقریباً شرایط رسوبی تیپ فلیش را تداعی می‌نماید. براساس معیارهای صحرايي، میکروسکوپی و ژئوشیمیایی (با استفاده از دیاگرامهای ACF, AFK) سنگ اولیه این واحد، شیل و سیلتستون بوده و سنگ اولیه ماسه سنگهای دگرگونه این واحد از انواع ماسه سنگهای کوارتزآرنایتی، گری و کی و

ماسه سنگ آرکوزی می باشد (گودرزی ۱۳۷۴ و بهاری فر ۱۳۷۶). سنگهای موجود در این واحد گاهی ریزدانه بوده و کوارتز بخش عمده حجم سنگ را تشکیل می دهد. هرچند واحد مذکور در بخش زیرین خود عمدتاً از اسلیت و فیلیت و در بخش فوقانی بیشتر از اسلیت و ماسه سنگ دگرگونه تشکیل شده است ولی در مجموع می توان آن را با سازند شمشک در سایر نقاط کشورمان مقایسه نمود. با مطالعه و بررسی این واحد فیلیتی و اسلیتی و همچنین واحدهای فرعی موجود در آن بنظر می رسد که این نهشته ها در دو مرحله تحت تأثیر دگرگونی ناحیه ای قرار گرفته اند. علاوه بر آن نفوذ توده های آذرین الوند و سامن در واحد سنگی مذکور توانسته اند در این ناحیه سنگهای دگرگونی مجاورتی (شیست لکه دار و هورنفلس) ایجاد نماید.

TR^l - ۱-۲-۱-۴-۱ واحد

این واحد از طبقات ضخیم سنگ آهک دگرگون شده سفیدرنگ بلورین که در برخی نقاط دولومیتی شده تشکیل می شود و بطور موضعی دارای میان لایه هایی از شیست و ماسه سنگ می باشد. ضخامت این واحد به حدود ۱۰۰ متر می رسد. طبقات ضخیم سنگ آهک این واحد خرد شده است بطوریکه تشخیص سطوح لایه بندی در آن مشکل است. این واحد سنگ آهک بلورین در جنوب آورزمان بطور هم شیب با واحد شیستی و فیلیتی ژوراسیک پوشیده شده است.

Sch,ms - ۱-۳-۱-۴-۱ واحد

در جنوب آورزمان واحد آهکی TRI بطور هم شیب با واحد شیستی و فیلیتی ژوراسیک پوشیده شده است که بخشی از آن عمدتاً شیست و ماسه سنگ دگرگونه Sch,ms می باشد.

TR^m - ۱-۴-۱-۴-۱ واحد

این مجموعه از سنگهای آتشفشانی سبز رنگ توف و سنگهای رسوبی دگرگونه تشکیل شده است. دگرگونی این سنگها در حد رخساره شیست سبز می باشد. حجم بیشتر این واحد سنگی را سنگهای آتشفشانی با ترکیب آندزیت - بازالت تشکیل می دهد. کانیهای تشکیل دهنده آنها عمدتاً پیروکسن و پلاژیوکلاز است. از کانیهای ثانویه موجود در این سنگها می توان به اپیدوت، کلریت، کربنات، اورالیت و کانیهای رسی اشاره نمود. توف دگرگونه دیگر جزء تشکیل دهنده این مجموعه است که اجزاء آن شامل کوارتز، فلدسپات و کلریت می باشد. شیست و فیلیت بخش دیگر این واحد است که دارای کوارتز فراوان بصورت خرد شده بوده و نیز دارای سریسیت، مسکویت و کلریت است. ضخامت دقیق این واحد آشکار نیست زیرا حد زیرین آن رخنمون ندارد و با همبری پیوسته با واحد

فوقانی تریاس (TR^I) پوشیده می شود.

۱-۴-۱-۵- واحد *g-gn* (توده گرانیت-گنیس)

این توده در جنوب آورزمان و در محدوده شمال شرق روستای انجیره برونزد دارد و از گسترش بسیار کمی در سطح زمین برخوردار است. سنگ شناسی آن از گرانیت تا گنیس تغییر می کند. دارای بافت کاتاکلاستیک تا گرانولار است. کانیهای اصلی تشکیل دهنده آن کوارتز، فلدسپات، اپیدوت و مسکویت می باشد. اسفن، کربنات و اکسید آهن نیز از کانیهای همراه آنها هستند. سنگ میزبان این توده کوچک واحدهای سنگی تریاس و ژوراسیک است که به همراه آنها تحت تأثیر دگرگونی واقع شده است. لذا شاید به ژوراسیک میانی تا بالایی؟ تعلق داشته باشد. بر گوارگی و بافت کاتاکلاستیک آن مؤید این است که به هر حال این توده ممکن است قدیمی تر از گرانیت های آخر کرتاسه (گرانیت الوند و سامن) باشد و تحمل حرکات کوهزایی سبب خرد شدن آن شده است.

۱-۴-۱-۶- واحد *gd* (توده گرانیتوئیدی)

این توده نفوذی بیشترین حجم و گسترش را بخود اختصاص داده است. این توده در طول خود دارای ترکیب متنوعی است و در حقیقت یک مجموعه از سنگهای نفوذی را تشکیل می دهد. بطور کلی می توان ترکیبی از گرانیت، گرانودیوریت و مونزودیوریت تا دیوریت را در آن تشخیص داد ولی تفکیک این بخشها مقدور نمی باشد.

۱-۴-۱-۷- واحد *S.Sch* (شیست لکه دار)

این واحد سنگی در اطراف توده سامن مشاهده می شود و هاله بیرون دگرگونی همبری را تشکیل می دهند. در این نواحی اسلیت ها و فیلیت های جنوب ملایر در اثر تزریق توده های نفوذی و در نتیجه تحت تأثیر گرمای توده به شیست لکه دار تبدیل شده اند. لکه ها از بلورهای ریز آندالوزیت و گرونا تشکیل شده اند. در این مرحله آثار تورق آسان هنوز وجود دارد و سنگ حاصله شیست کوارتز، فلدسپات، کلریت و مسکویت دار می باشد کانی کدر و اکسید آهن نیز از کانی های فرعی آن به شمار می آیند. بافت سنگ در اینجا شیستوز- لپیدوبلاستیک است. در این ناحیه شیست لکه دار مذکور قبلاً یک فاز دگرگونی ناحیه ای را تحمل کرده بود که بصورت اسلیت و فیلیت درآمده است.

۱-۴-۱-۸- واحد *h* (هورنفلس)

اگر از هاله بیرونی به توده های نفوذی نزدیک شویم شیست لکه دار به هورنفلس تبدیل می شود. این سنگها دارای ظاهری خاکستری تیره تا سیاه و متراکم است. بلورهای آندالوزیت و یا کوردیریت

در آن فراوان است. شيستوزيته تقريباً از بين رفته است. بافت سنگ معمولاً بلاستیک- هورنفلس تا گرانو بلاستیک می باشد. ساير کانيه‌های اصلی تشکيل دهنده آن در مجموع عبارتند از: کوارتز، پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن و کانيه‌های رسی با بیوتیت و گرونا، کلریت، فلوگوپیت و مسکویت.

1-1-9- واحد Sk (اسکارن)

در نواحی سراب سامن و انجيره بخش‌هایی از سنگهای آهکی ناحیه (احتمالاً متعلق به تریاس) که در کنار توده‌های نفوذی قرار می گیرد به اسکارن تبدیل شده است. از کانيه‌هایی که در اثر این پدیده در متن سنگ مشاهده می شوند می توان به گرونا، اپیدوت، کالکوپیریت، اشاره نمود.

1-1-10- واحدهای کواترنری

این واحدها وسعت چندانی در منطقه ندارند و شامل Qt_1 و Qt_2 هستند که به ترتیب مربوط به رسوبات دشت مرتفع و رسوبات دشت پست می شوند.

1-4-2- پدیده‌های مرتبط با زایش طلا در منطقه

کانی‌زایی طلا در منطقه، مربوط به کانی‌زایی‌هایی است که در واحدهای آذرین زون سنندج-سیرجان رخ داده‌اند. این واحدها عمدتاً با ماهیت گرانیتوئیدی می باشند. در محدوده مورد مطالعه یک توده نفوذی گرانیتوئیدی در سنگ‌های رسوبی ژوراسیک و کرتاسه نفوذ کرده است.

از مهمترین پدیده‌های رخ داده که می‌توان از آنها به عنوان فاکتوری در رخداد کانی‌زایی طلا در منطقه نام برد، می‌توان به نفوذ توده گرانیتوئیدی، تشکيل زون‌های دگرگونه، زون‌های متاسوماتیسمی، تاثیر عوامل تکتونیکی و ایجاد شکستگی در منطقه، اشاره کرد. عوامل دما و فشار در اطراف این توده نفوذی، باعث دگرگونی‌های گسترده‌ای شده است. سیالات گرمابی ناشی از این توده نیز به واحدهای سنگی اطراف اثر کرده و زون‌های دگرسانی را ایجاد کرده است. تشکيل اسکارن‌ها، رگه‌های سیلیسی و کانی‌زایی‌های مرتبط با آن از جمله موارد با اهمیت و قابل بررسی در این محدوده است که در بخش‌های بعدی به آنها پرداخته خواهد شد.

1-5- متالورژی طلا در منطقه

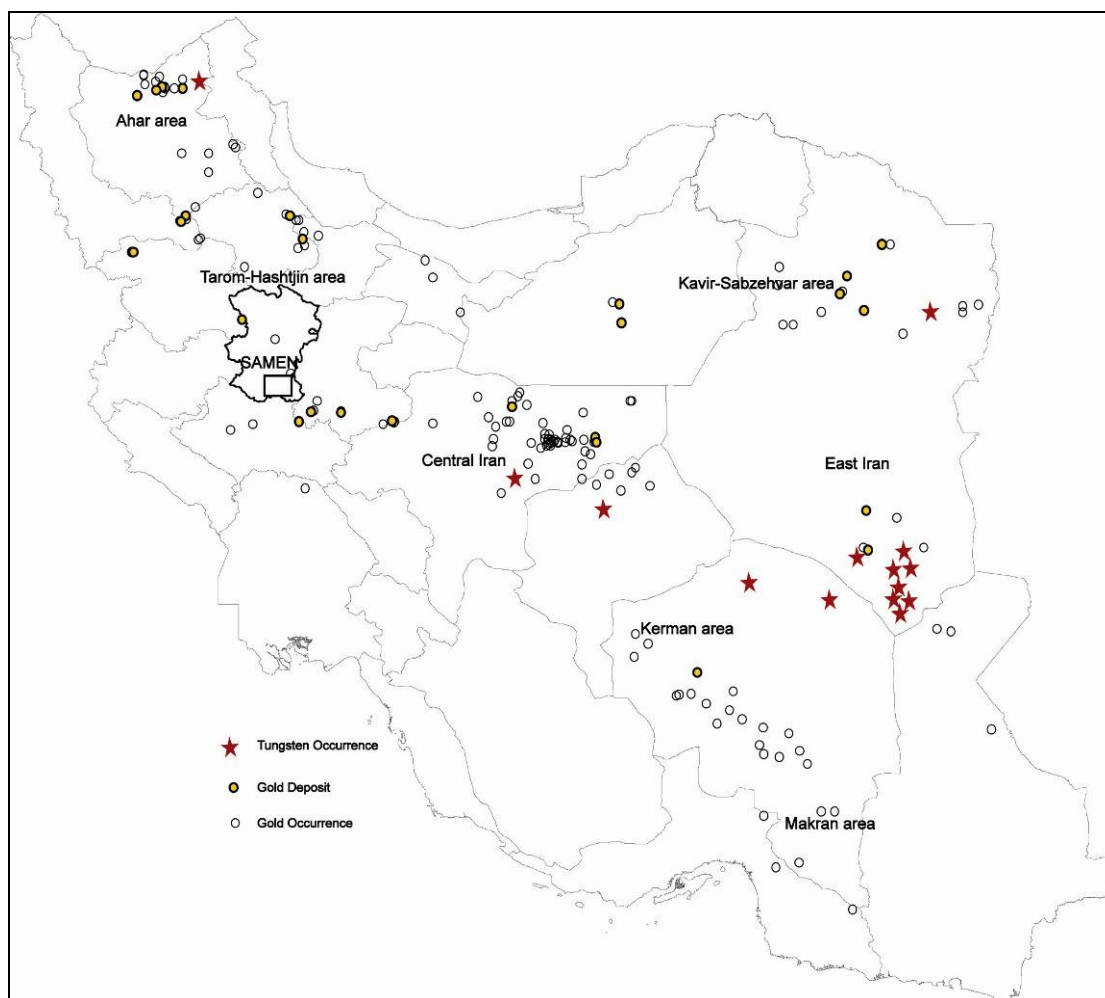
با توجه به موقعیت قرارگیری این کانی‌زایی در زون سنندج-سیرجان و کانی‌زایی‌های مشابهی که در ساير نقاط دیگر این زون مشاهده شده است، متالورژی طلا در این منطقه مشابه با اندیس‌های شناخته شده طلا در ساير قسمت‌های آن می باشد.

مقصودی (۱۳۸۴) زون سنندج-سیرجان را به عنوان یک ایالت طلادار معرفی کرده است و آن

را دارای کانسارها و نشانه‌های معدنی مهم طلا در ارتباط با پهنه‌های برشی، ماگماتیسیم و به صورت پلاستی می‌داند. با توجه به تقسیمات وی محدوده مورد مطالعه، در بخش شمالی این زون (بخش گلپایگان-نقده-ماکو) واقع شده است. این بخش دارای پتانسیل بهتری نسبت به بخش جنوبی (بخش گلپایگان-کهنوج) معرفی شده است. کانسارهای موته، داشکسن و اندیس‌های معدنی کرویان، باریکا، آستانه و آثار معدنی واقع در محور ماکو-اشنویه، الوند همدان، کندر الیگودرز، غرب جلدیان و خرابه پیرانشهر در زون شمالی واقع شده‌اند. از نظر ارتباط با توده نفوذی، شاید بتوان کانی‌زایی طلا در این منطقه را با کانی‌زایی‌های مرتبط با گرانیت و گرانودیوریت‌های آستانه اراک مقایسه کرد.

۱-۶- منابع و ذخایر طلای کشف شده در منطقه پروژه

تا قبل از مطالعات اخیر، در محدوده مورد مطالعه هیچگونه ذخیره یا نشانه معدنی که حاکی از کانی‌زایی طلا در منطقه مورد مطالعه باشد، کشف و یا معرفی نشده است. اما در فاصله حدود ۲۰ کیلومتری شرق این منطقه، کانسار آهن-سرب-نقره آهنگران قرار دارد که دارای غنی‌شدگی کمی از طلا نیز می‌باشد. در شکل ۱-۴ کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا و تنگستن در نقشه ایران مشخص شده‌اند. همانطور که دیده می‌شود، در بخش شمالی زون سندانج-سیرجان که محدوده سامن در آن قرار گرفته است، کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا با تراکم بیشتری وجود دارند. در جنوب شرقی این محدوده (جنوب شرقی استان همدان) چندین کانسار و اندیس طلا قابل مشاهده است. بنابراین با در نظر گرفتن مشابهت‌های مکانی، زمانی و لیتولوژیکی این محدوده با این اندیس‌ها، به نظر می‌رسد محدوده مورد مطالعه در یک زون دارای پتانسیل برای کانی‌زایی طلا قرار گرفته است. اما از نظر تنگستن آثار و اندیس معدنی دیده نمی‌شود.



شکل ۱-۴- نقشه پراکندگی کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا و تنگستن در ایران (نگارنده).

۷-۱- خلاصه و تاریخچه اکتشافی قبلی پروژه

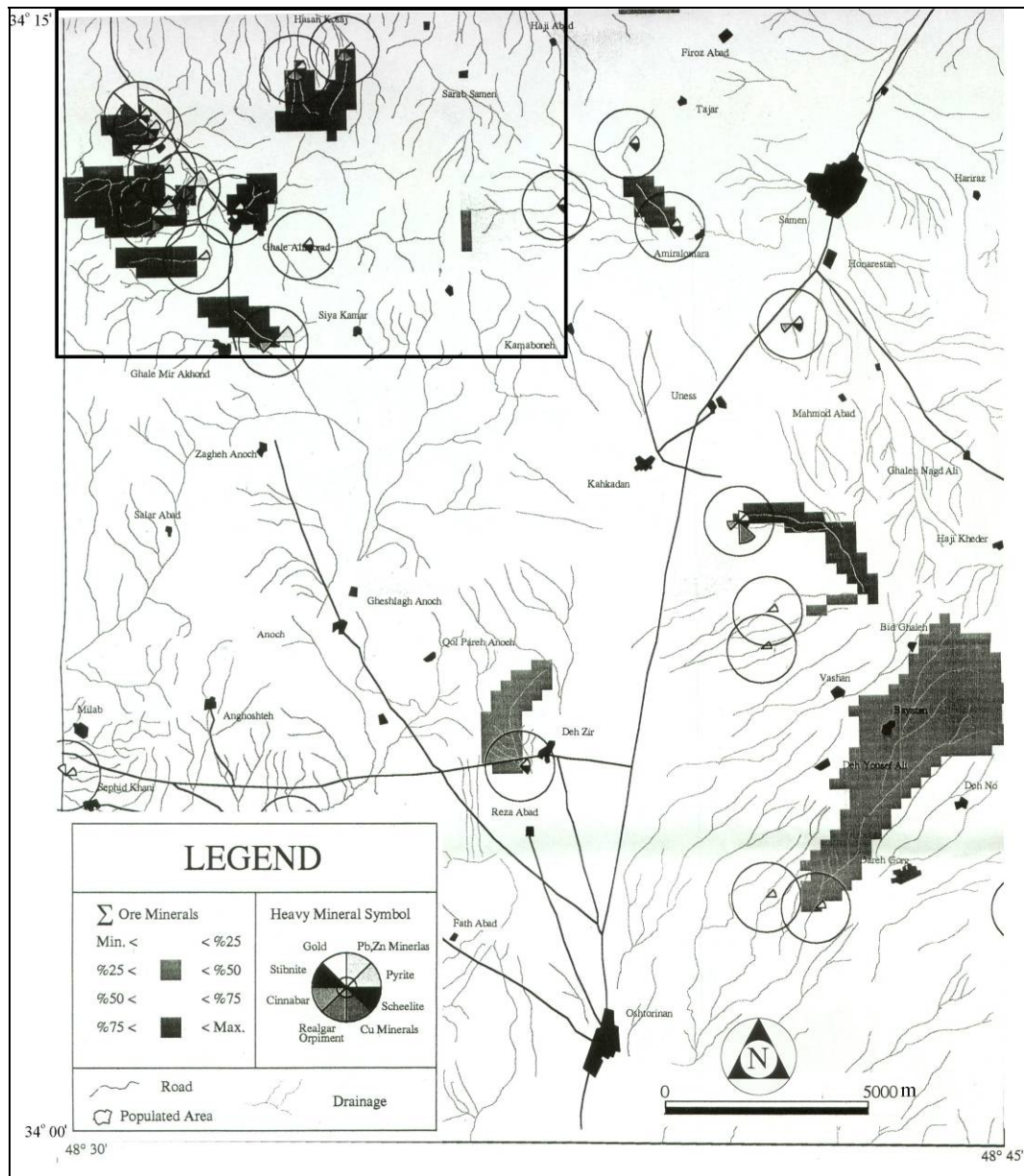
توده نفوذی جنوب ملایر اولین بار در سال ۱۳۴۸ توسط فرقانی مورد مطالعه کانی‌شناسی قرار گرفت. در سال ۱۹۷۳ مجیدی و علوی سنگ‌های نفوذی و دگرگونی منطقه همدان و ملایر را مورد مطالعه قرار دادند. آنها در گزارش خود توده نفوذی گرانیتوئیدی سامن را نیز نام برده‌اند. مدنی (۱۳۵۹) زمین‌شناسی توده نفوذی سامن را در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود مورد مطالعه قرار داده است. جدیدترین مطالعه‌ای که قبل از گزارش حاضر بر روی توده نفوذی غرب سامن صورت گرفته است توسط مجیدی فیض‌آبادی (۱۳۷۵)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود بوده است که در ذیل مختصری از آن می‌آید؛

«بدنه اصلی توده نفوذی غرب سامن را سنگهای تونالیتی - گرانودیوریتی که بیوتیت و هورنبلند در آنها حضور بارزی دارند، تشکیل می‌دهند. سنگهای مافیک در دو گروه جدا از هم قرار می‌گیرند. یک گروه توده‌های کوچک گابرویی می‌باشند که در میان سنگهای پلیتی دگرگونه نفوذ کرده و با

اثرات بافتی و کانی‌شناسی دگرگونی و ویژگی تولی‌ایت، معادل درونی گدازه‌های مافیکی هستند که در بین لایه‌های رسوبی تریاس و ژوراسیک زیرین ریخته‌اند. گروه دیگر، دایکهای دیوریتی هستند که با روند شمال باختری - جنوب خاوری، که روند اصلی تغییر شکل برشی در منطقه می‌باشد، توده نفوذی را قطع کرده‌اند. وجود بافت‌های واکنشی دگرسانی خود به خودی همچون تبدیل پیروکسین‌ها به آمفیبول سبز و تبدیل آمفیبول‌ها به بیوتیت و نیز فراوانی کانیهای فرعی مانند آپاتیت، اثرات دگرسانی شدید در سنگهای گرانودیوریتی و تاثیر شیمیایی بر روی سنگ خاستگاه گرانیت‌های حاصل از گام آناتکسی همراه این دیوریت‌ها، نشانه‌های پویایی سیال‌های ماگمایی به هنگام تشکیل آنها می‌باشند. سنگهای گرانیتوئیدی روشن رنگ مجموعه آذرین سامن نیز از دو گروه تشکیل شده‌اند، سنگهای مونوزوگرانیتی که براساس نشانه‌های صحرایی همزمان با توده تونالیتی - گرانودیوریتی پیدا و جایگزین شده‌اند و با ویژگی کالک آلکالن و پرآلومینه، شواهد یک خاستگاه ذوب بخشی سنگهای شیلی و آهکی را نشان می‌دهند. ورود ماگمای تونالیتی به چنین جبهه ذوب پوسته‌ای در کنار دلایل بافتی و ژئوشیمیایی، امکان پدیده اختلاط بین ماگمایی حاصل از ذوب بخشی در یک مرز فرورانشی کرانه پویای قاره‌ای با ماگمای فلسیک پوسته‌ای را مطرح می‌کند. گرانیت‌های روشن رنگ مسکویت و تورمالین‌دار با ویژگیهای بارز خاستگاه آناتکسی مواد پوسته‌ای، آخرین گام پیدایشی گرانیت در این مجموعه را تشکیل می‌دهند. نکته قابل توجه در مورد این گرانیت‌ها، تمایل آنها از پرآلومینه بودن به سوی پرقلیا شدن می‌باشد. این ویژگی در همان حال که به عملکرد پدیده ذوب بخشی مربوط می‌شود، از تغییرات مقدار Na_2O در سنگ خاستگاه حکایت می‌کند. بررسی دقیق صحرایی و نشانه‌های برگوارگی‌های نخستین و دومین در توده تونالیتی گرانودیوریتی و نیز تشکیل بافت‌های ویژه در سنگهای دگرگونی و اثرات توسعه بخش‌های برشی در داخل توده، نشان می‌دهند که نفوذ آذرین، همزمان با دومین گام دگرگونی ناحیه‌ای در منطقه و به صورت جریان ماگمایی انجام یافته و ساز و کار گسل‌های راندگی، پی و پس از جایگزینی توده، عمل کرده است. به علاوه نفوذ گرانیت‌ها درون این بخش‌های برشی، در کنار یک ساز و کار راستالغز که خاص کمربندهای کوهزایی فشارشی - انتقالی می‌باشد، ساز و کار ویژه‌ای به نام پمپ انبساطی راستالغز را برای بالا آمدن و جایگزینی آنها نشان می‌دهد. الگوی زمین‌ساختی که توسط پژوهندگان اخیر مطرح شده شامل توسعه یک کمربند چین و راندگی در اثر برخورد قاره افریقا - عربی به ایران مرکزی می‌باشد که به دنبال فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس، ورق‌های چندی از پوسته افیولیتی و رسوبات پوششی آن را به روی لبه شمالی ورق افریقا - عربی فرارانده و ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر بر ضخامت پوسته این بخش افزوده است. اما در این الگو به فرآیندهای ماگمایی در این کمربند کمتر توجه شده است. براساس این نتایج، سنگهای نفوذی و

بيروني تریاس تا ژوراسيک زيرين نتيجه پويش يک کمان جزيره‌اي هستند که روي ورق اقيانوسي در جلو ورق قاره‌اي ايران مرکزي تشکيل گريديده و برخورد بعدي آن با لبه اين خرد قاره، تشکيل سنگهاي مونزوگرانيتي را باعث شده است. در اين حال نفوذ توده توناليتي نيز با افزايش گراديان زمين گرمائي، زمينه را براي اثرات دگرگوني و ذوب‌بخشي فراهم کرده است. فرورانش رشته ميان اقيانوسي به زير اين کمر بند کوهزايي را نيز مي‌توان به عنوان خاستگاه ماگماي ديوريتي آلکالن معرفي نمود که به سهم خود اثرات گرمائي و شيميايي ويژه‌اي را در هنگام تشکيل دومين گام گرانيت‌هاي پوسته‌اي به جاي گذارده است. با تکامل اين کمر بند چين و رانديگي و برخورد کامل دو پوسته قاره‌اي در ميوسن، ارتباط ميان منبع قوي ماگمائي با سطوح بالايي پوسته قطع مي‌گردد».

همزمان با اجراي پروژه اکتشافات ژئوشيميايي ۱:۱۰۰،۰۰۰ در ورقه ملایر توسط شرکت کاوشگران (۱۳۸۳) علاوه بر نمونه‌هاي ژئوشيمي آبراهه‌اي تعدادي نمونه کاني سنگين و همچنين نمونه‌هاي مينراليزه از محدوده سامن برداشت شده است، که در تعدادي از نمونه‌هاي کاني سنگين برداشت شده قبلي دانه‌هاي طلا و شتليت مشاهده شده است. اين مسئله يکي از عوامل تعريف پروژه اخير و توجيه اقتصادي آن بوده است. در شکل ۱-۵ آنومالي‌هاي معرفي شده از گزارش مذکور در محدوده غرب سامن مشخص شده‌اند. اين آنومالي‌ها داراي درجه يک براي طلا مي‌باشند. در اين محدوده، مناطق حاوي کاني‌هاي سنگين طلا و سينابر، همپوشاني خوبي با آنومالي‌هاي ژئوشيمي طلا نشان داده‌اند و به طور کلي محدوده داراي پتانسيل بالا براي کاني‌زايي طلا، تنگستن و سينابر معرفي شده است.



شکل ۱-۵- توزیع آنومالی‌های طلا در محدوده مورد مطالعه. این آنومالی‌ها در گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ در ورقه ملایر معرفی شده‌اند.

۱-۸- اهداف پروژه

بر اساس بند «ب» از شرح خدمات طرح «اکتشاف مقدماتی طلا - در دو منطقه جنوب شرق و غرب سامن در ورقه یکصد هزارم ملایر»، مشاور موظف شده است که در محدوده‌ای به وسعت ۵۶ کیلومتر مربع، عملیات اکتشاف نیمه تفصیلی به روش کانی‌های سنگین، انجام دهد (همانطور که قبلاً اشاره گردید، با هماهنگی ناظر ارشد پروژه، محدوده‌ای به وسعت ۲۱ کیلومتر مربع، به سمت شرق محدوده اضافه گردید و وسعت محدوده به ۷۷ کیلومتر مربع افزایش پیدا کرد). جزئیات شرح خدمات

که به گونه‌ای اهداف پروژه را بیان می‌کند در ذیل آمده است:

1. تهیه نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی - معدنی در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ با استفاده از عکس-های هوایی و اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای. تفکیک و برداشت واحدهای لیتولوژی، زون‌های دگرسانی و کانی‌سازی شده، ساختارهای تکتونیکی (زون‌هایی برشی، گسله-ها و شکستگی‌های اصلی) و زون‌های کنتاکت و غیره و نمونه‌گیری پراکنده از رخنمون‌ها (۲۰ نمونه) برای مطالعات آزمایشگاهی.
2. نمونه‌برداری کانی‌سنگین به تعداد ۱۰۰ نمونه آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌ها با دقت کافی و لازم. آنالیز کلی نمونه‌ها در یک آزمایشگاه معتبر، با دقت و صحت کافی. میزان تراکم نسبی ذرات طلا، شلیت، سینابر و .. در نمونه‌ها گزارش شود.
3. نمونه‌گیری لیتوژئوشیمیایی به تعداد ۶۰ نمونه از زون‌های دگرسانی، کانی‌سازی و رگه-رگچه‌های مینرالیزه، زون‌های کنتاکت بین لیتولوژی‌ها، پهنه‌های برشی و .. آنالیز کلی نمونه‌ها در یک آزمایشگاه معتبر، نمونه‌گیری بصورت لقمه‌ای (Chip Sampling) در رخنمون‌ها و یا در صورت ضرورت با حفاری ترانشه‌های اکتشافی و نمونه‌گیری بصورت شیاری (Channel Sampling) انجام گیرد. وزن هر نمونه بین ۳ تا ۵ کیلوگرم باشد و حفاری ترانشه تا ۱۵۰ متر مکعب پیش‌بینی شود.
4. نمونه‌های بند یک (۲۰ نمونه از لیتولوژی‌های مختلف) برای مطالعات سنگ‌شناسی، از نمونه‌های بند ۳، تعداد ۱۰ نمونه برای کانی‌شناسی XRD و تعداد ۱۰ نمونه برای کانه‌نگاری منظور گردد.
5. جمع‌بندی، تلفیق، پردازش و تحلیل اطلاعات و تدوین گزارش پایانی، همراه با نقشه زمین‌شناسی معدنی و نقشه‌هایی که نمونه‌های کانی‌سنگین و لیتوژئوشیمیایی در آنها جانمایی شده باشند (Sample Location Maps).
6. ارائه پیشنهاد و معرفی اهداف اکتشافی (Target Areas) همراه با شرح خدمات اکتشافی پیشنهادی.

۹-۱- فعالیت‌های انجام‌شده در اجرای پروژه

در طول انجام پروژه در راستای اجرای بندهای شرح خدمات موارد زیر انجام شده است؛

1. نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی - معدنی محدوده با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ و با استفاده از عکس‌های هوایی و اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده است. در این عملیات سعی شده است تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، کنتاکت‌ها و ساختارهای تکتونیکی به

صورت دقیق تر مشخص شوند. همچنین از واحدهای زمین شناسی، زونهای دگرسانی و کانی سازی شده نمونه گیری بعمل آمد، تا در مطالعات پترولوژیکی، پتروگرافی و مینرالوگرافی مورد استفاده قرار گیرند. در مجموع تعداد ۱۰۴ نمونه (۷۵ نمونه جهت ICP، ۹ نمونه جهت XRD، ۱ نمونه جهت XRF، ۱۰ نمونه جهت مطالعات مقاطع پولیش و ۹ نمونه جهت مطالعات مقاطع نازک) در راستای اجرای بندهای ۱ و ۳ قرارداد برداشت گردید. در جدول ۱-۱ تعداد و نوع آنالیز نمونه ها آمده است. وزن نمونه ها ۳ تا ۵ کیلوگرم بوده و حفاری ترانشه تا ۱۴۱ متر مکعب انجام گرفته است.

جدول ۱-۱- لیست نمونه های سنگی گرفته شده از محدوده سامن و نوع آنالیز نمونه ها

Sample ID	Method	Sample ID	Method	Sample ID	Method	Sample ID	Method
ZS-۵	Polish	ZT۲S-۱۵	XRD	ZSA-۱۳	ICP	ZT۲S-۹	ICP
ZS-۱۳	Polish	ZT۱S-۱۴	XRD	ZSA-۱۴	ICP	ZT۲S-۱۰	ICP
ZS-۱۵	Polish	ZT۱S-۱۵	XRD	ZSA-۱۷	ICP	ZT۳S-۱	ICP
ZS-۱۶	Polish	ZS-۴	ICP	ZSA-۱۹	ICP	ZT۲S-۱۱	ICP
ZSA-۱۲	polish	ZS-۶	ICP	ZSA-۲۰	ICP	ZT۳S-۲	ICP
ZSA-۱۵	polish	ZS-۱۰	ICP	ZT۱S-۱	ICP	ZT۲S-۱۲	ICP
ZSA-۱۸	polish	ZS-۱۱	ICP	ZT۱S-۲	ICP	ZT۳S-۳	ICP
ZSA-۲۱	polish	ZS-۱۴	ICP	ZT۱S-۳	ICP	ZT۳S-۴	ICP
ZT۱S-۱۶/۱	polish	ZS-۱۸	ICP	ZT۱S-۴	ICP	ZT۳S-۵	ICP
ZT۱S-۱۸	polish	ZS-۱۹	ICP	ZT۱S-۵	ICP	ZT۳S-۶	ICP
ZSA-۱۶	Thin Sec.	ZS-۲۰	ICP	ZT۱S-۶	ICP	ZT۳S-۷	ICP
ZS-۷	Thin Sec.	ZS-۲۱	ICP	ZT۱S-۷	ICP	ZT۳S-۸	ICP
ZS-۸	Thin Sec.	ZS-۲۱S	ICP	ZT۱S-۸	ICP	ZT۳S-۹	ICP
ZS-۹	Thin Sec.	ZS-۲۲	ICP	ZT۱S-۹	ICP	ZT۳S-۱۰	ICP
ZS-۱۷	Thin Sec.	ZS-۲۳	ICP	ZT۱S-۱۰	ICP	ZT۳S-۱۱	ICP
ZS-۲۴	Thin Sec.	ZSA-۱	ICP	ZT۱S-۱۱	ICP	ZT۳S-۱۲	ICP
ZS-۲۶	Thin Sec.	ZSA-۲	ICP	ZT۱S-۱۲	ICP	ZT۴S-۱	ICP
ZT۱S-۱۶	Thin Sec.	ZSA-۳	ICP	ZT۱S-۱۳	ICP	ZT۴S-۲	ICP
ZT۱S-۱۷	Thin Sec.	ZSA-۴	ICP	ZT۲S-۱	ICP	ZT۴S-۳	ICP
ZS-۱۲	XRF	ZSA-۵	ICP	ZT۲S-۲	ICP	ZT۴S-۴	ICP
ZS-۱۲	XRD	ZSA-۶	ICP	ZT۲S-۳	ICP	ZT۴S-۵	ICP
ZS-۲۵	XRD	ZSA-۷	ICP	ZT۲S-۴	ICP	ZT۴S-۶	ICP
ZT۳S-۱۳	XRD	ZSA-۸	ICP	ZT۲S-۵	ICP	ZT۴S-۷	ICP
ZT۲S-۱۶	XRD	ZSA-۹	ICP	ZT۲S-۶	ICP	ZT۴S-۸	ICP
ZT۲S-۱۳	XRD	ZSA-۱۰	ICP	ZT۲S-۷	ICP	ZT۴S-۹	ICP
ZT۲S-۱۴	XRD	ZSA-۱۱	ICP	ZT۲S-۸	ICP	ZT۴S-۱۰	ICP

۲. نمونه برداری کانی سنگین در وسعتی برابر با ۵۶ کیلومتر مربع به تعداد ۱۰۰ نمونه (با تراکم تقریبی ۱/۸ نمونه در هر کیلومتر مربع) و با حجم هر نمونه ۱۰ لیتر از زیر الک ۱۶ مش انجام پذیرفت. آماده سازی و مطالعه نمونه ها توسط تکنسین ها و کارشناسان باتجربه انجام پذیرفت. در بخش سوم گزارش، اطلاعات بدست آمده از نمونه های کانی سنگین به همراه بخش عمده ای از سایر داده ها بررسی شده و نتیجه گیری نسبی از آنها حاصل گردیده است.
۳. نمونه های برداشت شده جهت آنالیز ICP در آزمایشگاه AMDEL کشور استرالیا برای طلا و ۴۳ عنصر همراه و نمونه های XRF و XRD در آزمایشگاه شرکت کانساران بینالود آنالیز شده اند.
۴. در طول تهیه نقشه زمین شناسی و نمونه برداری های کانی های سنگین، کارشناسان زون های مینرالیزه را مورد پی جویی قرار داده و نمونه برداری های لازم بعمل آمد.
۵. با بررسی نتایج آنالیزها، داده پردازی ها و تلفیق اولیه اطلاعات نمونه های کانی سنگین و زمین شناسی، زون های آنومالی مشخص و اولویت بندی شدند. سپس کارشناسان جهت بررسی زون های امیدبخش، آنومالی های منطقه را بازدید کردند و تعدادی نمونه جهت مطالعات تکمیلی برداشت گردید.
۶. با جمع بندی و تلفیق نهایی اطلاعات، چند محدوده امیدبخش در منطقه مورد مطالعه معرفی شده اند و پیشنهادهای اکتشافی جهت مطالعات بعدی ارائه شده است.

فصل دوم

زمین شناسی معدنی

محدوده مورد مطالعه

۱-۲- واحدهای مختلف زمین‌شناسی و واحد زمین‌شناسی مولد طلا (IGU)

مقدمه

در این مرحله از عملیات، ابتدا عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ محدوده اکتشافی مورد نظر تهیه و سپس با استفاده از این عکس‌ها و بکارگیری متد فتوژئولوژی ساختار کلی و مقدماتی نقشه زمین‌شناسی تهیه گردید. در مرحله پیمایش صحرایی که در چندین دوره انجام شد، نقشه زمین‌شناسی - معدنی محدوده با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تهیه شد. در تهیه نقشه زمین‌شناسی توجه خاص به زون‌های اسکارن، توده‌های نفوذی و حاشیه‌های دگرگونی آنها و همچنین شناسایی دقیق واحدهای سنگی، آلتراسیون، ارتباط واحدهای زمین‌شناسی با کانی‌سازی‌های موجود صورت گرفت. در حین تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ تعداد ۲۳ نمونه متفرقه جهت انجام آنالیز ICP-MS، مطالعات مینرالوگرافی، پتروگرافی و آنالیز XRD اخذ گردید. از ۲۳ نمونه متفرقه، ۱۱ نمونه جهت آنالیز ICP-MS، ۶ نمونه جهت مطالعات مینرالوگرافی و ۶ نمونه جهت مطالعات سنگ-شناسی در نظر گرفته شد.

نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی نمونه‌های فوق‌الذکر در تهیه نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد استفاده قرار گرفت. شرح هر یک از نمونه‌های مورد نظر در مبحث نتایج مطالعات نمونه‌های متفرقه آمده است.

در زیر به تشریح خصوصیات واحدهای زمین‌شناسی موجود در محدوده نقشه (نقشه زمین‌شناسی - معدنی ضمیمه شماره ۵ است) از قدیم به جدید می‌پردازیم.

۱-۱-۲- شرح واحدهای زمین‌شناسی

۱-۱-۱-۱- واحد TRL آهک دگرگون شده

واحد TRL یک واحد آهک دگرگون شده و کریستالیزه می‌باشد. این واحد شامل آهک با رنگ‌های مختلف از خاکستری تیره و روشن تا سفید و متعلق به تریاس است که در سطح هوازده، رنگ سنگ، خاکستری روشن با لایه‌بندی ظریف و تناوب لایه‌های سفید و خاکستری نیز در سنگ مشاهده می‌شود. سطح تازه سنگ خاکستری روشن همراه با حفراتی است که به وسیله بلورهای کلسیت

پرشده‌اند. گاهی این کلسیتها به صورت رگه و رگچه‌های ظریف به رنگ سفید در سنگ دیده می‌شوند. این آهک کریستالیزه متوسط تا نازک لایه است. لایه‌ها به صورت بسیار نازک اولیه و لامیناسیونهای ظریف تا حداکثر ضخامت ۵۰-۶۰ سانتیمتر نیز مشاهده می‌شوند. این واحد سنگ آهک بلورین به طور هم‌شیب با واحدهای شیستی و فیلیتی پوشیده شده است. این واحد با ضخامت ۱۰۰ متر در قسمتهایی از شمال غرب محدوده رخنمون دارد. در قسمتهای مرکزی محدوده اکتشافی نیز این واحد با رخنمون نسبتاً وسیعی مشاهده می‌شود. در قسمت جنوب- جنوب غربی محدوده ضخامت این واحد بیشتر شده و رخنمون نسبتاً وسیعی را در آنجا مشاهده می‌کنیم. شکل ۱-۲ نمایی از این واحد را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- نمایی از واحد آهک دگرگون شده (TRL) در شمال غرب محدوده (دید به طرف شمال غرب)

۱-۱-۲- واحد TR SH-S (شیست و ماسه‌سنگ دگرگون شده)

واحد شیست و ماسه‌سنگ دگرگون شده در قسمتهایی از غرب و مرکز محدوده اکتشافی رخنمون دارد و شامل تناوبی از ماسه‌سنگ و شیست‌های ظریف لایه می‌باشد (شکل ۲-۲). رگه‌های سیلیس با ضخامت حداکثر ۱ متر در این واحد مشاهده می‌شود. رنگ سنگ در رخنمونهای این واحد، خاکستری تیره تا سیاه و در سطح تازه به رنگ خاکستری روشن می‌باشد. عمده رخنمون این واحد

شیستهای ظریف لایه می‌باشند و ماسه سنگ‌ها به صورت میان لایه‌هایی با ضخامت حداکثر ۲۰ سانتیمتر در آن مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۲- نمای از واحد شیست و ماسه سنگ دگرگون شده در نواحی مرکزی محدوده اکتشافی
(دید به جنوب شرق)

۲-۱-۱-۳- واحد اسکارن / Sk اسکارن

واحد اسکارن موجود در محدوده اکتشافی شامل قسمتهایی از سنگ آهکهای تریاس می‌باشند که به دلیل قرار گرفتن در مجاورت و یا داخل توده گرانودیوریتی به اسکارن تبدیل شده‌اند و کانیهای موجود در آنها شامل گارنت، اپیدوت، رگه‌های سیلیسی است که کانی‌سازی مس به صورت مالاکیت، آزوریت، کالکوسیت، کالکوپیریت، بورنیت نیز در این اسکارن مشاهده می‌شود (شکل ۲-۳). اسکارنهای موجود در محدوده اکتشافی در بخش شرقی، مرکزی و قسمتهایی از غرب محدوده وجود دارند. ضخامت این واحد حداکثر به ۵۰ متر می‌رسد.

روند عمومی اسکارن انجیره ۱۱۰ درجه و شیب عمومی آن ۵۰ درجه به طرف شمال می‌باشد. رخنمون آن طولی در حدود ۲۵۰ متر دارد که به صورت چند لکه پی در پی قابل تعقیب است و بخشهایی از آن به وسیله خاک برجا و مرتع پوشیده شده است.

بافت نواری ظریفی در رخنمون آن مشاهده می‌شود. لایه‌های مختلفی از مرمرخاکستری تا

سیلیس (شکل ۲-۴) به تناوب در زون اسکارن دیده می‌شود. عرض زون اسکارن حدود ۲۵-۳۰ متر و از طرف کمر پائین به مرمر و کمر بالا به گرانودیوریت تبدیل می‌شود. کانی‌سازی مس و آهن در ضخامت و طول محدودی قابل مشاهده است. برای تشخیص تغییرات لیتولوژی و کانی‌سازی ۴ ترانسه اکتشافی در اسکارن شمال غرب روستای انجیره، عمود بر امتداد لایه‌بندی حفر و تعدادی نمونه از آنها گرفته شد. این نمونه‌ها وجود کانی‌هایی چون گارنت، کلسیت، پیریت و کانی‌های مس‌دار شامل کالکوپیریت، مالاکیت، بورنیت، کالکوسیت و کولین را تایید می‌کند. شرح و پروفیل ترانسه‌های حفر شده (ضمیمه ۶) در مبحث عملیات مهندسی اکتشاف آمده است.



شکل ۲-۳- بخش‌های سیلیسی و مینرالیزه واحد اسکارن (اسکارن انجیره)



شکل ۲-۴- بخشهای سیلیسی و مینرالیزه واحد اسکارن- کانی‌سازی مس شامل مالاکیت، آزوریت و کالکوپیریت در این واحد دیده می‌شود (اسکارن انجیره).

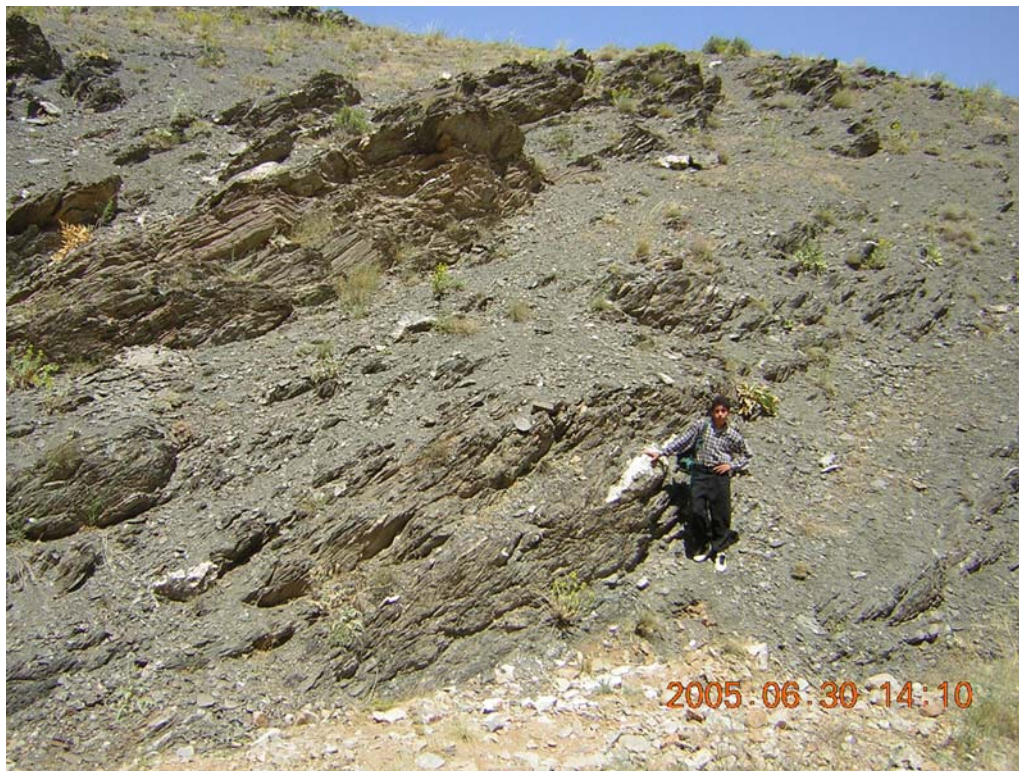
۲-۱-۱-۴- واحد Jph فیلیت، اسلیت و شیست خاکستری

واحد Jph متشکل از فیلیت، اسلیت و شیست به رنگ خاکستری تیره و ماسه‌سنگ دگرگونه می‌باشد. رنگ ظاهری این سنگها خاکستری تیره تا سیاه و متعلق به ژوراسیک می‌باشد. این فیلیتها و اسلیتها از کوارتز، کانیهای گروه فیلسیلیکاتها و فلدسپات تشکیل شده‌اند. ذرات ریز اپیدوت و تورمالین کانیهای فرعی این سنگها می‌باشند. در قسمتهایی از این واحد توف دگرگون شده و کانیهای کوارتز- فلدسپات، سرپست، کلریت اجزاء سنگ را تشکیل می‌دهند. ضخامت این واحد زیاد و در برخی نقاط آن افق‌هایی از سنگ آهک و غیره دیده می‌شود. سنگهای موجود در این واحد گاهی ریزدانه بوده و کوارتز قسمت عمده آن را تشکیل می‌دهد. این واحد در جنوب شرق محدوده اکتشافی و در مجاورت واحد شیست‌های لکه‌دار و هورنفلس مشاهده می‌شود.

۲-۱-۱-۵- واحد S.sch شیست لکه‌دار

واحد S.sch یک شیست لکه‌دار می‌باشد که در قسمتهای شمال غرب و جنوب شرق محدوده اکتشافی مشاهده می‌شود، رخنمون سنگی در سطح هوازده این واحد به رنگ خاکستری و در سطح تازه، سیاه‌رنگ است. لایه بندی در این واحد بسیار ظریف بوده و چین خوردگی ظریفی را تحمل کرده‌اند.

بلورهای آندالوزیت در میان لامیناسیون سنگ دیده می‌شود. در این واحد سنگی رگه‌ها و یا نوارهای سیلیسی سفیدرنگ به صورت پراکنده و هم‌شیب با لایه‌بندی وجود دارد (شکل ۲-۵). کانیهای اکسید آهن نیز از کانیهای فرعی این واحد به شمار می‌آیند.



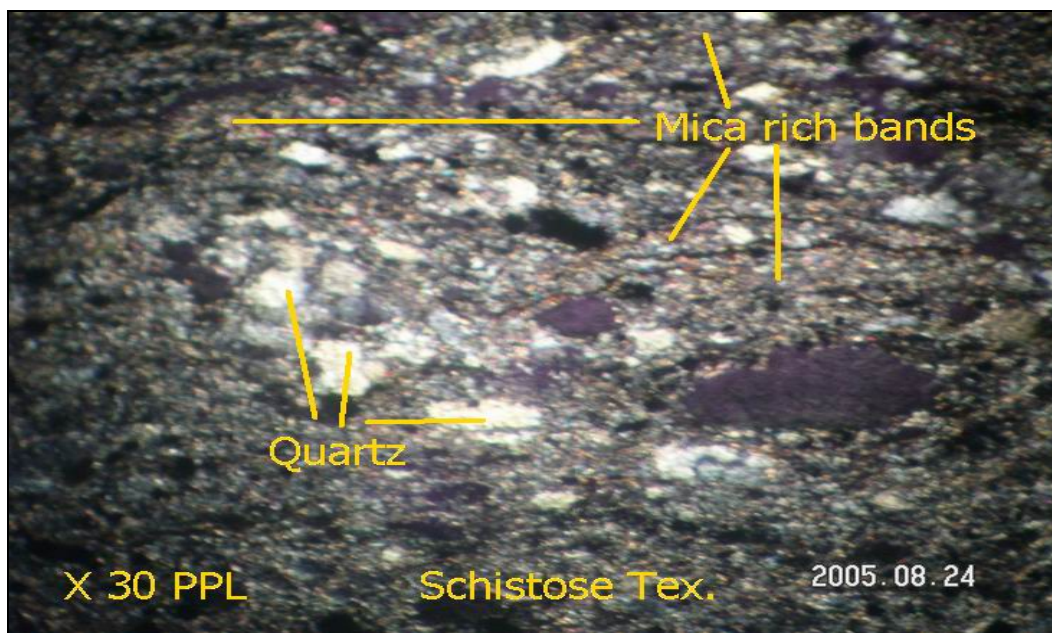
شکل ۲-۵- نمای از واحد شیست لکه‌دار و رگه و نوارهای سیلیسی آن در شمال غرب محدوده اکتشافی (دید به شمال)

۲-۱-۱-۶- واحد H هورنفلس

واحد هورنفلسی که در حاشیه توده نفوذی سامن قرار دارد. رنگ سطحی آن سیاه همراه با آغشتگی به اکسید آهن و در بعضی قسمتهای سطحی قرمز رنگ می‌باشد. سطح تازه سنگ خاکستری تیره است. اکسیدهای آهن در قسمت تازه شامل لیمونیت و هماتیت می‌باشد. بسیار متراکم و ضخیم لایه است. نمونه ZS-8 از این واحد و از مختصات

E ۲۷۵۴۵۳, N ۳۷۸۸۶۴۲ جهت مطالعات سنگ‌شناسی گرفته شد. در مطالعه مقطع نازک، به ویژگیهای دگرسانی و تبلور دوباره سنگ اشاره شده است. کانیهای موجود در سنگ شامل سریست، مسکوویت، کوارتز می‌باشد (شکل ۲-۶). بلورهای مسکوویت، سریست بسیار ریز و کانیهای تشکیل دهنده اصلی سنگ می‌باشند که در جهت شیستوزیته سنگ جهت یافتگی نشان می‌دهند. کوارتزهای سنگ درشت و در بعضی قسمتها ریزبلور و تبلور دوباره یافته، می‌باشند. بلورهای درشت

اغلب به صورت عدسی و چشمی در امتداد شیستوزیته سنگ جهت‌یافتگی و کشیدگی دارند. بلورهای ریز و تجدید تبلور یافته سیلیس نیز به همراه بلورهای فیلسیلیکات گسترش نسبتاً زیادی را نشان می‌دهند. نوارهای باریک اکسید آهن در امتداد شیستوزیته قابل مشاهده است. کانیهای اوپاک به صورت بلورهای ریز تا متوسط بی‌شکل در امتداد شیستوزیته و یا پراکنده گسترش زیادی دارند.



شکل ۲-۶ - تصویر میکروسکپی مقطع تهیه شده از نمونه ZS-۸

۱-۱-۱-۷- واحد *gd* گرانیتوئیدی

واحد سنگی *gd* شامل توده ای گرانودیوریت، گرانیت و مونزونیتی می‌باشد که در قسمتهای عمده‌ای از محدوده اکتشافی رخنمون دارد. روند عمومی آن شرقی- غربی است. همانطور که گفته شد این توده در قسمتهای مختلف، بسته به میزان کانیهای موجود، دارای ترکیب متنوعی است و در حقیقت یک مجموعه از سنگهای نفوذی را تشکیل می‌دهد. به طور کلی می‌توان ترکیبی از گرانیت، گرانودیوریت، مونزونیت تا دیوریت را در آن تشخیص داد. در قسمتهایی از شمال روستای انجیره این واحد در سطح هوازده به دلیل وجود اپیدوت سبزرنگ و در سطح تازه کمی سفید و صورتی دیده می‌شود. کوارتز آن نسبتاً کم و در قسمتهایی از توده نیز سنگ بسیار شکننده است. در حاشیه رودخانه خانه‌آباد در شمال روستای انجیره آثار آلتراسیون آرژیلیک در این توده مشاهده می‌شود (شکل ۲-۷). از این واحد و از مختصات $N 3790141, E 0271653$ نمونه شماره ZS-۷ جهت مطالعات سنگ‌شناسی گرفته شد که در آن به بافت گرانولار سنگ اشاره شده است. کانیهای موجود در سنگ شامل، پلاژیوکلاز شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار با ترکیب الیگوکلاز- آلبیت که شدیداً به کانیهای رسی

سریسیت - موسکویت تجزیه شده است و برخی از شکستگیها به وسیله اکسید آهن پر شده است. کوارتزهای ریز تا متوسط دانه که معمولاً فاصله بین فلدسپاتها را پر کرده‌اند در سنگ مشاهده می‌شود. کانی بیوتیت به کلریت و اکسید آهن تبدیل شده و آمفیبول نیز به وسیله کلریت، کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن جایگزین شده‌اند. تصویر میکروسکوپی سنگ در ضمیمه گزارش آمده است.



شکل ۲-۷- نمایی از واحد گرانودیوریت، گرانیت، مونزونیت (gd) در شمال روستای انجیره، قسمتهایی از این واحد آثره شده است. (دید به جنوب غرب)

۲-۱-۲- واحد زمین‌شناسی مولد طلا

طلا در اسکارن‌ها و رگه‌های سیلیسی غنی شدگی نسبی نشان می‌دهد. اما این غنی‌شدگی‌ها در حد غنی‌شدگی کانساری مشخص نشده‌اند. شواهدی از قبیل تشکیل سنگهای دگرگونی، اسکارن‌ها و رگه‌های سیلیسی در اطراف یا درون توده گرانودیوریتی منطقه نشان می‌دهد که این پدیده‌ها در ارتباط با جایگزینی توده نفوذی است که بخش وسیعی از محدوده (حدود یک چهارم) را تشکیل می‌دهد. بنابراین تأثیر سیالات هیدروترمالی این توده بر سنگهای مجاور باعث ایجاد آلتراسیون و تشکیل زون متاسوماتیسم در سنگ آهک‌های تریاس و واحدهای شیل - ماسه‌سنگ ژوراسیک شده است. عمده کانی‌زایی‌های طلا در رگه‌های سیلیسی اطراف یا درون توده نفوذی و اسکارن‌های موجود در سنگ آهک‌های تریاس رخ داده‌اند. اسکارن‌ها در دو محدوده کوچک مشاهده شده‌اند. اسکارن انجیره در غرب و اسکارن سراب سامن از مهمترین آنهاست و اسکارن‌های کوچکی نیز واقع در کتاکت توده گرانودیوریتی در مرکز محدوده وجود دارند که از عناصر طلا و تنگستن غنی‌شدگی دارند. واحد هورنفلسی وسعت زیادی دارد و احتمالاً به عنوان پوششی نازک بر روی توده گرانودیوریتی واقع شده است. رگه‌های سیلیسی که در این واحد تشکیل شده‌اند دارای غنی‌شدگی طلا، نقره و بیسموت هستند. به نظر می‌رسد که این رگه‌ها در ارتباط با شکستگیهای سقف توده گرانودیوریتی و جای گرفتن سیالات هیدروترمالی در واحدهای خرد شده، تشکیل شده باشند. همچنین رگه و نوارهای سیلیسی شیری رنگی در واحدهای دگرگونی شیست و متاسندستون در سراسر محدوده قابل شناسایی که بررسی‌ها نشان داده است که هیچ اثری از کانی‌زایی در این نوارها دیده نشده است.

۲-۲- عوامل کلیدی مؤثر در زایش طلا (CGF^۲)

عواملی از قبیل جایگاه تکتونیک، کنترل‌کننده‌های ساختاری، ماهیت و عمق جایگزینی توده نفوذی، عمق تشکیل کانسار در زمان کانی‌سازی، سنگ‌میزبان، کنترل‌کننده‌های عیار، آلتراسیون، سن کانی‌سازی، شرایط دما و فشار، از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر نوع و شدت کانی‌سازی هستند. البته اطلاعات ما در زمینه عوامل مهمی همچون عمق توده، سن قطعی توده نفوذی و کانی‌سازی بسیار اندک می‌باشد. بررسی‌های انجام گرفته در محدوده مورد مطالعه، نشان می‌دهد که حضور یک ساختار حلقوی و گسل‌های شعاعی مرتبط با آن، باعث تشکیل زونهای شکستگی در منطقه شده و مکانهای

مناسبی را جهت کانی‌سازی در منطقه به وجود آورده است. به نظر می‌رسد این زونها بیشتر در مرزها و سقف توده نفوذی باعث تشکیل رگه‌های سیلیسی با محتوای کانی‌زایی مس، تنگستن و طلا شده‌اند. با توجه به اینکه کانی‌سازی طلا در اسکارنها و رگه‌های سیلیسی صورت گرفته است و همگی در رابطه فضایی با توده نفوذی تشکیل شده‌اند، بنابراین ماگمای گرانیتوئیدی منطقه به عنوان منشاء، برای سیالات هیدروترمالی پدیدآورنده کانی‌زایی‌های مشاهده‌شده، مطرح می‌باشد.

به عقیده مجیدی فیض آبادی (۱۳۷۵)، این توده نفوذی یک توده تونالیتی - گرانودیوریتی با ویژگی‌های کالک آلکالن و پرآلومینه است و شواهد یک خاستگاه ذوب بخشی از سنگهای شیلی و آهکی را نشان می‌دهد. او همچنین بیان می‌کند که ورود ماگمای تونالیتی به چنین جبهه ذوب پوسته‌ای در کنار دلایل بافتی و ژئوشیمیایی، امکان پدیده اختلاط بین ماگمایی حاصل از ذوب بخشی در یک مرز فرورانشی کرانه پویای قاره‌ای با ماگمای فلسیک پوسته‌ای را مطرح می‌کند. گرانیت‌های روشن رنگ مسکویت و تورمالین‌دار با ویژگیهای بارز خاستگاه آناکسی مواد پوسته‌ای، آخرین گام پیدایشی گرانیت در این مجموعه را تشکیل می‌دهند.

جهت بررسی رابطه بین کانی‌سازی‌ها و گرانیتوئید منطقه ۱۶ نمونه از این توده در محل اسکارن انجیره، از ترانشه‌ها انتخاب گردید. علاوه بر این ۱۶ نمونه یک نمونه نیز از توده گرانیتوئیدی در مرکز منطقه (کوه چال موسی - نمونه شماره ۴-ZS) انتخاب شده است. با توجه به عدم وسعت و شدت آلتراسیون در مناطق مذکور (انجیره و کوه چال موسی)، این نمونه‌ها نسبتاً آلتره نشده هستند. بنابراین از نتایج آنالیز ICP این نمونه‌ها جهت مطالعه و بررسی خصوصیات این توده نفوذی استفاده شده است و نتایج مطلوبی حاصل شده است (جدول ۱-۲). جهت مشخص کردن میزان تفریق در ماگمای نفوذی از نسبت Rb/Sr استفاده شد و نتایج نشان می‌دهد که این نسبت از ۰/۰۳ تا ۰/۳۸ با میانگین ۰/۱۹ تغییر می‌کند (جدول ۱-۲). همانطور که از نتایج برمی‌آید این ماگما تفریق متوسط تا کمی را داشته است. تفریق در ماگما در چندین کمپلکس ماگماتیسیم مولد طلا بررسی شده و از نتایج چنین برمی‌آید که کانی‌زایی طلا همراه با فازهایی از کمپلکس ماگماتیسیم بوده که بیشترین تفریق را داشته‌اند Mc Coy et al. (۱۹۹۷) و (۲۰۰۱ Mustrad).

نسبت Rb/Sr در گرانیت‌های مولد ذخایر طلا - بیسموت از ۰/۱ تا ۱ در تغییر است (Baker et al. ۲۰۰۵). گرانیت‌های مولد ذخایر تنگستن دارای تفریق بیشتری نسبت به نوع مولد ذخایر طلا هستند و دارای نسبت Rb/Sr از ۰/۱ تا ۱۰ بوده و شرایط اکسیداسیون متوسطی (FeO/Fe₂O₃) از ۰/۱ تا ۲ را دارند (Baker et al. ۲۰۰۵).

همچنین برای مقایسه این توده گرانیتوئیدی با انواع مشابه مولد کانی‌زایی طلا نسبت‌های K/Rb

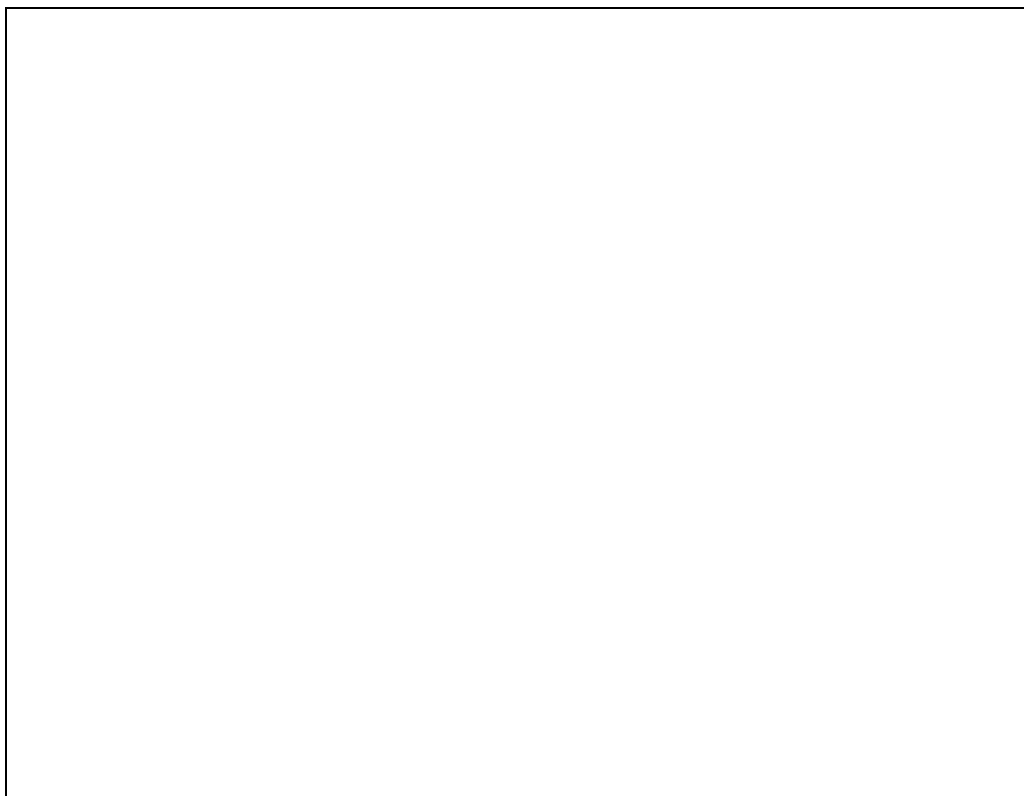
و Th/U محاسبه شده است (جدول ۲-۱). همانطور که مشاهده می‌شود، نسبت K/Rb در این توده گرانیتوئیدی از ۹۸ تا ۶۲۲ تغییر می‌کند و میانگین آن ۲۹۵ است. این در حالی است که در گرانیتوئیدهای میزبان ذخایر طلا، این مقدار معمولاً بیشتر از ۴۰۰ است (Baker et al. ۲۰۰۵). نسبت Th/U نیز از ۰/۲۵ تا ۱۰/۵ تغییر می‌کند و میانگین آن ۵/۶ می‌باشد. این مقدار نشان‌دهنده تفریق ماگمایی نسبتاً پایین است و شواهد پیشین را تایید می‌کند.

برای محاسبه درجه اکسیداسیون ماگما از نسبت Fe_2O_3/FeO استفاده شد. نسبت Fe_2O_3/FeO در نمونه‌های گرانیتی از ۰/۳۲ تا ۲/۷ با میانگین ۰/۸۴ است که قریب به اتفاق نمونه‌ها نشان‌دهنده ماگمای سری مینیتی هستند. نسبت $Fe_2O_3/FeO > 0/5$ ، نشان‌دهنده ماگمای سری مینیتی است. (Ishihara, ۱۹۸۱) ماگماهای سری مینیتی تمایل به غنی‌شدگی در گوگرد، کلر و فلزاتی که با آنها ترکیب می‌شوند، دارند (Ishihara ۱۹۸۱) و همانند فلزات کانساری (Sillitoe ۱۹۸۷) ممکن است به طور بخشی از آبردائی بخش لیتوسفری فرورانده شده مشتق شده باشند. این مکانیسم مستلزم شرکت سولفاید و کلراید آب دریاست که توضیح‌دهنده مقادیر مثبت یون گوگرد و فوگاسیته نسبتاً بالای اکسیژن ماگماهای سری مینیتی است (حسینی پاک ۱۳۷۸). این نکته تاییدی بر لزوم منشا گرفتن این توده گرانیتوئیدی از ذوب بخشی پوسته فرورانده اقیانوسی است که مقادیری از آب دریا (کلر و سولفیددار) در آن داخل شده است.

با توجه به خصوصیات ذکر شده از توده گرانیتوئیدی غرب سامن و نیز مقایسه آن با سایر گرانیت‌های مولد اینگونه ذخایر می‌توان نتیجه گرفت که این توده پتانسیل زایش فلزات طلا، تنگستن و حتی بیسموت را دارد. همانطوری که در نمونه‌های مینرالیزه برداشت‌شده از محدوده مورد مطالعه می‌توان دید، غنی‌شدگی از هر سه نوع فلز دیده می‌شود. چنانچه مقادیر این غنی‌شدگی‌ها به ترتیب برای طلا، بیسموت و تنگستن حداکثر به ۵۶۶ ppb، ۲۱۳۰ ppm و ۳۹۹ ppm رسیده‌اند. این عیارهای حداکثری در مورد طلا و بیسموت مربوط به رگه‌های سیلیسی و در مورد تنگستن مربوط به اسکارنها هستند. با در نظر گرفتن تفریق نسبتاً کم این توده گرانیتوئیدی، نمی‌توان انتظار کانی‌زایی‌های چندان قابل ملاحظه‌ای را خصوصاً برای تنگستن داشت. این عناصر با افزایش تفریق ماگما در سیالات هیدروترمالی غنی می‌شوند و در شرایط مناسب از قبیل زون‌های ضعیف شده و شکستگی‌ها به علت کاهش سریع فشار و دما و نیز در برخورد با سنگهای آهکی به علت تغییر (افزایش) PH نهشته می‌شوند.

از مهمترین پارامترهای مؤثر دیگر در نوع و حجم کانی‌زایی، فاصله کانی‌زایی از توده نفوذی است که طبیعتاً با افزایش این فاصله، کانی‌زایی‌ها از Au-Bi-W به سمت عناصر فلزات پایه تغییر

می‌کنند. کانی‌زای‌های رخ داده در محدوده مورد مطالعه، در موقعیت‌های Intrusion hosted (رگه‌های سیلیسی) و Proximal (اسکارن‌ها) دیده شده‌اند. این رگه‌های سیلیسی در موقعیت‌های سقف توده و یا در درون مرزهای (Endocontact) آن دیده می‌شوند. به نظر می‌رسد بخش مهمی از این کانی‌زایی‌ها در کنتاکت بلافصل توده نفوذی گرانیتوئیدی با سنگ‌های دربرگیرنده تشکیل شده باشد. بطوریکه بخش‌های ترد و شکننده در مرزهای توده نفوذی مکان‌های مناسبی برای تبادلات سیال‌ها و نهشت ذخایر طلا و بیسموت بوده است. برخلاف این قسمت‌ها کانی‌زایی‌های اسکارنی بیشتر دارای غنی‌شدگی تنگستن هستند هر چند مقدار آن به آستانه اقتصادی نمی‌رسد. شواهد مطالعات کانی‌سنگین نشان داده که ذرات نسبتاً فراوانی از طلا در نمونه‌ها وجود دارد. لذا باید بخش‌هایی از کانی‌زایی‌های طلا در سقف یا مرز توده نفوذی فرسوده شده و طلای آزاد شده در رسوبات آبراهه‌ای وارد شده باشد. در شکل ۸-۲ مدل زمین‌شناسی و فرسایشی توده گرانیتوئیدی محدوده و سنگ‌های دربرگیرنده ارائه شده است. با توجه به این مدل، بیشتر کانی‌زایی‌ها در مجاورت مرز توده و توده‌های اسکارنی تشکیل شده و بخشی از کانسار در اثر فرسایش از بین رفته است.



شکل ۸-۲ مدل زمین‌شناسی و فرسایشی توده گرانیتوئیدی غرب سامن و سنگ‌های دربرگیرنده قبل (a) و بعد (b) از فرسایش

جدول ۱-۲ بررسی تغییرات عناصر در توده گرانیتوئیدی سامن و محاسبه نسبتهای کاربردی مورد استفاده، در بررسیهای پترولوژی و ژئوشیمیایی در منطقه

Sample ID	Ti(%)	Fe(%)	Al(%)	Ca(%)	K(%)	Na(%)	Nb	U	Rb	Th	Y	Rb/Sr	K/Rb	Th/U	TiO ₂ (%)	FeO ₂ (%)	FeO(%)	FeO ₂ /FeO
ZTrS-۱۱	۰,۲۰	۱,۸۵	۶,۳۱	۱۱,۵	۱,۷۲	۱,۶۹	۱۲,۸	۲,۳۶	۷۶,۲	۱۷,۸	۴,۳۷	۰,۳۸	۲۲۵,۷۲	۷,۵۴	۰,۲۴	۱,۷۴	۰,۹۰	۱,۹۲
ZS-۴	۰,۲۳	۲,۴۷	۸,۰۴	۳,۶۱	۲,۱	۱,۸۷	۱۳,۵	۳,۶۷	۹۹,۸	۲۶	۱۲,۷	۰,۳۸	۲۱۰,۴۲	۷,۰۸	۰,۲۷	۱,۷۷	۱,۷۶	۱,۰۱
ZTyS-۲	۰,۳۴	۲,۷۶	۸,۳	۲,۵۴	۲,۴	۲,۷۴	۱۸,۴	۲,۹	۹۰,۹	۱۹,۶	۶,۶۴	۰,۳۴	۲۶۴,۰۳	۶,۷۶	۰,۴۱	۱,۹۱	۲,۰۳	۰,۹۴
ZTyS-۱۰	۰,۳۷	۲,۶۷	۷,۸۳	۲,۵۳	۱,۷۶	۳,۸۷	۲۰,۳	۲,۴۷	۵۰,۲	۱۶,۵	۸,۵۴	۰,۱۴	۳۵۰,۶۰	۶,۶۸	۰,۴۴	۱,۹۴	۱,۸۷	۱,۰۴
ZT\S-۱۰	۰,۳۲	۲,۶	۸,۷۶	۲,۸۴	۲,۰۶	۲,۷	۱۸,۵	۳,۴۳	۷۰,۱	۲۲,۸	۱۱,۶	۰,۱۵	۲۹۳,۸۷	۶,۶۵	۰,۳۸	۱,۸۸	۱,۸۳	۱,۰۳
ZT\S-۱۳	۰,۳۰	۴,۲۲	۸,۷۵	۸,۵۶	۱,۱۹	۲,۱۲	۱۴,۶	۲,۶۳	۴۷,۹	۱۶,۹	۱۰,۹	۰,۱۷	۲۴۸,۴۳	۶,۴۳	۰,۳۶	۱,۸۶	۴,۱۶	۰,۴۵
ZT\S-۹	۰,۳۲	۲,۷۵	۸,۰۶	۲,۸۱	۲,۶۸	۲,۳	۱۷,۶	۳,۰۴	۸۴,۵	۱۹,۳	۱۱,۷	۰,۱۹	۳۱۷,۱۶	۶,۳۵	۰,۳۸	۱,۸۸	۲,۰۵	۰,۹۲
ZTyS-۱۱	۰,۳۹	۳,۵۳	۱۰,۳	۲,۸۲	۲,۶۵	۳,۰۲	۲۰,۵	۳,۲۵	۱۰۳	۲۰,۴	۱۱,۴	۰,۲۲	۲۵۷,۲۸	۶,۲۸	۰,۴۶	۱,۹۶	۳,۰۸	۰,۶۴
ZTyS-۷	۰,۲۴	۲,۲۶	۵,۹۹	۷,۸۷	۱,۶۳	۲,۱۹	۱۳,۳	۲,۳۳	۴۴,۵	۱۴,۲	۱۰,۲	۰,۱۹	۳۶۶,۲۹	۶,۰۹	۰,۲۸	۱,۷۸	۱,۴۴	۱,۲۴
ZTyS-۱	۰,۳۵	۳,۱۳	۷,۶۱	۲,۴۱	۲,۳۲	۲,۵۸	۱۵,۶	۲,۴	۶۶,۱	۱۴,۶	۶,۳۹	۰,۲۲	۳۵۰,۹۸	۶,۰۸	۰,۴۲	۱,۹۲	۲,۵۵	۰,۷۵
ZTrS-۱	۰,۴۷	۳,۳۸	۹,۱۸	۴,۱۹	۱,۱۷	۴,۳۴	۱۶,۵	۳,۰۹	۲۹,۳	۱۷,۲	۱۰,۶	۰,۰۵	۳۹۹,۳۲	۵,۵۷	۰,۵۶	۲,۰۶	۲,۷۷	۰,۷۴
ZT\S-۱۲	۰,۳۷	۳,۱۸	۹,۶۵	۱,۲۳	۱,۸۲	۳,۶۹	۲۰,۸	۳,۳۱	۶۷,۵	۱۸,۳	۱۰,۸	۰,۲۰	۲۶۹,۶۳	۵,۵۳	۰,۴۵	۱,۹۵	۲,۶۰	۰,۷۵
ZTrS-۲	۰,۴۰	۳,۱۲	۵,۸۹	۳,۱۳	۱,۴۲	۳,۸۴	۲۱,۸	۱,۸۶	۲۲,۸	۹,۸۸	۹,۷۲	۰,۰۵	۶۲۲,۸۱	۵,۳۱	۰,۴۷	۱,۹۷	۲,۴۸	۰,۸۰
ZT\S-۱۱	۰,۳۲	۲,۶۶	۸,۵۱	۴,۹۵	۱,۷۶	۲,۹۳	۱۶,۸	۳,۹۱	۶۴,۷	۲۰,۷	۱۰,۴	۰,۱۹	۲۷۲,۰۲	۵,۲۹	۰,۳۹	۱,۸۹	۱,۹۱	۰,۹۹
ZTyS-۹	۰,۳۱	۲,۶۶	۶,۹۴	۳,۳۷	۲,۲۵	۲,۴۴	۱۶,۲	۳,۰۱	۷۱,۱	۱۴	۷,۸۷	۰,۱۹	۳۱۶,۴۶	۴,۶۵	۰,۳۷	۱,۸۷	۱,۹۳	۰,۹۷
ZTyS-۸	۰,۳۴	۲,۸۷	۵,۵۶	۲,۰۷	۲,۰۶	۲,۹۲	۲۰,۲	۲,۱	۳۵,۹	۹,۵۲	۶,۹۶	۰,۱۰	۵۷۳,۸۲	۴,۵۳	۰,۴۱	۱,۹۱	۲,۱۹	۰,۸۷

ZT۳S-۱۲	۰,۰۴	۱,۴۳	۱,۳۸	۳۵,۱	۰,۲۶۴	۰,۴۰۸	۲	۱,۶۷	۱۴,۱	۲,۸۲	۴,۲۷	۰,۰۳	۱۸۷,۲۳	۱,۶۹	۰,۰۴	۱,۵۴	۰,۵۰	۳,۱۰
AVERAGE	۰,۳۱	۲,۸۰	۷,۴۷	۵,۹۷	۱,۸۴	۲,۶۹	۱۶,۴۴	۲,۷۹	۶۱,۰۹	۱۶,۵۰	۹,۱۲	۰,۱۹	۳۲۵,۰۶	۵,۸۰	۰,۳۷	۱,۸۷	۲,۱۲	۱,۰۷



شکل ۲-۹- نمودار بررسی رابطه بین تفریق و اکسیداسیون در ماگماهای میزبان ذخایر وابسته به توده‌های نفوذی (Blevin ۲۰۰۴). داده‌های حاصل از توده گرانیتوئیدی سامن با علائم لوزی بر روی آن پلات شده است و نشان می‌دهند که این گرانیتوئید در سری منییتی جای می‌گیرد و می‌تواند مولد کانی‌زایی طلا و تنگستن و حتی مس باشد.

نسبت‌های تفریق و اکسیداسیون نمونه‌های توده گرانیتوئیدی، در نمودار شکل ۲-۹ که توسط Blevin (۲۰۰۴) ارائه شده، قرار داده شده‌اند (علائم لوزی). با توجه به مطالعات Blevin and Chappel (۱۹۹۵)، این نسبتها بیشتر با گرانیت‌های مولد ذخایر طلا و بیسموت مطابق هستند. با توجه به شکل ۲-۹ این توده گرانیتوئیدی در محدوده میزبان‌های مستعد کانی‌زایی‌های طلا، تنگستن و بیسموت وابسته به توده‌های نفوذی می‌باشد.

۲-۳- رویکردهای همراه و پدیده‌های قابل شناخت برای کانی‌سازی طلا (CRC^۳)

موقعیت قرارگیری کانی‌زایی طلا و تنگستن در ارتباط نزدیک با توده نفوذی گرانیتوئیدی است. این توده در کمربند ماموفولوتونیک سنندج- سیرجان قرار گرفته است و به دنبال فعالیت‌های فرورانشی حاشیه قاره‌ای تشکیل شده است. بنابراین، اولین پدیده قابل شناخت در ارتباط با کانی‌زایی‌های مشاهده شده می‌تواند قرارگیری منطقه در یک زون حاشیه قاره‌ای باشد. به دنبال

فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس و ایجاد یک کمر بند ماگماتیس، توده‌های نفوذی که اکثر ماهیت کالکوآلکالن دارند، به سمت بالا حرکت و در سطوح کم عمق نفوذ کرده‌اند. در صورتی که تفریق کافی در این توده‌های نفوذی رخ دهد و به سطوح کم عمق تر پوسته توده نزدیک شوند ممکن است پتانسل کانی‌زایی داشته باشند. (Newberry ۱۹۸۲) اظهار می‌کند که عمق تشکیل کانی‌زایی اسکارن تنگستن، ۵ الی ۱۵ کیلومتر بوده و علائمی دال بر فشارهای بالای ماگما به هنگام نفوذ، برش‌های نفوذی، دایک و درزه و شکاف، مشاهده نگردیده است. بنابراین با توجه به عمق نسبتاً زیاد جایگزینی توده نفوذی و عدم رخداد تفریق پیشرفته و ظهور محصولات اسیدی تر، نمی‌توان در مجاورت این توده‌ها انتظار پدیده‌های قابل شناختی مانند آنچه در ذخایر پورفیری یا ذخایر اپی ترمال مشاهده می‌شود را داشت. ضخامت این اسکارن‌ها بندرت ممکن است به بیش از ۱۰ متر برسد. لذا بخش‌های مجاور با مرز توده گرانیتوئیدی و یا بخشهایی از سقف توده که لایه‌های نازکی از واحدهای آهنی بر روی آن قرار گرفته‌اند، دارای بیشترین احتمال برای مشاهده کانی‌زایی هستند.

از مهمترین پدیده‌هایی که از نظر زمین‌شناسی در این منطقه رخ داده است می‌توان نفوذ توده گرانیتوئیدی و فرآیندهای دگرگونی و دگرسانی مرتبط با آن است، به طوریکه پدیده دگرگونی در بیشتر محدوده قابل مشاهده است و در مجاورت توده گرانیتوئیدی به واحدهای هورنفلسی منتهی می‌شود. اما آلتراسیونهای رخ داده عمدتاً ضعیف بوده و وسعت کمی دارند. لذا در این تیپ از ذخایر نمی‌توان با بررسی و پی‌جویی آلتراسیونها کانی‌زایی‌ها را در منطقه دنبال کرد.

با توجه به اینکه نفوذ این توده گرانیتوئیدی در واحدهای سنگ آهنی می‌تواند اسکارن ایجاد کند، می‌توان کانی‌زایی‌هایی از آهن، طلا، تنگستن و سایر فلزات پاراژنزی را در مرزهای این توده انتظار داشت. بنابراین توجه به این نکته می‌تواند به عنوان یک الگوی پی‌جویی‌های اکتشافی باشد.

نوارهای سیلیسی فراوانی در واحدهای دگرگونی مشاهده شده است که عمدتاً دارای وسعت کم هستند و بیشتر در واحد هورنفلسی توسعه پیدا کرده‌اند. در بسیاری از این نوارهای سیلیسی، جهت برداشت سیلیس، آثار معدنکاری دیده می‌شود. اما مشاهدات صحرایی و نمونه‌های برداشت شده، هیچکدام نشان‌دهنده کانی‌زایی نبوده‌اند.

۲-۴- کان‌سازندها (Ore Formation) و آثار کانی‌سازی (تیپ‌بندی آثار کانی‌زایی بر اساس همزادی کانی‌ها)

همه کانی‌زایی‌ها در ارتباط با رگه‌های سیلیسی و اسکارنهای منطقه مشاهده شده است. اسکارن انجیره در حدود ۲ کیلومتری شمال غرب روستای انجیره، اسکارن ایرینه سامن در جنوب غرب

روستای ایرینه سامن و اسکارن علیمراد در فاصله حدود ۳ کیلومتری شرق روستای علیمراد، در سنگهای آهکی تریاس از مهمترین آنهاست. از آنجا که این اسکارنها در کنتاکت بلافصل یک توده نفوذی فلسیک و یا در نزدیکی آن واقع شده‌اند، مستعد کانی‌زایی طلا و تنگستن بوده‌اند و در زمره تیپ اسکارن‌های طلا و تنگستن دار وابسته به توده‌های نفوذی قرار می‌گیرد. مطالعات کانی‌شناسی نشان‌دهنده حضور کانیهای کلسیت، گارنت (آندرادیت)، اپیدوت و سیلیس (ژاسپروئید) می‌باشد. عمده کانه‌های مشاهده شده در مقاطع صیقلی کالکوپیریت، کالکوسیت و منیتیت بوده‌اند. گارنتهای همراه با اسکارن‌های طلا دار، از گارنت‌های مرتبط با بسیاری از تیپهای دیگر اسکارنی، آلومینیوم بیشتری دارند (Meinert ۱۹۸۸). مطالعات XRD مقادیر قابل توجهی آندرادیت را نشان داده‌اند و در هیچ نمونه‌ای گروسولر یافت نشده است. این وضعیت می‌تواند حاکی از کم بودن مقادیر آلومینیوم در این اسکارن باشد.

در کانی‌زایی تنگستن و طلای اسکارن انجیره، عناصر Ag, Bi, Cu, Te همبستگی بالایی با طلا دارند (جدول ۲-۲). بیشترین همبستگی نیز تنگستن با Ag, Bi, Cu, Hg و به همراه عناصر Fe, Hg, As, Pb, Zn, Sb, Cr، غنی‌شدگی نشان می‌دهند. میانگین نسبت Au/Ag در اسکارن انجیره محاسبه شده است و مقدار آن حدود ۰/۰۲ است. این در حالی است که در ذخایر مشابه در سراسر دنیا این مقدار به حدود ۱ می‌رسد (مقصودی ۱۳۸۴).

جدول ۲-۲- ضرایب همبستگی بعضی عناصر با طلا در نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از اسکارن

انجیره

	Au	Hg	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	Zn	Sn	W	Te	Cd
Au	۱	۰,۵۴	۰,۸	۰,۶۱	۰,۷۱	۰,۸۱	۰,۲۸	۰,۵۶	۰,۴	۰,۶۷	۰,۵۱	۰,۵۸	۰,۷۸	۰,۵۵
W	۰,۵۸	۰,۹۸	۰,۷	۰,۴۸	۰,۷۶	۰,۷۳	۰,۶۸	۰,۳۷	۰,۵۲	۰,۴۵	۰,۶۹	۱	۰,۶۸	۰,۴۴

از نظر موقعیت مکانی این اسکارنها در برون مرز (Exocontact) توده نفوذی گرانیتوئیدی واقع شده‌اند و با توجه به مطالعات ساختمانی و بازسازی‌های سقف توده (شکل ۲-۸) می‌توان چنین نتیجه گرفت که ضخامت چندان زیادی نداشته باشند. به طوریکه ارتفاعات سنگهای آهکی مجاور با توده‌های نفوذی، تحت تأثیر سیالات هیدروترمال این توده قرار نگرفته‌اند. احتمالاً ضخامت این اسکارنها کمتر از ۱۰۰ متر است.

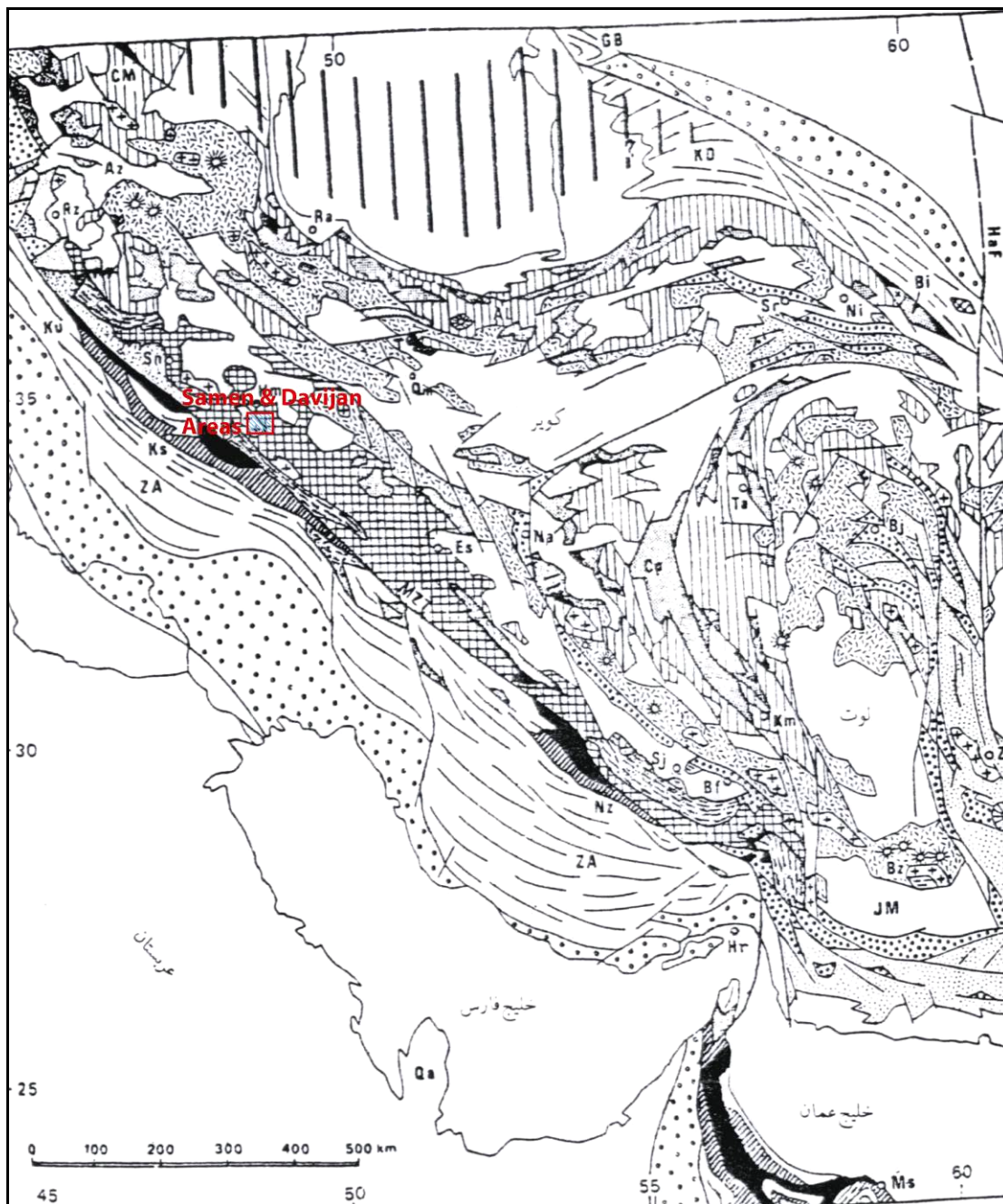
به نظر می‌رسد تنگستن در اسکارن انجیره به عنوان محصول اصلی باشد. در اسکارنهایی که محصول اصلی آنها طلا است، محتمل‌ترین کانه‌ها به ترتیب کالکوپیریت، پیریت، پیروتیت و آرسنوپیریت است، در صورتیکه در انواعی که طلا محصول فرعی می‌باشد، منیتیت جای آرسنوپیریت را می‌گیرد (مقصودی ۱۳۸۴). بنابراین عدم مشاهده آرسنوپیریت و حضور منیتیت در این اسکارن

می تواند نشاندهنده کانی‌زایی طلا به صورت فرعی باشد.

دسته دوم از کانی‌زایی‌ها مربوط به رگه‌های سیلیسی می‌شود. رگه‌های سیلیسی که دارای کانی‌زایی هستند، عمدتاً در اسکارنها و آهکهای دگرسان‌شده مشاهده شده‌اند و یا در مواردی در ارتباط نزدیکی با توده گرانیتوئیدی مشاهده شده‌اند. اما دسته‌ای دیگر از واحدهای سیلیسی را می‌توان در منطقه تفکیک کرد که فاقد کانی‌زایی می‌باشند. رگه‌های اخیر مرتبط با پدیده دگرگونی بوده و معمولاً به صورت عدسی‌های سیلیسی با ضخامت چند سانتیمتر تا چند متر و طول کمتر از ۱۰ متر، مشاهده می‌شوند. رگه‌های سیلیسی که در اسکارنها رخ داده‌اند در سراسر محدوده قابل شناسایی هستند و آثار کانی‌زایی مس و آهن در سطح آنها قابل مشاهده است. این رگه‌ها گاهی به صورت ژاسپروئید دیده می‌شوند. از آنجایی که ژاسپروئید معمولاً در سیستمهای اسکارن طلا دار وجود دارد، تغییرات نسبت برخی از عناصر در این نوع سنگ، می‌تواند به عنوان راهنمای اکتشافی به کار برده شود.

۲-۵- تکتونیک و زمین‌ساخت منطقه و ارتباط عوامل ساختاری با زایش طلا

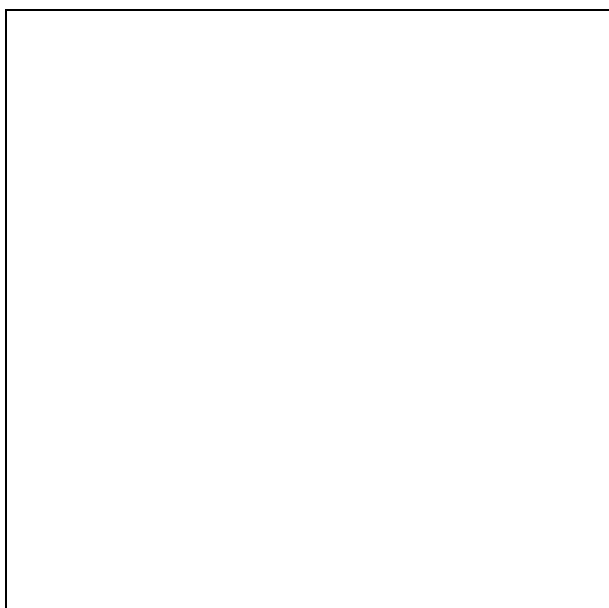
در سالهای اخیر مطالعات ساختمانی نشان داده‌اند که در طول جانشینی ماگما و توسعه رگه‌ها، محیطهای ساختاری مشابهی وجود داشته است (Baker et al. ۲۰۰۵). Goldfarb et al. (۲۰۰۰) با بررسی محیط تکتونیکی چند ایالت پلوتونیک که ذخایر طلا را دربر گرفته‌اند، نتیجه گرفتند که محیطهای کوهزایی فرورانشی و فشارشی مکان مناسبتری برای تشکیل این ذخایر هستند. با توجه به شکل ۲-۱۰ محدوده اکتشافی در واحدهای گرانیتی و دیوریتی مربوط به فاز کیمیرین پسین و آلپی و رسوبات مزوزوئیک (که بیشتر دگرگونه هستند) واقع شده‌اند.



شکل ۲-۱۰- تقسیمات زمین‌شناسی اشتوکلین (۱۹۷۷)

جهت بررسی جایگاه تکتونیکی، منشاء و چگونگی پیدایش این توده نفوذی داده‌های عناصر کمیاب حاصل از آنالیز ICP-MS نمونه‌های گرانیتوئیدی (۱۷ نمونه) بر روی نمودار Pearce (۱۹۸۴) قرار داده شد. نتایج نشان می‌دهد که گرانیت منطقه دارای خصوصیات گرانیت‌های درون قاره‌ای یا WPG (Within Plate Granite) است که با توجه به قرارگیری این توده نفوذی در رسوبات پوسته قاره‌ای مزوزوئیک می‌توان آن را به فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتیس نسبت داد (شکل

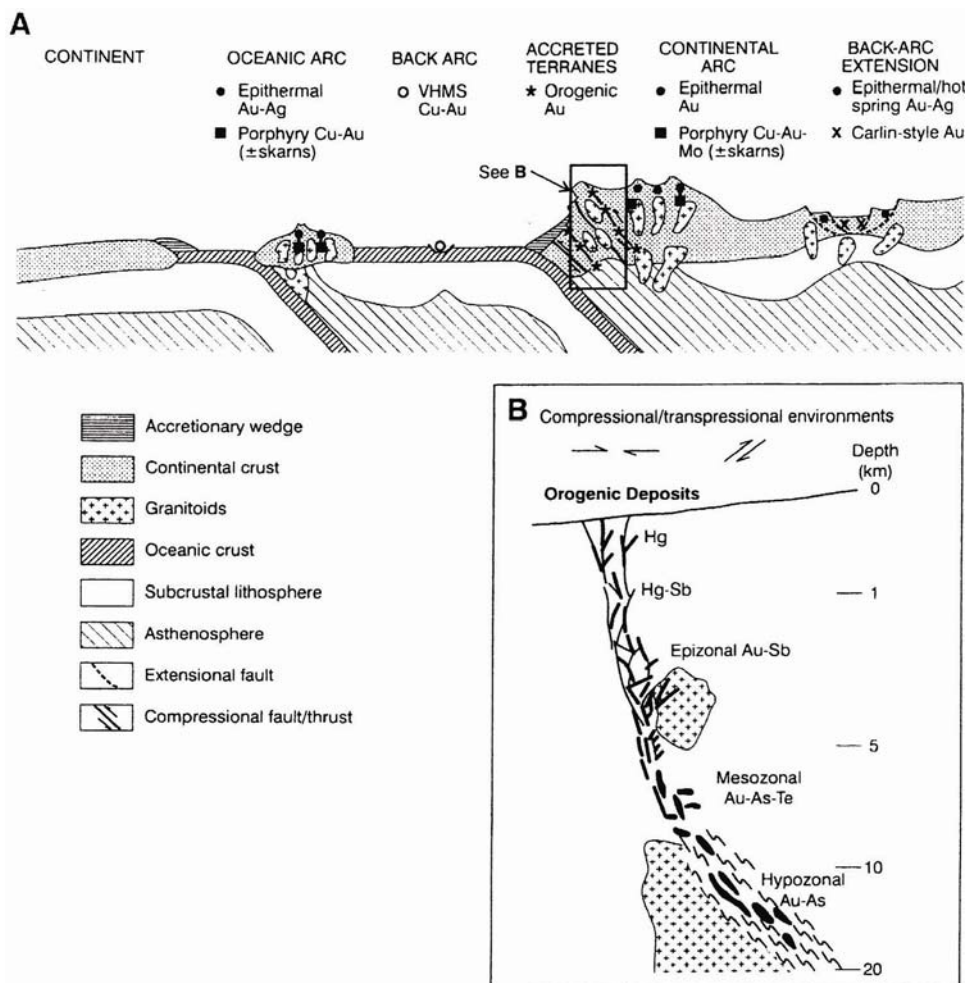
۱۱-۲). مطالعاتی که توسط (Flanigan et al. ۲۰۰۰) انجام شده است نشان می‌دهد که بیشتر ذخایر طلا و تنگستن مرتبط با توده‌های نفوذی در محیط گرانیت‌های قوس آتشفشانی تشکیل می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد این توده گرانیتوئیدی از این امتیاز بی‌بهره است.



شکل ۱۱-۲ - نمودار تغییرات عناصر کمیاب (Pearce, ۱۹۸۴) از توده نفوذی منطقه که نشان‌دهنده گرانیت‌های درون قاره‌ای (WPG) است.

بررسی دقیق صحرایی و نشانه‌های برگوارگی‌های نخستین و دومین در توده تونالیتی گرانیتوئیدی و نیز تشکیل بافت‌های ویژه در سنگ‌های دگرگونی و اثرات توسعه بخش‌های برشی در داخل توده، نشان می‌دهند که نفوذ توده آذرین، همزمان با دومین گام دگرگونی ناحیه‌ای در منطقه و به صورت جریان ماگمایی انجام یافته و ساز و کار گسل‌های راندگی، پی و پس از جایگزینی توده، عمل کرده است. به علاوه نفوذ گرانیت‌ها درون این بخش‌های برشی، در کنار یک ساز و کار راستالغز که خاص چنین کمربندهای کوهزایی فشارشی-انتقالی می‌باشد، ساز و کار ویژه‌ای به نام پمپ انبساطی راستالغز را برای بالا آمدن و جایگزینی آنها نشان می‌دهد (مجیدی فیض آبادی ۱۳۷۵).

شکل شماره ۱۲-۲ مدلی برای فرورانش پوسته اقیانوسی است که محل و چگونگی تشکیل ذخایر طلای وابسته به کوهزایی‌ها را نشان می‌دهد (Goldfarb et al. ۲۰۰۱). با توجه به این مدل به نظر می‌رسد که موقعیت و نوع کانی‌سازی طلا و تنگستن در اسکارنها و کانی‌سازی‌های وابسته به گرانیتوئیدهای منطقه، شباهت زیادی با محیط تشکیل ذخایر نسبتاً عمیق در زون‌های برخوردی (Accreted Terranes) دارند.

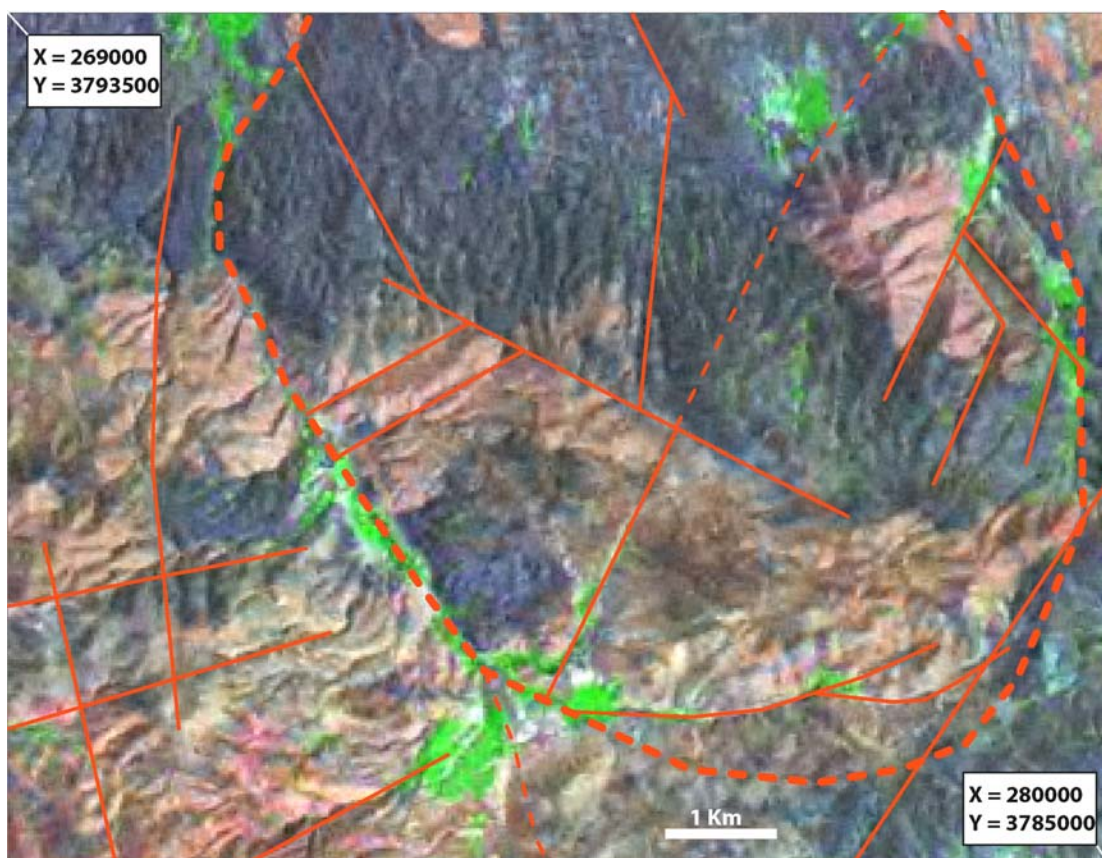


شکل ۲-۱۲- مدل ارائه شده توسط (Goldfarb et al. ۲۰۰۱) که محل و چگونگی تشکیل ذخایر طلای وابسته به کوهزایی‌ها را نشان می‌دهد.

با توجه به مدل فوق تشکیل این ذخایر به دنبال ذوب پوسته فرورانده و تشکیل ماگما رخ می‌دهند. بطوریکه با جانشینی ماگما در سطوح بالاتر و فرار سیالات به سمت زونهای شکننده و خردشده (Brittle) دما و فشار سریعاً کاهش یافته و تشکیل ذخایر طلا را داده است.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۰،۰۰۰ منطقه مورد مطالعه و با بررسی تصاویر ماهواره‌ای، یک ساختار حلقوی با قطر حدود ۱۰ کیلومتر (شکل ۲-۱۳) بیشتر محدوده را در بر گرفته است و گسلهای شعاعی در ارتباط با این توده به خوبی توسعه پیدا کرده‌اند. محل تقاطع این گسل‌ها در مرکز محدوده و در جاهایی که مرز توده گرانیتوئیدی را قطع کرده‌اند، مستعد کانی‌زایی بوده‌اند و بررسیهای صحرایی و نتایج مطالعات کانی‌سنگین و همچنین نمونه‌های مینرالیزه نشان داده است که کانی‌زایی‌ها انطباق خوبی با این مناطق داشته‌اند. یک گسل مهم در غرب روستای حسن کوسنج با امتداد تقریباً شمالی-جنوبی قرار گرفته است که آنومالیهای زیادی بر آن منطبق شده‌اند. این کانی‌زایی‌ها شامل طلا، تنگستن، سرب

و روی بوده که با نزدیک شدن به مرز توده گرانیتوئیدی شدت یافته‌اند. یک گسل مهم دیگر با روند NW-SE در مرکز محدوده قرار گرفته است که همراه با شاخه‌های فرعی خود بیشترین کانی‌زایی طلا را در بر داشته است.



شکل ۲-۱۳ تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه که نشان‌دهنده یک ساختار حلقوی (خط چین ضخیم) و گسل‌های شعاعی مرتبط با آن است.

فصل سوم

اکتشافات ژئوشیمیایی با

استفاده از نمونه‌های

کانی سنگین

پیشگفتار

در این بخش پردازش داده‌های بدست آمده از پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی منطقه سامن با تکیه ویژه به اطلاعات کانیهای سنگین که بخش اصلی پروژه را تشکیل میدهد انجام یافته است. مشاوران با اعتقاد کامل به توانیهای نسبی روش کانی سنگین بویژه در اکتشافات طلا و تنگستن و ویژگیهای انحصاری این روش در شناخت فاز کانی سازی و شناخت انحصاری بعضی از کانیها، به نیمه کمی بودن اطلاعات آن و وابستگی بسیار زیاد به کارشناس متخصص و زبده در مطالعه کانیها و بعضی دیگر از نواقص آن نیز آگاهی کامل دارند.

در این بخش با توجه به سرخط الگوی گزارش نویسی ارائه شده از سوی کارفرمای محترم ابتدا به متدولوژی و منطق انتخاب روش مطالعات کانیهای سنگین پرداخته شده و در پی آن شبکه نمونه برداری و نحوه نمونه برداری کانیهای سنگین شرح داده شده است. در ادامه، شیوه مطالعه نمونههای کانی سنگین، اطلاعات حاصله از آن و داده پردازشی ویژه آن آورده شده است. بررسی دقیقتر بر روی کانیهای اصلی منطقه از دیدگاه کانی سنگین (طلا و شئلیت) و شرح نقشه‌های آنها فصل دیگری از این بخش را دربر گرفته است. بررسی داده‌های حاصل از حفر ترانشه‌ها و نمونه‌های پراکنده و جمع‌بندی اطلاعات در مناطق شش گانه و در پی آن مدل ژئوشیمیایی که کانی سازی و تعیین محدوده‌های امیدبخش عناوین سایر فصول این بخش می‌باشد.

۳-۱- متدولوژی و منطق انتخاب آن

انتخاب محدوده‌های غرب سامن و جنوب شرق داویجان بر اساس نتایج مطالعات اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک بر گره ملایر در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ صورت گرفته است. روند طبیعی ادامه فعالیت‌های اکتشافی پس از مرحله ناحیه‌ای، مطالعات در مقیاس نیمه تفصیلی و عمدتاً با تکیه بر مطالعات اکتشافات ژئوشیمیایی رسوب آبراه‌ای و کانی‌های سنگین بصورت سیستماتیک و برداشت نمونه‌های مینرالیزه و آلتره بصورت انتخابی (Selective) است. روش‌های ژئوفیزیکی و حفر ترانشه می‌تواند به صورت کمکی و در مراحل بعدی انجام پذیرد. اما با توجه به اینکه هدف اکتشافی در مناطق غرب سامن و جنوب شرق داویجان به صورت از پیش تعریف شده و با هدف اکتشاف طلا و تنگستن مشخص گردیده بود، روش اکتشافی بر مبنای برداشت نمونه‌های کانی سنگین استوار گردید.

با توجه به خصوصیات فیزیکی طلا و تنگستن (بصورت شئلیت و ولفرامیت) بویژه وزن مخصوص و خاصیت بازتاب شئلیت در مقابل اشعه ماورای بنفش، امکان شناسایی آنها در روش

کانی سنگین به خوبی فراهم گردیده و این روش می تواند در راستای تحقق اهداف فوق الذکر مؤثر واقع گردد. ذکر این نکته ضروری است که روش کانی های سنگین با تمام توانایی هایی که در شناخت این کانی ها دارد، هنوز بطور گسترده و به عنوان یک روش اصلی در اکتشافات مطرح نشده است. علت این امر هم نیمه کمی بودن اطلاعات آن و عدم امکان در پردازش متعارف داده ها و وابستگی بسیار شدید به نیروی انسانی متخصص است.

با توجه به موارد ذکر شده در سطحی برابر با ۵۶ کیلومتر مربع تعداد ۱۰۰ نمونه کانی سنگین برداشت شده است.

نمونه های سنگی به صورت انتخابی از برونزدهای محتمل جهت کانی سازی و دگرسانی نیز برداشت شده است. این نمونه ها با اهداف عیارسنجی، پتروگرافی، پترولوژی، آنالیز XRF، XRD، از رخنمون های سنگی (برجا و نابرجا) و ترانسه ها برداشت شده اند. شکل ۱-۳ موقعیت تمامی نمونه های برداشت شده در منطقه سامن را نشان می دهد. با توجه به انتخاب روش اکتشافی بر مبنای کانی های سنگین، ابتدا تعاریفی در زمینه کانی سنگین و تقسیم بندی های آنها همراه با ویژگی های انحصاری این کانی ها آورده شده است.

۳-۱-۱- تعریف کانیهای سنگین

کانیهای سنگین Heavy minerals به بخشی از رسوبات تخریبی از حوضه های رسوبی (Sedimentary catchment) اطلاق می شود که وزن مخصوص آنها بیش از ۲/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب باشد. این کانی ها از لحاظ ویژگی های فیزیکی دامنه گسترده ای را در میدین هواز دگی فیزیکی، مقاومت فرسایشی در اثر حمل و نقل، وزن مخصوص، خواص مغناطیسی، رنگ و ... نشان می دهند. آنها از دیدگاه ترکیب شیمیایی و نحوه واکنش در محیطهای گوناگون نیز تنوع و تکرار نشان می دهند. فاز تشکیل آنها (فازهای سیلیکاته، سولفیدی، اکسیده)، نحوه واکنش آنها در محیطهای مختلف (محیطهای اسیدی، خنثی، قلیایی)، میزان حلالیت آنها در آب، از جمله پارامترهایی است که در تجمع (ته نشست) و یا پراکندگی آنها نقش به سزایی را ایفا می نمایند. کانیهای سنگین با توجه به تعریف بالا، دامنه گسترده ای را نشان می دهند و با توجه به نیازها می توان آنها را در دسته بندی های ویژه ای قرار داد.

شکل ۳-۱- موقعیت نمونه‌های برداشت شده

۳-۱-۲- تقسیم بندی کانیهای سنگین

تقسیم بندی های گوناگونی از کانیهای سنگین توسط محققین و مولفین انجام شده و با توجه به کاربرد کانیهای سنگین در محیط های مختلف می توان آنها را در شاخه های گوناگون قرار داد، به طور مثال بررسی رسوبات ساحلی، تجمعات پلاسره های رودخانه ای، بررسی های اقتصادی در حوضه های محیط های مختلف زمین شناسی با استفاده از رسوبات آبراهه ای و ردیابی و شناسایی کانیهای ویژه که انحصاراً توسط این روش قابل پیگیری هستند در این محدوده قرار می گیرند. بطور کلی می توان تقسیم بندی زیر را برای کانیهای سنگین در نظر گرفت:

- ۱- کانیهای سنگینی که عموماً در نمونه ها دیده شده و فراوانی آنها به نسبت سایر کانیها بیشتر است از این گروه می توان به کانیهای زیرکن، روتیل، ایلمنیت، مگنتیت، هماتیت و لیمونیت اشاره کرد.
- ۲- کانیهای سنگینی که کمتر مشاهده شده اما ارزش اقتصادی بیشتری دارند. این کانیها شامل الماس، کانیهای گروه پلاتین، طلا، کروندم، کولومیت، ولفرامیت و ... می باشند.
- ۳- کانیهای سنگینی که در فرآیند پی جویی کمتر مورد توجه قرار دارند و شامل کانیهای تورمالین، گارنت، اشتارولیت، کیانیت، اسپینل، آندالوزیت، اپیدوت، دیوپسید، بیوتیت، هورنبلند و ... می باشند. وزن مخصوص این کانیها نسبت به سایر کانیهای سنگین کمتر است.
- ۴- سایر کانیهای سنگین که مقاومت یکسانی داشته اما کمتر دیده می شوند. از این گروه می توان به کانیهای اگزینیت، اکتینولیت، بریل، کریستوبریل، انستاتیت و غیره اشاره کرد.

۳-۱-۳- ویژگیهای انحصاری کانیهای سنگین

مزایای نسبی روش مطالعات نمونه های کانی سنگین بطور خلاصه عبارتند از:

- بررسی مستقیم و عینی کانیها و مشاهده گروه عمده کانیهای اقتصادی.
- قرار گرفتن قریب به اتفاق کانیهای ارزشمند اقتصادی در گروه کانیهای سنگین.
- شناخت فاز شکل گیری کانیها و بکارگیری این اطلاعات در زمینه مطالعات فنی و اقتصادی و برآورد چگونگی استحصال ماده معدنی. به طور مثال می توان با مطالعه کانیهای سنگین به شناخت فازهای سولفیدی کانیها (گالن، پیریت، اسفالریت و ...) فازهای اکسیدی (هماتیت، مگنتیت، کرومیت و ...) و فازهای عنصری (طلا، مس طبیعی، سرب طبیعی و ...) دست یافت، در صورتیکه در آنالیز عنصری در بسیاری از مواقع (به استثناء تجزیه جزئی Partial analysis) بسته به نوع حلال بکار گرفته شده تمامی عنصرحتی عناصر موجود در فاز سیلیکاته که ممکن است در صنعت متالورژی قابل استحصال و بهره برداری نباشند نیز محاسبه میشود و این امر گاهاً ملاکهای تفسیر داده های ژئوشیمیایی را مورد تردید

قرار می دهد.

- شناخت انحصاری بعضی از کانیها که تنها توسط روش بررسی کانیهای سنگین مقدور می شود از آنجمله می توان به پی جویی یک نوع ویژه از موناژیت بنام رابدوفان اشاره کرد که توسط این روش مورد بررسی قرار گرفته است.

- کسب اطلاعات ارزشمند از شکل، اندازه و نحوه فرم هر کانی سنگین که معرف دوری و نزدیکی از منشاء کانی سازی، میزان فرسایش و ... است.

- پاراژنهای شناخته شده کانیهای سنگین حتی در صورت فقدان کانیهای ارزشمند تا حدود زیادی معرف پتانسیل اقتصادی منطقه فرادست نمونه هاست.

- کوتاه کردن سیکل یک پروژه اکتشافی و در پی آن صرفه جویی در هزینه و زمان.

- یافتن الگوی پراکندگی رسوبات و تعیین وضعیت لیتولوژی عمومی منطقه و خاستگاه بالقوه کانیهای ارزشمند.

البته ذکر این نکته لازم است که در کنار ویژگی های مثبت این روش، نیمه کمی بودن اطلاعات حاصله، عدم سهولت در روند مطالعات نمونه های تکراری و وابستگی بسیار زیاد به نیروی انسانی زبده (از مرحله نمونه برداری تا مرحله آماده سازی و مطالعه)، عدم سهولت در بکارگیری و روش های تست میکروشمی و کنترل نه چندان آسان کیفیت مطالعات از جمله نکات منفی این روش به حساب می آید.

۳-۲- شبکه نمونه برداری و نوع نمونه های برداشت شده برای کانی سنگین

نمونه برداری و مطالعه کانی های سنگین مراحل و فرایندهای گوناگونی را دربر دارد که در زیر به اختصار به آنها پرداخته می شود.

۳-۲-۱- نحوه نمونه برداری

نمونه های کانی سنگین با رعایت دستورالعملهای خاص و در نظر گرفتن پارامترهای ویژه ای برداشت می شوند. این پارامترها شامل گسترش حوضه آبریز، پهنای آبراهه، شیب توپوگرافی، رژیم بارندگی، اجتناب از حواشی آبراهه ها و انتخاب مئا ندرها و رسوبات با دانه بندی مختلف و ناهمگن می باشد. در آبراهه های با عرض بیش از ۳ متر نمونه های کانی سنگین در یک خط شکسته و در چندین نقطه از عرض آبراهه ها برداشت می شود. عمق برداشت نمونه بین ۵۰-۳۰ سانتیمتر است. در این پروژه، نمونه ها در آبراهه ها به حجم ۱۰ لیتر از زیر الک ۱۶ مش برداشت شده اند.

۲-۲-۳- شرح عملیات نمونه برداری کانی سنگین در منطقه

برای برداشت نمونه های کانی سنگین ابتدا نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ سلطان آباد انوج (محدوده جنوب غرب سامن) و ازنوله (محدوده شرق داویجان) تهیه شد و سپس با توجه به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ و نقشه ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و همچنین با عنایت به مطالعات ژئوشیمیایی صورت گرفته قبلی در محدوده اکتشافی، موقعیت نمونه های کانی سنگین روی نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ طراحی گردید. پس از هماهنگی با ناظر محترم طرح و تأیید نقشه نمونه برداری توسط ایشان، مراحل زیر به ترتیب انجام گرفت:

- استخراج موقعیت نمونه ها با استفاده از امکانات نرم افزاری در سیستم مختصات UTM
 - تجهیز گروه های کارشناسی نمونه برداری و اعزام آنها به منطقه
- عملیات نمونه برداری در کوتاهترین زمان ممکن با اعزام گروه های کارشناسی انجام گردید. مراحل عملیاتی پروژه با تمهیداتی در زمینه اسکان اکیپ ها، شناسایی اولیه منطقه و تهیه خودروهای صحرائی و لوازم مورد نیاز با نظارت مدیر عملیات صحرائی انجام گردید. کارشناسان نمونه بردار با توجه به موارد مکان یابی مناسب برای نمونه ها و اطمینان از اینکه نمونه برداشت شده حتی المقدور معرف نواحی بالادست باشد و با عنایت به نسبت عرض آبراهه ها و تعداد چاله ها، اقدام به برداشت نمونه به میزان ۱۰ لیتر از زیر الک ۱۶ مش نموده اند.
- برای هر کدام از نمونه ها در محل نمونه گیری کارت مخصوص نمونه برداری (جدول ۳-۱) توسط زمین شناس مربوطه تکمیل گردید و شماره نمونه نیز با رنگ اسپری در محل نمونه نوشته شد. در منطقه سامن تعداد ۱۰۰ نمونه طراحی و برداشت گردید که موقعیت آنها در شکل ۳-۱ و مختصات آنها همراه با نتایج کمی شدن داده ها در پیوست ۴ ارائه شده است.

۳-۲-۳- آماده سازی نمونه های کانی سنگین

آماده سازی نمونه های کانی سنگین در دو مرحله در کمپ صحرائی و آزمایشگاه صورت می گیرد.

- آماده سازی در کمپ صحرائی شامل گل شویی در آب و لاوک شویی نمونه ها با هدف حذف اجزاء سبک و تغلیظ کانیهای سنگین انجام می شود.
- آماده سازی در آزمایشگاه شامل عملیات حجم سنجی، تقسیم کردن نمونه در صورت لزوم، جدایش ثقلی با برومفورم یا سایر محلول های سنگین، حجم سنجی بخش کنسانتره کانیهای سنگین حاصله از جدایش ثقلی، جدایش مغناطیسی در دو مرحله و نهایتاً جدایش سه فراکسیون مختلف AA

کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی شدید)، AV (کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی متوسط) و NM (کانیهای فاقد خاصیت مغناطیسی) خواهد بود.

۳-۳-۳ شیوه مطالعه و نتایج حاصل از نمونه های کانی سنگین

در این بخش به نحوه مطالعه فراکسیون های مختلف حاصل از آماده سازی نهایی نمونه ها، کمی کردن اطلاعات و پردازش آنها پرداخته خواهد شد.

۳-۳-۳-۱ مطالعه نمونه های کانی سنگین

بخشهای سه گانه AA، AV و NM، با میکروسکوپ دو چشمی (بینو کولر) مطالعه می شوند. مبنای مطالعات، نظرات و تجربیات یک مینرالوژیست مجرب است که در این زمینه تبحر داشته و به روشهای کمکی (میکروشیمی، سختی سنجی، رنگ آمیزی و ...) آشنایی کامل داشته باشد. مطالعه تمامی فراکسیونهای نمونه و مشخص کردن ذرات مشاهده شده و تکمیل جدول مربوطه بر اساس میزان کانی های مطالعه شده در هر بخش منجر به تکمیل مطالعات کیفی در زمینه کانیهای سنگین می گردد. این جداول بایستی مراحل کمی شدن داده ها را جهت ورود به مرحله داده پردازی و ترسیم نقشه های نمادین پشت سر گذارند.

۳-۳-۳-۲ کمی کردن (Quantitative) داده های کانیهای سنگین

برای تبدیل داده های کیفی به کمی و در نتیجه امکان محاسبات آماری و پردازشها از فرمولی استفاده شده که توسط کارشناسان سابق بخش اکتشافات ژئوشیمیایی سازمان زمین شناسی (۱). تدین اسلامی - ف. آزر) برای اولین بار ارائه شد.

با استفاده از فرمول $ppm = X.Y.B.1000.D/A.C.D'$ اطلاعات نیمه کمی حاصل از مطالعات نمونه ها به اطلاعات کمی تبدیل می شوند. در این فرمول

$X =$ درصد کانی محاسبه شده در هر بخش از سه بخش مورد مطالعه

$Y =$ حجم نمونه پس از جدایش با محلول سنگین (بروموفورم)

$B =$ حجم نمونه پس از شستشو و تغلیظ

$A =$ حجم نمونه برداشت شده (نمونه اولیه)

$C =$ حجم انتخابی برای جدایش با محلول سنگین

$D =$ وزن مخصوص کانی مطالعه شده

$D' =$ میانگین وزن مخصوص رسوبات می باشد.

جدول ۱-۳- کارت مخصوص نمونه برداری کانی سنگین که توسط نمونه بردار، هنگام نمونه برداری تکمیل می شود.

GENERAL DATA			
Sample No		Project Name:	
Coord. Sys.:		X(Easting):	Y(Northing):
Date:		Sampler:	Z(Altitude):
		Page No.:	
1)Weight(Kg):		1/1)Mesh Size:	
2)Sieved:		Not Seived <input type="checkbox"/>	Sieved Dry <input type="checkbox"/> Sieved Water <input type="checkbox"/>
3)Moisture:		Dry <input type="checkbox"/>	Damp <input type="checkbox"/> Wet <input type="checkbox"/>
4)Colour:		Black <input type="checkbox"/> Grey <input type="checkbox"/> Brown <input type="checkbox"/> Red <input type="checkbox"/> Yellow <input type="checkbox"/>	Olive <input type="checkbox"/> White <input type="checkbox"/> Purple <input type="checkbox"/>
5)Unsieved Texture		Bouldery <input type="checkbox"/> Gravely <input type="checkbox"/> Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/> Clayey <input type="checkbox"/>	
6)Terrain:		Flat(>=0° & <=3°) <input type="checkbox"/>	Gentle(>3° & <=10°) <input type="checkbox"/> Steep(>30°) <input type="checkbox"/>
		Moderate(>10° & <=30°) <input type="checkbox"/>	Circular Feature <input type="checkbox"/> Linear Feature <input type="checkbox"/>
		Topographic Depression <input type="checkbox"/>	Topographic High <input type="checkbox"/>
7)Mineralisation Present*		In Float <input type="checkbox"/> In Outcrop <input type="checkbox"/> In Float and Outcrop <input type="checkbox"/>	None Observed <input type="checkbox"/>
8)Alteration Present**		In Float <input type="checkbox"/> In Outcrop <input type="checkbox"/> In Float and Outcrop <input type="checkbox"/>	None Observed <input type="checkbox"/>
9)Outcrop Lithology:		No Outcrop Observed <input type="checkbox"/>	
<i>Sediments</i>		Sandstone <input type="checkbox"/> Conglomerate <input type="checkbox"/> Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>	Black Shale <input type="checkbox"/> Calcareous Sediment <input type="checkbox"/> Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
		Chert <input type="checkbox"/> Banded Iron Formation <input type="checkbox"/> Phosphates <input type="checkbox"/>	Evaporites/Chemical Precipitate <input type="checkbox"/> Coal <input type="checkbox"/>
<i>Volcanics</i>		Volcaniclastic <input type="checkbox"/> Acid Volcanics <input type="checkbox"/> Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>	Basic Volcanics <input type="checkbox"/> Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/> Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>		Acid Intrusive <input type="checkbox"/> Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/> Basic Intrusive <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>
<i>Metamorphic</i>		Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/> Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/> Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/> Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>		Exoskarn <input type="checkbox"/> Endoskarn <input type="checkbox"/>	
10)Float Lithology:		No Float Observed <input type="checkbox"/>	
<i>Sediments</i>		Sandstone <input type="checkbox"/> Conglomerate <input type="checkbox"/> Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>	Black Shale <input type="checkbox"/> Calcareous Sediment <input type="checkbox"/> Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
		Chert <input type="checkbox"/> Banded Iron Formation <input type="checkbox"/> Phosphates <input type="checkbox"/>	Evaporites/Chemical Precipitates <input type="checkbox"/> Coal <input type="checkbox"/>
<i>Volcanics</i>		Volcaniclastic <input type="checkbox"/> Acid Volcanics <input type="checkbox"/> Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>	Basic Volcanics <input type="checkbox"/> Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/> Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>		Acid Intrusive <input type="checkbox"/> Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/> Basic Intrusive <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>
<i>Metamorphic</i>		Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/> Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/> Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/> Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>		Exoskarn <input type="checkbox"/> Endoskarn <input type="checkbox"/>	
11)Contamination:		None Observed <input type="checkbox"/> Mining <input type="checkbox"/> Drilling <input type="checkbox"/>	Agricultural <input type="checkbox"/> Livestock <input type="checkbox"/>
12)Comments:			
*			
**			

بایستی به این نکته توجه داشت که وجود کانیهای با ارزش همچون طلا، نقره، پلاتین، سینابر و ... حتی در تعداد بسیار اندک می تواند موردعنايت قرار گیرد. هر چند نتایج کمی کردن این کانیها شاید با بزرگ نمایی همراه باشد، اما در مورد کانیهای سنگ ساز و کانیهای اقتصادی که از فراوانی نسبی بیشتری برخوردارند، محاسبه این فرمول نتایج منطقی و قابل قیاسی را در بر خواهد داشت.

۳-۳-۳- پردازش داده‌های حاصل از مطالعات نمونه‌های کانی سنگین

داده‌های حاصل از مطالعات بخش‌های مختلف کانیهای سنگین (NM, AV, AA) در ابتدا با توجه به مبحث کمی کردن (سرفصل ۳-۳-۲) بصورت داده‌هایی در قالب گرم در تن (ppm) درآمده و سپس با توجه به خصلت عددی بودن آنها پردازش‌های معمول (با توجه به محدودیت در داده‌های کانی سنگین) بر روی آنها اعمال می‌شود. نتایج مطالعات بخش‌های مختلف کانیهای سنگین (NM, AV, AA) و نتایج کمی آن در پیوست ۴ آورده شده است.

با توجه به اینکه جوامع عددی داده‌های کانیهای سنگین فاقد سری داده‌های کامل می‌باشند و ممکن است بعضی از کانی‌ها تنها در موارد انگشت شماری از نمونه‌ها مشاهده شوند، لذا پردازش‌های آماری معمول، چندان مطلوب نبوده و تنها به جداول و نمودارهایی بسنده می‌شود که خصلت بیان اطلاعات را در برداشته باشند، هر چند در مواردی که اطلاعات به حد کافی در دسترس بوده پردازش‌های معمول آماری صورت گرفته است. جدول پارامترهای آماری، هیستوگرام‌ها و همبستگی‌ها از جمله این موارد هستند.

۳-۳-۳-۱- جدول پارامترهای آماری

عمده‌ترین پارامترهای آماری شامل میانگین، میانه، انحراف معیار، واریانس، چولگی و کشیدگی، میزان حداقل و حداکثر و مقادیر عددی شده کانیهای سنگین در جدول شماره ۳-۲ آورده شده است، توجه به تعداد نمونه‌ای که در آنها هر کانی یافت شده و مقایسه با کل نمونه‌ها معیاری مناسب جهت ناهمگن بودن سطح داده‌ها در مطالعات کانی سنگین است. با توجه به تعداد اندک نمونه‌های بعضی از کانیها، بسیاری از پارامترهای آماری مفهوم خود را از دست می‌دهند. در مورد طلا علاوه بر مقادیر عددی که تماما به صورت pts (ppm ۰/۰۱) گزارش شده است، دو ستون تعداد ذرات و حجم ذرات نیز اضافه شده است. حجم ذرات با توجه به ابعاد هر ذره که در مطالعات کانی‌های سنگین گزارش شده بدست آمده است.

جدول ۳-۲- پارامترهای آماری نمونه‌های کانی سنگين منطقه سامن

از مطالب این جدول چنین بر می آید که کانیهای زیر کن و مگنتیت در همه نمونهها مشاهده شده و کانیهایی مانند باریت، روتیل، پیریت اکسید، لیمونیت، هماتیت، گارنت، اسفن، آپاتیت، اپیدوت، آندالوزیت و کانیهای آلتزه در قریب به اتفاق نمونهها (حداقل ۸۷ نمونه و حداکثر ۹۹ نمونه) وجود داشتهاند. کانیهای دیگری همچون شلیت، پیریت لیمونیت، پیرولولوزیت، آنتاز و اولیژیست در غالب نمونهها (حداقل ۶۲ نمونه و حداکثر ۸۰ نمونه) مشاهده شدهاند. کانیهای مهمی همچون طلا، شلیت، نقره و سینابر نیز در تعدادی از نمونهها مشاهده شده است. میزان فراوانی طلا در ۲۱ نمونه، شلیت در ۷۴ نمونه، نقره تنها در یک نمونه و سینابر در ۱۱ نمونه گزارش شده است. در صورتیکه کانیهای دیگری همچون ایلمنیت، گالن، سروزیت، اسفالریت، فلوریت، مالاکیت، پوولیت، اورپیمنت، کروندوم، مس طبیعی و ولفنیت در تعداد کمتری از نمونهها (حداقل ۲ و حداکثر ۱۷ نمونه) مشاهده شده است. بر این اساس، مسلم است که کانی سازی اصلی منطقه از دیدگاه نمونههای کانی سنگین، طلا و در پی آن شلیت بوده که شلیت در ۷۴ نمونه و به میزان حداکثر ۱۵۳ ppm گزارش شده است.

کانیهای سنگین گروه کانیهای مس، سرب، روی و جیوه در حد اندکی مشاهده شده و میزان حداکثر آنها در گالن به ۵/۶، در سروزیت، کالکوپیریت، مالاکیت، اورپیمنت، سرب طبیعی، مس طبیعی، کاسیتیریت، نقره و کوپیریت به حد ۰/۰۱ گرم در تن می رسد که نشانی از کانی سازی ضعیف این گروه است. تنها مقدار حداکثر کانی پیرومورفیت در حد ۴/۹ ppm و در سینابر نیز حداکثر ۰/۹۶ ppm گزارش شده است.

میزان قابل توجه میانگین کانی گارنت (۵۰۲ ppm) و حضور نسبتا فراوانی آندالوزیت نشانگر عملکرد نسبتا وسیع دگرگونی در منطقه است.

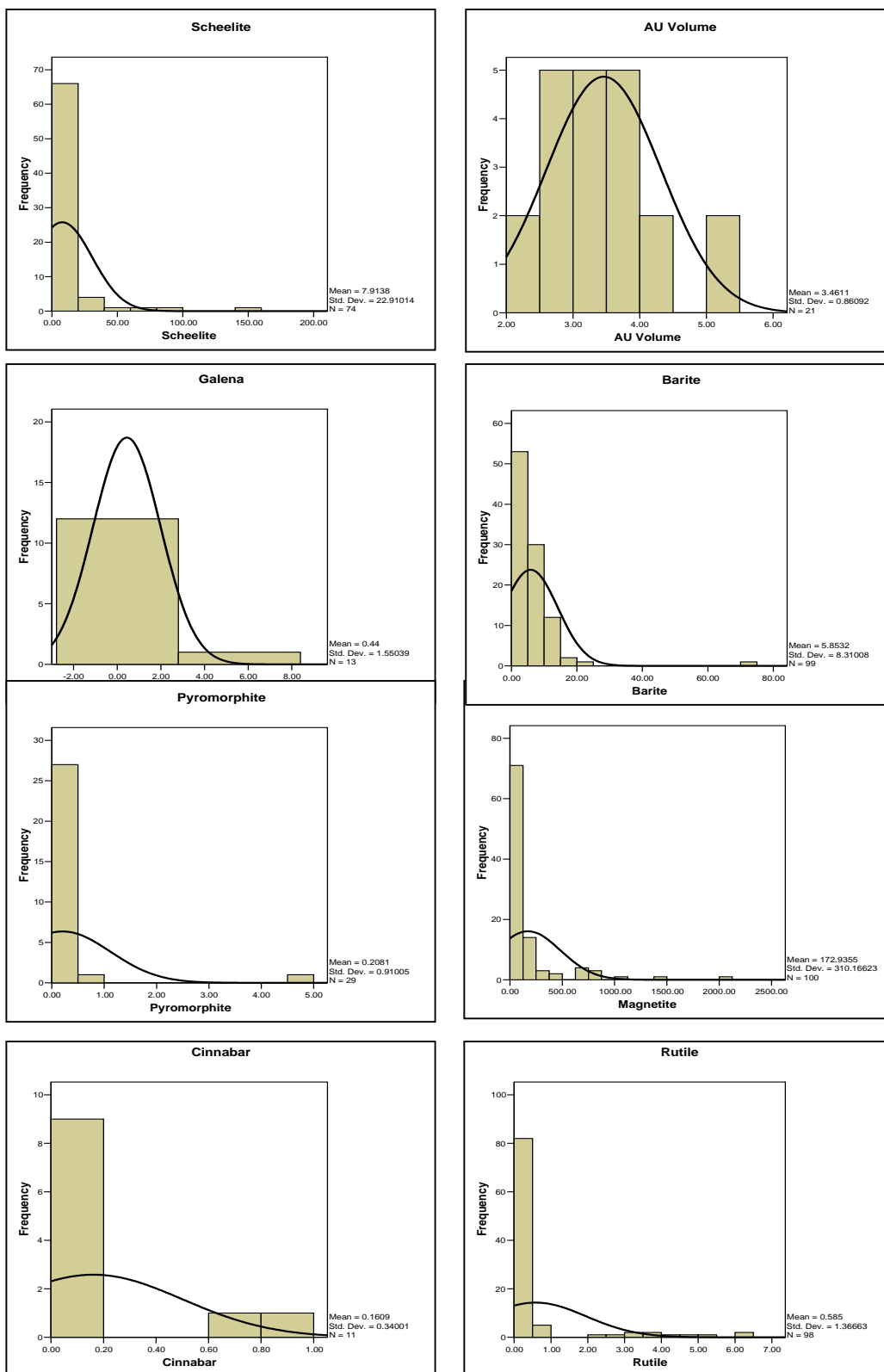
مقادیر حداکثر کانیهایی چون گارنت، پیریت اکسید، اولیژیست، آندالوزیت، لیمونیت، شلیت، تعداد ذرات طلا جالب توجه بوده و تاثیر این مقادیر بر محاسبه میانگین بخوبی مشخص است. اختلاف میانگین و میانه خود گواهی بر این امر است.

۳-۳-۲- ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها

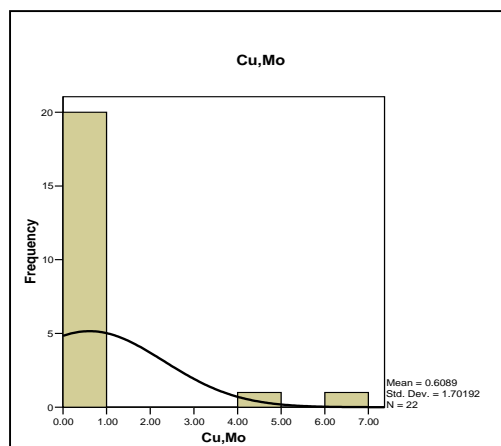
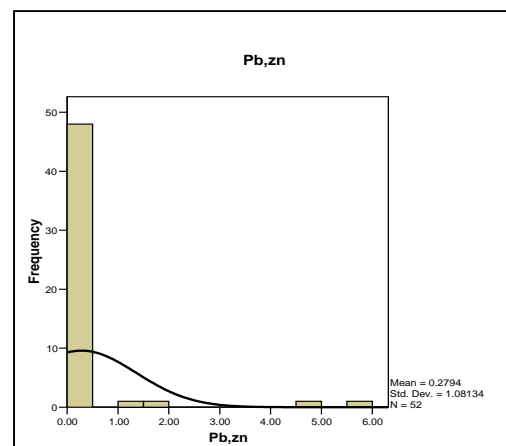
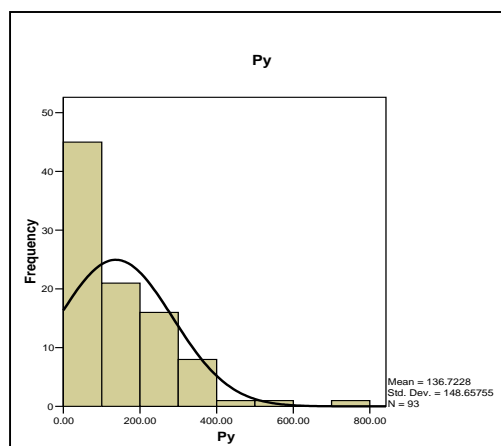
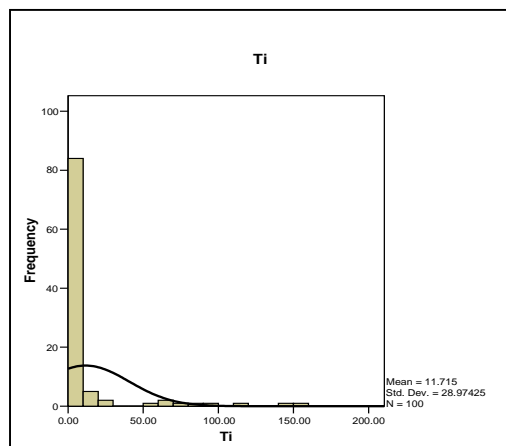
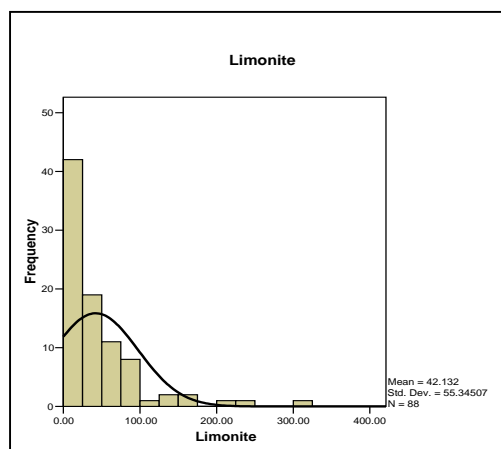
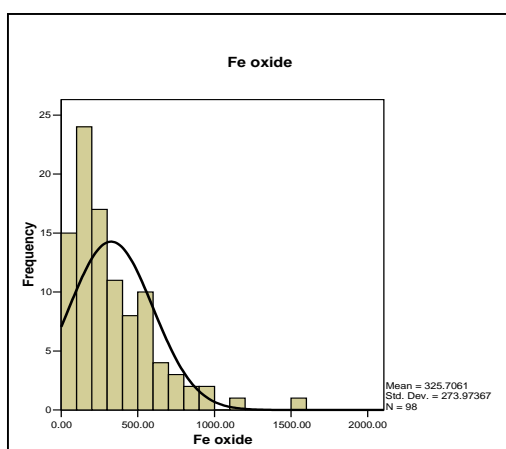
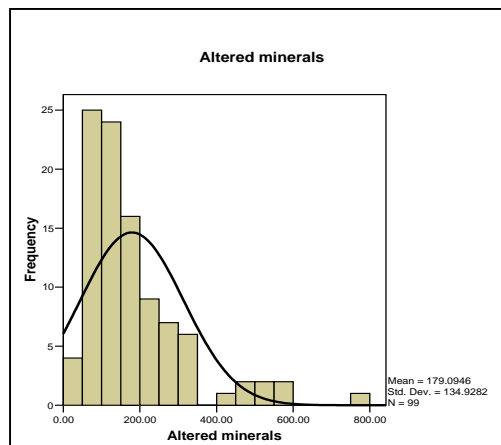
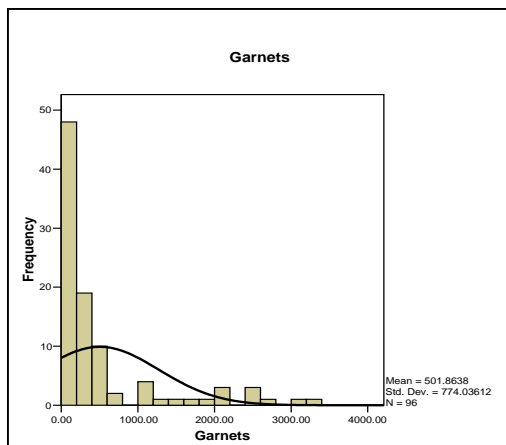
هیستوگرام کانیهای سنگین محدوده سامن مختص به نمایش تعدادی از کانیهای سنگین شده است که فراوانی آنها قابل ارائه در نمودار باشد.

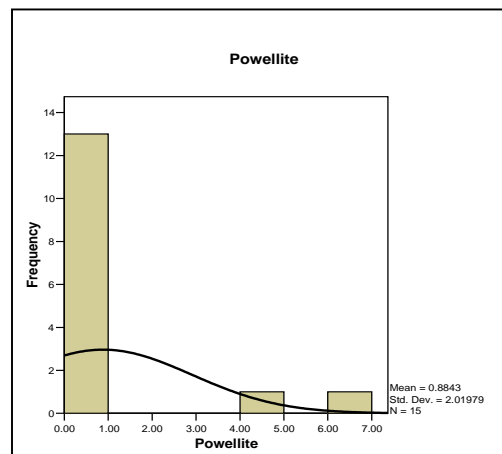
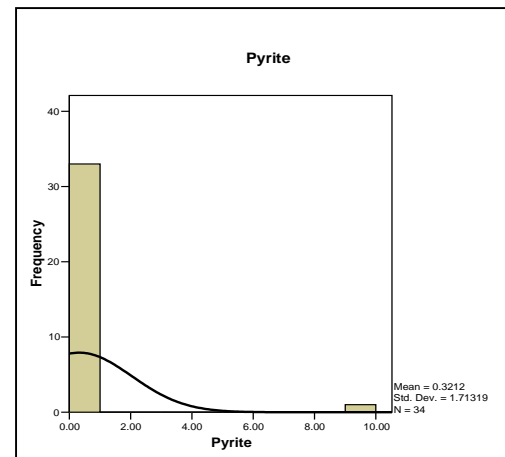
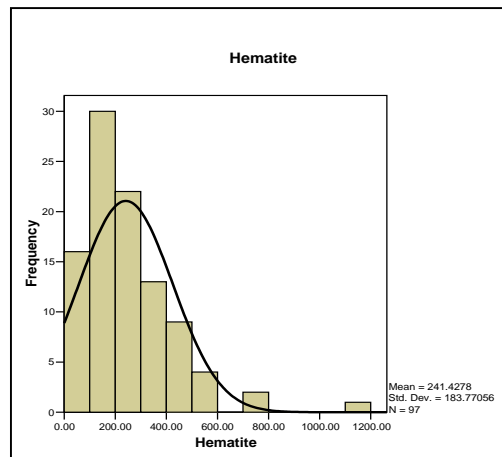
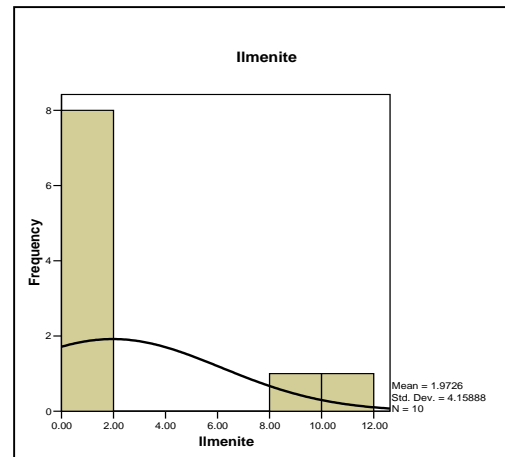
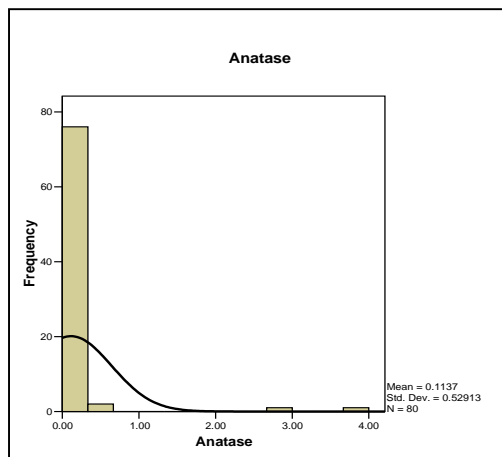
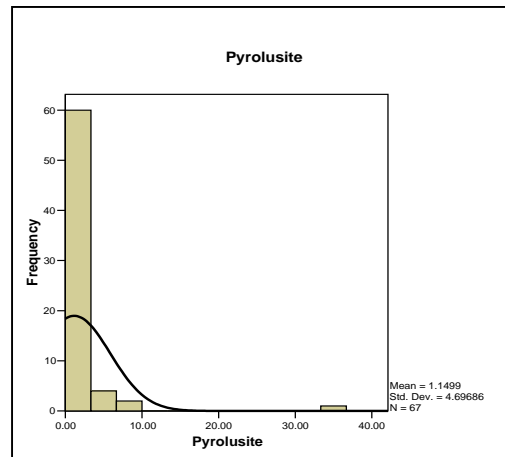
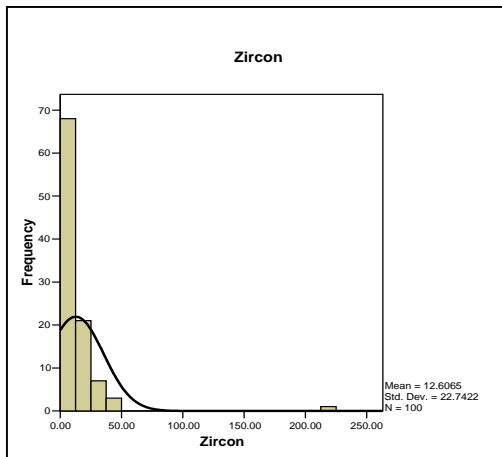
هیستوگرام اکثر کانیها مشخصه یک توزیع با چولگی مثبت و تابع L شکل می باشد. این امر ناشی از مشاهدات با درصدهای بالای کانیها در تعداد کمی از نمونهها می باشد و تا حدودی امیدوار

کننده است. بایستی به این مسئله توجه داشت که وجود ۲۱ نمونه حاوی طلا و ۷۴ نمونه حاوی اثراتی از زایش تنگستن (بصورت کانیهای شلیت) نشانه‌های امیدوار کننده‌ای از پتانسیل بالای کانی‌سازی طلا و تنگستن در محدوده می‌باشد. شکل شماره ۳-۲ برخی از هیستوگرام‌های کانیهای سنگین را نمایش می‌دهد. لازم به ذکر است هیستوگرام‌های با عنوان Pb, Zn نشان‌دهنده مجموع مقادیر کانی‌های سرب و روی دار می‌باشند. همین وضعیت برای، Py (شکل‌های متفاوت کانی پیریت)، Cu, Mo (کانی‌های مس‌دار)، Ti (کانی‌های تیتان‌دار) و Fe Oxide (مجموعه اکسیدهای آهن III)، اعمال شده است.



شکل ۳-۲- هیستوگرام تعدادی از کانی های مطالعه شده در کانی سنگین





در مورد طلا با توجه به اینکه مقادیر طلا در تمامی نمونه‌های طلا دار بصورت (۰/۰۱) pts گزارش شده و همراه با آن ابعاد ذرات طلا نیز پیوست گردیده، برای اعمال تمایز در نمونه‌های طلا دار اقدام به محاسبه حجم ذرات طلا گردید که در هیستوگرام نیز از این ویژگی استفاده شده است.

۳-۳-۳- بررسی ضرایب همبستگی

روابط دو عنصر (متغیر) و نحوه ارتباط آنها از طریق محاسبه ضریب همبستگی قابل بررسی می‌باشد. ضریب همبستگی دارای دامنه تغییراتی بین -۱ و +۱ بوده، بطوریکه عدد -۱ نمایانگر همبستگی کامل و منفی (ناهمسو)، عدد صفر معرف عدم همبستگی بین دو عنصر (متغیر) و عدد +۱ نشانگر همبستگی مثبت (همسو) کامل و ۱۰۰٪ بین دو متغیر می‌باشد. این محاسبات در نرم افزار SPSS و بر مبنای ضریب همبستگی Spearman انجام شده که تا حد ممکن وابستگی محاسبات را به نوع تابع توزیع کاهش می‌دهد.

مفهوم ضریب همبستگی و وابستگی شدید آن به تعداد نمونه و تعداد مشاهدات هر کانی سنگین در مجموعه نمونه‌ها، از جمله عوامل تأثیرگذار بر محاسبه و تفسیر نتایج ضرایب همبستگی در داده‌های کانی سنگین است. بنابراین نظر کارشناسی به این مبحث بایستی با علم و آگاهی به تفاوت‌های تأثیرگذار در مبحث همبستگی در نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین همراه باشد. شاید یکی از مهمترین تفاوت‌ها، اهمیت همبستگی‌ها حتی در درجه اعتبار (Significant Level) ۹۵٪ باشد. با توجه به مطالب فوق‌الذکر هنوز هم در بسیاری از محاسبات دو متغیره، ضرایب همبستگی به عنوان یکی از اصول شناخته شده بکار می‌رود و بسیاری از کارشناسان دامنه پاراژنتیک عناصر و کانی‌ها را بر اساس ضرایب همبستگی آنها می‌سنجند. چندی پیش از آن، برای اعتبار ضرایب همبستگی، حدی تعریف شده (±۰,۵) قرار می‌دادند. بعقیده بعضی از صاحب نظران برای یافتن ضریب همبستگی معتبر بایستی از جوامع نرمال استفاده کرده و لذا به نرمال کردن داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای گوناگون می‌پرداختند.

همزمان با پیشرفت نرم افزارهای آماری و امکان محاسبات اتوماتیک حد اعتبار (Significant Level)، دیگر مبنای اعتبار از (±۰,۵) تغییر کرد و بر اساس تعداد نمونه‌ای که مبنای سنجش ضرایب همبستگی بود حد اعتبار ممکن بود بسیار پایینتر یا بالاتر قرار گیرد. در مورد کانی سنگین با توجه به قلت کانی‌های سنگین مهم مشاهده شده در نمونه‌ها، حد معنی دار بودن و معتبر بودن این ضریب بسیار بالاتر از ±۰,۵ قرار می‌گیرد.

بنظر می‌رسد همیشه دامنه همبستگی‌ها معرف واقعیات پاراژنتیکی عناصر و کانی‌ها نباشند

دلایل این امر به شرح زیر می باشد:

۱- در مجموعه داده‌ها وجود تنها یک نمونه خارج از رده (Outlier) می تواند به صورت مشهودی ضریب همبستگی را تغییر دهد، در صورتیکه همبستگی واقعی شاید به مراتب کمتر و یا بیشتر از مقداری باشد که نرم افزار گزارش کرده است.

۲- به تجربه ثابت شده که در مطالعات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی و حتی در بعضی اوقات در مطالعات تفصیلی، همبستگی‌های یک جامعه معرف دو یا چند زیر خانواده می باشند که در هم ادغام شده و بعضاً نتایج همبستگی ضعیفی را نشان می دهند. اما اگر زیر خانواده‌ها که متأثر از عواملی همچون زمین شناسی، آلتراسیون، مینرالیزاسیون و ... می باشند، شناسایی شده و از هم جدا شوند، ضریب همبستگی به دست آمده اعتبار بیشتری خواهد یافت. این امر در مورد کانی‌های سنگین منوط به کانی‌های سنگینی است که در غالب نمونه‌ها یافت می شوند.

۳- ضریب همبستگی متأثر از تعداد نمونه‌ای است که محاسبات بر مبنای آن واقع شده، در تعداد اندک نمونه، بعضاً ضرایب همبستگی معتبری بدست نخواهد آمد. در مورد کانی سنگین و محاسبه ضریب همبستگی این امر مصداق می یابد.

علیرغم مطالب مذکور محاسبه ضریب همبستگی در سری داده‌ها امری اجتناب ناپذیر است. محاسبه ضریب همبستگی از راه‌های گوناگون امکانپذیر است که حساسیت بعضی از آنها به نرمال بودن تابع توزیع، مانع کارایی آنها در سایر توابع توزیع می شود. انتخاب بهینه روش محاسباتی ضریب همبستگی آن است که به نوع تابع توزیع وابستگی چندانی نداشته باشد. با توجه به مراتب بالا در محاسبه ضرایب همبستگی، از توابع ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شده است (جدول ۳-۳).

جدول ۳-۳- ضرایب همبستگی بعضی کانیه‌ای انتخابی در منطقه سامن

بر اساس ضرایب همبستگی بیشترین ضریب همبستگی مثبت را زیر کن با باریت (۰/۸۹۵) و در پی آن ایلمنیت با اولیژیست (۰/۸۷۴) نشان داده اند که هر دو در سطح اعتبار ۹۹٪ گزارش شده است. علاوه بر آن ضریب همبستگی مثبت شلیت با گارنت به مقدار ۰/۵۳۹ با درجه اعتبار ۹۹٪ نشان داده شده و مهمترین ضریب همبستگی منفی را نیز شلیت با پیریت اکسید به مقدار ۰/۴۸۱ - با درجه اعتبار ۹۹٪ دربردارد.

با این وضع و با وجود همبستگی منفی پیریت اکسید، هماتیت و لیمونیت با شلیت می توان نتیجه گیری کرد که کانی سازی تنگستن در منطقه می تواند بیشتر در مناطقی رخ دهد که اثراتی از اکسیدهای آهن و پیریت نباشد، همچنانکه در همبستگی طلا نیز مشاهده می کنیم، گروه کانی های پیریت تقریباً فاقد همبستگی با طلا می باشند.

با توجه به این نکته که مقادیر طلای مشاهده شده در نمونه های کانی سنگین مطالعه شده از منطقه سامن هیچگاه بیشتر از حد pts نبوده است و با علم به اینکه طلا به هر مقدار و اندازه که باشد معمولاً از حد pts فراتر نمی رود بنابراین مقدار ثابت ۰/۰۱ ppm برای همه ۲۱ نمونه طلا دار در نظر گرفته شده است. به علت ثابت بودن این عدد برای همه نمونه ها نمی توان از آن برای محاسبه ضریب همبستگی استفاده کرد. لذا از مقادیر محاسبه شده حجم ذرات طلای مشاهده شده، جهت پردازش ضریب همبستگی استفاده شد.

طلا هر چند در سطح اعتبار ۹۹ و ۹۵٪ با هیچکدام از کانی های دیگر همبستگی نشان نداده است اما بطور نسبی بیشترین همبستگی را با مجموعه Pb, Zn با ضریب ۰,۴۲۲ و پس از آن با گالن با ۰,۳۹۳ و در پی آن با مگنتیت ۰,۳۸۳ نشان داده است. همبستگی طلا با شلیت در ردیف پنجم با مقدار ۰,۲۴۴ می باشد. این همبستگی ها هر چند ضعیف بوده اما تا حدودی راهگشا هستند. همبستگی طلا با گروه پیریت در رده سیزدهم واقع شده و با پیریت اکسید همبستگی منفی و ضعیف ۰,۰۴۶- را نشان می دهد.

بیشترین همبستگی مگنتیت با گروه تیتان (۰,۶۶۲) و با درجه اعتبار ۹۹٪ بوده که بیانگر وجود کانیهای تیتانومگنتیت نیز می باشد.

بیشترین همبستگی گالن با کانیهای هم گروه خود (Pb,Zn) با مقدار ۰,۴۸ و در پی آن با هماتیت می باشد، البته این ضرایب هیچکدام حتی در سطح ۹۵٪ نیز اعتبار ندارند. در ردیف سوم گالن با طلا (۰,۳۹۳)، در ردیف چهارم با شلیت همبستگی نشان داده است (۰,۳۱۵). بیشترین همبستگی منفی گالن با کانیهای گروه Cu,Mo با مقدار ۰,۳۹۵- می باشد. بدلیل فراوانی اندک گالن در نمونه ها از این کانی نمی توان بعنوان راهنمای اکتشافی سود جست.

تنگستن در ۷۴ نمونه مشاهده شده است ولی مقادیر حدود ۶۵ نمونه در حد PTS گزارش شده است که چندان جالب به نظر نمی رسد. بیشترین همبستگی شلثیت با گارنت (۰,۵۳۹) و در پی آن با آندالوزیت (۰,۴۹۲) میباشد. این دو ضریب در حد ۹۹٪ دارای اعتبار میباشند. شلثیت با لیمونیت ضریب همبستگی منفی (۰,۲۵۹-) و با اعتبار ۹۵٪ نشان داده است. سایر همبستگیهای این کانی اعتباری کمتر از ۹۵٪ دارند. این نتایج همراهی شلثیت را با فرایند دگرگونی و دگرسانی تأیید می کند.

پیرولولزیت نیز در ۶۷ نمونه گزارش شده که ۵۹ نمونه آن در حد PTS بوده و حداکثر مقدار آن ۳۰ ppm بوده است. آنومالی هایی از این کانی در شمال غربی و در مرکز محدوده می توان مشاهده کرد که به نظر می رسد در ارتباط با کانی زایی های حاشیه توده نفوذی گرانیتوئیدی بوده است.

کانی های سرب دار در ۴۵ نمونه مشاهده شده اند ولی تنها در ۲ نمونه (ZSH-۴۸, ZSH-۲۴) به بیشتر از ۵ ppm می رسند که این مقدار به هیچ وجه نشان از کانی زایی نیست.

۳-۴- تعیین و تفکیک نمونه های ردیاب کانه سازی

با توجه به هدف اصلی اکتشافات در این مرحله که همانا پی جویی کانی سازی طلا و تنگستن بوده، طلا با فراوانی ۱ تا ۷ ذره در ۲۱ نمونه برداشت شده یافت شده است. این نمونه ها بیش از ۲۰٪ از نمونه های برداشت شده است و ارزش اکتشافی منطقه را از دیدگاه این عنصر ارزشمند به مراتب بالا می برد. در جدول ۳-۴ مشخصات نمونه های طلا دار و تعداد ذرات آن ها نشان داده شده است. مجموعاً تعداد ۴۵ ذره طلا در این نمونه ها یافت شده است. در این جدول همچنین سایر مشخصات نمونه های طلا دار به تفکیک ذرات مشاهده شده، ابعاد ذرات، گردشگری و شکل آنها نیز آورده شده است. میانگین طول ذرات طلا ۲۹۸ میکرون است که نشان دهنده درشت بودن ذرات و نزدیکی به منشأ کانی سازی است. دو ذره بالای ۱۰۰۰ میکرون و چهار ذره بین ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون شاهدهی بر این امر می باشند. حداقل طول ذرات مشاهده شده ۱۰۰ میکرون است. آنچه که جالب توجه است این است که درشت ترین ذرات در نمونه هایی یافت شده که بیشترین تعداد ذرات را نیز در برداشته اند.

۳-۴-۱- وضعیت طلا و شلثیت در نمونه ها و همراهی سایر کانی های ارزشمند با آنها

از پهنه رسوبات آبره های منطقه سامن ۱۰۰ نمونه کانی سنگین برداشت شده که به شرح مختصری از کانیهای مهم آنها پرداخته می شود.

طلا: در ۲۱ نمونه اثراتی از طلا در حد ۱ تا ۷ ذره مشاهده شده است که مقادیر حداکثر کانیهای هماتیت، آاناتاز، اسفن، پیریت لیمونیت، پیرولولزیت و پیرومورفیت در میان نمونه های طلا دار یافت

۱	ZSH.۱۴(۱)	۲	۲۰۰	۱۲۵	۷۵	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۲۵۰
	ZSH.۱۴(۲)		۱۲۵	۱۰۰	۵۰	Subrounded	Lumpy	
۲	ZSH.۱۵(۱)	۲	۵۰۰	۳۰۰	۱۵۰	Rounded	Lumpy	۰,۰۲۹۰۰
	ZSH.۱۵(۲)		۳۲۵	۲۰۰	۱۰۰	Subrounded	Lumpy	
۳	ZSH.۱۶	۱	۱۲۵	۱۰۰	۳۰	Angular	Platy	۰,۰۰۰۳۸
۴	ZSH.۱۸(۱)	۳	۲۰۰	۱۷۵	۷۵	Spongy	Lumpy	۰,۰۰۴۰۶
	ZSH.۱۸(۲)		۱۷۵	۱۰۰	۵۰	Subangular	Lumpy	
	ZSH.۱۸(۳)		۱۵۰	۷۵	۵۰	Subangular	Lumpy	
۵	ZSH.۲۱	۱	۱۲۵	۷۵	۳۰	Angular	Lumpy	۰,۰۰۰۲۸
۶	ZSH.۲۴(۱)	۳	۳۰۰	۲۰۰	۳۰	Subrounded	Platy	۰,۰۱۸۶۸
	ZSH.۲۴(۲)		۴۰۰	۳۷۵	۱۰۰	Subangular	Lumpy	
	ZSH.۲۴(۳)		۳۷۵	۱۰۰	۵۰	Subrounded	Lumpy	
۷	ZSH.۲۹	۱	۱۲۵	۱۲۵	۵۰	Spongy	Angular	۰,۰۰۰۷۸
۸	ZSH.۳۱	۱	۲۰۰	۷۵	۱۵	Rounded	Platy	۰,۰۰۰۲۳
۹	ZSH.۳۶	۱	۳۰۰	۱۰۰	۵۰	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۱۵۰
۱۰	ZSH.۴۱(۱)	۴	۲۵۰	۱۵۰	۱۵	Angular	Platy	۰,۰۰۶۱۳
	ZSH.۴۱(۲)		۳۷۵	۲۵۰	۵۰	Subangular	Lumpy	
	ZSH.۴۱(۳)		۱۵۰	۱۰۰	۵۰	Subrounded	Lumpy	
	ZSH.۴۱(۴)		۱۰۰	۵۰	۲۵	Subrounded	Lumpy	
۱۱	ZSH.۴۲(۱)	۲	۲۵۰	۲۰۰	۷۵	Rounded	Lumpy	۰,۰۰۴۵۰
	ZSH.۴۲(۲)		۲۰۰	۱۲۵	۳۰	Subangular	Platy	
۱۲	ZSH.۴۳(۱)	۲	۲۵۰	۲۰۰	۱۰۰	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۵۵۵
	ZSH.۴۳(۲)		۱۵۰	۱۰۰	۳۰	Angular	Lumpy	
۱۳	ZSH.۴۶	۱	۲۰۰	۱۵۰	۷۵	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۲۲۵
۱۴	ZSH.۴۸(۱)	۳	۱۵۰	۱۲۵	۳۰	Subangular	Lumpy	۰,۰۰۳۴۴
	ZSH.۴۸(۲)		۵۰۰	۱۰۰	۵۰	Angular	Dendrity	
	ZSH.۴۸(۳)		۱۵۰	۱۰۰	۲۵	Subrounded	Platy	
۱۵	ZSH.۶	۱	۲۰۰	۷۵	۳۰	Angular	Lumpy	۰,۰۰۰۴۵
۱۶	ZSH.۶۳(۱)	۴	۱۲۵	۱۰۰	۳۰	Angular	Lumpy	۰,۲۳۹۶۰
	ZSH.۶۳(۲)		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	Rounded	Lumpy	
	ZSH.۶۳(۳)		۱۷۰۰	۷۰۰	۲۰۰	Angular	Spongy	
	ZSH.۶۳(۴)		۱۰۰	۷۵	۳۰	Subangular	Lumpy	
۱۷	ZSH.۶۶(۱)	۷	۳۰۰	۲۰۰	۷۵	Subrounded	Lumpy	۰,۲۹۱۴۴
	ZSH.۶۶(۲)		۳۷۵	۳۵۰	۲۰۰	Rounded	Lumpy	
	ZSH.۶۶(۳)		۵۰۰	۳۰۰	۱۷۵	Rounded	Lumpy	
	ZSH.۶۶(۴)		۸۵۰	۳۷۵	۳۲۵	Rounded	Lumpy	
	ZSH.۶۶(۵)		۱۰۰۰	۵۰۰	۲۰۰	Rounded	Lumpy	

	ZSH.۶۶(۶)		۲۵۰	۱۷۵	۷۵	Subrounded	Lumpy	
	ZSH.۶۶(۷)		۴۵۰	۳۵۰	۱۷۵	Rounded	Lumpy	
۱۸	ZSH.۷۰(۱)	۲	۱۵۰	۱۲۵	۳۰	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۱۱۶
	ZSH.۷۰(۲)		۱۵۰	۱۰۰	۴۰	Angular	Lumpy	
۱۹	ZSH.۷۷(۱)	۲	۱۵۰	۱۰۰	۱۵	Subangular	Platy	۰,۰۰۰۸۸
	ZSH.۷۷(۲)		۱۷۵	۱۲۵	۳۰	Subangular	Lumpy	
۲۰	ZSH.۸۵	۱	۲۵۰	۱۵۰	۵۰	Rounded	Lumpy	۰,۰۰۱۸۸
۲۱	ZSH.۹۴	۱	۱۵۰	۱۰۰	۳۰	Subrounded	Lumpy	۰,۰۰۰۴۵

۳-۴-۲- بررسی فراوانی سایر کانی‌های ارزشمند در نمونه‌های طلا دار

با توجه به اینکه ۲۱ نمونه (بیش از ۲۰٪ نمونه‌ها) حاوی ذرات طلا گزارش شده، همین تعداد نمونه در کانی‌های دیگر به صورت مرتب شده (Descending sort) انتخاب شده و مقدار حداکثر (Max.) هر کانی نیز مشخص گردیده است. با این شرایط، میزان همراهی ۲۰٪ بالای کانی‌های دیگر با نمونه‌های طلا دار بررسی می‌گردد.

- همراهی سایر کانی‌های ارزشمند در ۲۰٪ بالا از حداقل ۱۴٪ (۳ نمونه از ۲۱ نمونه) تا حداکثر ۴۸٪ (۱۰ نمونه از ۲۱ نمونه) مشخص شده است.
- حداقل همراهی با طلا (۱۴٪) در کانی‌های اکسید آهن (Fe Oxide)، اولیژیست و پیریت اکسید دیده شده است.
- حداکثر همراهی با طلا (۴۸٪) در آاناتاز دیده شده است.
- در کانی‌های مگنتیت و شلیت ۳۸٪ همراهی (۸ نمونه از ۲۱ نمونه) مشاهده شده و در کانی‌های لیمونیت، گارنت و پوولیت این حد به ۳۳ درصد رسیده است.

مقادیر پیریت چندان بالا نبوده، تنها در یک نمونه ppm ۱۰ و در سایر نمونه‌ها مقادیر اندکی (در حد ۰,۶ تا ppm ۰,۰۱) ثبت شده است. تعداد نمونه‌های حاوی پیریت نیز ۳۴ نمونه بوده که از میان اینها ۸ نمونه طلا دار یافت شده است.

مقادیر پیریت اکسید قابل توجه بوده و حداکثر مقدار آن ppm ۷۹۸ با میانگین ۱۳۱,۴ و میان ۱۰۰ ppm می‌باشد.

مقادیر پیریت لیمونیت در حد بین پیریت و پیریت اکسید در حد بین pts تا ppm ۱۶۲ برآورد شده ولی تنها تعداد اندکی از نمونه‌ها حاوی پیریت لیمونیت بیش از ppm ۵۰ می‌باشند (۴ نمونه).

همراهی کانی‌های حاوی پیریت با کانی‌های طلا دار چندان قابل توجه نیست و بین ۱۴٪

(پیریت اکسید) تا ۲۹٪ (پیریت لیمونیت) در نوسان است.

همراهی کانی‌هایی همچون کانی‌های گروه مس و مولیبدن و کانی‌های گروه سرب و روی به علت اندک بودن مقادیر این کانی‌ها در نمونه‌ها بیانگر عدم کانی‌سازی این گروه از کانی‌ها و عدم اهمیت آن‌ها در همراهی با طلاست.

۳-۵- تهیه نقشه پراکندگی کانی‌های سنگین هدف یاب و همزاد آنها و شرح آنها

نقشه‌های پراکندگی طلا و شتلیت بعنوان دو کانی سنگین اصلی ترسیم شده و با توجه به حوضه‌های فرادست آنها شرح داده شده است. از سایر کانیها، مجموعه دو گروه کانیهای سنگین نسبتاً ارزشمند در قالب دو نقشه دیگر بصورت نمادین (Symbol map) شرح داده میشود.

۳-۵-۱- شرح نقشه کانی سنگین طلا (شکل ۳-۳)

طلا در ۲۱ نمونه (از مجموع ۱۰۰ نمونه برداشت شده) در حد ۱ تا ۷ ذره مشاهده شده است. با توجه به اهمیت این عنصر، نمایش نقشه آن بصورت حوضه‌های طلا دار در شکل ۳-۳ ارائه شده است. بازه‌های تعریف شده در حوضه‌های طلا دار به ترتیب شامل حوضه‌های با یک ذره طلا، حوضه‌های با دو ذره، حوضه‌های با ۳ ذره و بیشتر در نظر گرفته شده است. از لحاظ فراوانی ذرات طلا در نمونه‌ها موارد زیر قابل توجه هستند.

- تمامی نمونه‌های حاوی سه ذره و بیشتر در منطقه مرکزی - شمالی قرار دارند. این منطقه از شرق به روستای حسن کوسج، از جنوب به سر شاخه‌های شمالی رودخانه فصلی کالجان و شمال شرق رودخانه فصلی خانه آباد و از غرب به آبراهه‌های شرق رودخانه خانه آباد محصور شده است (شکل ۳-۳). در این منطقه ۲۲ نمونه کانی سنگین (۲۲٪ از نمونه‌ها) برداشت شده که در ۱۲ نمونه از آنها طلا (یک ذره تا ۷ ذره) دیده شده است. به عبارت دیگر ۵۷ درصد نمونه‌های طلا دار در این منطقه دیده شده و تمامی نمونه‌های ۳ ذره و بیشتر نیز در میان نمونه‌های این منطقه مشاهده شده است.

- همین منطقه با گسترش جانبی از شرق و غرب نیز حاوی بیشترین مقادیر تنگستن می باشد. تفاوت فاحش در حوضه‌های طلا دار و شتلیت دار در نمونه‌های سرچشمه گرفته از گرانیتهاست. در این منطقه تقریباً نمونه‌های برداشت شده از حوضه‌های گرانیتهی مقادیر کمتر از شتلیت رانشان داده یا فاقد شتلیت می باشند.

- غالب نمونه‌های این منطقه شواهدی از سرب، روی و مس را نشان داده اند. بیشترین مقدار سرب و روی در نمونه‌های این منطقه مشاهده شده است. آثار نسبتاً فراوانی از گارنت در نمونه‌هایی که از هورنفلس‌ها و شیست‌ها سرچشمه گرفته اند دیده شده است. علاوه بر آن شواهدی از سینابر، کاسیتريت، کانیهای مس، مولیبدن، اورپیمنت و بیشترین مقدار هماتیت و اسفن، نیز در نمونه‌های این منطقه دیده شده است.

شکل ۳-۳- حوضه‌های طلا دار بر روی نقشه زمین‌شناسی

- هورنفلسها بخش عمده برونزد این منطقه و گرانیتهای کمتر از ۲۰٪ سطح آن را در جنوب در بر دارند. از ۶ نمونه حاوی سه ذره و بیشتر، ۲ نمونه تقریباً بطور کامل از این گرانیتهای سرچشمه گرفته اند و سرشاخه یک نمونه دیگر نیز در این واحد گسترش دارد. از سه نمونه دیگر دو نمونه هیچگونه ارتباطی با گرانیتهای ندارد و حدود ۳۰٪ سطح تحت پوشش نمونه دیگر از گرانیتهای گذر کرده است.

- از آبراهه‌هایی که در برونزد گرانیتهای واقع در جنوب‌شرق محدوده گسترش دارند، دو نمونه برداشت شده که هر دوی آنها حاوی ۲ ذره طلا بوده اند بنابراین اهمیت این برونزد نیز قابل توجه می‌نماید.

- در برونزد توده گرانیتهای غرب منطقه (توده گرانیتهای انجیره) ۶ نمونه بطور مستقیم (فقط از خود توده) و ۳ نمونه بطور غیر مستقیم (از توده نفوذی و سایر واحدها) برداشت شده که تنها در یک نمونه از آنها یک ذره طلا دیده شده است.

- از توده گرانیتهای سراب سامن (شمال‌شرق منطقه) نسبت به بقیه مناطق نمونه کمتری برداشت شده و علت آن هم افزایش سطح منطقه با هدف تهیه نقشه زمین شناسی بوده است.

۳-۵-۲- شرح نقشه کانی سنگین شلیت (شکل ۳-۴)

تنگستن در نمونه‌های کانی سنگین بصورت شلیت مشاهده شده است. در ۷۴ نمونه شواهدی از این کانی (از حداقل ۰,۰۱ تا حداکثر ۱۵۳ ppm) ثبت شده است. نقشه‌های حوضه‌های حاوی شلیت (شکل ۳-۴) در سه بازه مختلف به شرح زیر ترسیم شده است:

بازه اول از ۰,۰۱-۱ گرم در تن

بازه دوم از ۱-۱۰ گرم در تن

بازه سوم از ۱۰-۱۵۳ گرم در تن

در این بازه نمونه‌های حاوی ppm ۵۰-۱۰ به تعداد هفت (۷ نمونه) و نمونه‌های حاوی ۵۰-۸۰ ppm به تعداد دو (۲ نمونه) و نمونه‌های بین ppm ۸۰-۱۰۰ به تعداد یک (۱ نمونه) و نمونه‌های بیش از ppm ۱۰۰ به تعداد یک (۱ نمونه) می‌باشند.

در این نقشه موارد زیر مشاهده شده است.

نیمه شمالی منطقه به گونه چشمگیری غنی تر از نیمه جنوبی است در این میان منطقه مرکزی - شمالی (معرفی شده در شرح نقشه طلا) با گسترش به شرق و غرب حاوی بیشترین مقادیر تنگستن نیز می‌باشد. در بخش شمال‌غرب منطقه ۵ نمونه حاوی شلیت مشخص شده است که یکی از آنها در بازه سوم قرار گرفته است.

شکل ۳-۴- حوضه‌های شلیت‌دار روی نقشه زمین‌شناسی

در نیمه جنوبی منطقه تقریباً هیچگونه هماهنگی و انطباقی بین حوضه های طلا دار و شلیت دار مشاهده نشده است. این در حالی است که در نیمه شمالی منطقه همبستگی نمونه های حاوی طلا و شلیت بمراتب بیشتر بوده است.

در شمال غرب و در شرق رودخانه فصلی خانه آباد محدوده ای مشاهده شده که بطور مجتمع و در ۱۰ نمونه حاوی شلیت (عموماً در بازه سوم) بوده است. این منطقه تقریباً هیچگونه ارتباطی با توده های نفوذی گرانیتی ندارد.

۳-۵-۳- شرح نقشه سایر کانیهای سنگین ارزشمند

گروه ۱ (سرب و روی - مس و مولیبدن - سینابر - اورپیمنت - نقره) (شکل ۳-۵)

کانیهای گروه سرب و روی شامل گالن، سروزیت، اسفالریت، پیرومورفیت، میمیت، وانادیت، لیتاز و سرب طبیعی حضور چندانی از لحاظ عیاری در نمونه ها نداشته اند. بیشترین عیار مجموعه این کانیها ۵،۹ ppm متعلق به نمونه ZSH. ۲۴ بوده که این مقدار، در بردارنده عیار گالن (PbS) به مقدار ۵،۶ ppm به همراه مقادیر اندکی سروزیت، پیرومورفیت و سرب طبیعی می باشد. نمونه بعدی از نظر فراوانی مقدار، نمونه ZSH. ۴۸ بوده که عیار آن به طور اعم متأثر از مقدار پیرومورفیت $Pb_3(PO_4)_2Cl$ به میزان ۴،۹ ppm و گالن در حد ۴،۹ pts میباشد که بطور مجموع ۴،۹۱ ppm گزارش شده است. این دو نمونه در منطقه مرکزی - شمالی قرار دارند. این منطقه از لحاظ در بر داشتن مناطق مستعد در زمینه طلا و تنگستن در شرح نقشه های این دو عنصر معرفی شده بود. از تعداد ۵۲ نمونه ای که در آنها، یک یا مجموعه ای از کانی های سرب و روی دیده شده بخش عمده ای (۳۳ نمونه) فقط در حد اثرات پراکنده (pts) گزارش شده است.

کانیهای مس و مولیبدن بصورت کالکوپیریت، مالاکیت، مس طبیعی، و لفنیت، پولیت و کوپیریت مشاهده شده اند. مجموعاً در ۲۲ نمونه شواهدی از یک یا چند کانی ذکر شده ثبت شده است. مقادیر عیاری در این نمونه ها چندان جالب توجه نیست (از حد ۰،۰۱ تا ۶،۸۱ ppm)، حداکثر مقدار مس و مولیبدن متعلق به نمونه ZSH. ۱۰۳ میباشد به طوریکه اعم این مقدار، متعلق به پولیت به میزان ۶،۸ ppm و در حد pts و ولفنیت میباشد. از کانیهای گروه مس و مولیبدن تنها کانی پولیت $Powellite(CaMoO_4)$ که یک کانی ایزومورف با شلیت است در حد مقادیر عددی گزارش شده است. این کانی بعنوان یک کانی سنگین فرعی از مولیبدن شناخته شده است. از سایر کانیهای نامبرده مقادیر اندکی در حد (۰،۰۱) Pts یافت شده است.

شکل ۳-۵- حوضه های گروه ۱ (سرب و روی - مس و مولیبدن - سینابر - اورپیمنت - نقره) بر روی
نقشه زمین شناسی

نمونه ZSH.۱۰۳ در منتهی الیه شمالغرب منطقه در لیتولوژی شیستی و شمالغرب دره پیل واقع شده است. اکثر نمونه‌های محصور در این لیتولوژی دارای مقادیر سرب و روی میباشند. سینابر در ۱۱ نمونه گزارش شده است که حداکثر مقادیر سینابر نیز در دو نمونه ZSH.۱۰ و ZSH.۳۶ به ترتیب با مقادیر ۰,۹۶ و ۰,۷۲ میلی گرم در تن دیده میشود، این نمونه‌ها در جنوب منطقه در شرق قلعه علیمرادخان برداشت شده اند و لیتولوژی حوضه‌های فرادست آنها مرمر بوده است، بقیه مقادیر سینابر در حد pts میباشد. در اکثر نمونه‌هایی که سینابر دیده شده است، سرب و روی نیز گزارش شده است.

اورپیمت نیز در دو نمونه و در حد pts دیده شده است. این دو نمونه با کدهای ZSH.۳۹،۶۳ در منطقه مرکزی - شمالی قرار دارند.

نقره (Silver) تنها در نمونه ZSH.۲۰ و در حد pts دیده میشود. در فرادست این نمونه لیتولوژی (gd) گرانیت، (TR^L) مرمر و (H) هورنفلس مشهود میباشد. در این نمونه سرب و روی نیز گزارش شده است. اما از طلا اثری در این نمونه دیده نشده است. بطور کلی میتوان گفت که با توجه به عدم امیدواری به کانی‌سازی سرب و روی و مس و مولیبدن از دیدگاه نمونه‌های کانی‌سنگین، موقعیت نمونه‌های حاوی این کانیها بیشتر در منطقه مرکزی - شمالی و در واحدهای هورنفلس، شیست و گرانیت بوده است. همراهی سینابر و اورپیمت با نمونه‌های طلا دار در اکثر موارد باعث افزایش میزان اعتبار نمونه‌ها شده است.

گروه ۲ (پیریت - پیریت اکسید - پیریت لیمونیت - کاسیتريت - گارنت - آندالوزیت) (شکل ۳-۶)

پیریت در ۳۴ نمونه مشاهده شده است، بطوریکه حداکثر مقدار پیریت را تنها نمونه ZSH.۴۵ به میزان ۱۰ گرم در تن نشان داده است. پیریت در نمونه ZSH.۵۱ نیز به میزان ۰,۶ گرم در تن گزارش شده و بقیه مقادیر تماما در حد Pts می باشد.

این دو نمونه در شمال سلطان آباد انوچ، در لیتولوژی مرمری (TR^L) واقع شده است، همراهی پیریت با پیریت اکسید، الیژیست، گارنت، ایلمنیت، باریت و کربنات کلسیم در این دو نمونه مشهود می باشد. اما در این دو نمونه نشانی از طلا یافت نشده است.

مقادیر پیریت اکسید در ۹۳ نمونه، گزارش شده است. در ۲۰٪ از این نمونه‌ها پیریت اکسید در حد Pts ثبت شده است. حداکثر مقدار پیریت اکسید در نمونه ZSH.۸۹ به میزان ۷۹۸ گرم در تن گزارش شده است. در فرادست این نمونه دو لیتولوژی مرمری (TR^L) و گرانیتی (gd) رخنمون دارد. پیریت لیمونیت نیز در ۶۲ نمونه مشاهده شده بطوریکه حداکثر مقدار آن متعلق به نمونه

(ZSH.۳۶ ppm ۱۶۲ واقع در شرق قلعه علیمراد خان میباشد. رخنمون فرادست این نمونه را شیست، مرمر و رسوبات آلوویوم تشکیل داده اند. در ۸۸٪ از نمونه ها پیریت لیمونیت، در حد pts ثبت شده است. این سه کانی که تحت عنوان مجموعه پیریت تقسیم بندی شده اند بعنوان ردیاب اکتشافی و از نظر همراهی کانیهای دیگر حائز اهمیت می باشند. تهی شدگی نسبی منطقه مرکزی - شمالی (منطقه معرفی شده در نقشه کانی سنگین طلا و شلیت) از کانیهای گروه پیریت و تمرکز نسبی آنها در بخش جنوبی نشان از عدم همراهی این گروه از کانیها با طلا و شلیت دارد.

کاسیتريت (SnO_2) نیز در ۱۰ نمونه در حد pts گزارش شده است. در تمامی این ۱۰ نمونه آثار شلیت دیده شده و همراهی چهار نمونه حاوی شلیت بیش از ۱۰ ppm (بازه سوم) - ردیفهای اول، دوم، هفتم و دهم (با عیارهای ۱۵۳،۷، ۲/۱۵۳، ۲۵/۸۳، ۱۴/۴ و ۲۵/۸۳ گرم در تن) - نشان از همراهی کانی سازی قلع و تنگستن است اما همانگونه که اشاره شد مقادیر کاسیتريت تنها در حد pts گزارش شده است.

گارنت نیز در ۹۶ نمونه گزارش شده است بطوریکه حداکثر مقدار آن در نمونه (ZSH.۶۹ (۳۳۶۰ ppm) دیده شده است. از کل نمونه های در بر دارنده گارنت ۱۰ نمونه بصورت pts گزارش شده اند. تمرکز گارنت و همچنین آندالوزیت در واحدهای شیست (شمالغرب) و هورنفلس (شمال) مشاهده شده است.

آندالوزیت (Al_2SiO_5)، در ۹۰ نمونه گزارش شده است. حداکثر مقدار آن در نمونه (۳۵۸،۴ ppm) ZSH.۲۲ دیده شده است، فرادست این نمونه را هورنفلسها در بر گرفته اند. قابل ذکر است ۲۳٪ از نمونه های در بردارنده آندالوزیت دارای مقادیر pts میباشد.

شکل ۳-۶- حوضه‌های گروه ۲ (پیریت - پیریت اکسید - پیریت لیمونیت - کاسیتريت - گارنت -
آندالوزیت) بر روی نقشه زمین‌شناسی

۳-۶- معرفی مناطق امیدبخش و شرح آنومالی‌های موجود

مناطق امیدبخش با توجه به تعداد ذرات طلا و نقش تنگستن (ثلیت) در همراهی یا عدم همراهی با طلا معرفی شده است.

۳-۶-۱- مناطق امیدبخش از دیدگاه کانی‌سازی طلا

برای بررسی مفهومی از نقش احتمالی لیتولوژی در کانی‌سازی طلا حوضه‌های نمونه‌هایی که در آنها شواهدی از کانی‌سازی طلا یافت شده در سه بازه متفاوت بین ۳ تا ۷ ذره، ۲ ذره و یک ذره بر روی نقشه زمین‌شناسی مشخص گردیده است. (شکل ۳-۳).

همانگونه که از متن این نقشه برمی‌آید، عمده‌ترین شواهد کانی‌سازی طلا (نمونه‌های حاوی ۳ تا ۷ ذره) در مرکز و شمال منطقه به صورت یک حلقه (Ring) ناقص دیده شده است. این حلقه U شکل در اطراف واحد مرمر (TR^L) و درون توده نفوذی گرانیتی، گرانودیوریتی در جنوب و غرب و واحد هورنفلسی در شرق، شمال‌غرب و شمال قرار دارد. نکته حائز اهمیت آبراهه‌ای است که از آن نمونه ZSH-۶۶ (۷ ذره طلا) برداشت شده، سرشاخه‌های این آبراهه در واحدهای نفوذی قرار گرفته و بخش عمده آن از واحدهای هورنفلسی گذر می‌کند. در فرودست، این آبراهه از واحدهای شیست گذر کرده که در آنجا نمونه ZSH-۷۰ برداشت شده است. در این نمونه نیز دو ذره طلا مشاهده شده است. در انتهای این آبراهه و در مرز شمالی محدوده نمونه ZSH-۸۵ از همین آبراهه نیز حاوی یک ذره طلا بوده است. منطقه بندی مشخصی از کاهش ذرات طلا در طول این آبراهه که روندی جنوب‌شرق-شمال‌غرب تا جنوب-شمال دارد حاکی از دور شدن از منشأ کانی‌سازی است. اما اینکه بتوان منشأ کانی‌سازی را به یکی از این واحدها منتسب کرد مسئله‌ای است که در این سطح از اطلاعات نمی‌توان به قضاوت منطقی در مورد آن دست زد.

در جنوب-جنوب غرب همین منطقه آبراهه‌ای با روند غربی-شرقی در جریان است که در سرشاخه آن نمونه ZSH-۴۸ با سه ذره و در فرودست آن نمونه ZSH-۶۳ با چهار ذره طلا برداشت شده است. به نظر می‌رسد احتمال افزونتر شدن ذرات طلا در نمونه اخیر ناشی از سرشاخه شمالی این آبراهه است که از آن نمونه‌ای برداشت نشده است. سرشاخه جنوبی علاوه بر گذر از واحدهای نفوذی از مرمر (TR^L) و رگه‌های سیلیسی نیز گذر کرده است.

در مرکز این حلقه ناقص نیز در یک آبراهه با روند جنوبی-شمالی دو نمونه متوالی به ترتیب در فرادست، نمونه ZSH-۴۱ (با ۴ ذره) و در فرودست آن نمونه ZSH-۴۳ (با دو ذره طلا) برداشت شده است. از آبراهه مجاور آن نمونه‌ای به شماره ZSH-۴۲ برداشت شده که در آن نیز دو ذره طلا دیده

شده است. عمده گذر این آبراهه‌ها از هورنفلس هاست و فقط یکی از سرشاخه‌های جنوبی از واحد (TR^L) گذشته است.

آنچه که به عنوان نتیجه گیری از توزیع مکانی نمونه‌های حاوی ۳ ذره یا بیشتر بدست می آید، نقشی فراتر از لیتولوژی در امر کانی‌سازی است. دلیل عمده این مسئله عدم حضور کانی‌سازی در نمونه‌هایی است که در لیتولوژی‌های مشابه برداشت شده است.

۳-۶-۲- مناطق امیدبخش از دیدگاه کانی‌سازی تنگستن (شئلیت)

تنگستن در نمونه‌های کانی‌سنگین بصورت کانی شئلیت یافت شده که آثار آن در ۷۴ نمونه در حدود عیاری ۰,۰۱ تا ۱۵۳ ppm ثبت شده است. حوضه‌هایی که در آنها شئلیت در سه کلاس ۱-۰,۰۱ ppm، ۱۰-۱ ppm و >۱۰ ppm مشاهده شده در شکل ۳-۴ مشخص شده است، در این شکل نتایجی را می‌توان بصورت زیر خلاصه نمود:

- بخش عمده‌ای از نمونه‌های پرعیار (>۱۰ ppm) حاوی شئلیت هیچگونه ارتباطی را از لحاظ نقشه زمین‌شناسی با توده‌های گرانیتی نشان نمی‌دهند و تنها نمونه ZSH-۲۴ از میان ۱۱ نمونه پرعیار با گرانیتها مرتبط شده است.

- از ۱۰ نمونه کلاس دوم (۱-۱۰ ppm) سر شاخه‌های سه نمونه در گرانیتها گسترش داشته است.
- از ۱۵ نمونه کلاس سوم (۱-۰,۰۱ ppm) ۹ نمونه را میتوان به نحوی با گرانیتها در ارتباط دانست.

- نزدیکترین نمونه‌ها با اسکارن انجیره و نمونه‌های گرانیت غربی منطقه از لحاظ شئلیت عمدتاً در کلاس سوم قرار دارد.

- نمونه‌های که بیش از ۲۰ ppm تنگستن داشته‌اند عمدتاً از آبراهه‌هایی برداشت شده که سنگ بالادست آنها از شیست‌ها (S.Sch) و هورنفلس‌ها (H) تشکیل شده‌اند.

- در ۲۱ نمونه‌ای که شئلیت آنها بیش از ۱ ppm بوده ۸ نمونه طلا دار دیده شده که نمونه‌های با ۷ ذره، ۴ ذره و دو نمونه ۳ ذره‌ای در میان این نمونه‌ها هستند.

- در بخش شمال-مرکز (محدوده بین حسن کوسج و رودخانه فصلی خانه آباد) و گرانیت غربی منطقه (انجیره) انطباق جالب توجهی از کانی‌سازی طلا و تنگستن دیده شده است.

۳-۷- ارزیابی پتانسیل‌های کانه‌زایی بر پایه سایر اطلاعات ژئوشیمیایی

آنچه که در فصول پیشین به تفصیل ارائه شد اطلاعات حاصله از نمونه‌های کانی‌سنگین بوده که بخش عمده بررسی‌های اکتشافی را شامل شده بود. اما لازم است در نیل به هدف ارزیابی پتانسیل‌های

کانه‌زایی موجود در منطقه بررسی‌های انجام‌شده در سایر محیط‌ها نیز ارائه شود تا بتوان در پایان به یک نتیجه‌گیری کلی دست یافت.

علاوه بر نمونه‌های کانی سنگین، نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌های حفر شده در منطقه اسکارن انجیره (بعنوان اصلی ترین محیط نمونه‌برداری سنگی) و نمونه‌های سنگی پراکنده (نمونه‌های بر جا و نابرجا Float) نیز حاوی اطلاعات و نتایجی بوده‌اند که در بخش‌های آینده به آنها خواهیم پرداخت. شکل ۳-۱ موقعیت نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

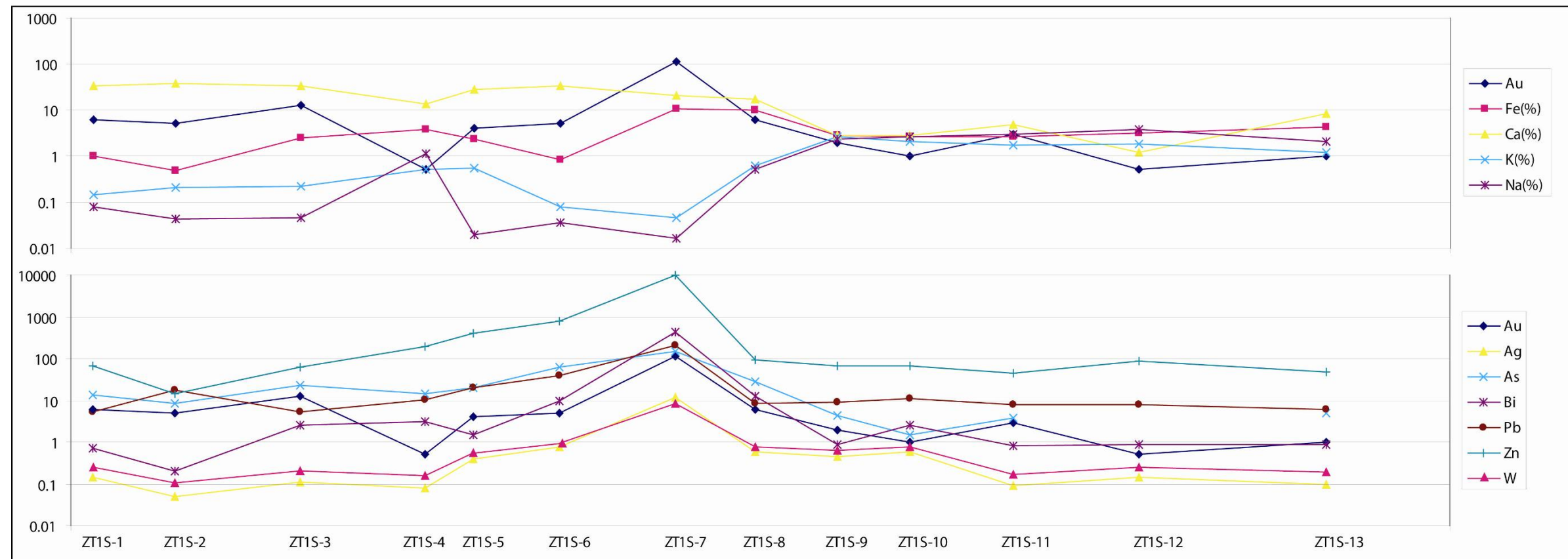
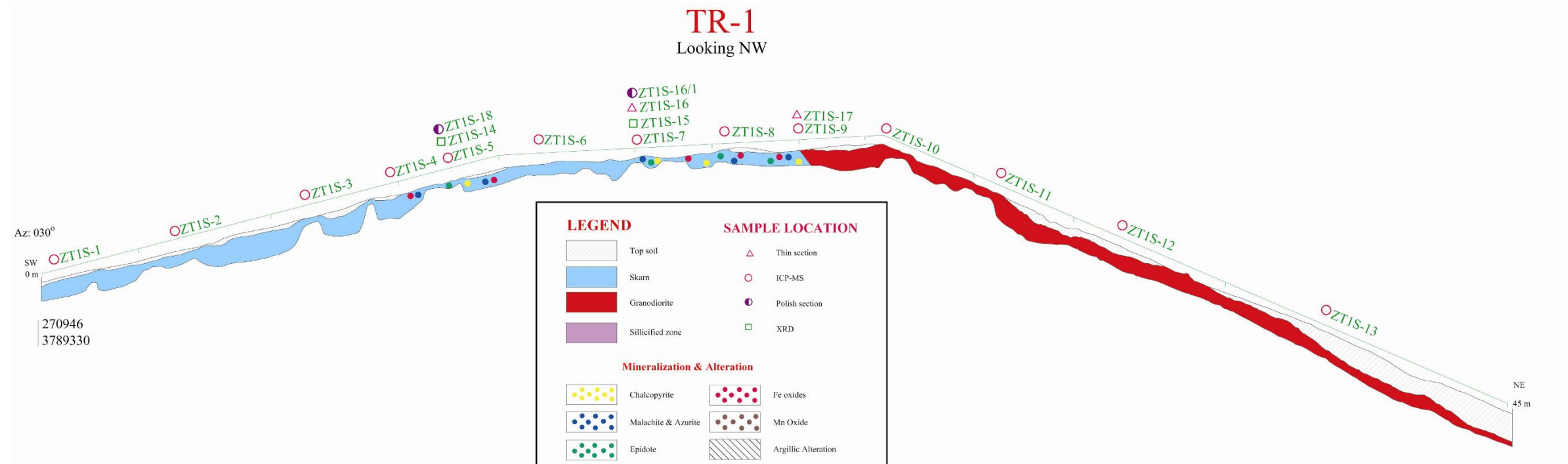
۳-۷-۱- بررسی داده‌های بدست آمده از ترانشه‌ها

تعداد ۴ ترانشه در شمال غرب روستای انجیره و در محدوده زون اسکارنی انجیره حفر شده‌اند که شرح جزئیات واحدها، موقعیت ترانشه‌ها و پروفیل آنها در بخش زمین‌شناسی گزارش حاضر آمده است. از ترانشه‌ها مجموعاً ۴۷ نمونه برداشت شده که طبقه‌بندی آنها شامل ۱۶ نمونه در گرانودیوریت‌ها، ۶ نمونه در گرانودیوریت‌های آلتیره و ۲۵ نمونه در اسکارن‌ها می‌باشد. پروفیل لیتولوژی-آلتراسیون ترانشه‌ها همراه با نمودارهای خطی نحوه توزیع عیار عناصر در بازه‌های نمونه-برداری در اشکال ۳-۷ تا ۳-۱۰ آمده است.

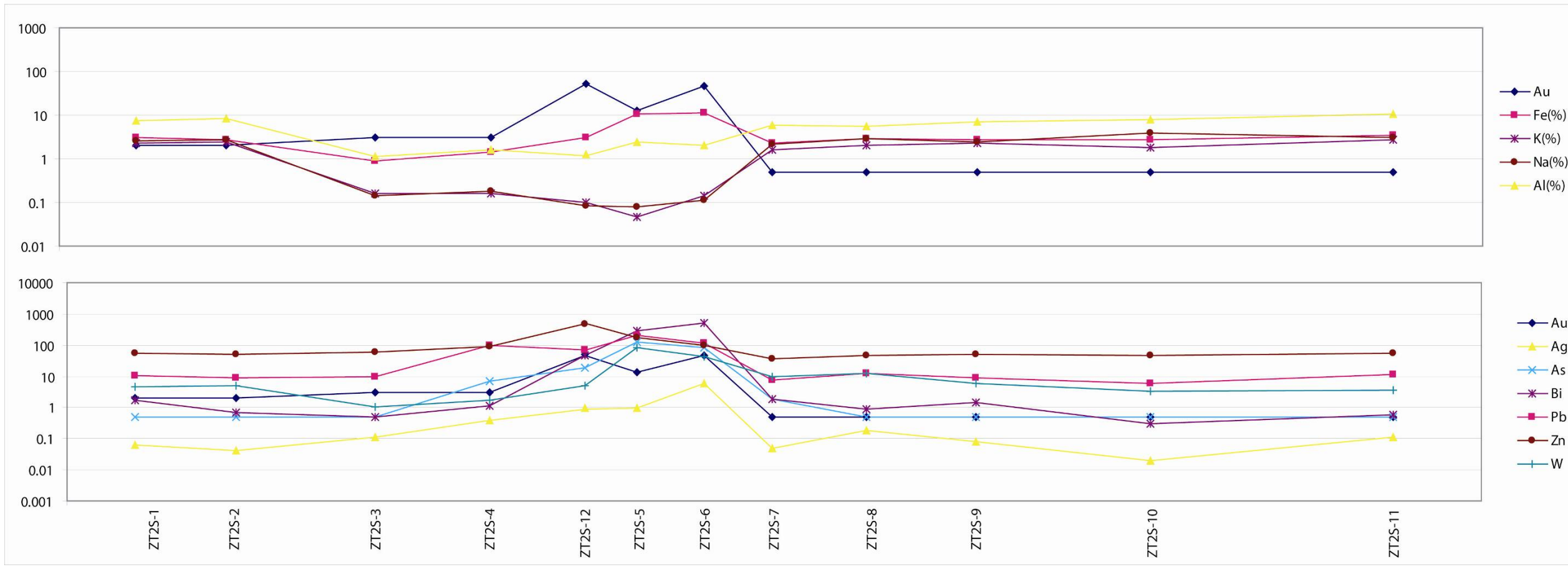
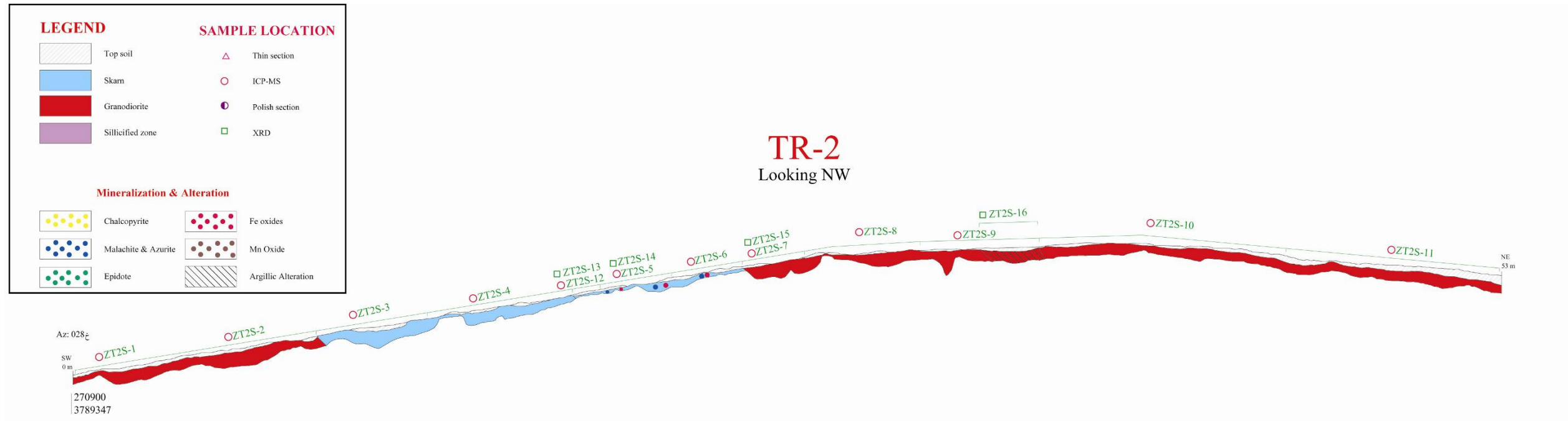
الف- ترانشه شماره ۱ (TR-1)

در این ترانشه که در طول ۴۵ متر حفر شده جمعاً ۱۹ نمونه برداشت شده که ۱۳ نمونه از آن آنالیز شیمیایی شده است. حداکثر عیار طلا با ۱۱۵ ppb در نمونه ZT1S-7 مشخص شده است. روند نسبی و هماهنگی در تغییرات عیاری بین طلا، نقره، آرسنیک، سرب و روی و رفتار معکوس الکالیها (K و Na) با عناصر گروه اول در نمودارها بخوبی مشخص است. (شکل ۳-۷)

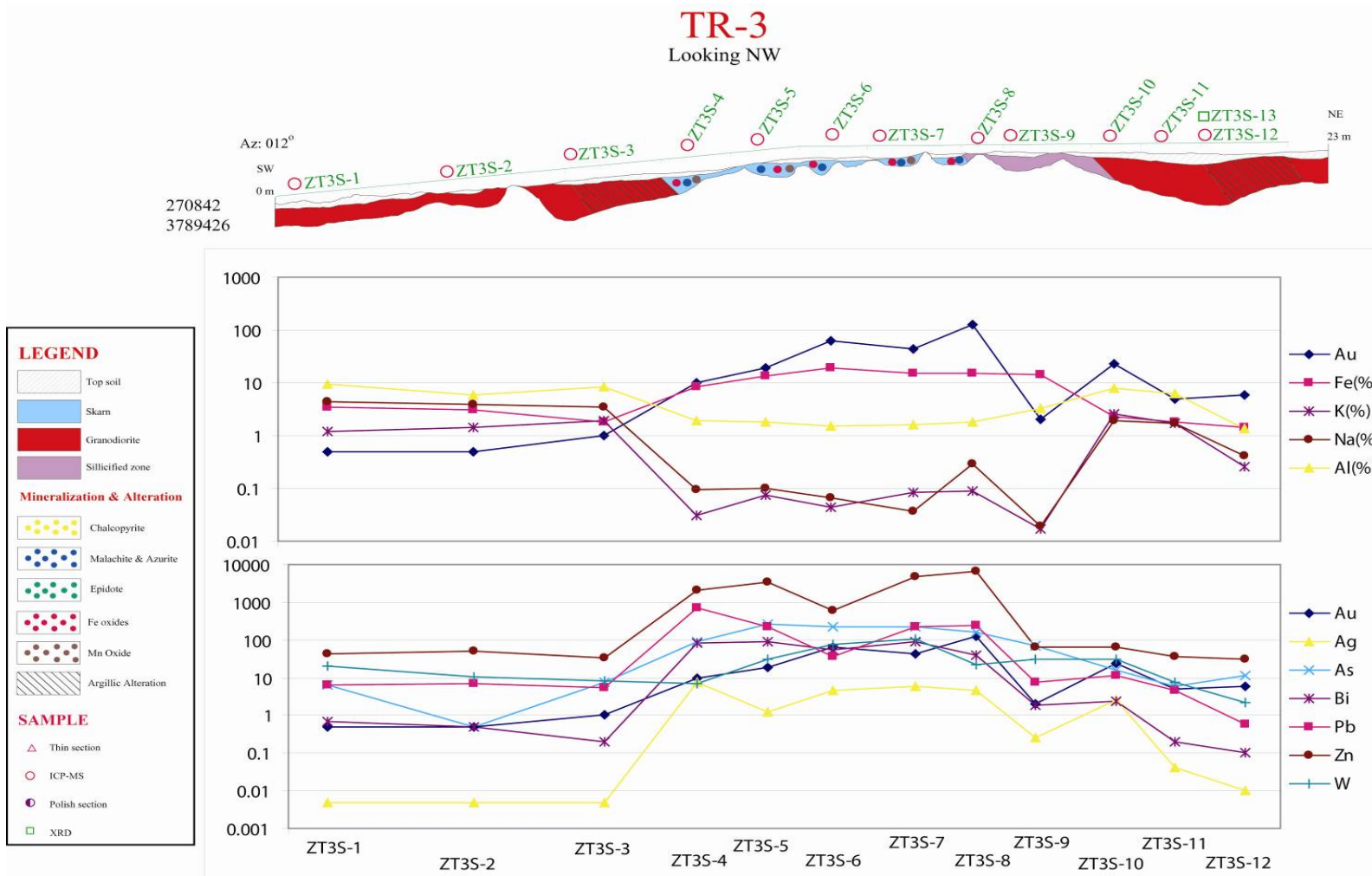
غنی‌شدگی نسبی طلا و سایر عناصر پایه در اسکارن‌ها بخوبی مشخص است و کاهش عیار آنها در گرانودیوریت‌ها و عدم تغییرات عیاری در این واحد از دیگر مشخصه‌های این نمودارهاست. این کاهش عیار از نمونه بلا فصل و مرزی بین اسکارن‌ها و واحدهای نفوذی (نمونه ZT1S-9) شروع می‌شود. ذکر این نکته ضروری است که عیار طلا و تنگستن در این ترانشه به هیچ وجه در شاخصه غنی-سازی در حدود کانسازی نمودار نشده است.



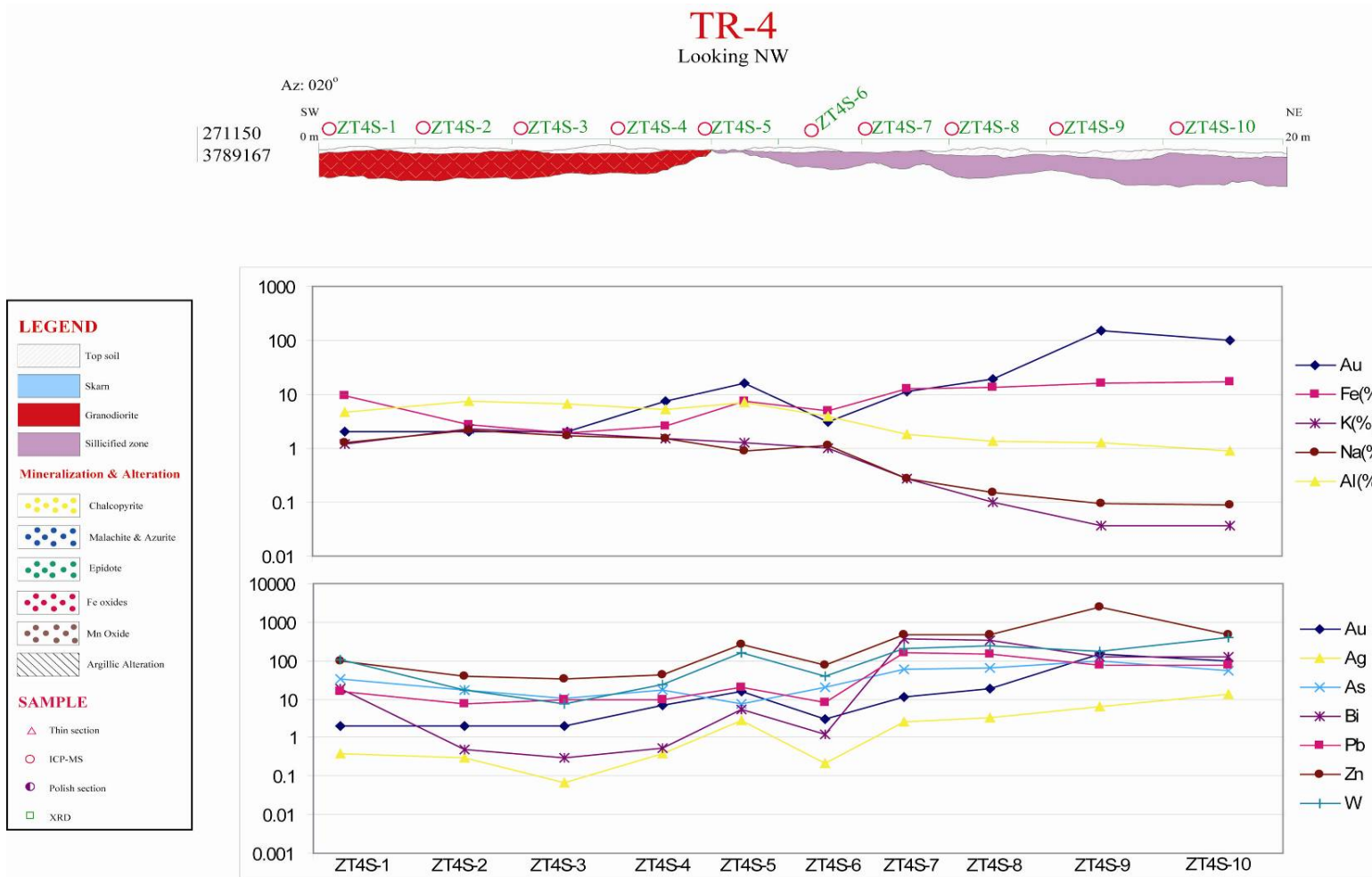
شکل ۳-۷- نمودار خطی عناصر در ترانسه ۱



شکل ۳-۸- نمودار خطی عناصر در تراسه ۲



شکل ۳-۹- نمودار خطی عناصر در ترائشه ۳



شکل ۳-۱۰- نمودار خطی عناصر در ترانسه ۴

ب- ترانسه شماره ۲ (TR-۲)

این ترانسه بطول ۵۳ متر در زون اسکارن انجیره حفر شده و ۱۲ نمونه از مجموعه نمونه‌های برداشت شده آن، جهت آنالیز ICP ارسال گردیده است. عیار طلا و تنگستن نشانی از کانی‌سازی اقتصادی را در بر ندارند و بیشترین عیار این دو عنصر به ترتیب برابر با ۵۲ ppb و ۸۳ ppm می‌باشد. روند همراهی در کاهش و افزایش عیارها نسبت به طلا در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. مشخص است که همانند ترانسه شماره ۱ غنی‌شدگی اندکی از عناصر، در واحد اسکارنی رخ داده که شواهدی از کانی‌سازی مس همراه با اکسید آهن را نشان داده است. در این نمونه‌ها عناصر سدیم و پتاسیم روند معکوس داشته و افت واضحی داشته‌اند، یکسان بودن عیار در گرانودیوریتها از دیگر مشخصه‌های این ترانسه است. مس تنها عنصری است که عیار آن در اسکارنها غنی‌شدگی نشان می‌دهد.

ج- ترانسه شماره ۳ (TR-۳)

ترانسه شماره ۳ نیز در محدوده اسکارن انجیره و به طول ۲۳ متر حفر شده که ۱۲ نمونه از آن برای آنالیز ICP در نظر گرفته شده است. مقادیر جالب توجهی از طلا و تنگستن در این نمونه‌ها نیز مشاهده نشده است (حداکثر طلا ۱۲۴ ppb و حداکثر تنگستن ۱۰۴ ppm). همانند ترانسه‌های ۱ و ۲ رفتار بسیاری از عناصر به استثناء K و Na تقریباً با عنصر طلا یکنواخت می‌باشد. نمونه‌های نسبتاً پرعیاری از واحد اسکارنی برداشت شده‌اند که در آنها کانی‌سازی مس، اکسید آهن و اکسید منگنز مشاهده شده است. در گرانودیوریتها که در دو سوی دیاگرام قرار دارند هیچگونه آثاری از شواهد کانی‌سازی ثبت نشده است. (شکل ۳-۹)

د- ترانسه شماره ۴ (TR-۴)

این ترانسه با امتداد N۲۰E و بطول ۲۰ متر حفر شده است، ۱۰ نمونه از واحدهای مختلف و با بازه‌های نسبتاً هم‌هنگ در طول ترانسه برداشت شده است. نمودار خطی این ترانسه که در کنار پروفیل آن رسم شده افزایش نسبی مقدار طلا را در واحد اسکارنی نشان می‌دهد، اما این افزایش در حد اندکی است و نمی‌تواند معرف کانی‌سازی اقتصادی طلا باشد زیرا بیشترین مقدار طلا و تنگستن مشاهده شده در این ترانسه به ترتیب برابر با ۱۴۹ و ۳۹۹ ppm می‌باشد. تغییرات عیار عناصر نسبت به عیار طلا، مشابه با ترانسه‌های قبلی است. عیار مس در نمونه ZT۴S-۱۰ در حدود ۲,۱۶٪ است و مس تنها عنصری است که در حد کانی‌سازی در این ترانسه

مشخص شده است. (شکل ۳-۱۰)

۳-۷-۲- بررسی Split box plots در ترانسه‌ها

این بررسی در مجموعه نمونه‌های ترانسه‌ها (۴۷ نمونه) انجام شده و هدف آن بررسی تأثیر لیتولوژی بر تمرکز یا پراکندگی عیار در عناصر مختلف می‌باشد. با این هدف شکل ۳-۱۱ ترسیم شده است. در این ۴ نمودار واحدهای لیتولوژی سه گانه (گرانودیوریت با ۱۶ نمونه، گرانودیوریت آلتیره با ۶ نمونه و اسکارن با ۲۵ نمونه) در محور X و عیار در محور Y بصورت مقیاس لگاریتمی قرار گرفته است. نمودارهای جعبه‌ای (Box plot) معرف چارکهای اول تا چهارم، میانه (Median) (بصورت نوار مشکی در جعبه‌های رنگی) و نمونه‌های خارج از رده (Outlier بصورت علائم O یا X) می‌باشند.

از بررسی این باکس پلاتها مشخص است که پارامترهای آماری معرفی شده در بالا به نحو بارزی در اسکارنها خود را از سایر لیتولوژیها بالاتر نشان میدهند، این تمرکز به حدی است که میانه طلا در اسکارنها از چارک سوم این عنصر در گرانیتوئید آلتیره (GDA) و از حداکثر عیار طلا در واحد گرانیتوئیدی (GD) بطور مشخصی بالاتر است. همین امر در عناصر دیگر منجمله جیوه، نقره، مس، سرب، روی، آرسنیک، بیسموت و قلع و تا حدودی تنگستن نیز مشاهده شده است. در مورد آنتیموان و مولیبدن میانه‌ها در واحدهای اسکارنی و گرانودیوریت آلتیره به یکدیگر نزدیکتر شده است. جدایش واضح جامعه اسکارنی در مورد بسیاری از عناصر اصلی نشان دهنده تمرکز (غنی شدگی) نسبی عیاری (نه به معنی کانی سازی اقتصادی) در واحد اسکارنی است.

میانه بسیاری از عناصر در اسکارنها بالاتر از سایر واحدهاست و تنها میانه عنصر آنتیموان در گرانودیوریت‌های آلتیره اندکی از اسکارنها بالاتر است. در این بررسی و با مشاهده عیار طلا و تنگستن نمی‌توان نشانی از کانی سازی اقتصادی در آنها بدست آورد. (ماکزیمم این دو عنصر که در واحد اسکارنی ثبت شده است به ترتیب ۱۴۹ ppb و ۳۹۹ ppm و میانگین این دو عنصر در همین واحد به ترتیب برابر با ۳۳,۳ ppb و ۸۲,۹ ppm می‌باشد).

در شکل ۳-۱۲ نمودار خطی میانگین عیار عناصر در ترانسه‌ها و در رده بندی لیتولوژی نشان داده شده است.

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۱- باکس پلات نمایش تاثیر لیتولوژی بر تمرکز یا پراکندگی عیار در عناصر مختلف

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۲- نمودار خطی میانگین عیار در لیتولوژی های مختلف در ترانسه ها

۳-۷-۳- نمونه‌های پراکنده سنگی برداشت شده از واحدهای مختلف

با هدف مطالعات مختلف اعم از مطالعات پتروگرافی، آلتراسیون و عیارسنجی مجموعاً تعداد ۴۴ نمونه به صورت پراکنده برداشت و از میان آنها ۲۷ نمونه جهت آنالیز شیمیایی با روش ICP-MS به آزمایشگاه Amdel ارسال گردیده است. در بررسی شرح نمونه‌های برداشتی که در حین عملیات صحرایی توسط کارشناسان مسئول یادداشت شده بود، تقسیم‌بندی‌هایی بشرح زیر را می‌توان در این نمونه‌ها اعمال کرد، هر چند این امر با توجه به بعضی از موارد نمی‌تواند بطور قطعی در نظر گرفته شود.

الف: نمونه‌های برداشت شده از رگه‌های سیلیسی (۹ نمونه) با کد

(Silica V) Silica Vein

ب: نمونه‌های برداشت شده از اسکارنها (۵ نمونه با کد SK)

ج: نمونه‌های برداشت شده از گرانودیوریت‌های فاقد کانی‌سازی (۲ نمونه با کد GD)

د: نمونه‌های برداشت شده از گرانودیوریت‌های کانی‌سازی شده (۲ نمونه با کد Min.GD)

ه. نمونه‌های متفرقه دیگر شامل نمونه‌های برداشت شده از آهک‌های سیلیسی (۱ نمونه)، دایک

دیابازی (۱ نمونه)، نمونه‌های نابرجا Float (۵ نمونه) و نمونه‌های رخنمونهای اکسید آهن (۲ نمونه).

به استثنای نمونه‌های متفرقه سنگی (ردیف ه) سایر نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. البته ذکر این نکته ضروری است که با توجه به تعداد اندک نمونه‌ها در این بررسی‌ها ابتدا میانگین نمونه‌های رده‌های مختلف (الف تا د) و سپس بررسی باکس پلاتهای آنها در دستور کار قرار گرفته است. هرچند تعداد کم نمونه‌ها، اعتبار این بررسی‌ها را نیز بسیار کاهش می‌دهد. در بررسی نمودار خطی تغییرات میانگین در این رده‌بندی مشخص شده که عیار میانگین بطور نسبی در واحد گرانودیوریت مینرالیزه نسبت به سایر واحدها بالاتر است (شکل ۳-۱۳). این امر با توجه به حضور کانی‌سازی قابل رویت در این واحد دور از انتظار هم نبود، اما بایستی به این مطلب اشاره کرد که با توجه به شرح زمین‌شناسی نمونه‌های پراکنده تنها دو نمونه (یکی در منطقه اسکارن انجیره با کد ZS-۱۰ و دیگری در آبراهه‌های یال شمالی کوه حرتوسیا با کد ZSA-۴) از این واحد شناسایی و برداشت شده است. لازم به ذکر است که میانگین عیار طلا در رگه‌های سیلیسی با عیار ۱۳۰ ppb بالاتر از واحد گرانودیوریت کانی‌سازی شده با عیار ۹۰ ppb قرار گرفته است. این میزان عیار طلا نمی‌تواند شواهدی از کانی‌سازی اقتصادی طلا را نشان دهد. همچنین عیار متوسط عنصر سرب نیز بطور نسبی در واحد اسکارنی بالاتر است (۱۹۲ گرم در تن در مقابل ۸۵ گرم در تن). این مقدار عیار نیز نشانی از کانی‌سازی سرب را در بر ندارد.

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۳- نمودار خطی میانگین عیار در لیتولوژی های مختلف در نمونه های سنگی

با توجه به گرایش نمونه برداران به نمونه های کانی سازی شده، شواهد کانی سازی مس، روی، آنتیموان، بیسموت و تا حدودی نقره در حد و اندازه شواهد کانی سازی مشخص گردیده است که این عناصر همگی در واحد گرانودیوریت مینرالیزه و در حد آنومالی مشخص شده اند. اثرات کانی سازی تنگستن به هیچ وجه در این واحدها دیده نشده است (میانگین این عنصر در واحد اسکارنی با میزان ۴۶ ppm). کاهش چشمگیر میانگین بسیاری از عناصر در نمونه های گرانودیوریت مسئله دیگری است که بایستی به آن توجه گردد. این امر در بررسی تراننده ها نیز به اثبات رسیده بود.

در مرحله بعد باکس پلات نمونه های پراکنده مورد ارزیابی قرار می گیرد. مقدار میانه عناصر Sb، Sn، Pb، Zn، Cu، Bi، As، Ag، Au، در گرانودیوریت های مینرالیزه بالاتر از سایر واحدهای سنگی است، اما حداکثر مقدار طلا، مس، تنگستن و بیسموت در رگه های سیلیسی دیده شده است. تعداد اندک نمونه ها در واحد گرانودیوریت های مینرالیزه (۲ نمونه) بایستی مد نظر باشد. شکل ۳-۱۴ نمودارهای باکس پلات نمونه های سنگی پراکنده را نشان می دهد.

۳-۷-۴- رگه های سیلیسی و نقش آنها در تمرکز کانی سازی ها

بر اساس شرح نمونه برداری کارشناسان در حین عملیات نمونه برداری و تهیه نقشه زمین شناسی رگه های سیلیسی متعددی در سطح منطقه شناسایی شده و موقعیت آنها در نقشه مشخص گردیده و بعضاً نمونه برداری شده اند. شواهدی از رگچه های سیلیسی و سینه کارهای معدنی سیلیس در بخش شرقی منطقه و شواهدی از رگه های سیلیسی در بخشهای شمال شرقی و شمالی و مرکزی و شمال قلعه علیمرادخان دیده و ثبت شده است. ۹ نمونه که در شرح آنها به رگه های سیلیسی و پدیده سیلیسی شدن اشاره شده بود انتخاب و مبنای بررسی عیارها در شاخه رگه های سیلیسی قرار گرفت. سه نمونه از این ۹ نمونه در منطقه اسکارن انجیره و بقیه بطور پراکنده از شواهد سیلیسی دیگر در سطح منطقه برداشت شده است.

در نمودارهای خطی که براساس عیار ردیف شده طلا ترسیم شده است (شکل ۳-۱۵) همراهی نسبی عیاری و روند نسبتاً مشابه در عناصر مس، روی، سرب و مولیبدن دیده می شود. با توجه به حداکثر مقادیر طلا (۵۴۶ ppb در نمونه ZSA-۲۰) و حداکثر مقدار تنگستن (۲۰۸ ppm) در نمونه ZS-۱۹ در این نمونه ها باز هم نشان چندانی از کانی سازی معنی دار و ارزشمند بدست نیامد. نمونه حاوی بیشترین مقدار طلا در اصل کمترین مقدار تنگستن را نشان داده و همراهی چندانی در مسیر کاهش یا افزایش عیار بین طلا و تنگستن مشاهده نشده است. در نمودار بعد بهترین همراهی را عنصر نقره و پس از آن تا حدودی آرسنیک و جیوه نشان داده است. مقادیر بالای عناصری چون بیسموت،

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



مس، آرسنیک، روی، نقره و آنتیموان جالب توجه بوده است.

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۴- نمودارهای باکس پلات نمونه های سنگی پراکنده

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۵- نمودارهای خطی بر اساس عیار ردیف شده طلا در رگه های سیلیسی

۳-۸- جمع‌بندی تمام اطلاعات در محدوده سامن

فراگیرترین داده‌های اکتشافی از نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین بدست آمده است، این روش با توجه به توزیع مکانی مناسب و ویژگیهای درخور در راستای اکتشاف کانیهای سنگین بویژه عنصر طلا کاربرد زیادی دارد. اما با توجه به نیمه کمی بودن نتایج آن، تلفیق همزمان آن با نمونه‌های ژئوشیمیایی می‌توانست کارآیی آنرا به مراتب افزایش دهد که متأسفانه در این پروژه برداشت نمونه‌های ژئوشیمی بنا به موارد منعکس شده در شرح خدمات در اولویت اکتشافی قرار نگرفته بود. در نقشه نمونه‌برداری (شکل ۳-۱) مشخص شده که علاوه بر برداشت ۱۰۰ نمونه کانی‌سنگین تعدادی نمونه سنگی عمدتاً مینرالیزه (۲۷ عدد) و تعدادی نمونه برای تهیه مقطع صیقلی (مقاطع ۹ نمونه) نیز برداشت شده است. در این بخش سعی شده اطلاعات حاصله از نمونه‌های سنگی (مقاطع صیقلی و نمونه‌های مینرالیزه) با اطلاعات کانیهای سنگین مقایسه شده و علل انطباق با عدم انطباق نتایج را پی جویی نمائیم.

بدیهی است که بررسی مذکور در مناطقی انجام میشود که مجموعه این اطلاعات را در بر داشته باشد. به عبارت دیگر در مناطقی که علاوه بر اطلاعات کانیهای سنگین، اطلاعات ارزشمند دیگری نیز از محیط سنگی (نمونه‌های مینرالیزه و نمونه‌های صیقلی) در دسترس باشد این بررسی و مقایسه جنبه عملی بخود می‌گیرد. در شش منطقه از سطح محدوده سامن شرایط مذکور تا حدودی مهیا بوده که در زیر به شرح آنها پرداخته خواهد شد. محدوده این مناطق در شکل ۳-۱۶ مشخص شده است. قابل ذکر است که مقادیر فلزات پایه به شدت در این مناطق متغیر نشان داده‌اند. هرچند مقادیر این فلزات (Base metals) نقش چندانی در راهنمای اکتشافی و مشخصه‌های ژئوتیکی در بر ندارد (Blevin ۲۰۰۵).

۳-۸-۱- منطقه اول: شمالغرب کوه حر توسیا

در این منطقه در آبراهه نمونه ZSH-۶۶ ۷ ذره طلا دیده شده است. در ادامه این آبراهه بسمت شمال در آبراهه ZSH-۷۰ ۲ ذره، و در فرو دست آن در ZSH-۸۵ یک ذره طلا دیده شده است. در بررسی و کنترل این منطقه در فرا دست نمونه ZSH-۶۶ که از واحدهای هورنفلسی و گرانودیوریتی سرچشمه گرفته تعداد ۴ نمونه سنگی جهت آنالیز ICP برداشت گردیده است. طلا در این چهار نمونه از حداقل ۰,۵ تا حداکثر ۱۱۸ ppb و تنگستن از حداقل ۱۰۳ تا حداکثر ۱۸۹ ppm عیارسنجی شده است که نشانی از کانی‌سازی اقتصادی را در بر ندارد. بر عکس، شواهد ناهنجاری عناصر مس، نقره و تا حدودی آرسنیک، بیسموت و آنتیموان یافت شده است. در جدول ۳-

۵ محدوده های عیاری عناصر مهم (طلا، تنگستن، سرب، روی و مس و مولیبدن) در محیط های سنگی و محیط نمونه برداری کانی های سنگین و نمونه های مقاطع صیقلی (در صورت برداشت و تهیه) در این منطقه بررسی گردیده است. در این محدوده نمونه ای برای تهیه مقطع صیقلی برداشت نشده است.

جدول ۳-۵- دامنه تغییرات کانی ها / عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۱

Media Element/Mineral		H.M.C	Rock Samples- ICP (Partly Mineralized)	Comments
Au/Gold		۰,۰۱-۰,۰۱ ppm (۱-۷ gold grains)	۰,۵-۱۱۸ ppb	H.M.C.Rank: ۱ Rock sample Rank: ۷
W/Scheelite		۶,۶-۱۶,۲ ppm	۱۰۳-۱۸۹ ppm	H.M.C.Rank: ۹ Rock Sample Rank: ۶
Pb, Zn	Pb	۰,۰-۰,۰۲ ppm	۵,۷-۲۳۴ ppm	
	Zn		۵۰,۳-۱۲۰۰ ppm	
Cu, Mo	Cu	۰,۰-۰,۰۱ ppm	۱۳,۴-۱۶۷۰ ppm	
	Mo		۰,۵-۲۱,۹ ppm	
No. of samples		۳	۴	

عدم تشخیص مناسب کانی های مس، سرب و روی در نمونه های کانی های سنگین می تواند ناشی از دلایل زیر باشد:

الف: عدم تغذیه مناسب حوضه با توجه به رخنمون اندک کانی سازی.

ب: فاصله زیاد نمونه های کانی سنگین تا منشأ.

ج: آماده سازی نامناسب کانی های سنگین در حین لاوک شویی (لاوک بزرگ و کوچک).

۳-۸-۲- منطقه دوم: شمال شرق کوه حر توسیا

در این منطقه در آبراهه نمونه ZSH-۲۴ سه ذره طلا و حدود ۱۴,۴ ppm شلیت در نمونه های کانی های سنگین دیده شده است. در ادامه این آبراهه بسمت شمال نمونه ZSH-۲۲ نیز برداشت شده که هرچند ذره طلا در آن دیده نشده اما مقدار ۹,۶ ppm شلیت، این نمونه را در رده دوم اهمیت از لحاظ تنگستن قرار می دهد.

در فرادست این نمونه ها دو نمونه سنگی (ZSA-۹ و ZSA-۱۰) برداشت و برای آنالیز ICP ارسال گردیده است. مقایسه نتایج آن در جدول ۳-۶ ارائه شده است.

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۶ - موقعیت محدوده های شش منطقه حاوی بیشترین داده اکتشافی از سطح محدوده سامن

جدول ۳-۶- دامنه تغییرات کانی ها/ عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۲

Media		H.M.C	Rock Samples- ICP (Partly Mineralized)	Comments
Element/Mineral				
Au/Gold		۰,۰۱ - ۰,۰۱ ppm (۰ - ۳ gold grains)	۰,۵ - ۸۲ ppb	H.M.C.Rank: ۵ Rock sample Rank: ۱۱
W/Scheelite		۹,۶ - ۱۴,۴ ppm	۰,۳ - ۹,۶ ppm	H.M.C.Rank: ۱۰ Rock Sample Rank: ۶
Pb,Zn	Pb	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm	۴,۹ - ۲۹,۶ ppm	
	Zn		۸۵,۸ - ۱۸۱ ppm	
Cu,Mo	Cu	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm	۳۲,۷ - ۶۵۰۰ ppm	
	Mo		۰,۳ - ۲ ppm	
No. of samples		۲	۲	

۳-۸-۳- منطقه سوم: شمالشرق قلعه علیمراد خان جنوب چشمه نظر

در این منطقه در دو آبراهه که با روند شرقی- غربی در واحدهای گرانودیوریتی و شیست گسترده شده‌اند ۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده است. در پی آن دو نمونه سنگی (ZSA-۲۰ و ZSA-۲۱) از فرادست آبراهه ZSH-۱۴ برداشت شده است. در دو نمونه از نمونه‌های کانی سنگین (ZSH-۱۴، ۱۵) هر کدام دو ذره طلا مشاهده شده و شلیت در این نمونه‌ها از حد بسیار اندک ۰,۰۱ تا ۰,۶ گرم در تن ثبت شده است.

مقادیر اندکی از کانیهای سرب و روی (در حد pts) در این نمونه یافت شده و اثراتی از کانیهای مس نیز ثبت نشده است. بیشترین مقدار طلايي که در نمونه‌های سنگی یافت شده به میزان ۵۴۶ ppb در نمونه ZSA-۲۰ ثبت شده که از فرادست نمونه‌های کانی سنگین و از برو نزد رگه‌های سیلیسی برداشت شده است. در این نمونه حدود ۱,۴٪ مس، ۹۶۷ ppm آنتیموان، حدود ۱۰ ppm نقره و ۸۶۰ گرم در تن ارسنیک نیز عیار سنجی شده است. اما میزان تنگستن آن کمتر از ۰,۱ ppm گزارش شده است.

از این رگه یک نمونه مقطع صیقلی نیز تهیه شده که در آن حدود ۰,۵٪ حجمی کالکوپیریت مشاهده شده و همراه با آن، پیریت و هیدروکسید آهن و کولین نیز دیده شده است. جدول ۳-۷ ویژگیهای این منطقه را نشان می‌دهد. انطباق نتایج کانی سنگین و نمونه‌های مینرالیزه در ثبت طلا، سرب و روی و عدم وجود تنگستن (یا شواهد بسیار ضعیف از آن) قابل توجه است. اما عدم یافتن کانیهای از

مس در نمونه های کانی سنگین به احتمال زیاد می تواند ناشی از آماده سازی نمونه ها باشد.

جدول ۳-۲- دامنه تغییرات کانی ها / عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۳

Media Element /Mineral	H.M.C	Rock Samples- ICP (Partly Mineralized)	Polish Section	Comments
Au/Gold	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm (۰ - ۲ gold grains)	۵۴۶ ppb	-	H.M.C.Rank: ۷۸ Rock sample Rank: ۱
W/Scheelite	۰,۰۱ - ۰,۶ ppm	۰,۱ ppm	-	-
Pb, Zn	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm	Pb ۱۶,۵ ppm	-	-
		Zn ۱۹,۳ ppm		
Cu, Mo	-	Cu ۱۴۳۰۰ ppm	Chp(۵۰%) Py-Cov	-
		Mo ۳,۱ ppm		
No. of samples	۴	۱	۱	-

Chp= Chalcopyrite, Py =Pyrite, Cov =Covellite

۳-۸-۴- منطقه چهارم: شرق قلعه علیمراد خان - جنوب محدوده مورد مطالعه

این منطقه وسیعترین منطقه ای است که با این هدف مورد بررسی قرار می گیرد. در این منطقه چهار نمونه کانی سنگین و در پی آن ۵ نمونه سنگی برای آنالیز ICP و همچنین سه نمونه برای مقطع صیقلی برداشت شده است.

بخش عمده ای از منطقه را شیست، آهک و متاسندستون می پوشاند، در جنوب آن نیز برونزدهای فیلیت، اسلیت و شیست مشاهده شده است. در دو نمونه از نمونه های کانی سنگین هر کدام یک ذره طلا یافت شده و اثرات ضعیفی از شلیت (در سه نمونه در حد Pts) نیز مشاهده شده است. نمونه های سنگی این منطقه نشانی از طلا و تنگستن در بر نداشته و کانی سازی دیگری را نیز معرفی نکرده اند. در نمونه های مقطع صیقلی نیز عمدتاً شواهدی از هیدروکسیدهای آهن، منیتیت و اکسید منگنز یافت شده و در یکی از آنها پیریت نیز مشاهده شده است. جدول ۳-۸ ویژگی های این نمونه ها را نشان می دهد.

جدول ۳-۸- دامنه تغییرات عناصر/کانی ها در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۴

Media Element /Mineral	H.M.C	Rock Samples- ICP (Partly Mineralized)	Comments
Au/Gold	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm (۱ gold grain)	۰,۵-۸ ppb	H.M.C.Rank: ۱۳
W/Scheelite	۰,۰۱ - ۰,۰۱ ppm	۰,۱-۱ ppm	-
Pb, Zn	۰,۰۱ - ۰,۰۲ ppm	Pb ۳,۲-۹۶,۸ ppm	-
		Zn ۹,۷-۸۹۶ ppm	
Cu, Mo	۰,۰ - ۰,۰۱ ppm	Cu ۱۲,۴-۲۸۵ ppm	-
		Mo ۰,۸-۷,۵ ppm	
No. of samples	۴	۵	-

۳-۸-۵- منطقه پنجم: اسکارن انجیره

در منطقه اسکارن انجیره عمده ترین فعالیت اکتشافی، حفر ترانشه ها و نمونه برداری از آنها بوده که در مبحث مربوطه به تفصیل به آن پرداخته شد. هدف عمده در این مرحله، بررسی نمونه (نمونه های) کانی سنگین و نمونه های سنگی است.

از سرشاخه هایی که بطور مستقیم از اسکارن ها گذر کرده اند نمونه کانی سنگین ZRT-۹۳ برداشت شده است. سرشاخه هایی که از شمال، اسکارن ها را قطع می کنند به آبراهه بزرگی می پیوندند که در خروجی آن (که فاصله نسبتاً زیادی را هم با برونزد اسکارن ها دارد) یک نمونه کانی سنگی (ZSA-۷۹) برداشت شده است. نمونه های سنگی به تعداد ۵ عدد با آنالیز ICP و نمونه های مقطع صیقلی به تعداد ۴ عدد، مجموعه اطلاعات دیگری هستند که در این منطقه جمع آوری شده اند.

نمونه کانی سنگین ZRT-۹۳ تنها حاوی مقادیر اندکی در حد (Pts) از مالاکیت، کروندوم و پیرولولزیت و شلیت و مقادیر نسبتاً جالب توجهی از پیریت اکسید است و نمونه کانی سنگین ZSA-۷۹، شواهد اندکی را از شلیت (۰,۱۸ppm) نشان داده ولی اثری از طلا و سایر کانیهای ارزشمند در آن یافت نشده است. در نمونه های مینرالیزه (۵ نمونه) طلا در حد ۲۶-۱۱۴ppb و تنگستن نیز از حداقل ۲,۷ppm تا حداکثر ۲۰۸ppm عیارسنجی شده است که فاصله زیادی را تا حد عیارهای اقتصادی نشان می دهند، اما مقادیر عناصر دیگر منجمه As, Zn, Ag, Cu و Bi در حد قابل توجهی گزارش شده اند.

در نمونه های مقاطع صیقلی (۴ نمونه) شواهد کانی سازی مس، هیدرواکسیدهای آهن، پیریت و در مقادیر مختلف ثبت شده است. جدول ۳-۹ مشخصه نمونه های این منطقه را نشان میدهد.

جدول ۳-۹- دامنه تغییرات کانی ها / عناصر در آنالیز ICP و مطالعه کانی سنگین در محدوده شماره ۵

Media Element / Mineral		H.M.C	Rock Samples- ICP (Partly Mineralized)	Polish Section	Comments
Au/Gold		-	۲۶-۱۴۴ ppb	-	Rock Sample Rank: ۴
W/Scheelite		۰,۰۱-۰,۱۸ppm	۲,۷-۲۰۸ ppm	-	-
Pb, Zn	Pb	-	۴۷,۹-۶۷۹ ppm	-	Pb Rock Sample Rank:۱
	Zn		۶۱۸-۹۵۹۰ ppm		Zn Rock Sample Rank:۱
Cu, Mo	Cu		۳۴۳۰-۱۳۴۰۰ ppm	Chp-Bo- Cov	Cu Rock Sample Rank:۴
	Mo	۰,۰۱ ppm	۱,۳-۱۵,۶ ppm		Mo Rock Sample Rank:۷
No. of samples		۲	۵	۴	-

Chp= Chalcopyrite, Bo =Bornite, Cov =Covellite

عیار بسیار بالای عناصر سرب، روی و مس در نمونه های مینرالیزه این منطقه، ویژگی اسکارن انجیره را بیان می کند، اما بر اساس این اطلاعات این اسکارن طلا دار نبوده و مقادیر تنگستن آن نیز در حد کانساری غنی شدگی نشان نداده است.

۳-۸-۶- منطقه ششم: منطقه شمال سراب سامن - شمال شرق محدوده مورد مطالعه

این منطقه جزء مناطق گسترش یافته جهت تهیه نقشه زمین شناسی منظور شده و تعریفی برای برداشت نمونه های کانی سنگین در آن صورت نگرفته است، بنابراین از این منطقه اطلاعاتی از نمونه های کانی سنگین در دسترس نیست.

در بررسی و پیمایش کارشناسان در این منطقه سه نمونه مینرالیزه جهت آنالیز ICP (ZS-20، ZS-21 و ZS-22) برداشت شده است. نمونه اول از یک اسکارن و نمونه های دوم و سوم از رگه های سیلیسی برداشت شده است. آنچه که باعث انتخاب این محدوده گردید مقدار نسبتاً بالای طلا در نمونه ZS-21 (در مقایسه با سایر نمونه های سنگی) بوده که عیار آن در نمونه های سنگی در ردیف دوم قرار گرفته است. در همین نمونه ۷,۹۸٪ مس نیز عیارسنجی شده است که بیشترین مقدار مس در نمونه های سنگی است، نقره در این رگه سیلیسی نسبتاً قابل توجه بوده است (۸,۶۶ppm) اما اثری از تنگستن در نمونه های مذکور دیده نشده است.

۹-۳- تعیین محدوده های مستعد (اولویت بندی) کانه زایی بر پایه معیارهای ژئوشیمیایی

با جمع بندی کلیه اطلاعات اعم از نتایج کانیهای سنگین، نمونه های ترانشه ها، نمونه های پراکنده و تاثیر لیتولوژی بر تمرکز کانی سازی، مناطق مستعد در محدوده پروژه بشرح زیر معرفی میشوند. (شکل ۳-۱۷)

۱) منطقه مرکز - شمال

این منطقه که عمدتاً همپوشانیهای محدوده های ناهنجار کانی سنگین طلا (بصورت خط ممتد) و شئلیت بصورت خط چین را در بر گرفته وسعتی در حدود ۱۴/۵ کیلومتر مربع را در بردارد. بخش مرکزی آن عمدتاً توسط هر دو کانی ارزشمند و بخشهایی از شرق، غرب و جنوب تنها توسط یکی از این دو کانی معرفی شده است.

در این منطقه طلا در ۱۲ نمونه (از ۲ ذره تا ۷ ذره) و شئلیت در ۱۶ نمونه در مقادیر (۱-۱۵۳ppm) یافت شده است. از سایر کانیهای سنگین می توان کانیهای گروه مس، سرب، روی و همچنین بیشترین مقادیر هماتیت، پیرولوزیت، باریت و زیرکن و مقادیر قابل توجهی از گارنت و مگنتیت را نام برد. اورپیمنت، سینابر، کاسیتريت و پیریت اکسید از سایر کانیهای ارزشمندی است که در این منطقه در تعداد اندکی از نمونه ها مشاهده شده اند.

بخشی از نمونه های مینرالیزه (۱۲ نمونه) در این منطقه برداشت شده که از میان آنها می توان به عیارهای ۱,۶۷٪ مس، ۰,۱۲٪ روی، ۱۱۵۰ppm ارسنیک، ۲۱۰۰ppm آنتیموان، ۲۲۷ppm بیسموت، ۵۳ppm نقره و ۱۱۸ppb طلا اشاره کرد.

یک نمونه مقطع صیقلی در این منطقه (ZS-13) حدود ۲٪ کالکوپریت را در مقطع نشان داده

است. بخش عمده ای از لیتولوژی این منطقه را هورنفلس ها پوشانده اند. در شمالغرب محدوده هایی از شیست و در جنوب رخنمون هایی از توده گرانیتی، گرانودیوریتی، مرمر و متاسندستون مشاهده شده است.

(II) منطقه شمالشرق قلعه علیمراد خان

این محدوده بطور کامل در توده نفوذی واقع شده و سه کانی سنگین که هر کدام از آنها حاوی دو ذره طلا بوده اند عامل اصلی انتخاب این منطقه بوده است. علاوه بر آن یک نمونه مینرالیزه (نمونه ZSA-20) با مقدار $Au=546ppb$ ، $As=869ppm$ ، $Cu=1.4\%$ ، $Sb=967ppm$ و یک نمونه مینرالیزه که برای مقطع صیقلی انتخاب شده (نمونه ZSA-21) با مقدار 50٪ کالکوپیریت در مقطع و مقادیری از پیریت، کولین و اکسیدهای آهن از جمله عوامل دیگر در انتخاب این منطقه بوده اند. مساحت تقریبی این منطقه 1/9 کیلومتر مربع است. دو بروزد کوچک از اسکارن در شرق منطقه مشخص شده اند.

(III) اسکارن انجیره

شرح کامل ترانشه های حفر شده در منطقه اسکارن انجیره در سر فصل 3-7-1 آمده، همچنین این منطقه بعنوان یکی از مناطق حاوی مجموعه ای از اطلاعات در سر فصل 3-8-6 نیز معرفی شده است. در اینجا محدوده اسکارن انجیره با توجه به وجود دو نمونه طلا دار با گسترش به سمت شمالغرب و جنوب شرق انتخاب شده است. نمونه های مینرالیزه برداشت شده از این منطقه (5 نمونه) مقادیری از طلا (حداکثر 144ppb)، نقره (حداکثر 53ppm)، ارسنیک (حداکثر 635ppm)، بیسموت (حداکثر 2130ppm)، تنگستن (حداکثر 208ppm)، مس (حداکثر 1.34%) و .. را نشان داده اند. در این محدوده چهار مقطع صیقلی نیز تهیه و مطالعه شده که در آنها کالکوپیریت تا حداکثر 2٪ به همراه مقادیر کمتری از بورنیت و کولین همراه با پیریت، مالاکیت و مگنتیت مشاهده شده است. نمونه های کانی سنگین در این منطقه شواهد جالبی از شلیت را نشان نداده اند. سطح این منطقه برابر با 1/8 کیلومتر مربع است که در مرکز از اسکارن و در شمالغرب از واحدهای نفوذی گرانیتی گرانودیوریتی و در جنوب شرق از شیست تشکیل شده است.

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



شکل ۳-۱۷- مناطق مستعد کانی زایی در محدوده پروژه

(IV) منطقه شرق علیمرادخان

لیتولوژی این محدوده را عمدتاً مرمر (TR^L) در بخش غربی و شیست در بخش شرقی تشکیل داده است، در این منطقه ۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده که در دو نمونه در هر کدام یک ذره طلا یافت شده است. حداکثر مقدار پیریت لیمونیت در یکی از این دو نمونه یافت شده است. اثراتی از کاسیتريت، کربنوم و پیریت اکسید نیز در نمونه‌ها یافت شده است. بیشترین مقدار سینابر نیز در این منطقه مشاهده و ثبت شده است. وسعت این محدوده در حدود ۲/۵ کیلومتر مربع می‌باشد. در این منطقه ۵ نمونه سنگی جهت آنالیز ICP و سه نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی نیز برداشت شده است اما در آنها نشانی از کانی‌سازی طلا و تنگستن مشاهده نشده است.

(V) منطقه شمال سراب سامن

حوضه انتخابی در این منطقه بصورت کامل در توده نفوذی سراب سامن دارد. هر چند اطلاعاتی از محیط کانیهای سنگین آن بعلاوه عدم نمونه‌برداری در دست نیست اما سه نمونه مینرالیزه برداشت شده از اسکارنها و رگه‌های سیلیسی شواهد امیدوار کننده‌ای را نشان داده‌اند. مقدار مس (۷,۹۸٪) و طلای نسبتاً جالب توجه در نمونه ۲۱-ZS (۵۲۳ ppb) و میزان نسبتاً جالب توجه نقره (۸,۶۶ ppm) باعث گزینش این منطقه شده است.

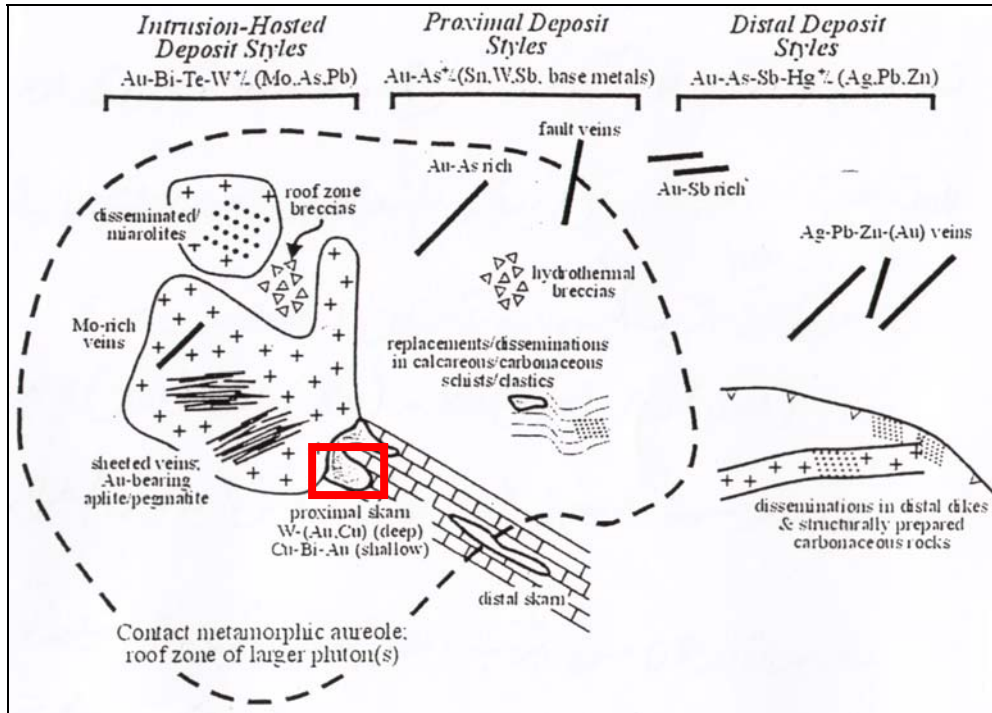
۳-۱۰- مدل ژئوشیمیایی کانی سازی طلا در منطقه

بحث و بررسی نهشته های طلای وابسته به گرانیت ها (Granite-related gold deposit) که در ایالت های فلز زائی قلع و تنگستن قرار دارند در دهه اخیر در مرکز مباحث صاحب نظران قرار گرفته است. مقایسه فیما بین این نهشته ها و ذخایر طلای مرتبط با کوهزایی (Orogenic Au deposit) بویژه در چگونگی تفریق آنها بخش عمده ای از این مباحث را شامل شده است (T. Baker et al. ۲۰۰۵). اطلاعاتی که منجر به شناخت بیشتر و تعیین خاستگاه و ژنز این نهشته ها و نهایتاً تعریف مدل ژئوشیمیایی آنها بر اساس الگوهای شناخته شده در سرتاسر دنیا شده شامل موارد زیر می باشد.

- سن توده های نفوذی و فعالیتهای هیدروترمالی
- شناخت عمق جایگیری و گسترش جانبی کانی سازی در ارتباط با توده نفوذی با استفاده از روابط عناصر در محاسبات آماری.
- تکیه بر مطالعات ایزوتوپی، عناصر Trace و آنالیزهای چند عنصری برای مدلسازی متالورژی
- بررسیهای ساختاری (Structural) ناحیه ای در راستای شناخت نحوه جایگیری توده ها و رگه های معدنی.
- مدل زمین شناسی و اکتشافی نهشته های مرتبط با توده نفوذی در شکل ۳-۱۸ و بر اساس مطالعات زیادی به انجام رسیده است. (Mc Coy et al. ۱۹۹۷, Thompson et al. ۱۹۹۹, Hart et al. ۲۰۰۰, Lang et al ۲۰۰۰, Newberry ۲۰۰۰)
- ویژگی اصلی این مدل تغییرات عمقی و جانبی محیط کانی سازی است که متاثر از نوع نهشته، مجموعه فلزی موجود در هر نهشته و ترکیب سیالات هیدروترمال می باشد (Long JR., Baker T ۲۰۰۱).

اساس پروژه اکتشافی اخیر بر مبنای اکتشافات ژئوشیمیایی با تکیه بر برداشت و مطالعه کانیهای سنگین نهاده شده و برداشت نمونه های مینرالیزه که بطور پراکنده انجام شده در اصل بعنوان فاز فرعی پروژه شناخته شده است. در حین بررسیها و مطالعات در فصل سوم مجموعه تمام داده ها بکار گرفته شد تا بتوان به نتایجی همچون معرفی مناطق امید بخش رسید. اما مشخص است که از نتایج کانیهای سنگین در زمینه تخمین مدل ژئوشیمیایی نمی توان سود برد و بنابراین از نمونه های مینرالیزه و پراکنده ای که در منطقه برداشت شده برای این منظور (شناخت نسبی در مورد مدل ژئوشیمیایی کانی سازی) استفاده شده است.

برای اینکه موقعیت کانی‌سازی‌های مشخص شده در منطقه سامن بر اساس شکل ۳-۱۸ تعریف شود ابتدا لازم است به مسئله همراهی عناصر ارزشمند در نمونه‌های مینرالیزه پرداخته شود.



شکل ۳-۱۸ مدل شماتیک اکتشافی و زمین‌شناسی برای نهشته‌های طلا وابسته به توده‌های نفوذی

۳-۱۰-۱- همراهی عناصر ارزشمند در نمونه‌های مینرالیزه

همانگونه که ذکر شد مجموعه عناصر فلزی ارزشمند در هر نهشته یکی از ویژگی‌های حیاتی در شناخت مدل تغییرات عمقی و جانبی کانی‌سازی است. لذا برای نتیجه‌گیری بهتر از همراهی عناصر ارزشمند در نمونه‌های سنگی جدول ۳-۱۰ تهیه شده است. در این جدول که نتایج آنالیز بخشی از نمونه‌های سنگی آورده شده است نتایج بر مبنای عنصر طلا ردیف (Sort Descending) شده است. تعداد ۱۰ نمونه از ردیف‌های بالا با رنگ قرمز مشخص شده و بیشترین مقدار هر عنصر بصورت ضخیم (Bold) نمایش داده شده است. از این جدول نتایج زیر قابل ارائه خواهد بود. (عدد درون پرانتز تعداد نمونه‌ها در ردیف ۱۰ تایی و حرف M مشخصه میزان ماکزیمم آن عنصر است).

جدول ۳-۱۰- نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه (ردیف شده بر حسب مقادیر طلا^(*))

Row	SamplID	Lithology	Au(ppb)	Hg	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	Zn	Sn	W
۱	ZSA-۲۰	Silica Vein	۵۴۶	۰٫۲	۹٫۹۴	۸۶۹	۰٫۸	۱۴۳۰۰	۳٫۱	۱۶٫۵	۹۶۷	۱۹٫۳	۰٫۲	۰٫۱
۲	ZS-۲۱	Silica Vein	۵۲۳	۰٫۵۳	۸٫۶۶	۷۸۵	۱۸۸	۷۹۸۰۰	۳۴٫۴	۴۱۶	۶۱٫۳	۱۷۴	۱۰٫۹	۲۰٫۳
۳	ZT&S-۹	SK-Tr	۱۴۹	۱٫۵۸	۶٫۴۳	۹۶٫۶	۱۲۸	۲۶۲۰	۵٫۲	۷۹	۴٫۳	۲۴۵۰	۸٫۵	۱۷۷
۴	ZS-۶	SK	۱۴۴	۰٫۶۶	۵٫۲۹	۶۳۵	۱۱۴۰	۱۲۳۰۰	۱٫۹	۶۷۹	۲۸۴	۷۳۸۰	۳٫۷	۷٫۹
۵	ZTrS-۸	SK-Tr	۱۲۴	۰٫۲۷	۴٫۵۹	۱۵۹	۳۹٫۸	۱۴۰۰۰	۳٫۱	۲۳۴	۷٫۲	۶۸۲۰	۲۱٫۴	۲۱٫۲
۶	ZSA-۵	SK	۱۱۸	۱٫۳۴	۵۳٫۱	۲۷٫۵	۱۲۴	۱۰۵۰۰	۱۹٫۵	۱۷٫۵	۹٫۳	۵۰٫۳	۳٫۲	۱۸۹
۷	ZTIS-۷	SK-Tr	۱۱۵	۲٫۵۴	۱۱٫۶	۱۵۳	۴۲۲	۳۰۳۰	۹٫۳	۲۱۰	۳۶٫۸	۹۸۵۰	۷	۲۹۳
۸	ZSA-۴	Min.Gd	۱۰۱	۰٫۲۷	۴۹٫۱	۱۱۵۰	۲۲۷	۱۶۷۰۰	۲۱٫۹	۱۲۲	۲۱۰۰	۱۲۰۰	۲٫۹	۲٫۱
۹	ZT&S-۱۰	SK-Tr	۹۹	۳٫۴۳	۱۳٫۵	۵۳٫۹	۱۲۴	۲۱۶۰۰	۱۶٫۶	۷۶٫۴	۱۶٫۸	۴۸۲	۶٫۴	۳۹۹
۱۰	ZS-۱۰	Min.Gd	۷۹	۰٫۱۹	۲۲٫۳	۱۹۵	۱۱۱۰	۹۴۲۰	۱٫۳	۴۷٫۹	۳۶٫۸	۹۵۹۰	۶٫۳	۳۶٫۸
۱۱	ZTrS-۶	SK-Tr	۶۴	۱٫۰۱	۴٫۶۷	۲۳۰	۵۶٫۳	۱۱۱۰۰	۷٫۱	۳۶٫۶	۱۰	۶۰٫۸	۱۹٫۲	۷۸٫۴
۱۲	ZTrS-۱۲	SK-Tr	۵۲	۰٫۱۵	۰٫۹۷	۱۸٫۴	۴۷٫۱	۶۹۴	۱٫۵	۶۷٫۶	۱۴٫۵	۴۸۲	۱٫۱	۴٫۹
۱۳	ZTrS-۶	SK-Tr	۴۶	۰٫۴۱	۶٫۰۵	۸۰٫۸	۵۲۴	۲۲۱۰	۲٫۲	۱۱۶	۵٫۶	۹۹٫۱	۵٫۱	۴۴٫۵
۱۴	ZTrS-۷	SK-Tr	۴۴	۱٫۲	۵٫۹۳	۲۲۰	۸۹٫۹	۷۳۴۰	۴٫۷	۲۱۶	۸٫۱	۴۷۵۰	۱۲٫۱	۱۰۴
۱۵	ZS-۱۴	SK	۴۳	۰٫۰۲	۹٫۲۵	۳۶٫۴	۳٫۵	۹۵۱۰	۱٫۵	۱۵	۵٫۹	۴۱۳	۱۵٫۳	۲
۱۶	ZS-۱۹	Silica Vein	۳۷	۱٫۵۹	۹٫۶۷	۴۰٫۲	۳۰۷	۳۴۳۰	۱۵٫۶	۸۴٫۱	۵٫۶	۱۶۰۰	۶٫۵	۲۰٫۸
۱۷	ZS-۱۸	Silica Vein	۲۶	۰٫۴۳	۱٫۲۴	۲۹۴	۲۹٫۹	۱۳۴۰۰	۶٫۱	۳۸٫۷	۸٫۴	۳۴۰۰	۱۲	۶۱٫۹
۱۸	ZS-۱۱	Silica Vein	۲۶	۰٫۱۸	۱۵	۱۲٫۹	۲۱۳۰	۳۵۶۰	۴٫۲	۳۵۴	۱۶٫۱	۶۱۸	۲٫۵	۲٫۷
۱۹	ZT&S-۸	SK-Tr	۱۹	۲٫۲۹	۳٫۱۷	۶۶٫۷	۳۳۷	۱۲۲۰	۱۳	۱۴۴	۱۱٫۱	۴۷۵	۶	۲۳۴
۲۰	ZTrS-۵	SK-Tr	۱۹	۰٫۳۹	۱٫۲۷	۲۵۷	۹۳٫۲	۲۷۱۰	۲٫۳	۲۱۶	۱۲٫۱	۳۴۱۰	۸٫۱	۳۰٫۵
۲۱	ZSA-۶	SK	۱۷	۰٫۲۴	۰٫۷۳	۵۷٫۴	۱۴٫۹	۲۰۴۰	۲٫۸	۲۳۴	۹٫۱	۳۵۵	۰٫۹	۱۷٫۴
۲۲	ZT&S-۵	SK-Tr	۱۶	۱٫۴	۲٫۸۲	۷٫۴	۵۰٫۵	۲۱۳۰	۳۷٫۸	۲۰٫۴	۱۷٫۶	۲۵۵	۶٫۲	۱۱۳
۲۳	ZTrS-۵	SK-Tr	۱۳	۰٫۶۶	۰٫۹۶	۱۲۴	۲۹۵	۱۱۸۰	۴٫۵	۲۰۵	۱۳٫۵	۱۶۹	۶٫۹	۸۳
۲۴	ZTIS-۳	SK-Tr	۱۳	۰٫۱۵	۰٫۱۱	۲۳٫۴	۲٫۵	۳۱٫۳	۴٫۲	۵٫۳	۷٫۳	۶۴٫۵	۰٫۵	۳٫۱
۲۵	ZT&S-۷	SK-Tr	۱۱	۱٫۹۳	۲٫۶۳	۶۰٫۷	۳۶۱	۱۱۱۰	۵٫۸	۱۶۴	۱۷٫۶	۴۸۳	۶٫۷	۱۹۹
۲۶	ZTrS-۴	SK-Tr	۱۰	۰٫۴۴	۷٫۳۷	۹۰٫۲	۸۲٫۹	۳۳۵	۲٫۲	۶۸۹	۶٫۲	۲۰۲۰	۱٫۴	۶٫۹
۲۷	ZS-۲۲	Silica Vein	۷	۰٫۱۳	۰٫۰۷	۶۳۳	۰٫۹	۳۶۹	۵٫۲	۸۹٫۳	۲۴٫۳	۱۸۷	۱٫۴	۱
۲۸	ZTIS-۸	SK-Tr	۶	۱٫۳۴	۰٫۵۷	۲۸٫۸	۱۲٫۶	۲۲۴	۱۳٫۱	۸٫۷	۴٫۷	۹۰٫۷	۱۱٫۶	۱۴۷
۲۹	ZTIS-۱	SK-Tr	۶	۰٫۰۲	۰٫۱۴	۱۳٫۹	۰٫۷	۳۷٫۱	۰٫۸	۵٫۳	۲٫۴	۶۷٫۹	۰٫۴	۱٫۷
۳۰	ZTIS-۶	SK-Tr	۵	۰٫۰۲	۰٫۷۵	۶۳٫۱	۹٫۹	۱۷۷	۵٫۹	۳۸٫۶	۱۵٫۳	۷۹۷	۰٫۷	۰٫۸
۳۱	ZTIS-۲	SK-Tr	۵	۰٫۰۲	۰٫۰۵	۸٫۶	۰٫۲	۱۹٫۹	۰٫۴	۱۷٫۱	۱٫۱	۱۴٫۶	۰٫۳	۰٫۷
۳۲	ZTIS-۵	SK-Tr	۴	۰٫۰۲	۰٫۳۸	۱۹٫۷	۱٫۵	۹۵٫۴	۳٫۱	۲۰٫۱	۳٫۴	۳۹۷	۰٫۵	۲٫۴
۳۳	ZT&S-۶	SK-Tr	۳	۰٫۴۶	۰٫۲۱	۲۱	۱٫۲	۱۱۵	۲٫۵	۸٫۲	۳٫۳	۷۹	۳٫۱	۳۹٫۴
۳۴	ZTrS-۴	SK-Tr	۳	۰٫۱۵	۰٫۴	۶٫۷	۱٫۱	۸۳	۰٫۷	۹۴٫۴	۳٫۴	۹۰٫۶	۰٫۷	۱٫۷
۳۵	ZTrS-۳	SK-Tr	۳	۰٫۰۲	۰٫۱۱	۰٫۲۵	۰٫۵	۸۴٫۹	۰٫۵	۹٫۴	۱٫۴	۶۱٫۴	۰٫۶	۱
۳۶	ZTrS-۹	SK-Tr	۲	۰٫۴۱	۰٫۲۵	۶۷٫۵	۱٫۸	۷۳۲	۲٫۸	۷٫۷	۳٫۸	۶۵٫۶	۱۳٫۷	۳۱٫۹
۳۷	ZSA-۱۱	Silica Vein	۲	۰٫۱	۰٫۱	۵۰٫۵	۰٫۶	۲۳٫۶	۰٫۸	۳٫۲	۱٫۷	۹٫۷	۱٫۱	۰٫۳
۳۸	ZS-۲۰	SK	۱	۰٫۲۱	۰٫۲۴	۲۹٫۶	۱٫۳	۱۱۰	۲٫۹	۱۲٫۶	۷۵٫۷	۸۶٫۲	۹٫۴	۱۲٫۹
۳۹	ZSA-۸	Silica Vein	۱	۰٫۰۵	۰٫۰۷	۲٫۵	۰٫۲	۳٫۹	۱٫۱	۵٫۲	۰٫۷	۲٫۶	۰٫۳	۰٫۷
۴۰	ZSA-۲	Silica Vein	۱	۰٫۰۲	۰٫۷	۳٫۱	۰٫۳	۱۱٫۱	۱٫۱	۱٫۹	۳	۳٫۷	۰٫۴	۰٫۵
۴۱	ZTIS-۴	SK-Tr	۰٫۵	۰٫۱۸	۰٫۰۸	۱۴٫۴	۳٫۱	۲۳٫۸	۳۵٫۳	۱۰٫۶	۲۱٫۶	۱۸۹	۱٫۲	۵

اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن غرب
سامن
«اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده
از نمونه های کانی سنگین»



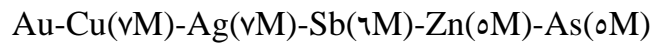
* Red numbers are upper ۱۰٪ and bold one is maximum value

Min.Gd: Mineralized Granodiorite

SK: Skarn

SK-Tr: Skarn in Trench

همراهی مقادیر بالای طلا به ترتیب با عناصر مس، نقره، آنتیموان، روی و آرسنیک است.



طلا با عناصر بیسموت بطور ضعیف (در ۴ نمونه) و با تنگستن (در ۴ نمونه) همراهی دارد.

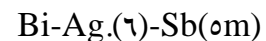
همراهی مقادیر بالای مس به ترتیب با عناصر طلا، آرسنیک و نقره مشخص شده است.



میزان مس در نمونه ZS-۲۱ با حدود ۸٪ قابل توجه است. ده نمونه حاوی بیشترین مقادیر مس

تقریباً همگی بالای ۱٪ مس دارند.

- همراهی مقادیر بالای بیسموت به ترتیب با مقادیر نقره و آنتیموان ثبت شده است.



- و بالاخره همراهی مقادیر بالای تنگستن با جیوه و مولیبدن مشخص شده است.



اگر بتوان به نتایج آنالیز جیوه اعتماد کرد، این عنصر بطور کامل با تنگستن همراهی داشته است.

همانگونه که مشخص است عیار طلا در نمونه‌های رگه‌های سیلیسی

(ZSA-۲۰, ZSA-۲۱) تقریباً بیش از ۳ برابر نمونه‌های ردیف بعد که متعلق به ترانشه اسکارن انجیره

می باشد ثبت شده است.

با توجه به نتایج بدست آمده در مباحث قبلی (بویژه سرفصلهای ۳-۷-۱ و ۳-۷-۲ و

۳-۷-۳ و ۴-۷-۳) محیط اسکارنی و رگه‌های سیلیسی بعنوان محیطهای مناسب کانی‌سازی شناخته

شده و مجموعه اطلاعات جدول ۳-۱۰ نیز همین مسئله را بار دیگر تأیید می‌کند. حال با توجه به عیار

بسیار بالای عناصر مس و روی و عیار نسبتاً بالای طلا و با توجه به اینکه عمده کانی‌سازها در رگه‌های

سیلیسی و محیط اسکارنی بدست آمده و با عنایت به شکل ۳-۱۸ می‌توان کانی‌سازی منطقه سامن را از

نوع کانی‌سازی Proximal skarn و در اعماق کم (با مجموعه عناصر Cu-Bi-Au) شناسایی کرد.

این نوع نهشته‌ها در کنتاکت توده‌های نفوذی و یا در فاصله اندکی از آنها و در محدوده‌هاله دگرگونی

(Metamorphic aureole) قرار دارند.

نهشته‌های رایج این نوع کانی‌سازی شامل اسکارنهای $\text{Cu} \pm \text{Au} \pm \text{W}$, $\text{Cu-Bi-Au} \pm \text{W}$ می

باشد که می‌تواند دربرگیرنده مقادیر کم یا زیادی از سولفیدها بصورت جایگزینی (Replacement)

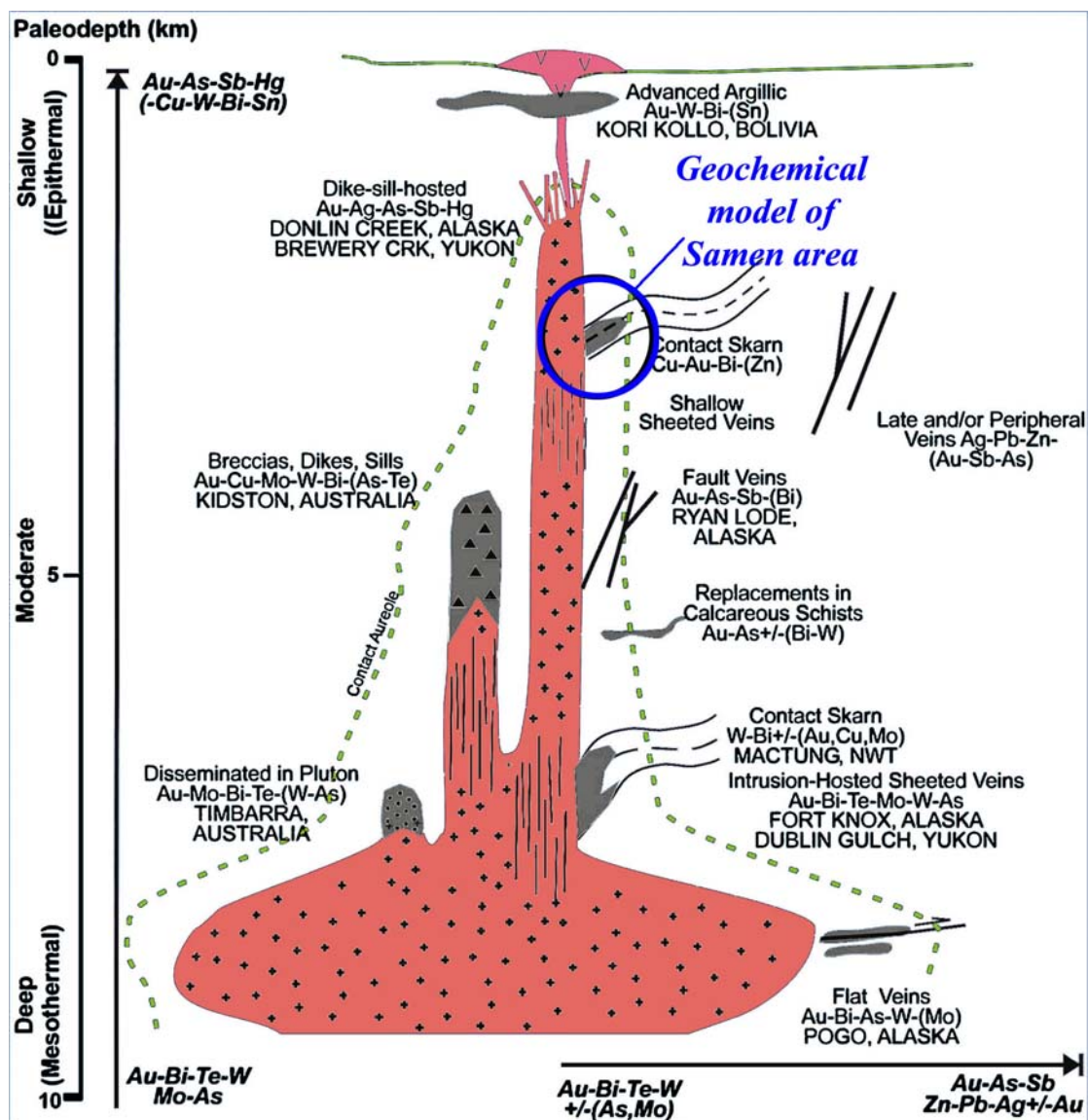
در سنگهای آهکی باشد. این نهشته‌ها می‌توانند حاوی قلع و برش‌ها و دیاتریم (Diatreme-دودکش

آتشفشانی) غنی از مس همچنین رگه‌ها و نهشته‌های پراکنده (disseminated deposits) و در سنگ

میزبان متاسدیمنتتری باشند (Lang and Baker ۲۰۰۱).

در منطقه مورد مطالعه، کانی سازی تنها در اسکارن ها و رگه های سیلیس درون آنها (و یا درون توده نفوذی) بصورت Cu-Bi-Au-Zn (Ag, As, Sb) شکل گرفته است. با توجه به گسترش اندک اسکارن ها و فرسایش بخش عمده ای از آنها شاید عیار بالای مس بتواند تا حدودی جبران گسترش اندک کانی سازی را بنماید.

شکل ۳-۱۹ می تواند همین مدل را در بعد عمقی به نمایش گذارد. در این شکل نحوه توزیع کانسارهای مرتبط با توده نفوذی و کانی سازی های احتمالی در هر نوع به نمایش گذارده شده است.



شکل ۳-۱۹- مدل عمقی و جانبی نهشته های مرتبط با توده های نفوذی
(Baker ۲۰۰۳, Modified from Lang et al., ۱۹۹۹)

فصل چہارم

عملیات مہندسی

اکتشاف

۴-۱- حجم و نوع عملیات

عملیات اکتشافی که می‌بایست در محدوده اکتشافی غرب سامن انجام پذیرد، براساس شرح خدمات قرارداد این پروژه به شرح زیر می‌باشد.

- تهیه نقشه توپوگرافی زمین‌شناسی - معدنی در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ با استفاده از عکسهای هوایی و اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای و تفکیک و برداشت واحدهای لیتولوژی، زونهای دگرسانی و کانی - سازی شده، ساختار تکتونیکی (زونهای برشی، گسله و شکستگیهای اصلی) و زونهای کنتاکت، نمونه - گیری پراکنده از رخنمونها (۲۰ نمونه برای مطالعات آزمایشگاهی).

- نمونه‌گیری لیتوژئوشیمیایی به تعداد ۶۰ نمونه از زونهای دگرسانی، کانی‌سازی و رگه - رگچه‌های مینرالیزه، .. و آنالیز نمونه‌ها در آزمایشگاه معتبر، نمونه‌گیری به صورت لقمه‌ای (Chip Sampling) از رخنمونها و یا در صورت ضرورت با حفاری ترانشه‌های اکتشافی و نمونه‌گیری به صورت شیاری (Channel Sampling) انجام گیرد. وزن هر نمونه بین ۳ تا ۵ کیلوگرم باشد حفاری ترانشه تا ۱۵۰ متر مکعب پیش‌بینی می‌شود.

- آنالیزهای سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی XRD و کانه‌نگاری نمونه‌ها

در زیر به نحوه و حجم اجرای شرح خدمات انجام شده اشاره می‌شود:

برای تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی سامن با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ ابتدا عکسهای هوایی محدوده اکتشافی تهیه شده و بر روی آن عملیات تهیه نقشه انجام شد. در حین تهیه نقشه ۱:۲۰,۰۰۰ و بازدید از منطقه اکتشافی و همفکری با ناظر ارشد طرح، به نظر رسید که تهیه نقشه زمین‌شناسی از حاشیه شرقی محدوده تعیین شده قبلی، در وسعت ۲۱ کیلومتر مربع و نمونه‌برداری از زون اسکارن در مناطق ایرینه سامن و سراب سامن ضروری است. لذا محدوده تهیه نقشه از ۵۶ کیلومتر مربع به ۷۷ کیلومتر مربع افزایش یافت.

نمونه‌برداری لازم از محدوده نیز شامل نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، نمونه‌گیری به صورت لقمه‌ای و شیاری (در ترانشه‌ها) در نظر گرفته شد که بسته به ضرورت و نیازهای اکتشافی نمونه‌هایی برای مطالعات ICP-MS, XRD XRF, مطبق نازک و صیقلی از محدوده اکتشافی سامن تهیه شد. نمونه‌ها در مجموع ۱۰۴ عدد می‌باشد (به شرح جدول ۴-۱) اخذ شدند.

جدول ۴-۱- تعداد و نوع نمونه‌های اخذ شده از محدوده اکتشافی سامن

ردیف	نوع آنالیز	محل نمونه برداری	تعداد
۱	XRD	ترانشه + پراکنده	۹
۲	XRF	ترانشه + پراکنده	۱
۳	ICP-MS	ترانشه + پراکنده + چک آنومالی	۷۵
۴	پولیش	ترانشه + پراکنده + چک آنومالی	۱۰
۵	نازک	ترانشه + پراکنده + چک آنومالی	۹
		مجموع	۱۰۴

در این نمونه برداری‌ها توجه ویژه به زونهای دگرسانی که البته در محدوده اکتشافی بسیار محدود است، صورت گرفت. از کانی‌سازی‌ها و رگه و رگچه‌های کانی‌ساز، واحدهای سنگی و زون‌های اسکارن در غرب، مرکز و شرق و شمال‌شرق محدوده نیز نمونه‌برداری‌های متعددی صورت گرفت. زون اسکارن انجیره در غرب محدوده اکتشافی به دلیل اهمیت زیاد و وجود کانی‌سازی مس در آن مورد توجه خاص قرار گرفته و ۴ رشته ترانشه اکتشافی در آن حفر گردید. که شرح ترانشه‌ها و شرح نمونه‌های مربوط به آنها در ابتدای این فصل آمده است. پس از برداشت نمونه‌ها، این نمونه‌ها جهت مطالعات مورد نظر به آزمایشگاه زرآزما ارسال شد و دیگر نمونه‌هایی که برای مطالعات ICP-MS اخذ شده بودند به آزمایشگاه Amdel استرالیا ارسال شدند و سپس از نتایج بدست آمده در فصول مربوطه استفاده شد.

۴-۲- مکان عملیات

محدوده اکتشافی سامن مابین طولهای جغرافیایی E۲۷۹۸۰۰ و E۲۶۹۸۰۰ و عرضهای جغرافیایی N۳۷۹۲۵۰۰ و N۳۷۸۵۵۰۰ قرار گرفته است. از این محدوده ۷۷ کیلومتر مربعی نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تهیه شد. همچنین در حدود ۱/۵ کیلومتری شمال غرب روستای انجیره و در زون اسکارن انجیره ۴ رشته ترانشه اکتشافی حفر شدند که مختصات ابتدا و انتهای ترانشه‌ها به شرح زیر می‌باشد. موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده اکتشافی در شکل ۴-۱ آمده است.

جدول ۴-۲- مختصات ابتدا و انتهای ترانشه‌های اکتشافی محدوده سامن

ردیف	شماره تراشه	مختصات ابتدای تراشه	مختصات انتهای تراشه	طول (متر)
۱	TR۱	E۲۷۰۹۴۶ N۳۷۸۹۳۳۰	E۲۷۰۹۷۳ N۳۷۸۹۳۶۴	۴۵
۲	TR۲	E۲۷۰۹۰۰ N۳۷۸۹۳۴۷	E۲۷۰۹۳۳ N۳۷۸۹۳۸۷	۵۳
۳	TR۳	E۲۷۰۸۴۲ N۳۷۸۹۴۲۶	E۲۷۰۸۴۲ N۳۷۸۹۴۲۶	۲۳
۴	TR۴	E۲۷۱۱۵۰ N۳۷۸۹۱۶۷	E۲۷۱۱۵۷ N۳۷۸۹۱۸۵	۲۰



شکل ۴-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده اکتشافی

۴-۳- مستندات تهیه شده از عملیات مهندسی اکتشاف

۴-۳-۱- نقشه زمین شناسی - معدنی ۲۰، ۱/۰۰۰ محدوده اکتشافی

نقشه زمین شناسی - معدنی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه جنوب شرق سامن در وسعتی در حدود ۷۷ کیلومتر مربع تهیه شد. در تهیه نقشه زمین شناسی توجه خاص به زونهای اسکارن، توده های نفوذی و حاشیه های دگرگونی آنها و همچنین شناسایی دقیق واحدهای سنگی، آلتراسیون، ارتباط واحدهای زمین شناسی با کانی سازی های موجود صورت گرفت. واحدهای مختلف زمین شناسی مشاهده شده در محدوده اکتشافی شامل:

- واحد آهک دگرگون شده (TRL)

- واحد شیست و ماسه سنگ دگرگون شده (TR SH-S)

- واحد فیلیت، اسلیت و شیست خاکستری (Jph)

- واحد اسکارن (Sk)

- واحد شيست لکه دار (S.sch)

- واحد هورنفلس (H)

- واحد گرانیتوئیدی (gd)

خصوصیات واحدهای زمین شناسی موجود در محدوده نقشه در فصل دوم به تفصیل بیان شده است. در اینجا فقط به عناوین واحدهای مشاهده شده در محدوده اکتشافی اشاره شد.

در حین تهیه نقشه تعدادی نمونه متفرقه جهت انجام آنالیز به روش ICP-MS، مطالعات مینرالوگرافی، پتروگرافی و آنالیز XRD اخذ گردید. نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی نمونه‌های فوق‌الذکر در تهیه نقشه زمین شناسی محدوده مورد استفاده قرار گرفت. همچنین شرح مختصری بر هر کدام از نمونه‌ها در صفحات بعدی بیان شده است.

۴-۳-۲- محدوده‌های اسکارن انجیره، ایرینه سامن، سراب سامن

۴-۳-۱- اسکارن انجیره

اسکارن انجیره در مختصات E ۲۷۰۹۵۹ و N ۳۷۸۹۳۴۱ و در حدود ۲ کیلومتری شمال غرب روستای انجیره قرار دارد. امتداد عمومی رخنمون آن در کنتاکت با گرانیتوئید ۱۱۰ درجه و شیب عمومی آن نزدیک به ۷۰ درجه به سمت شمال می باشد. رخنمون آن حدود ۲۵۰ متر طول و عرض زون اسکارن در حدود ۲۰-۲۵ متر و از طرف کمربائین به مرمر و از طرف کمر بالا به گرانیتوئید تبدیل می شود. بصورت چند لکه پی در پی قابل تعقیب است که قسمتهایی از آن توسط خاک بجا و مرتع پوشیده شده است. این اسکارن با تنوع کانی‌های شاخص آن یعنی گارنت سبز، اپیدوت، کانی‌های اکسیدی و سولفور مس و آهن (سیدریت قهوه ای) مشخص می شود. بافت نواری ظریف و نازک در رخنمون آن دیده می شود. لایه‌های مختلف اسکارن از مرمر خاکستری تا سیلیس به تناوب در زون اسکارن انجیره دیده می شوند. کانی‌سازی مس و آهن در ضخامت و طول محدودی در اسکارن انجیره قابل مشاهده است (ضخامت نزدیک به ۴ و طول چند ده متر). کانی‌های تنگستن، قلع و طلا در آن وجود دارد. نمونه‌های

ZS-۵, ZS-۶, ZS-۱۰, ZS-۱۱, ZS-۱۲, ZS-۱۵, ZS-۱۶, ZS-۱۷ برای تهیه مقطع نازک، مقطع سیقلی و همچنین برای تعیین مقادیر عناصر مختلف مس، قلع، طلا و تنگستن گرفته شد.

برای تشخیص تغییرات لیتولوژی و کانی‌سازی در عرض زون اسکارن، چهار ترانشه TR-۱, TR-۲, TR-۳, TR-۴ جمعاً به طول ۱۴۱ متر عمود بر امتداد لایه بندی در زون اسکارن

انجیره حفر شد تا تغییرات لیتولوژی و کانی‌سازی را در عرض زون اسکارن بتوان مطالعه نمود. همچنین با حفر این ترانشه‌ها دست رسی به سنگ تازه برای برداشت نمونه‌های غیر هوازده نیز میسر گردید. برداشت پروفیل ترانشه‌ها و نمونه‌گیری‌های مربوطه در ضمیمه ۶ نشان داده شده است. با توجه به گسترش محدود کانی‌سازی چه در طول و چه در ستون استراتیگرافی در زون کنتاکت، بنظر می‌رسد که در محل این رخنمون ذخیره قابل توجهی وجود ندارد. از طرف دیگر در همین نقطه اطلاعات مربوط به کانی‌سازی و تجمع کانی‌شناسی نه از نظر اقتصادی بلکه از نظر تشخیص ماهیت ژنتیکی این رخنمون و رخنمونهای احتمالی دیگر دارای اهمیت است. نتایج مطالعات نمونه دستی و نمونه میکروسکوپی محدوده اسکارن انجیره در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.

۴-۳-۲ - اسکارن ایرینه سامن

اسکارن ایرینه سامن در مختصات E ۲۷۸۵۳۴ و N ۳۷۹۱۵۸۹ و در جنوب غرب روستای ایرینه سامن رخنمون دارد. در این محدوده آهکهای تریاس در مجاورت با توده نفوذی اسکارن شده‌اند. طول رخنمون آنها حدود ۲۰۰ متر و عرض آن متغیر ۲۰ تا ۵۰ متر به صورت پیچ‌هایی در امتداد N۵۵W می‌باشد. در این اسکارن کانی‌سازی قابل مشاهده کربناتهای مس اکسیدهای آهن، کوارتز، اپیدوت می‌باشند. کانی‌سازی موجود غالباً در داخل لایه سیلیس قهوه‌ای تا سیاه زون اسکارن مشاهده می‌شود. اپیدوت نیز به وفور در حاشیه سیلیس قهوه‌ای یافت شده، در قسمتهایی هم به صورت رگه‌هایی به عرض ۲ سانتی‌متر مشاهده می‌شود. از این سیلیس قهوه‌ای یک نمونه ZS-۲۱ اخذ گردید که این نمونه برای اطمینان حاصل کردن به نتیجه آن یک بار دیگر نیز با شماره ZS-۲۱S جهت آنالیز به روش ICP-MS به آزمایشگاه ارسال شد. که نتایج طلا و تنگستن در این نمونه‌ها به ترتیب (در نمونه ZS-۲۱) ۲۳/۲۳ ppm و ۳/۲۰ ppm و میزان عیار مس نیز در آن ۷/۹۸ در صد می‌باشد. (در نمونه ZS-۲۱S) ۵۰ ppm و ۳/۴۰ ppm و میزان عیار مس نیز در آن ۶/۲ در صد می‌باشد.

۴-۳-۳ - اسکارن سراب سامن

اسکارن سراب سامن در حدود ۲ کیلومتری جنوب روستای سراب سامن و در مختصات E ۲۷۹۶۸۰ و N ۳۷۸۸۶۵۰ قرار دارد. این اسکارن بسیار کوچک بوده امتداد عمومی آن N۶۵W می‌باشد. در این اسکارن آهکهای تریاس در مجاورت با توده نفوذی کریستالیزه و سیلیسی شده‌اند. کانی‌سازی کربناتهای مس و اکسیدهای آهن در سیلیسهای آن که عمدتاً قهوه‌ای رنگ هستند، مشاهده می‌شود. اپیدوت نیز در آن مشاهده می‌شود در قسمتهایی از این پیچ‌های اسکارنی نیز توده نفوذی گرانیتوئیدی

همراه با کانی‌های اپیدوت، گارنت مشاهده می‌شود. از این اسکارن یک نمونه ۲۵-ZS جهت مطالعات XRD برداشت شد که در آن کانی‌های فاز اصلی شامل هورنبلند، کوارتز و کانی‌های فاز فرعی اپیدوت، کلسیت، آلپیت و ارتوکلاز گزارش شده است.

۴-۳-۳- ساختمان‌های زمین‌شناسی

منطقه مورد مطالعه در محدوده پهنه ساختاری سنندج- سیرجان واقع شده است. وجود مسئله دگرگونی ناحیه‌ای، تکتونیک فعال که سبب ایجاد راندهای متعدد شده و نفوذ توده‌های نفوذی، باعث ایجاد سیستم‌های گسله متعددی که عمدتاً ساختار حلقوی را از خود نشان می‌دهند، شده است. گسله‌ها و شکستگی‌های موجود در محدوده اکتشافی غرب سامن دارای ۳ روند اصلی می‌باشند. در این محدوده روند گسله‌ها عمدتاً شمال‌شرق- جنوب‌غرب است. گسل بزرگ خانه‌آباد در امتداد رودخانه فعلی خانه‌آباد مشاهده می‌شود که روند تقریباً شمال‌غرب- جنوب‌شرق دارد. یک روند شرقی- غربی نیز در محدوده روستای قلعه علیمراد به طرف شرق مشاهده می‌شود که در ادامه گسل خانه‌آباد بوده و روندی شرقی- غربی گرفته است. یک سیستم راندهای نیز در جنوب شرق محدوده اکتشافی در کنتاکت واحدهای ژوراسیک و تریاس مشاهده می‌شود. در زیر به شرح مختصری از گسله‌های اصلی عملکرد و اتباط آنها با کانه‌زایی می‌پردازیم:

- گسل خانه‌آباد

گسل خانه‌آباد با روند عمومی شمال‌غرب- جنوب‌شرق در غرب محدوده اکتشافی مشاهده می‌شود. عملکرد این گسل باعث ایجاد رودخانه خانه‌آباد شده است. این گسل یک گسل امتداد لغز است گرد می‌باشد که باعث جابجایی واحدهای تریاس و توده نفوذی گرانودیوریتی شده است. در قسمت‌هایی از حاشیه این گسل در شمال و شمال‌غرب روستای انجیره، آلتراسیون آرژیلیک توده گرانودیوریتی را تحت تأثیر قراردادده است. به نظر می‌رسد که روند این گسل در حوالی روستای سلطان‌آباد انوج تغییر کرده و روند شرقی- غربی به خود گرفته است. این عملکرد گسل با توجه به مشاهدات و بررسی بر روی عکسهای ماهواره‌ای موجود از محدوده اکتشافی، قابل توجه می‌باشد.

- گسل سراب سامن

گسل سراب سامن از شمال روستای سراب سامن شروع شده و با روندی شمال‌شرق- جنوب‌غرب از جنوب محدوده اکتشافی خارج می‌شود این گسل واحدهای تریاس، ژوراسیک و توده‌های نفوذی گرانودیوریتی را قطع می‌کند.

- گسل غرب حسن کوسج

گسل غرب حسن کوسج از حدود ۱/۵ کیلومتری غرب روستای حسن کوسج شروع شده و با روندی شمالی جنوبی حدود ۳ کیلومتر به طرف جنوب ادامه دارد. این گسل واحدهای تریاس و توده نفوذی گرانیتوئیدی را قطع می کند و چند گسل فرعی با روند شمال غرب- جنوب شرق نیز در انتهای جنوبی در حاشیه این گسل مشاهده می شوند. در چند نمونه کانی سنگین که از آبراهه ایجاد شده توسط این گسل گرفته شده ذره های طلا و تنگستن مشاهده شده است که نقش این گسل را در ایجاد کانی سازی در محدوده نمایان می کند.

- گسل راندگی شرق قلعه علیمراد

این گسل راندگی با شیب کم در حدود ۳ کیلومتری شرق روستای قلعه علیمراد قرار دارد. عملکرد این گسل کم شیب باعث رانده شدن واحدهای آهکی و واحد شیل و ماسه سنگ دگرگونه تریاس روی واحد فیلیت و واحد شیستهای لکه دار ژوراسیک در جنوب شرق محدوده اکتشافی می شود.

۴-۳-۴- ترانسه‌های حفر شده در زون اسکارن انجیره محدوده اکتشافی جنوب غرب سامن و شرح آنها

در محدوده اکتشافی غرب سامن و در شمال غرب روستای انجیره بر روی زون اسکارن انجیره ۴ ترانسه اکتشافی عمود بر امتداد لایه‌بندی حفر گردید. هدف از حفر این ترانسه‌ها تشخیص دقیق تغییرات لیتولوژی و کانی‌سازی در عرض زون اسکارن و همچنین رسیدن به سنگ تازه و غیرهوازده برای نمونه‌برداری جهت مطالعات سنگ‌شناسی - کانی‌شناسی و آنالیز شیمیایی به روش ICP-MS می‌باشد. همانطور که گفته شد در این محدوده ۴ ترانسه حفر شد، TR_۱ به طول ۴۵ متر TR_۲ ۵۳ متر، TR_۳ ۲۳ متر و TR_۴ ۲۰ متر که در مجموع در این محدوده ۱۴۱ متر ترانسه حفر شده است. پروفیل ترانسه‌های حفر شده در ضمیمه شماره ۶ آمده است. در زیر به شرح مختصری درباره هر یک از ترانسه‌ها می‌پردازیم:

- ترانسه TR_۱

ترانسه TR_۱ با امتداد N۳۰E و به طول ۴۵ متر در زون اسکارن انجیره حفر گردید. مختصات ابتدا و انتهای این ترانسه در سیستم UTM به ترتیب N ۳۷۸۹۳۶۴, E ۲۷۰۹۷۳, - E ۲۷۰۹۴۶, N ۳۷۸۹۳۳۰ می‌باشد.

واحدهای لیتولوژی که در این ترانسه مشاهده می‌شوند به ترتیب از ابتدای ترانسه شامل واحد آهک کریستالیزه، واحد اسکارن همراه با کانی‌سازی مس شامل کالکوپیریت، کالکوسیت، مالاکیت، آزوریت، اکسیدهای آهن و واحد گرانیتوئید می‌باشد. از این ترانسه جمعاً ۱۹ نمونه جهت مطالعات سنگ‌شناسی - کانی‌شناسی و آنالیز شیمیایی به روش ICP-MS گرفته شده که ۳ نمونه آن از واحد آهک کریستالیزه (ماربل)، ۱۰ نمونه از زون اسکارن و ۶ نمونه نیز از توده نفوذی اخذ شدند.

تعداد ۱۳ نمونه به شماره‌های ۱-ZT_۱S تا ۱۳-ZT_۱S از این ترانسه جهت مطالعات آنالیز شیمیایی به روش ICP-MS گرفته شد. بیشترین میزان طلا در نمونه ۷-ZT_۱S با ۱۱۵ ppb گزارش شده که در این نمونه میزان تنگستن نیز ۲۹۳ ppm می‌باشد. میزان عیار عنصر مس در این نمونه ۰/۳٪ می‌باشد. متوسط عیار عناصر در کل نمونه‌های این ترانسه شامل طلا ۱۲/۳۸ ppb، مس ۳۵۴/۶۵۳ ppm و تنگستن ۴۰/۹۷۶ ppm می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز به روش ICP-MS برای نمونه‌های ترانسه ۱ در جدول ۴-۳ آمده است.

جدول ۴-۳ نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۱

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----

UNITS	ppb	ppm							
		ZT\S-1	6	116	196	32,7	1140	9810	0	0,14	13,9
ZT\S-2	5	120	204	76,6	600	4950	0	0,05	8,6
ZT\S-3	13	108	1100	126	738	24200	0,15	0,11	23,4
ZT\S-4	0	61	4780	195	4270	37000	0,18	0,08	14,4
ZT\S-5	4	96	5950	234	885	23900	0	0,38	19,7
ZT\S-6	5	118	1540	23,2	1350	8490	0	0,75	63,1
ZT\S-7	115	127	7620	30,9	2750	105000	2,54	11,6	153
ZT\S-8	6	95	3010	131	2360	99600	1,34	0,57	28,8
ZT\S-9	2	17	843	558	3150	27500	0,5	0,44	4,3
ZT\S-10	1	18	1030	575	3210	26000	0,42	0,59	1,5
ZT\S-11	3	24	611	423	3230	26600	0,21	0,09	3,8
ZT\S-12	0	12	654	466	3720	31800	0,13	0,14	0
ZT\S-13	1	35	2910	354	3040	42200	0,25	0,1	4,9

UNITS	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
	ppm									
ZT\S-1	0,7	3,2	37,1	0,8	20	5,3	2,4	67,9	0,4	1,7
ZT\S-2	0,2	1,8	19,9	0,4	14	17,1	1,1	14,6	0,3	0,7
ZT\S-3	2,5	5,2	31,3	4,2	15	5,3	7,3	64,5	0,5	3,1
ZT\S-4	3,1	10,4	23,8	35,3	19	10,6	21,6	189	1,2	5
ZT\S-5	1,5	7,7	95,4	3,1	16	20,1	3,4	397	0,5	2,4
ZT\S-6	9,9	5,7	177	5,9	21	38,6	15,3	797	0,7	0,8
ZT\S-7	422	38	3030	9,3	29	210	36,8	9850	7	293
ZT\S-8	12,6	8	224	13,1	23	8,7	4,7	90,7	11,6	147
ZT\S-9	0,9	9,4	252	2,5	12	8,9	2,3	65,4	1,4	18,3
ZT\S-10	2,5	7,9	345	6,1	14	11,3	4,2	68,1	2,6	35,2
ZT\S-11	0,8	8,7	81	2,9	15	8	3,6	45,1	1,7	8
ZT\S-12	0,9	10,6	175	1,4	12	8	3,1	87,6	1,5	5,3
ZT\S-13	0,9	9,6	119	2	14	6,1	3,7	49,3	2,5	12,2

ترانشه TR2 -

ترانشه TR2 با امتداد N25E و به طول 53 متر در زون اسکارن انجیره حفر گردید. مختصات ابتدا و انتهای ترانشه در سیستم UTM به ترتیب N 3789387, E 270933, N و 270900, E 3789347 می باشد. واحدهای لیتولوژی که در این ترانشه مشاهده می شوند به ترتیب از ابتدای ترانشه شامل رخنمونی از توده نفوذی گرانیتوئیدی، واحد آهک کریستالیزه (ماربل) و واحد اسکارن که در آن کانی سازی کربناتهای مس و اکسیدهای آهن مشاهده می شود، می باشد. ادامه ترانشه نیز در توده

نفوذی حفر شده آثار آلتراسیون آرژیلیک در توده نفوذی مشاهده می‌شود. از این ترانسه ۱۶ نمونه جهت مطالعات سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی و آنالیز شیمیایی به روش ICP-MS گرفته شد. ۹ عدد از نمونه‌ها از واحد گرانودیوریت، ۲ نمونه از واحد آهک کریستالیزه و ۵ نمونه از واحد اسکارن اخذ گردیدند.

بیشترین میزان طلا در این ترانسه در نمونه ۶-ZT۲S (۶۶ppb) و بیشترین عیار تنگستن نیز مربوط به همین نمونه (۴۴/۵ppm) و همچنین بالاترین عیار مس نیز در این نمونه (۲۲/۰٪) گزارش شده است. متوسط عیار عنصر طلا در نمونه‌های ترانسه دو، ۱۰ppb، متوسط عیار مس در این نمونه‌ها ۳۹۰ppm و متوسط عیار تنگستن ۱۴/۹۵ppm می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های ترانسه ۲ به روش ICP-MS در جدول ۴-۴ آمده است.

جدول ۴-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۲

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm							
ZT۲S-۱	۲	۲۰	۵۲۶	۵۱۱	۳۴۷۰	۳۱۳۰۰	۰,۰۷	۰,۰۶	۰
ZT۲S-۲	۲	۱۹	۴۳۴	۴۹۰	۳۴۴۰	۲۷۶۰۰	۰,۱۳	۰,۰۴	۰
ZT۲S-۳	۳	۱۲۶	۲۹۴	۲۸,۱	۱۰۵۰	۸۶۷۰	۰	۰,۱۱	۰
ZT۲S-۴	۳	۱۲۹	۵۸۲	۲۲,۳	۱۵۵۰	۱۴۲۰۰	۰,۱۵	۰,۰۴	۶,۷
ZT۲S-۵	۱۳	۱۲۳	۴۳۹۰	۷۷,۹	۲۷۸۰	۱۰۵۰۰۰	۰,۶۶	۰,۹۶	۱۲۴
ZT۲S-۶	۴۶	۹۳	۴۵۷۰	۵۳,۴	۱۴۱۰	۱۱۱۰۰۰	۰,۴۱	۶,۰۵	۸۰,۸
ZT۲S-۷	۰	۳۱	۷۹۸	۳۶۴	۲۳۷۰	۲۲۶۰۰	۰,۱۴	۰,۰۵	۱,۹
ZT۲S-۸	۰	۱۶	۶۴۱	۵۱۶	۳۴۴۰	۲۸۷۰۰	۰,۱	۰,۱۸	۰
ZT۲S-۹	۰	۱۸	۵۹۹	۵۷۹	۳۱۰۰	۲۶۶۰۰	۰,۱۲	۰,۰۸	۰
ZT۲S-۱۰	۰	۱۷	۵۷۴	۳۷۳	۳۷۰۰	۲۶۷۰۰	۰,۰۵	۰,۰۲	۰
ZT۲S-۱۱	۰	۲۱	۷۱۲	۶۴۷	۳۸۸۰	۳۵۳۰۰	۰,۰۸	۰,۱۱	۰
ZT۲S-۱۲	۵۲	۱۲۶	۳۳۱۰	۵۴,۳	۱۴۵۰	۳۰۴۰۰	۰,۱۵	۰,۹۷	۱۸,۴

	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm									
ZT۲S-۱	۱,۷	۱۳,۳	۸۴,۴	۱,۲	۱۰	۱۰,۱	۵,۱	۵۴,۶	۱,۳	۴,۷
ZT۲S-۲	۰,۷	۹,۱	۱۰۱	۱,۵	۱۰	۹,۱	۵,۸	۵۱,۴	۱,۷	۵
ZT۲S-۳	۰,۵	۳	۸۴,۹	۰,۵	۱۷	۹,۴	۱,۴	۶۱,۴	۰,۶	۱
ZT۲S-۴	۱,۱	۴,۹	۸۳	۰,۷	۲۰	۹۴,۴	۳,۴	۹۰,۶	۰,۷	۱,۷
ZT۲S-۵	۲۹۵	۷,۱	۱۱۸۰	۴,۵	۲۴	۲۰۵	۱۳,۵	۱۶۹	۶,۹	۸۳
ZT۲S-۶	۵۲۴	۷,۶	۲۲۱۰	۲,۲	۲۸	۱۱۶	۵,۶	۹۹,۱	۵,۱	۴۴,۵

ZT۲S-۷	۱,۹	۷,۴	۳۷,۶	۱,۲	۱۱	۷,۷	۵,۹	۳۷,۲	۱,۵	۹,۶
ZT۲S-۸	۰,۹	۱۰,۱	۸۷	۱,۳	۱۱	۱۲	۳,۱	۴۶,۴	۱,۷	۱۲,۱
ZT۲S-۹	۱,۵	۷,۵	۴۵,۱	۱,۱	۹	۹,۱	۲,۶	۵۲	۱,۴	۶
ZT۲S-۱۰	۰,۳	۹,۵	۲۸,۲	۰,۹	۱۲	۵,۸	۲	۴۷,۷	۱,۸	۳,۴
ZT۲S-۱۱	۰,۶	۱۱,۱	۴۸,۵	۱,۱	۱۳	۱۱,۱	۱,۶	۵۴,۸	۱,۶	۳,۵
ZT۲S-۱۲	۴۷,۱	۹,۲	۶۹۴	۱,۵	۱۷	۶۷,۶	۱۴,۵	۴۸۲	۱,۱	۴,۹

- ترانشه TR۳

ترانشه TR۳ با امتداد N۱۲E و طول ۲۳ متر در زون اسکارن انجیره حفر شده است. مختصات ابتدا و انتهای ترانشه در سیستم UTM به ترتیب:

E ۲۷۰۸۴۲, N ۳۷۸۹۴۲۶ و E ۲۷۰۸۴۲, N ۳۷۸۹۴۲۶ می باشد. واحدهای لیتولوژی که در این ترانشه رخنمون دارند به ترتیب از ابتدای ترانشه شامل واحد گرانودیوریتی، واحد اسکارن همراه با کانی سازی کربناته های مس، اکسیدهای آهن و منگنز و اپیدوت و مجدداً توده نفوذی همراه با آلتراسیون آرژیلیک می باشد. از این ترانشه ۱۳ نمونه جهت مطالعات سنگ شناسی، کانی شناسی و آنالیز شیمیائی به روش ICP-MS گرفته شد. که ۷ نمونه آن از واحد گرانودیوریت و ۶ نمونه نیز از واحد اسکارن اخذ شدند.

از ۱۲ نمونه ی این ترانشه که برای مطالعات ICP-MS گرفته شد، بیشترین عیار طلا مربوط به نمونه ZT۳S-۸ (۱۲۴ ppb)، بیشترین عیار مس ۱/۱۱٪ و مربوط به نمونه ZT۳S-۶ همچنین بیشترین عیار تنگستن ۷۸/۴ ppm و مربوط به همان نمونه ZT۳S-۶ می باشد. متوسط عیار طلا در نمونه های این ترانشه ۲۴/۸۳۳ ppb، متوسط عیار مس ۰/۳۰۲۸٪ و متوسط عیار تنگستن ۲۹/۴۰۸ ppm می باشد. نتایج حاصل از آنالیز به روش ICP-MS برای نمونه های ترانشه ۳ در جدول ۴-۵ آمده است.

جدول ۴-۵- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانشه ۳

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm							
ZTrS-۱	۰	۲۱	۵۷۱	۳۰۶	۴۶۸۰	۳۳۸۰۰	۰,۲۲	۰	۶,۴
ZTrS-۲	۰	۲۲	۴۸۹	۳۲۶	۳۹۶۰	۳۱۲۰۰	۰,۲۴	۰	۰
ZTrS-۳	۱	۲۶	۴۵۶	۴۶۷	۳۳۲۰	۱۸۵۰۰	۰,۲	۰	۷,۳
ZTrS-۴	۱۰	۱۱۲	۵۸۹۰	۱۹,۹	۱۲۲۰	۸۲۱۰۰	۰,۴۴	۷,۳۷	۹۰,۲
ZTrS-۵	۱۹	۱۲۶	۴۸۰۰	۵۱,۹	۱۵۴۰	۱۳۵۰۰۰	۰,۳۹	۱,۲۷	۲۵۷
ZTrS-۶	۶۴	۱۱۵	۴۴۹۰	۱۱۴	۱۴۵۰	۱۸۷۰۰۰	۱,۰۱	۴,۶۷	۲۳۰
ZTrS-۷	۴۴	۱۰۹	۴۷۹۰	۸۴,۸	۱۲۳۰	۱۴۷۰۰۰	۱,۲	۵,۹۳	۲۲۰
ZTrS-۸	۱۲۴	۱۰۲	۴۹۲۰	۱۹,۹	۱۴۶۰	۱۵۰۰۰۰	۰,۲۷	۴,۵۹	۱۵۹
ZTrS-۹	۲	۱۱۲	۴۲۱۰	۱۵,۴	۲۵۷۰	۱۳۹۰۰۰	۰,۴۱	۰,۲۵	۶۷,۵
ZTrS-۱۰	۲۳	۲۰	۹۷۴	۵۹۷	۳۰۲۰	۲۲۸۰۰	۰,۳۷	۲,۵	۱۶,۱
ZTrS-۱۱	۵	۴۰	۴۰۸	۴۱۰	۱۹۸۰	۱۸۵۰۰	۰,۱۶	۰,۰۴	۶
ZTrS-۱۲	۶	۱۰۶	۵۳۸	۱۲۳	۳۶۵	۱۴۳۰۰	۰,۰۸	۰,۰۱	۱۱

	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm									
ZTrS-۱	۰,۷	۱۰,۴	۵۲,۳	۱,۲	۹	۶,۶	۲,۸	۴۴,۱	۱,۹	۲۰,۲
ZTrS-۲	۰,۵	۱۱,۳	۲۳,۲	۱,۱	۱۳	۷,۱	۴,۷	۵۲	۲	۱۰,۵
ZTrS-۳	۰,۲	۶,۳	۱۸,۷	۱,۴	۹	۵,۲	۷,۳	۳۴,۲	۱,۸	۸,۵
ZTrS-۴	۸۲,۹	۳۵	۳۲۵	۲,۲	۲۰	۶۸۹	۶,۲	۲۰۲۰	۱,۴	۶,۹
ZTrS-۵	۹۳,۲	۵۱,۱	۲۷۱۰	۲,۳	۲۸	۲۱۶	۱۲,۱	۳۴۱۰	۸,۱	۳۰,۵
ZTrS-۶	۵۶,۳	۳۳	۱۱۱۰۰	۷,۱	۴۴	۳۶,۶	۱۰	۶۰۸	۱۹,۲	۷۸,۴
ZTrS-۷	۸۹,۹	۸۸,۸	۷۳۴۰	۴,۷	۲۷	۲۱۶	۸,۱	۴۷۵۰	۱۲,۱	۱۰۴
ZTrS-۸	۳۹,۸	۷۵,۸	۱۴۰۰۰	۳,۱	۳۹	۲۳۴	۷,۲	۶۸۲۰	۲۱,۴	۲۱,۲
ZTrS-۹	۱,۸	۶,۳	۷۳۲	۲,۸	۱۹	۷,۷	۳,۸	۶۵,۶	۱۳,۷	۳۱,۹
ZTrS-۱۰	۲,۳	۷,۶	۰	۵	۸	۱۱,۴	۵۳,۲	۶۳,۲	۳,۳	۳۰,۸
ZTrS-۱۱	۰,۲	۵,۷	۲۶,۶	۲,۳	۸	۴,۶	۶,۶	۳۵,۷	۱,۲	۷,۸
ZTrS-۱۲	۰	۴,۴	۱۷,۴	۱,۵	۱۲	۰,۶	۲,۹	۲۹,۵	۰,۳	۲,۲

- ترانشه TR۴

ترانشه TR۴ با امتداد N۲۰E و به طول ۲۰ متر در زون اسکارن انجیزه حفر گردید. مختصات

ابتدا و انتهای این ترانشه در سیستم UTM به ترتیب:

N ۳۷۸۹۱۶۷, E ۲۷۱۱۵۰ - N ۳۷۸۹۱۸۵, E ۲۷۱۱۵۷ می‌باشد. واحدهای لیتولوژی که در این

ترانشه مشاهده می‌شوند به ترتیب از ابتدای ترانشه شامل واحد گرانودیوریتی که به شدت آلتزه شده و واحد اسکارن همراه با کانی‌سازی مالاکیت و آزوریت، کالکوپیریت، اپیدوت، اکسیدهای آهن و

منگنز می‌باشد. از این ترانسه جمعاً ۱۰ نمونه جهت آنالیز به روش ICP-MS گرفته شد. در ۱۰ نمونه آنالیز شده بیشترین عیار طلا مربوط به نمونه ZT4S-9 با ۱۴۹ ppb و بیشترین عیار مس و تنگستن مربوط به نمونه شماره 10-ZT4S و به ترتیب با عیار ۲/۱۶٪ و ۳۹۹ ppm می‌باشند. متوسط عیار طلا در ۱۰ نمونه ترانسه TR4، (۳۱/۲ ppb) و متوسط عیار مس (۰/۳٪) و متوسط عیار تنگستن ۱۳۷/۲۳ ppm می‌باشد. نتایج آنالیز به روش ICP-MS نمونه‌های این ترانسه به شرح جدول ۴-۶ می‌باشد.

جدول ۴-۶- نتایج آنالیز نمونه‌های ترانسه ۴

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm							
ZT4S-1	۲	۶۰	۳۵۶۰	۳۱۰	۱۸۳۰	۹۴۴۰۰	۱,۰۶	۰,۴	۳۳,۹
ZT4S-2	۲	۲۹	۶۴۲	۶۰۳	۲۵۲۰	۲۸۱۰۰	۰,۲	۰,۳	۱۷,۱
ZT4S-3	۲	۴۳	۴۷۰	۴۷۹	۲۲۱۰	۱۸۸۰۰	۰	۰,۰۷	۱۰,۱
ZT4S-4	۹	۵۲	۱۸۹۰	۵۲۲	۲۴۱۰	۳۰۹۰۰	۰,۳۲	۰,۴۸	۲۲,۹
ZT4S-5	۱۶	۴۲	۴۹۶۰	۵۳۲	۲۵۸۰	۷۳۸۰۰	۱,۴	۲,۸۲	۷,۴
ZT4S-6	۳	۷۶	۱۶۵۰	۲۹۲	۱۴۴۰	۵۰۰۰۰	۰,۴۶	۰,۲۱	۲۱
ZT4S-7	۱۱	۹۳	۶۳۳۰	۱۳۹	۱۱۵۰	۱۲۷۰۰۰	۱,۹۳	۲,۶۳	۶۰,۷
ZT4S-8	۱۹	۱۱۰	۷۷۴۰	۱۲۳	۱۹۳۰	۱۳۵۰۰۰	۲,۲۹	۳,۱۷	۶۶,۷
ZT4S-9	۱۴۹	۱۱۱	۸۹۰۰	۷۵,۳	۱۵۹۰	۱۶۰۰۰۰	۱,۵۸	۶,۴۳	۹۶,۶
ZT4S-10	۹۹	۱۱۲	۶۸۶۰	۴۱,۷	۱۲۳۰	۱۷۳۰۰۰	۳,۴۳	۱۳,۵	۵۳,۹

	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS										
ZT4S-1	۱۸	۷,۲	۳۴۶	۹,۳	۱۲	۱۶	۳,۹	۹۹,۸	۴,۴	۱۰,۶
ZT4S-2	۰,۵	۱۱	۱۵۰	۲,۶	۱۰	۷,۳	۱۱,۳	۳۹	۱,۶	۱۶,۶
ZT4S-3	۰,۳	۶,۶	۹۸,۶	۱,۹	۱۱	۹,۴	۶,۵	۳۳	۱,۴	۷,۵
ZT4S-4	۰,۷	۱۳,۳	۸۲۲	۲۱,۱	۱۳	۱۱,۹	۱۳	۵۶,۷	۲,۷	۳۰,۸
ZT4S-5	۵,۵	۱۸,۴	۲۱۳۰	۳۷,۸	۱۲	۲۰,۴	۱۷,۶	۲۵۵	۶,۲	۱۶۳
ZT4S-6	۱,۲	۵,۱	۱۱۵	۲,۵	۱۴	۸,۲	۳,۳	۷۹	۳,۱	۳۹,۴
ZT4S-7	۳۶۱	۵,۹	۱۱۱۰	۵,۸	۱۷	۱۶۴	۱۷,۶	۴۸۳	۶,۷	۱۹۹
ZT4S-8	۳۳۷	۹,۳	۱۲۲۰	۱۳	۲۲	۱۴۴	۱۱,۱	۴۷۵	۶	۲۳۴
ZT4S-9	۱۲۸	۱۸,۱	۲۶۲۰	۵,۲	۳۰	۷۹	۴,۳	۲۴۵۰	۸,۵	۱۷۷
ZT4S-10	۱۲۴	۲۹,۶	۲۱۶۰۰	۱۶,۶	۱۴	۷۶,۴	۱۶,۸	۴۸۲	۶,۴	۳۹۹

۴-۳-۵- نمونه‌های پراکنده برداشت شده از محدوده اکتشافی غرب سامن و نتایج مطالعه آنها

برای تکمیل مشاهدات صحرایی و شناسایی دقیق واحدهای سنگی، آلتراسیون و کانی‌سازی موجود در محدوده اکتشافی و تعبیر و تفسیر مشاهدات صحرایی در حین تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰

۱:۲۰ محدوده اکتشافی سامن تعداد ۲۳ نمونه جهت مطالعات کانی‌شناسی - سنگ شناسی و ICP-MS به صورت پراکنده از قسمت‌های مختلف محدوده اکتشافی اخذ شد. از این نمونه‌ها ۱۱ نمونه جهت مطالعات ICP-MS، ۶ نمونه جهت مطالعات کانی‌شناسی و ۶ نمونه جهت مطالعات سنگ‌شناسی گرفته شد. موقعیت کلیه نمونه‌های گرفته شده و نوع مطالعه آنها بر روی نقشه ۱-۳ مشخص شده است. در زیر به شرح مختصری از هر کدام از نمونه‌ها و نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی آنها می‌پردازیم:

- نمونه ۴-ZS

نمونه ۴-ZS از مختصات E ۲۷۳۴۴۴ و N ۳۷۸۹۴۴۵ جهت آنالیز به روش ICP-MS و از ۵۰ متری شرق نمونه ۴۸-ZSH از توده گراندیوریتی اخذ شد. در این قسمت خردشدگی و شکستگی‌هایی در سنگ دیده می‌شود. رگه و رگچه‌های اکسید آهن به صورت استوک و رک و در شکستگیها، رگچه‌های سیلیسی به قطر حدود ۱ میلیمتر دیده می‌شوند. توده غنی از اکسید آهن بوده و کانیهای اسکارن نیز در آنها وجود دارد. در جدول شماره ۴-۷ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است. در این نمونه طلا گزارش نشده است و عیار تنگستن نیز در آن بسیار ناچیز است. حضور عناصر کمیاب در نمونه نشان می‌دهد که اکسیدهای آهن محصول آلتراسیون سوپرژن سولفیدها هستند.

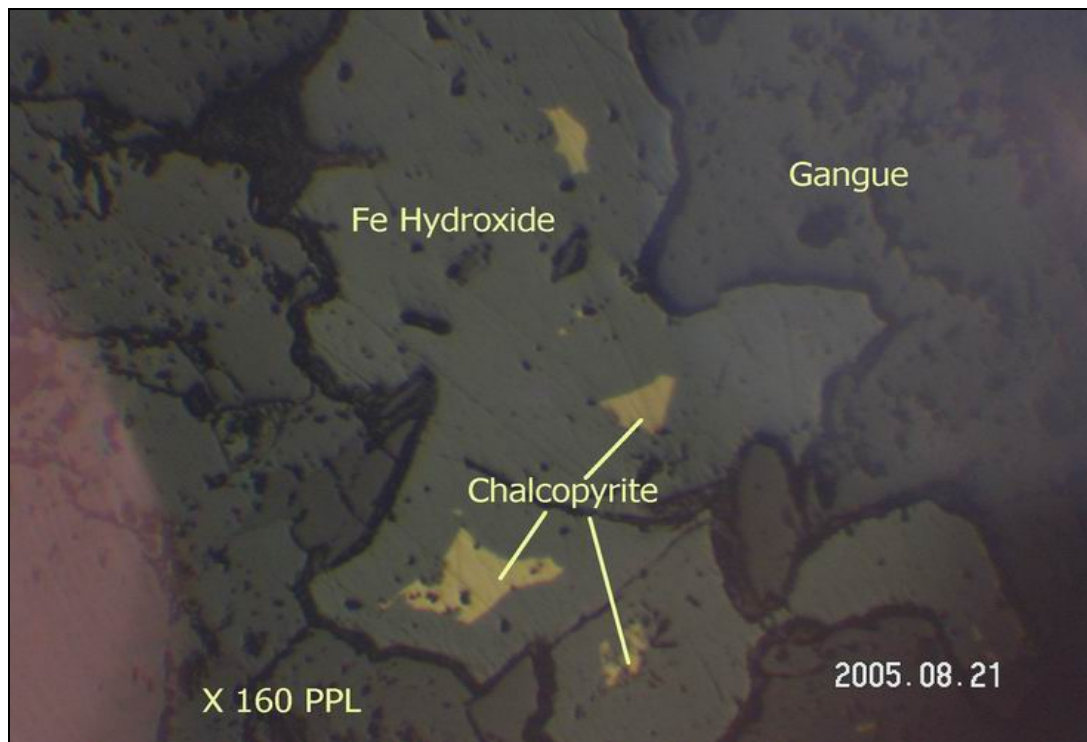
جدول ۴-۷ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ۴-ZS

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۴	۰	۹	۴۳۲	۵۸۱	۲۲۵۰	۲۴۷۰۰	۰٫۶۳	۱٫۸۳	۳٫۴	۰	۷٫۵	۱۰٫۵	۱	۸	۲۲۰	۱۶٫۴	۳۴٫۹	۱٫۲	۳٫۲

- نمونه‌های ۵-ZS و ۶-ZS

این دو نمونه از مختصات E ۲۷۰۹۹۰ و N ۳۷۸۹۳۶۰ و از آهکهای سیاه‌رنگ زون اسکارن انجیره اخذ شده‌اند. کاملاً کریستالیزه شده و دارای میان لایه‌های چرتی می‌باشند. نمونه ۵-ZS جهت مطالعه مقطع صیقلی و نمونه ۶-ZS جهت آنالیز به روش ICP-MS برداشت شده است. کانی‌سازی در این قسمت بصورت نواری و چین خورده است. بخشی از رخنمون کربناتی که ارگانیک و برای کانی‌سازی مستعد بوده است، شاید از اساس بصورت ژلهای کربناتی - سیلیسی رسوب کرده است. این آهک کاملاً کریستالیزه و سطح هوازده آن سیاه‌رنگ است. میان لایه‌های چرتی در قسمتهایی از سنگ دیده می‌شوند. در صورتی که در مرمراهی مناطق دیگر میان لایه‌های چرتی وجود ندارند. کانی‌سازی سیلیس به صورت خود شکل و رگه‌های سیلیسی با عرض حدود ۳۰ سانتیمتر، همچنین اکسیدهای آهن

به وفور در شکستگیها دیده می شود. در شرق این نمونه زون اسکارن انجیره رخنمون دارد و در آن کانیهای مس (مالاکیت، آزوریت و کالکوپیریت)، اپیدوت، کلسیت و سیلیس به صورت سطحی و یا پرشدگی در شکستگیهای سنگ دیده می شوند. نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی نمونه ZS-5 حاکی است که قطعات کالکوپیریت به ابعاد ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکرون سنگ در اثر آلتراسیون از اطراف توسط هیدرواکسید آهن جانشین شده اند (شکل ۴-۲). فراوانی پیریت در آن حدود ۱٪ است. مالاکیت و اکسیدهای آهن نیز در مقطع مشاهده می شود.



شکل ۴-۲- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-5

در نتیجه حاصل از آنالیز شیمیایی نمونه ZS-6، میزان طلا ۱۴۴ ppb، تنگستن ۷/۹ ppm و مس ۱/۲۳ درصد گزارش شده است که کانی سازی طلا، تنگستن و مس را به خوبی در این زون به اثبات می رساند. در جدول شماره ۴-۸ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۸ نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-6

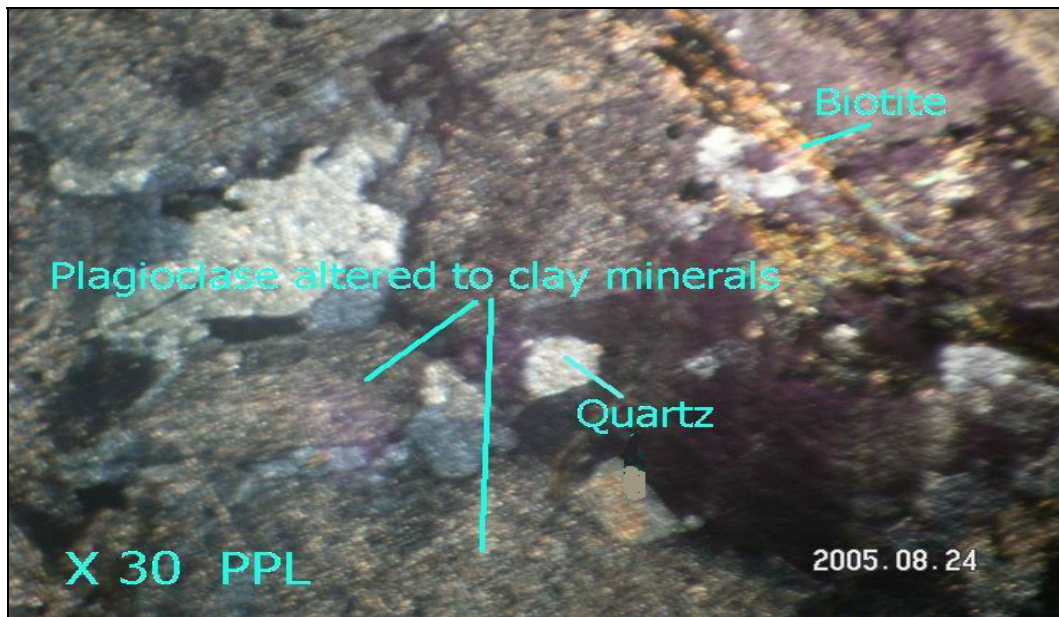
	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-6	۱۴۴	۵۳	۳۸۹۰	۲۲٫۹	۲۴۰۰	۷۲۲۰۰	۰٫۲۶	۵۲٫۹	۶۳۵	۱۱۴۰	۴۲٫۷	۱۲۳۰۰	۱٫۹	۶۸	۶۷۹	۲۸۴	۷۳۸۰	۳٫۷	۷٫۹

- نمونه ZS-7

نمونه ZS-7 از مختصات E ۲۷۱۶۵۳ و N ۳۷۹۰۱۴۱ جهت تهیه مقطع نازک و مطالعات

سنگ شناسی از حدود ۱/۵ کیلومتری شمال روستای انجیره از کناره جاده آورزمان گرفته شد. این سنگ یک گرانیتوئیدی است که در مشاهدات نمونه دستی، سطح هوازده آن سبز رنگ و در سطح تازه، کمی سفید و صورتی می باشد. کوارتز آن نسبتاً کم است. رنگ سبز نمونه مربوط به حضور آمفیبول، کلریت، بیوتیت کلریتی شده و اپیدوت است.

در نتایج حاصل از مطالعات مقطع نازک این نمونه، کانیهای موجود در سنگ پلاژیوکلازها که تجزیه نسبتاً وسیعی به کانیهای رسی پیدا کرده و کانیهای کوارتز، بیوتیت، آمفیبول دگرسان شده همچنین کانیهای فرعی آپاتیت، اسفن و کانیهای ثانوی رسی، سریسیت، کلریت، کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن و سیلیس نیز گزارش شده است (تصویر ۴-۳). نام سنگ با توجه به مطالعه صورت گرفته گرانیتوئیدی دگرسان شده عنوان شده است. نتیجه مطالعه سنگ شناسی نمونه فوق الذکر به صورت کامل در ضمیمه ۱ آمده است.



شکل ۴-۳ - تصویر میکروسکپی نمونه Zs-۲

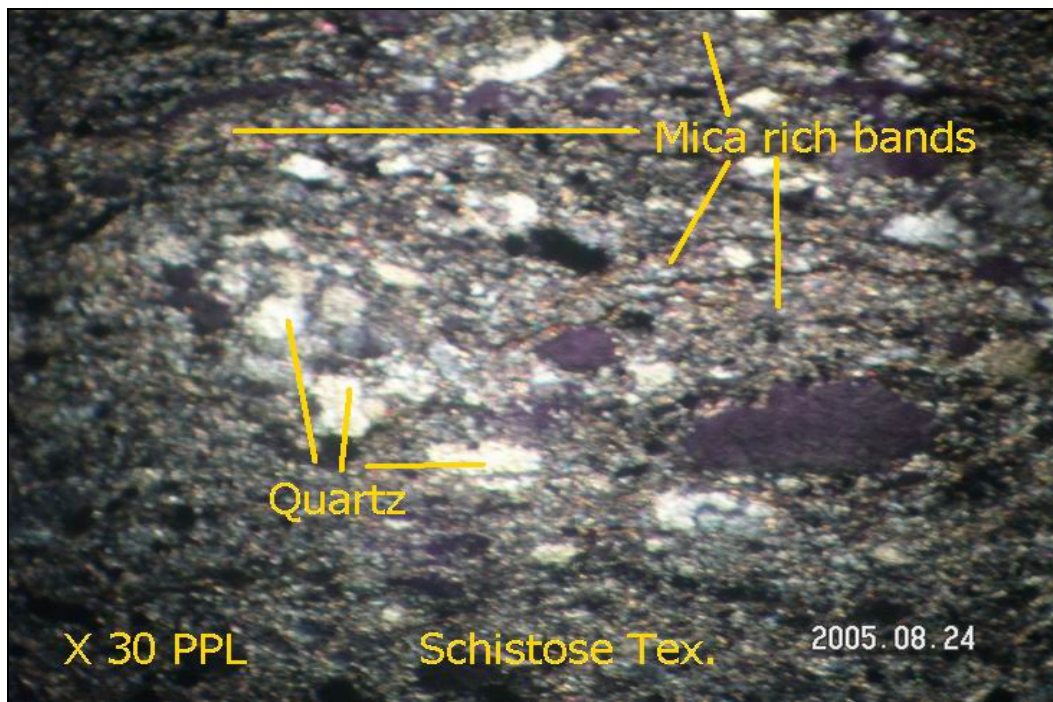
- نمونه ZS-۱

این نمونه از مختصات E ۲۷۵۴۵۳ و N ۳۷۸۸۶۴۲ جهت تهیه مقطع نازک و از یک واحد ماسه سنگ سیاه رنگ هورنفلسی شده، گرفته شد. ضخامت لایه ها در این واحد زیاد است. رنگ ظاهری سنگ سیاه و بعضی قسمتها به دلیل آغشتگی به اکسید آهن، تقریباً قرمز رنگ است. سطح تازه سنگ خاکستری تیره همراه با اکسیدهای آهن (لیمونیت، هماتیت) می باشد.

نتایج حاصل از مطالعه مقطع نازک تهیه شده از آن حاکی است که این سنگ دگرسان شده و تجدید تبلور یافته است. کانیهای آن شامل سریسیت-مسکوسیت، دو نوع کوارتز، یکی درشت بلور

که اغلب به صورت عدسی و چشم‌هایی در امتداد شیستوزیته سنگ جهت یافتگی دارند و ریزبلور می-باشند (تصویر ۴-۴). در واقع، سنگ بافت گرانو-لپیدوبلاستیک دارد. شاید از اساس یک شیل ماسهای یا گریواک بوده است.

رگه‌های باریک اکسید آهن در جهت شیستوزیته و رگه‌های سیلیس در جهات مختلف در سنگ مشاهده می‌شود. این سنگ یک سنگ دگرگونی و حاوی کانیهای فیلسیلیکات، کوارتز و اوپاک گزارش شده است. نتیجه مطالعه سنگ‌شناسی نمونه به صورت کامل در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.

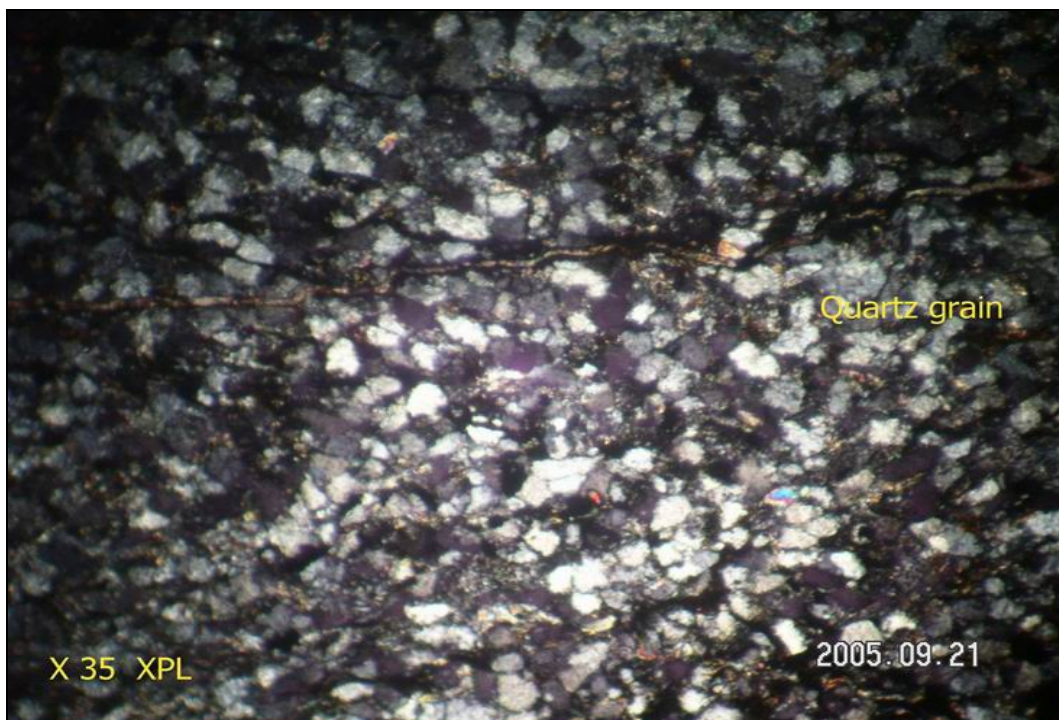


شکل ۴-۴ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۸

- نمونه ZS-۹

مختصات نمونه ZS-۹، E ۲۷۴۶۳۵ و N ۳۷۸۹۲۵۲ می‌باشد. این نمونه جهت تهیه مقطع نازک و از ۲ کیلومتری شرق روستای انجیره از مجاورت واحد مرمر گرفته شد. سنگ بسیار شکننده و به رنگ ظاهری، خاکستری روشن و در سطح تازه بیشتر سبز خیلی روشن می‌باشد. دندریتهای منگنز در آن بسیار زیاد است و در تمام سطوح شکستگی سنگ می‌توان آن را مشاهده نمود. نتایج حاصل از مطالعه مقطع نازک سنگ حاکی است که این سنگ تجدید تبلور یافته، تکتونیزه شده و بافت گرانولار دارد. کانیهای آن شامل پلاژیوکلاز بلورهای با ترکیب الیگوکلاز، نیمه شکل دار با حواشی خورده شده و برخی از بلورهای آن تجزیه وسیع به کانیهای رسی، سریسیت، اپیدوت نشان می‌دهد. بلورهای بی‌شکل آلکالی فلدسپات با کانیهای رسی، کوارتز بی‌شکل تجدید تبلور یافته، آمفیبول در سنگ مشاهده می‌شود (تصویر ۴-۵). کانیهای ثانویه سنگ، کانیهای رسی، سریسیت، اپیدوت، سیلیس، اکسید آهن و

کانیهای فرعی آن اسفن، کانیهای اوپاک می‌باشد. این سنگ یک کوارتز مونوزودیوریت است که به شدت آتیره و دگرریخته شده است. نتیجه مطالعه سنگ‌شناسی نمونه به صورت کامل در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.



شکل ۴-۵ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۹

- نمونه ZS-۱۰

نمونه ZS-۱۰ از مختصات E ۲۷۰۹۵۹ و N ۳۷۸۹۳۴۱ جهت آنالیز به روش ICP-MS اخذ شد. نمونه مذکور از داخل واحد اسکارن و از زون سیلیسی کانی‌سازی شده، گرفته شده در سطح و متن آن مالاکیت دیده می‌شود. کانی کالکوپیریت با جلای فلزی داخل سنگ دیده می‌شود. وزن مخصوص نمونه کمی بیشتر از حالت طبیعی است.

نتایج مطالعات ICP-MS نمونه فوق نشان می‌دهد که طلای آن ۷۹ ppb و تنگستن ۳۶/۸ ppm و مس نیز ۰/۹۴٪ می‌باشد. در جدول شماره ۴-۹ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۹ - نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۰

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۱۰	۷۹	۲۰	۲۵۰۰	۷,۵	۵۰۵	۱۶۵۰۰۰	۰,۱۹	۲۲,۳	۱۹۵	۱۱۱۰	۲۰,۸	۹۴۲۰	۱,۳	۲۰	۴۷,۹	۳۶,۸	۹۵۹۰	۶,۳	۳۶,۸

- نمونه ZS-11

نمونه ZS-11 از مختصات E 270959 و N 3789341 جهت آنالیز به روش ICP-MS برداشت شد. این نمونه از یک رگه سیلیسی قهوه‌ای داخل واحد اسکارن گرفته شده است. اکسیدهای آهن به وفور در سنگ دیده می‌شود. در متن سنگ نیز مالاکیت دیده می‌شود. نتایج ICP-MS نمونه فوق نشان می‌دهد که طلای آن 26 ppb، تنگستن 2/7 ppm و عیار مس در آن 0/35٪ می‌باشد. در جدول شماره 4-10 نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول 4-10- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-11

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-11	26	53	617	54,4	1010	61300	0,18	15	12,9	2130	20,6	3560	4,2	15	354	16,1	618	2,5	2,7

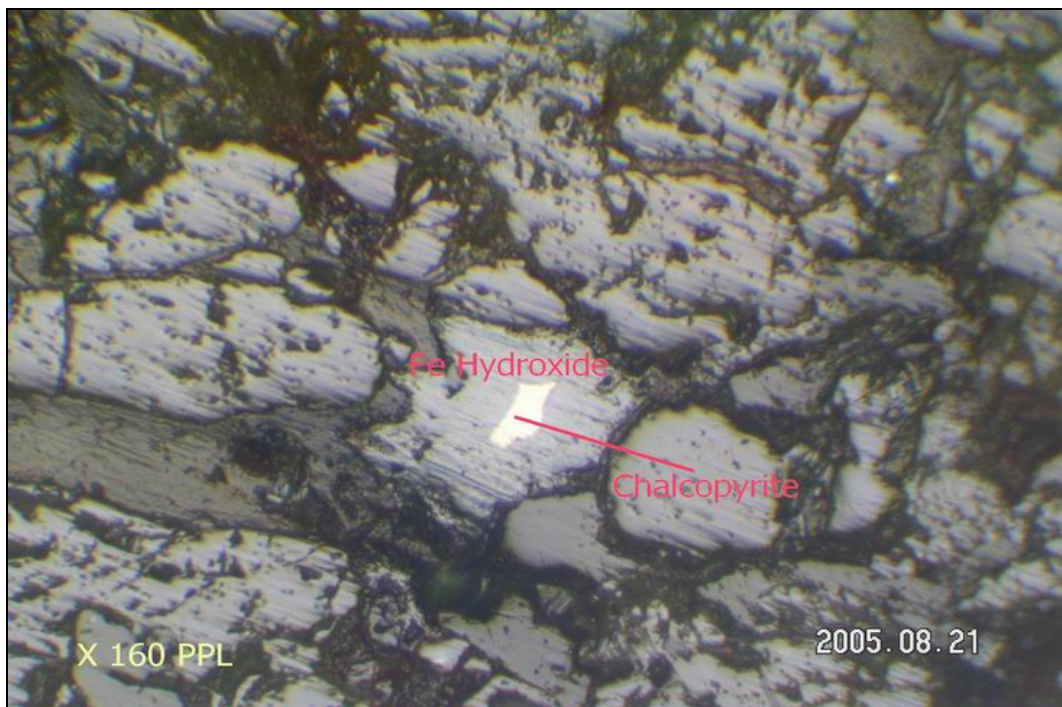
- نمونه ZS-12

نمونه ZS-12 از مختصات E 270959 و N 3789342 جهت مطالعه کانی‌شناسی به روش XRD از واحد اسکارن انجیره گرفته شد. نتیجه مطالعه این نمونه حاکی است که کانی فاز اصلی در این نمونه گارنت آندرادیت و کانی فاز فرعی آن کوارتز می‌باشد. نتیجه حاصل از مطالعه XRD این نمونه در ضمیمه 3 گزارش آمده است.

- نمونه‌های ZS-13 و ZS-14

نمونه‌های ZS-13 و ZS-14 از مختصات E 275398 و N 3789089 جهت تهیه و مطالعه مقطع صیقلی و آنالیز به روش ICP-MS برداشت شده است. این نمونه‌ها از اسکارن علیمراد در فاصله حدود 3 کیلومتری شرق روستای علیمراد گرفته شدند. مرمهای مجاورت توده نفوذی تحت تأثیر توده قرار گرفته در آن کانیهای مالاکیت و کالکوپیریت دیده می‌شود.

در نمونه ZS-13 کالکوپیریت داخل فضاهاى خالی استقرار یافته است (تصویر 4-6). در اثر آلتراسیون گاه تا حدود 70٪ سطح کالکوپیریت توسط هیدرواکسید آهن جانشین شده است. نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی نمونه فوق در ضمیمه 1 به صورت کامل گزارش آمده است.



شکل ۴-۶ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۳

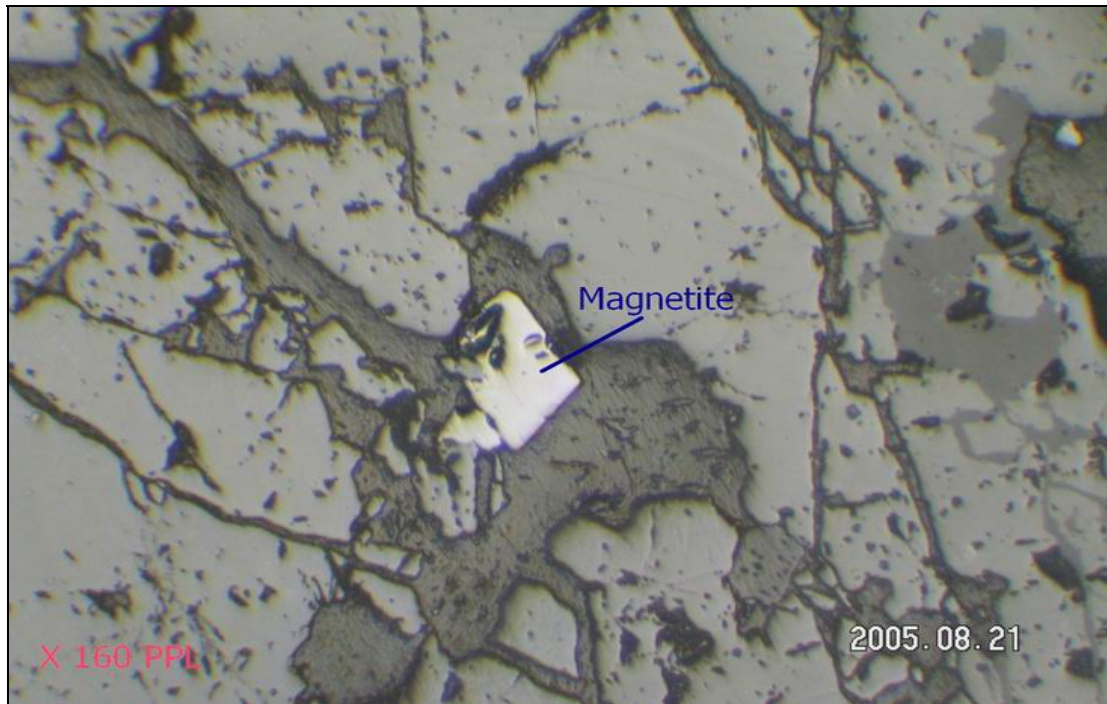
نمونه ZS-۱۴ جهت آنالیز به روش ICP-MS گرفته شد. به خصوصیات سنگ در بالا اشاره شد. در این نمونه عیار طلا ۴۳ppb، تنگستن بسیار ناچیز ۲ppm و مس ۰/۹۵٪ گزارش شده است. در جدول شماره ۴-۱۱ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۱ - نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۴

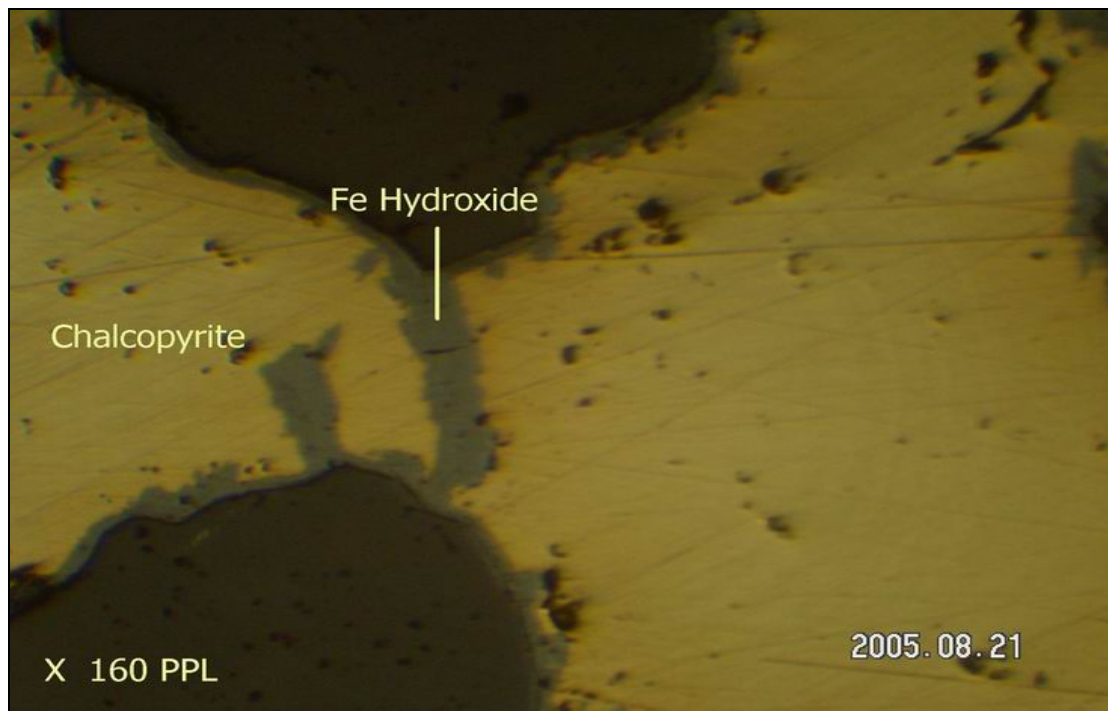
	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۱۴	۴۳	۳۷	۲۱۷۰	۰,۶	۳۱۹۰	۱۰۸۰۰۰	۰	۹,۲۵	۳۶,۴	۳,۵	۱۴,۱	۹۵۱۰	۱,۵	۴۵	۱۵	۰,۹	۴۱۳	۱۵,۳	۲

- نمونه ZS-۱۵

نمونه ZS-۱۵ از مختصات E ۲۷۰۹۵۰ و N ۳۷۸۹۳۰۰ و از اسکارن انجیره جهت مطالعه مقطع صیقلی گرفته شد. در مشاهدات صحرایی، کانیهای کالکوپیریت، کالکوسیت و کوولین در سنگ مشاهده شده است. نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی این نمونه حاکی است که منیتیت و کالکوپیریت در این نمونه وجود دارند (تصاویر ۴-۷ و ۴-۸). فراوانی منیتیت ۲٪ و فراوانی کالکوپیریت شامل ۳ لکه است که به صورت ثانویه و در شکستگیها ایجاد شده‌اند. نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی این نمونه به صورت کامل در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.



شکل ۴-۷ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۵

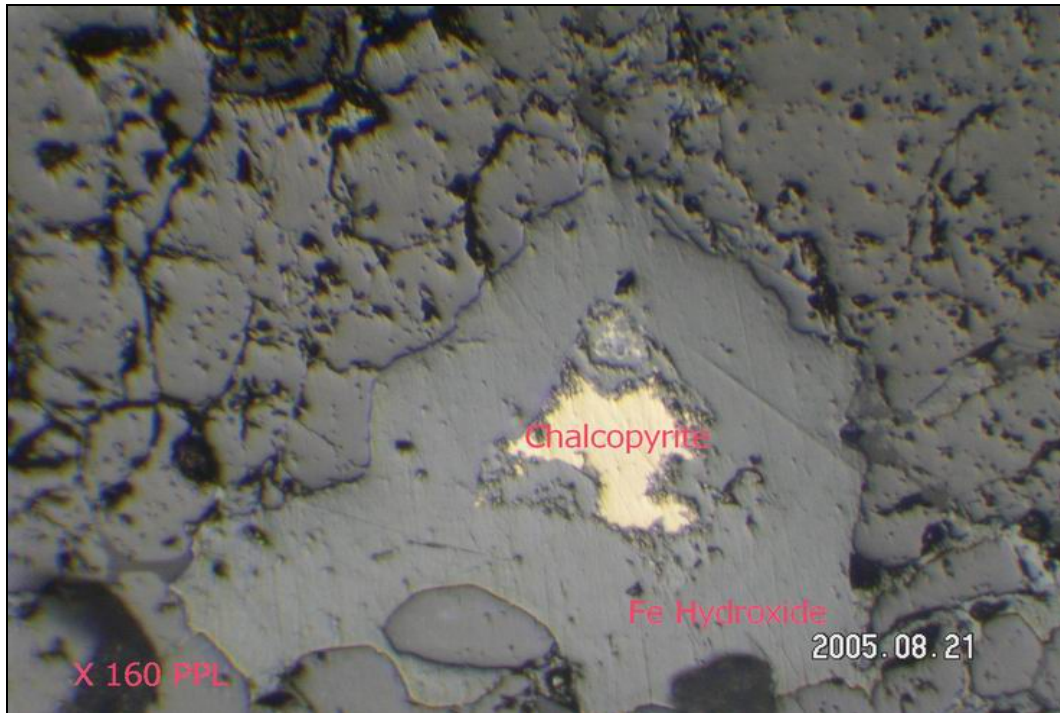


شکل ۴-۸ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۵

- نمونه ZS-۱۶

نمونه ZS-۱۶ از زون اسکارن انجیره و از مختصات E ۲۷۰۹۵۰ و N ۳۷۸۹۳۰۰ جهت مطالعه مقطع صیقلی گرفته شد. در این نمونه پس از مطالعه مقطع صیقلی آن، کانیهای کالکوپیریت و پیریت

گزارش شده است. فراوانی کالکوپیریت ۲٪ و فراوانی پیریت بسیار کم است (تصاویر ۴-۹). پیریت‌ها آلوده شده و هیدرواکسیدهای آهن جانشین آن شده اند. مالاکیت و هیدرواکسیدهای آهن به صورت ثانویه در سنگ در سطح گانگها و در داخل فضاهای خالی و شکستگیها وارد شده اند. نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی این نمونه در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.

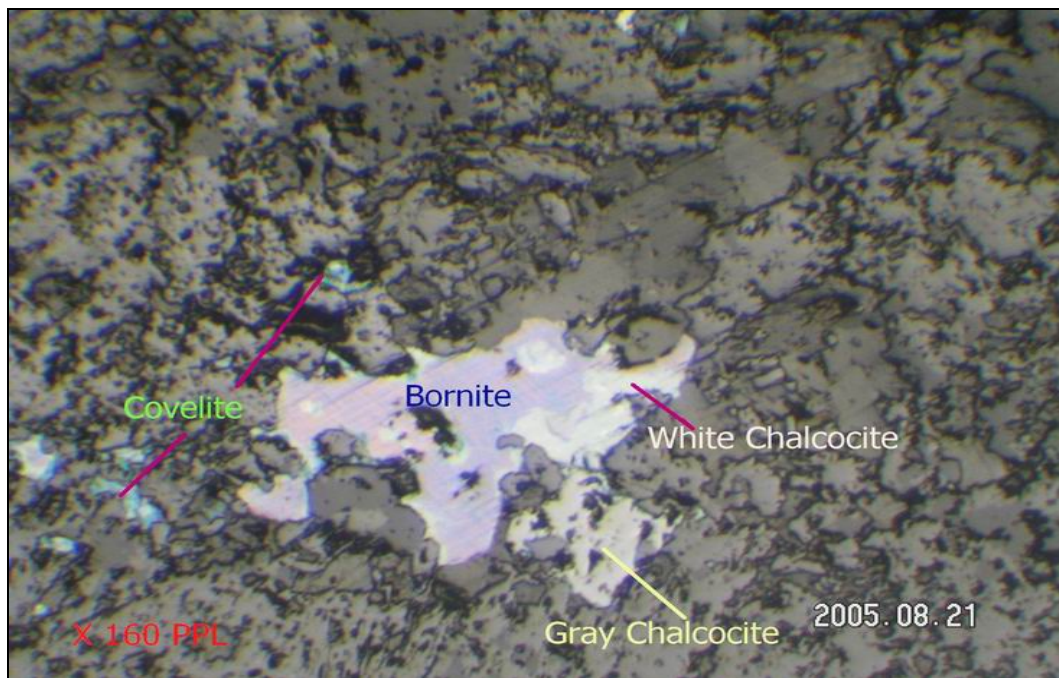


شکل ۴-۹ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۶

- نمونه ZS-۱۷

نمونه ZS-۱۷ جهت تهیه مقطع صیقلی از زون اسکارن انجیره و از مختصات ۲۷۰۹۵۰ E و N ۳۷۸۹۳۰۰ گرفته شد. در نمونه دستی آن کانی سازی مس در متن سنگ به صورت دانه پراکنده دیده می شود.

نتیجه مطالعه مقطع صیقلی این نمونه حاکی است در این سنگ کانیهای کالکوپیریت، بورنیت، کوولین وجود دارند. عیار کانیهای مس در سنگ حدود ۳٪ می باشد. بورنیت و کالکوسیت اکثراً بهمراه هم دیده می شوند. مجموعه های بورنیتی، کالکوسیتی گاه تحت تأثیر آلتراسیون قرار گرفته و کوولین در بعضی قسمتهای آنها در حال جانشینی است (تصاویر ۴-۱۰). نتیجه حاصل از مطالعه مقطع صیقلی این نمونه در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.



شکل ۴-۱۰ - تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۱۷

- نمونه ZS-۱۸

نمونه ZS-۱۸ از مختصات E ۲۷۰۸۳۶ و N ۳۷۸۹۴۱۸ و از غرب اسکارن انجیره گرفته شد. سنگ به شدت سیلیسی شده است این در واقع از لایه سیلیسی اسکارن انجیره اخذ شده است. در نمونه دستی این نمونه کانی سازی مالاکیت، آزوریت، کالکوسیت و منگنز دیده می شود. نتیجه حاصل از مطالعه ICP-MS نمونه فوق حاکی است که عیار طلا در این نمونه ۲۶ ppb و تنگستن ۶۱/۹ ppm و میزان مس ۱/۳۴٪ می باشد. در جدول شماره ۴-۱۲ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۲ - آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۸

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۱۸	۲۶	۱۰۹	۳۵۴۰	۴,۵	۱۵۰۰	۱۶۹۰۰۰	۰,۴۳	۱,۲۴	۲۹۴	۲۹,۹	۳۵,۸	۱۳,۴۰۰	۶,۱	۲۱	۳۸,۷	۸,۴	۳۴۰۰	۱۲	۶۱,۹

- نمونه ZS-۱۹

نمونه ZS-۱۹ از مختصات E ۲۷۱۱۵۵ و N ۳۷۸۹۱۷۸ و از کنتاکت متامورفیزم در جنوب شرقی اسکارن جهت آنالیز به روش ICP-MS گرفته شده، سنگ به شدت سیلیسی است. این نمونه نیز در واقع از لایه سیلیسی زون اسکارن انجیره و از حاشیه توده نفوذی اخذ گردیده، کانی سازی مالاکیت، منگنز، اپیدوت در سنگ مشاهده می شود. نتایج حاصل از مطالعه این نمونه حاکی است که طلا در آن ۳۹ ppb، تنگستن ۲۰۸ ppm و عیار مس نیز ۰/۳۴٪ می باشد. در جدول شماره ۴-۱۳ نتایج حاصل از

آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۳- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۱۹

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۱۹	۳۷	۷۳	۱۵۴۰۰	۱۶۴	۱۲۵۰	۱۱۸۰۰۰	۱,۵۹	۹,۶۷	۴۰,۲	۳۰,۷	۲۳,۷	۳۴۳۰	۱۵,۶	۲۰	۸۴,۱	۵,۶	۱۶۰۰	۶,۵	۲۰۸

- نمونه ZS-۲۰

نمونه ZS-۲۰ از مختصات E ۲۷۸۵۳۴ و N ۳۷۹۱۵۸۹ و از اسکارن غرب روستای ایرانه سامن جهت آنالیز به روش ICP-MS گرفته شد. طلا در آن بسیار ناچیز ۱ ppb، تنگستن ۱۲/۹ ppm و عیار عنصر مس نیز ۱۱۰ ppm می باشد که بسیار ناچیز هستند.
در جدول شماره ۴-۱۴ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۴- آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۰

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۲۰	۱	۷۳	۶۵۸	۷۶۹	۸۱۳۰	۲۶۸۰۰	۰,۲۱	۰,۲۴	۲۹,۶	۱,۳	۱۱,۱	۱۱۰	۲,۹	۱۲	۱۲,۶	۷۵,۷	۸۶,۲	۹,۴	۱۲,۹

- نمونه ZS-۲۱

نمونه ZS-۲۱ از مختصات E ۲۷۸۵۳۴ و N ۳۷۹۱۵۸۹ و از اسکارن غرب روستای ایرینه سامن جهت آنالیز ICP-MS گرفته شد. این نمونه از سیلیس های قهوه ای که به صورت قله هایی در داخل واحد آهک کریستالیزه قرار دارد اخذ شد. میزان طلا در این نمونه به نسبت سایر نمونه ها بالاترین و ۵۲۳ ppb، تنگستن ۲۰/۳ ppm و عیار مس این نمونه ۷/۹۸٪ می باشد. این نمونه برای اطمینان از نتیجه، یک بار دیگر نیز با شماره ZS-۲۱S جهت آنالیز به روش ICP-MS به آزمایشگاه ارسال شد. در این نمونه طلا ۵۵۰ ppb، تنگستن ۴۰/۳ ppm و میزان عیار مس نیز ۶/۲ در صد می باشد.
که بالاترین عیار مس در نمونه های محدوده سامن می باشد. این نمونه شاهد خوبی بر وجود کانی سازی، همراه با سیلیس هایی است که در زون اسکارن مشاهده می شود. در جدول شماره ۴-۱۵ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۵ - آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۱

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۲۱	۵۲۳	۱۰۶	۱۹۶۰	۱۸,۴	۵۹	۱۸۲۰۰۰	۰,۵۳	۸,۶۶	۷۸۵	۱۸۸	۳۳,۳	۷۹۸۰۰	۳۴,۴	۲۴	۴۱۶	۶۱,۳	۱۷۴	۱۰,۹	۲۰,۳
ZS-۲۱S	۵۵۰	۱۰۱	۲۰۳۰	۱۷,۹	۶۳	۱۸۹۰۰۰	۰,۹۵	۷	۶۰۰	۱۷۲	۲۹,۶	۶۲۰۰۰	۲۷,۲	۲۲	۵۷۹	۱۵۴	۱۴۱	۱۲,۹	۴۰,۳

- نمونه ZS-۲۲

نمونه ZS-۲۲ از مختصات E۲۷۹۱۸۵ و N ۳۷۹۱۱۱۷ از اسکارن جنوب روستای سراب سامن جهت مطالعه ICP-MS گرفته شد. سیلیس های قهوه‌ای رنگ در این اسکارن مشاهده می‌شود. اکسیدهای آهن (هماتیتی و لیمونیتی) در سنگ فراوانند. عیار طلا در این نمونه ۷ ppb، تنگستن آن بسیار ناچیز و ۱ ppm و عیار مس در این نمونه ۳۶۹ ppm می‌باشد. در جدول شماره ۴-۱۶ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

جدول ۴-۱۶ - آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۲

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۲۲	۷	۷۶	۱۲۴۰	۶۶,۱	۳۰۱	۶۰۵۰۰	۰,۱۳	۰,۰۷	۶۳۳	۰,۹	۲,۳	۳۶۹	۵,۲	۱۴	۸۹,۳	۲۴,۳	۱۸۷	۱,۴	۱

- نمونه ZS-۲۳

نمونه ZS-۲۳ از مختصات E ۲۷۹۶۸۰ و N ۳۷۸۸۶۵۰ از اسکارن جنوب سراب سامن جهت آنالیز به روش ICP-MS گرفته شد. در این نمونه که از گرانیتوئید گرفته شده، عیار طلا بسیار ناچیز و ۱ ppb است و عیار تنگستن ۳۱/۹ ppm و عیار مس نیز ۳۷۹ ppm گزارش شده است. در جدول شماره ۴-۱۷ نتایج حاصل از آنالیز این نمونه به روش ICP-MS آورده شده است.

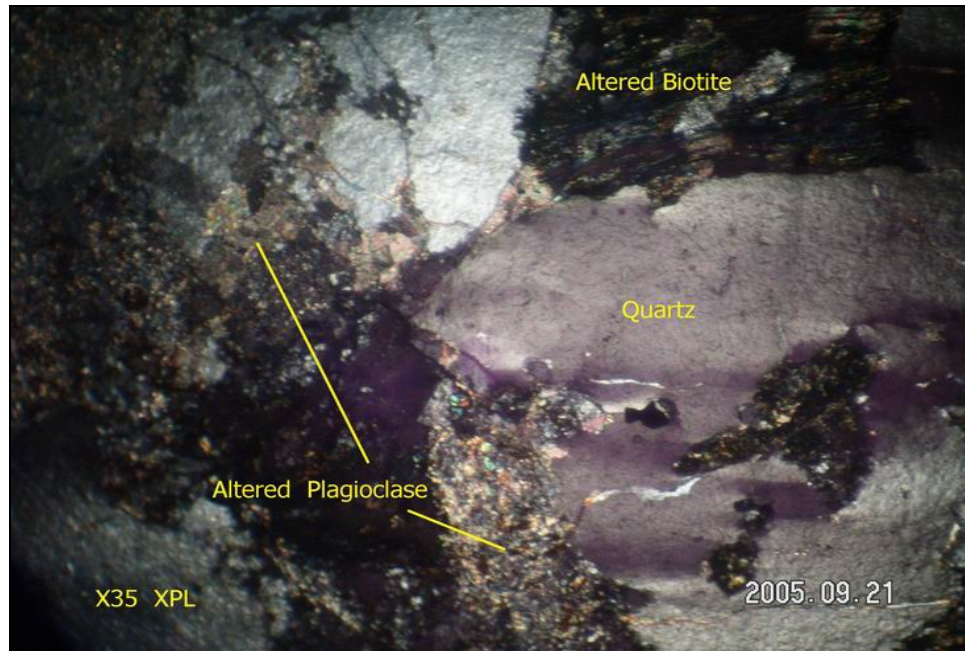
جدول ۴-۱۷ - آنالیز شیمیایی نمونه ZS-۲۳

	Au	Cr	Mn	Ba	Ti	Fe	Hg	Ag	As	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppb	ppm																	
ZS-۲۳	۱	۷۹	۲۵۷۰	۱۶۷	۶۵۳۰	۸۶۸۰۰	۰,۳۱	۰,۲۱	۳۲,۵	۱	۱۹,۸	۳۷۹	۴۰,۲	۴۱	۱۱,۷	۲۶,۴	۹۴,۶	۱۰,۵	۳۱,۹

- نمونه ZS-۲۴

نمونه ZS-۲۴ از مختصات E ۲۷۹۶۸۰ و N ۳۷۸۸۶۵۰ از اسکارن جنوب روستای سراب سامن جهت مطالعه مقطع نازک گرفته شد. این سنگ یک گرانیتوئید می‌باشد. نتیجه حاصل از مطالعه این سنگ حاکی است کانیهای موجود در این سنگ شامل کوارتز بی‌شکل با اندازه‌های مختلف که حدود ۲۰٪ حجم سنگ را تشکیل می‌دهد، پلاژیوکلاز به صورت بلورهای درشت توسط کانیهای ثانوی مثل

سریسیت، اکسید آهن، کربنات کلسیم و... جایگزین شده است، فلدسپاتهای آلکالن به کانیهای رسی، بیوتیت به کلریت، کربنات کلسیم و اکسید آهن تجزیه شده‌اند. با توجه به مطالعات انجام شده نام سنگ گرانودیوریت تجزیه شده می‌باشد. نتیجه مطالعه مقطع نازک این نمونه در ضمیمه ۱ گزارش آمده است.



شکل ۴-۱۱- تصویر میکروسکوپی نمونه ZS-۲۴

- نمونه ZS-۲۵

نمونه ZS-۲۵ از مختصات E ۲۷۹۴۵۳ و N ۳۷۸۸۳۹۴ و از اسکارن سراب سامن جهت مطالعات XRD گرفته شد. نتیجه حاصل از مطالعه XRD این نمونه حاکی است که کانیهای فاز اصلی این نمونه هورنبلند و کوارتز و کانیهای فاز فرعی آن اپیدوت، کلسیت، آلپیت و ارتوکلاز می‌باشد. نتیجه مطالعه XRD این نمونه در ضمیمه ۳ گزارش آمده است.

جدول ۴-۱۸- نمونه‌های متفرقه محدوده غرب سامن

W	Au	نوع مطالعه	شرح	مختصات نمونه		شماره نمونه	ردیف
				X	Y		
۳,۲	۰	ICP	این نمونه از گرانودیوریت که دارای رگه و رگچه‌های آهن بصورت استوک ورک می باشد، برداشت شده است. در شکستگی‌ها رگچه‌های سیلیسی به قطر یک میلیمتر و اکسید آهن در توده به وفور مشاهده می شود.	۲۷۳۴۴۴	۳۷۸۹۴۴۵	ZS-۴	۱
		Polish	این نمونه از آهکهای سیاه‌رنگ که کاملاً کریستالیزه شده و دارای میان لایه‌های چرتی می باشد، گرفته شد. سیلیس بصورت خودشکل و رگه ای با عرض حدود ۳۰ سانتی متر در منطقه دیده می شود. اکسیدهای آهن بوفور در شکستگی‌ها مشاهده می شوند. در شرق این نمونه زون اسکارنی حاوی مالاکیت، آزوریت، کالکوسیت، اپیدوت، کلسیت، و سیلیس پر شده در شکستگی‌ها دیده می شود.	۲۷۰۹۹۰	۳۷۸۹۳۶۰	ZS-۵	۲
۷,۹	۱۴۴	ICP	این نمونه از گرانودیوریتی که در سطح هوازده و سبز رنگ است، گرفته شد. در سطح تازه رنگ سنگ کمی سفید و صورتی است. بلورهای صورتی‌رنگ در آن مشاهده می شود. کوارتز به نسبت کم است.	۲۷۱۶۵۳	۳۷۹۰۱۴۱	ZS-۶	۳
		Thin Sec.	این نمونه از گرانودیوریتی که در سطح هوازده و سبز رنگ است، گرفته شد. در سطح تازه رنگ سنگ کمی سفید و صورتی است. بلورهای صورتی‌رنگ در آن مشاهده می شود. کوارتز به نسبت کم است.	۲۷۵۴۵۳	۳۷۸۸۶۴۲	ZS-۷	۴
		Thin Sec.	این نمونه از ماسه سنگ سیاه رنگ هورنفلسی برداشت شده است. ظاهری سیاه متمایل به قرمز (بدلیل وجود اکسیدهای آهن) و در سطح غیر هوازده سنگ خاکستری تیره همراه با لیمونیت و گوتیت می باشد.	۲۷۵۴۵۳	۳۷۸۸۶۴۲	ZS-۸	۵
		Thin Sec.	این نمونه از گرانودیوریت در مجاورت مرمر گرفته شد. بسیار شکننده و به رنگ خاکستری روشن می باشد. سطح تازه آن سبز کم رنگ بوده و دندریتهای منگنز در تمام سطوح شکستگی قابل مشاهده است.	۲۷۴۶۳۵	۳۷۸۹۲۵۲	ZS-۹	۶
۳۶,۸	۷۹	ICP	این نمونه از واحد اسکارن و از گرانودیوریت برداشت شده است. در سطح و متن آن مالاکیت مشاهده می شود.	۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۱	ZS-۱۰	۷
۲,۷	۲۶	ICP	این نمونه از یک رگه سیلیسی ژاسپروئید داخل اسکارن گرفته شده است. اکسیدهای آهن بوفور همراه با مالاکیت در متن سنگ دیده می شود.	۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۱	ZS-۱۱	۸
		XRD	این نمونه از واحد اسکارن برداشت شده است.	۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۲	ZS-۱۲	۹
		Polish	این نمونه از اسکارن علیمراد برداشت شد. در مجاورت توده نفوذی، مرمرها دارای کانی‌سازی می باشند. در این نمونه مالاکیت و کالکوپیریت دیده می شود.	۲۷۵۳۹۸	۳۷۸۹۰۸۹	ZS-۱۳	۱۰

ادامه جدول ۴-۱۸

W	Au	نوع مطالعه	شرح	مختصات نمونه		شماره نمونه	ردیف
				X	Y		
۲	۴۳	ICP				ZS-۱۴	۱۱
		Polish	از آهک اسکارنی شده و از مجاورت توده نفوذی برداشت شده است. کانی های کالکوپیریت، کالکوسیت و گوتیت در آن دیده می شوند.	۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۱	ZS-۱۵	۱۲
		Polish	این نمونه از سنگ آهک کریستالیزه که دارای کانی سازی مس بصورت دیستمنیت در متن سنگ می باشد، برداشت شده است.	۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۱	ZS-۱۶	۱۳
		Thin Sec.		۲۷۰۹۵۹	۳۷۸۹۳۴۱	ZS-۱۷	۱۴
۶۱,۹	۲۶	ICP	این نمونه از کنتاکت توده نفوذی زون اسکارن انجیره این نمونه گرفته شد. به شدت سیلیسی شده است و کانی سازی مس (مالاکیت - آزوریت - کالکوسیت) منگنز همچنین اپیدوت در سنگ دیده می شود.	۲۷۰۸۳۶	۳۷۸۹۴۱۸	ZS-۱۸	۱۵
۲۰,۸	۳۷	ICP	این نمونه از کنتاکت متامورفیسم در حاشیه توده نفوذی گرفته شد. سنگ بشدت سیلیسی است و کانی سازی مالاکیت و منگنز در سنگ دیده می شود.	۲۷۱۱۵۵	۳۷۸۹۱۷۸	ZS-۱۹	۱۶
۱۲,۹	۱	ICP	این نمونه از آهک کریستالیزه غرب روستای ایرینه سامن گرفته شد. اکسیدهای آهن و قلوه های سیلیسی در این آهک مشاهده می شود.	۲۷۸۵۳۴	۳۷۹۱۵۸۹	ZS-۲۰	۱۷
۴۰,۳	۵۵۰	ICP	این نمونه از سیلیس قهوه ای و سیاه رنگ در زون اسکارن همراه با کانی سازی مس.			ZS-۲۱	۱۸
۱	۷	ICP	این نمونه از سیلیسهای قهوه ای همراه با اکسیدهای آهن و کانی سازی مس	۲۷۹۱۸۵	۳۷۹۱۱۱۷	ZS-۲۲	۱۹
۳۱,۹	۱	ICP	این نمونه از توده نفوذی گرانودیوریتی در جنوب سراب سامن گرفته شد. اپیدوت در سنگ دیده می شود.	۲۷۹۶۸۰	۳۷۸۸۶۵۰	ZS-۲۳	۲۰
		Thin Sec.	این نمونه از توده نفوذی گرانودیوریتی در جنوب سراب سامن گرفته شد. اپیدوت در سنگ دیده می شود.	۲۷۹۶۸۰	۳۷۸۸۶۵۰	ZS-۲۴	۲۱
		XRD	این نمونه از کانی سازی اپیدوت، کوارتز در توده نفوذی جنوب غرب سامن گرفته شد.	۲۷۹۴۵۳	۳۷۸۸۳۹۴	ZS-۲۵	۲۲
		Thin Sec.	این نمونه از کانی سازی اپیدوت، کوارتز در توده نفوذی جنوب غرب سامن گرفته شد.			ZS-۲۶	۲۳

فصل پنجم

نتایج (تلفیق اطلاعات و

نتیجه گیری) و

پیشنهادات

۱-۵- نتایج

با توجه به اطلاعات موجود و عملیات اکتشافی صورت گرفته در منطقه سامن و تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی، کانی‌سنگین و سنگ‌اهم نتایج زیر ارائه می‌گردد:

۱. محدوده مورد اکتشاف به وسعت ۷۷ کیلومتر مربع واقع در کمر بند ماگماتیسیم سنندج سیرجان بوده و از روند عمومی ساختاری این زون پیروی می‌نماید. با توجه به نقشه ۱:۲۰,۰۰۰ تهیه شده در نیمه شمالی محدوده، توده‌های گرانیتوئیدی به صورت ۵ زون بیرون‌زده مستقل از یکدیگر گسترش دارند که از نظر سنی جوانتر از سنگهای تریاس - ژوراسیک می‌باشد، لذا واحدهای سنگی قدیمتر را سخت تحت تأثیر قرار داده و در کنتاكت خود با شیستهای تریاس و هورنفلس‌های ژوراسیک باریکه‌هایی از اسکارن را ایجاد کرده‌اند.

۲. تزریق توده گرانیتوئیدی در واحدهای سنگی تریاس ژوراسیک احتمالاً موتور حرارتی ایجادکننده پدیده دگرگونی، اسکارن‌زائی و تشکیل رگه‌های سیلیسی در حاشیه و در داخل واحدهای قدیمتر و همچنین تزریق رگه‌های سیلیسی متعلق به فازهای تأخیری در متن توده آذرین است و در نتیجه کانی‌سازی‌های احتمالی منطقه در رابطه با پدیده‌های فوق می‌توانند باشند.

۳. مطالعات صورت گرفته روی ۱۰۰ نمونه کانی‌سنگین که با اهداف کنترل کانی‌سازی و پتانسیل بالای کانی‌سازی طلا و دیگر کانیهای همراه است، به طوریکه بیش از ۲۰ درصد نمونه‌های مذکور محتوی ذرات طلا (بین ۱ تا ۷ ذره) است، درشتی ذرات طلای مشاهده شده بین ۱۰۰ تا ۱۷۰۰ میکرون می‌باشند. درشتی برخی از ذرات، نزدیک بودن نمونه به منبع کانی‌سازی را تأیید می‌نماید.

۴. با توجه به تمرکز نمونه‌های کانی‌سنگین محتوی طلای آزاد که اکثراً در واحدهای هورنفلس ژوراسیک گسترش دارد، احتمال به وجود آمدن پدیده کانی‌سازی طلا در واحدهای مذکور به مراتب بیشتر از کانی‌سازی در خود توده گرانیتوئیدی است. (نقشه شماره ۳-۳).

۵. حضور کانیهای هم‌خانواده طلا، چون شلیت که در بیش از ۷۴ نمونه کانی‌سنگین (۷۴٪ از کل نمونه‌ها) عیاری بین ۰/۰۱ تا ۱۵۳ گرم در تن دارند. مقایسه نقشه‌های ۳-۳ و ۳-۴ انطباق جامع و گسترده طلا و شلیت، به ویژه در نیمه شمالی و در محدوده سنگ‌های هورنفلس را نشان می‌دهد (نمونه‌های ZSH-۶۶ و ZSH-۶۳ بیشترین عیار طلا را

- دارن... (د). نم... و نه ش... ماره
- ZSH-68 بیشترین تمرکز شلتیت به مقدار ۱۵۳ گرم در تن واقع در محدوده سنگهای شیست لکه‌دار (Spotted Schist) می‌باشد. ناگفته نماند که نمونه‌های واقع در محدوده گرانیتوئید، محتوی مقادیر قابل توجهی شلتیت بوده است که احتمالاً دارای منشاء اولیه و همراه با تشکیل رگه‌های آپلیتی به وجود آمده‌اند.
۶. همراهی کانیهای اورپیمنت (As_2S_3) و سینابر (HgS) با طلا به ویژه در بخش نیمه شمالی محدوده اکتشاف کانی‌سازی طلا را تأیید می‌نماید.
۷. کانی کاسیتريت (SnO_2) در ۱۰ درصد نمونه‌های اخذ شده مشاهده گردیده است و همبستگی شدیدی با کانیهای شلتیت دارند که نشان‌دهنده منشاء کانی‌سازی یکسانی هستند.
۸. علاوه بر کانیهای فوق‌الذکر نیمه شمالی محدوده مورد مطالعه کانیهایی چون پیریت، کالکوپیریت، مالاکیت، مس طبیعی، کوپریت و همچنین کانی پوولیت ($Ca MoO_4$) که کانی مولیبدن‌دار ایزومرف با شلتیت است و همچنین کانیهای گالن، اسفالریت، همی‌مورفیت در حد مقادیر کم (چند ذره pts) در اکثر نمونه‌های کانی سنگین مشاهده گردیده که تماماً نشان از حضور پدیده کانی‌سازی به ویژه در سنگهای دگرگونی و حاشیه توده گرانیتوئیدی دارند.
۹. نتایج حاصل از ۲۷ نمونه چکشی (Chip Sample) که از رگه‌های سیلیسی و واحدهای مختلف سنگی برداشت و مورد تجزیه ICP قرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد که واحد سنگی گرانودیوریتی مینرالیزه رگه‌های سیلیسی و واحد اسکارنی دارای میانگین بیشتری برای برخی عناصر به ویژه طلا، مس، آرسنیک، بیسموت و روی می‌باشند. لازم به ذکر است که عیار عناصر فوق‌الذکر در نمونه‌های مربوط به رگه‌های سیلیسی بالاترین مقدار را نشان می‌دهند. (حداکثر عیار طلا ۵۶۶ ppb و میانگین ۱۴۹ ppb).
۱۰. در محدوده زون اسکارن انجیره واقع در شرق محدوده اکتشافی تعداد ۴ ترانشه به متر اژ ۱۴۱ متر حفر گردیده که جمعاً ۴۷ نمونه از واحدهای مختلف از دیواره ترانشه برداشت گردیده است. از مجموع نمونه‌ها ۱۶ نمونه متعلق به سنگهای گرانودیوریتی ۶ نمونه گرانودیوریت آلتیره و ۲۵ نمونه از زون اسکارنی واقع در دیواره ترانشه می‌باشند. تجزیه نمونه و بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که عیار عناصر طلا، آهن، نقره، آرسنیک، سرب و روی در محدوده واحدهای اسکارنی افزایش چشمگیری دارند. در صورتیکه در محدوده سنگهای گرانودیوریتی مقادیر عناصر فوق به طور ناگهانی و

همسو کاهش می‌یابند، لذا اگرچه حداکثر عیار طلا در دیواره ترانشه به ۱۴۹ و مقدار تنگستن به ۳۹۹ گرم در تن می‌رسد که از نقطه نظر اقتصادی چندان قابل اهمیت نیست، ولی از نقطه نظر حضور پدیده کانی سازی در زون‌های اسکارنی حائز اهمیت بوده و در صورتیکه تعداد ترانشه‌ها و نمونه‌ها افزایش یابد، امکان دستیابی به زونهای اقتصادی چندان بعید نمی‌باشد.

۱۱. مطالعه مقاطع صیقلی نشان‌دهنده حضور کانیهای کالکوپیریت، بورنیت، کالکوسیت، کوولیت، اکسید آهن، مگنتیت، پیریت که درشتی برخی از کانیهای گروه مس تا بیش از ۲۰۰ میکرون و حدود ۳٪ مجموع کانیها را تشکیل می‌دهند. فراوانی پیریت حدود ۱٪ و مگنتیت ۲٪ می‌باشد.

۱۲. با عنایت به تعداد کم نمونه‌های چکشی (۲۷ عدد) و عدم برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی (شرح خدمات فاقد برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی است) که سبب به وجود آمدن خلأ اکتشافی گردیده است و مقیاس اکتشاف ۱:۲۰,۰۰۰ صورت گرفته و کمبودهای دیگر که در فصول گزارش اشاره شده است، در مجموع نتایج حاصل حضور کانی سازی طلا و دیگر عناصر همراه را تأیید می‌نماید و در نهایت ۳ محدوده اولویت‌دار اکتشافی جهت ادامه اکتشاف، تعیین و پیشنهاد گردیده است.

با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه، در جدول ۵-۱ ارتباط نمونه‌های کانی سنگین حاوی طلا با واحدهای نفوذی (گرانیت، گرانودیوریت) بررسی شده است.

از مطالب جدول ۵-۱ چنین بر می‌آید که تعداد ۱۱ نمونه حاوی طلا تقریباً هیچگونه ارتباطی با توده نفوذی ندارند و تنها دو نمونه حاوی طلا ارتباط کاملی را با توده نفوذی نشان داده‌اند. به احتمال قریب به یقین طلای این نمونه‌ها نیز از واحدهایی دیگر همچون رگه‌های سیلیسی تامین شده است. بنابراین بایستی به محیطهای اسکارنی در حاشیه توده‌ها، رگه‌های سیلیسی و یا *Sheeted veins* در درون توده نفوذی و رگه‌هایی در فاصله‌های نسبتاً زیاد از توده *Peripheral veins* توجه ویژه ای نمود.

جدول ۵-۱- ارتباط نمونه‌های کانی سنگین حاوی طلا با رخنمونهای گرانیتی

ردیف	محیط نمونه برداری کانی سنگین			ارتباط حوضه طلا دار با رخنمون توده گرانیتی			نمونه‌های سنگ برداشت شده از حوضه		توضیحات
	شماره نمونه	تعداد ذره طلا	عیار شلیت (ppm)	ارتباط کامل	عدم ارتباط	ارتباط نسبی (%)	تعداد	بیشترین مقدار طلا (ppb)	
۱	ZSH-۶۶	۷	۶,۶			۳۰	۷	۱۱۸	بخش عمده حوضه از درون هورنفلسها میگذرد، نمونه‌های سنگی (مینرالیزه) در کنتاکت با توده و در نزدیکی نمونه کانی سنگین گرفته شده اند.
۲	ZSH-۴۱	۴	۴,۸		✓		۱	۱	آبراهه عمدتاً از هورنفلسها و مرمر میگذرد، نمونه مینرالیزه از یک رگه سیلیسی برداشت شده است.
۳	ZSH-۶۳	۴	۰,۰۱			۷۰	۱	۰,۵	
۴	ZSH-۲۴	۳	۱۴,۴			۴۰	۲	۸۲	نمونه‌های مینرالیزه بصورت نمونه‌های نابرجا (Float) برداشت شده است.
۵	ZSH-۴۸	۳	۰,۰۱			۷۰	۱	۰,۵	نمونه سنگی با حوضه ZSH-۶۳ یکسان است.
۶	ZSH-۱۸	۳	۲۶,۴		✓		....	....
۷	ZSH-۱۴	۲	۰,۰۱	✓			۱	۵۴۶	بیشترین مقدار طلا در تمام نمونه‌های سنگی (Silica Vein)
۸	ZSH-۱۵	۲	۰,۰۱	✓			....	....
۹	ZSH-۴۲	۲	۷۵,۶		✓		....	....
۱۰	ZSH-۴۳	۲	۲۴		✓		....	....
۱۱	ZSH-۷۰	۲	۱۶,۲				۱۰	....
۱۲	ZSH-۷۷	۲	۰,۰۱		✓		....	....
۱۳	ZSH-۱۶	۱	....		✓		....	....	بیشترین مقدار پیرولوویت در کانیهای سنگین
۱۴	ZSH-۲۱(۲)	۱	۰,۶۶		✓		....	....
۱۵	ZSH-۲۹	۱	۰,۰۱		✓		....	....
۱۶	ZSH-۳۱	۱	۰,۰۱		✓		۱	۸	
۱۷	ZSH-۳۶	۱	۰,۰۱		✓		۲	۰,۵	بالاترین مقادیر پیریت اکسید و سینابر در این حوضه مشخص شده است.
۱۸	ZSH-۴۶	۱	۰,۰۱		✓		....	....
۱۹	ZSH-۶	۱	۰,۴۵			۶۰	....	....
۲۰	ZSH-۸۵	۱	۹,۶			۵	....	....
۲۱	ZSH-۹۴	۱	۰,۷۸			۸۰	....	....

نمونه‌های برداشت شده از ۴ ترانسه حفر شده در منطقه اسکارن انجیره نشان از تمرکز نسبی (نه به معنای کانی‌سازی اقتصادی) عناصر طلا، مس، سرب، روی، آرسنیک، بیسموت، آنتیموان، قلع، تنگستن و مولیبدن در واحد اسکارنی دارد. مقادیر ماکزیمم و میانگین طلا به ترتیب ۱۹ و ۱۴۹ میلی گرم در تن و همین مقادیر در مورد تنگستن به ترتیب ۵۲ و ۳۹۹ گرم در تن بوده است.

در مرحله اول و همچنین در مرحله کنترل ناهنجاری تعدادی نمونه سنگی (عمدتاً مینرالیزه) برداشت گردیده از میان آنها ۲۷ نمونه آنالیز شده که نمونه‌های مرتبط با رگه‌های سیلیسی و اسکارنها غنی شدگی متمایزی را نشان داده اند.

نمونه‌هایی که بیشترین مقدار طلا را داشته (۵۴۶ و ۵۲۳ میلی گرم در تن) از نمونه‌های رگه‌های سیلیسی بوده اند.

برای شناخت بیشتر از نحوه هماهنگی و انطباق در نمونه‌های کانی‌سنگین و نمونه‌های مینرالیزه و آگاهی در زمینه اشکالات موجود در ارتباط با تلفیق اطلاعات در این دو محیط جدول ۵-۲ تنظیم شده است.

در این جدول نتایج آنالیز ۱۱ نمونه مینرالیزه که بیشترین مقادیر طلا، مس و تاحدودی نقره، روی، آنتیموان و آرسنیک را داشته اند همراه با نمونه‌های کانی‌سنگین مرتبط با آنها نشان داده شده است. نتیجه بررسی این جدول به شرح زیر است:

- از حوضه‌های آبریز اصلی در توده سراب سامن (شمال شرق منطقه) نمونه کانی‌سنگین برداشت نشده بنابراین از وضعیت کانی‌سنگین حوضه ZS-۲۱ اطلاعی در دست نیست، این نمونه در ردیف دوم نمونه‌های مینرالیزه طلا دار ثبت شده است.
- بیشترین مقدار طلا در نمونه ZSA-۲۰ عیار سنجی شده است. در این نمونه علاوه بر بیش از ۰,۵۴ گرم در تن طلا، حدود ۱,۴٪ مس، حدود ۱۰ ppm نقره و مقادیر قابل توجه آرسنیک و آنتیموان یافت شده است. نمونه کانی‌سنگین این حوضه (نمونه ZSH-۱۴) در خروجی آبراهه و در فاصله‌ای حدود ۴۲۰ متری فرودست نمونه ZSA-۲۰ برداشت شده است. در این نمونه دو ذره طلا (با اندازه‌های ۱۲۵ و ۲۰۰ میکرون) یافت شده اما نشانی از کانیهای سنگین مس و آرسنیک (اورپیمنت، رالگار) بدست نیامده است.
- بیشترین ذرات طلا در کانی‌سنگین (۷ ذره) در خروجی آبراهه ای برداشت شده که از فراز آن و در فاصله‌ای حدود ۱ کیلومتر دو نمونه مینرالیزه برداشت شده که یکی از آنها اسکارن و دیگری گرانودیوریت مینرالیزه گزارش شده است.
- در نمونه‌های مینرالیزه مقادیر طلا در حد ۱۰۱ تا ۱۱۸ ppb ثبت شده است در صورتیکه منشا نمونه کانی‌سنگین که در آن ۷ ذره طلا (با ابعادی از حداقل ۳۰۰ تا حداکثر ۱۰۰۰ میکرون) یافت شده

بایستی عیاری بیش از نمونه‌های مذکور داشته باشد.

- اما همین نمونه‌های مینرالیزه حاوی بیشترین مقدار نقره (۵۳,۱ ppm)، آرسنیک (۱۱۵۰ ppm)، آنتیموان (۲۱۰۰ ppm) و مقادیر قابل توجهی از مس (۱/۷ درصد) می باشند. در صورتیکه در نمونه کانی سنگین خروجی آن تنها مقدار جزئی از کانیهای مس (۰,۰۱ ppm=PTS) دیده شده و نشانی از کانیهای آرسنیک (اورپیمنت و رالگار) مشاهده نشده است.
- نزدیکترین نمونه کانی سنگین به نمونه‌های مینرالیزه و ترانشه‌های منطقه اسکارن انجیره نمونه ZSH-۹۳ می باشد که به استثنا مقدار نسبتاً قابل توجهی از پیریت اکسید (۳۳۲,۵ ppm) و مقدار جزئی از کانیهای مس (مالاکیت در حد PTS) و شثلیت (PTS) نشان دیگری از کانی سازی را در بر نداشته است. در صورتیکه در نمونه‌های سطحی و نمونه‌های ترانشه این منطقه بیشترین مقادیر تنگستن (۳۹۹ ppm)، روی (۹۸۵۰ ppm)، جیوه (۳,۴۳ ppm) و مقادیر قابل توجهی از مس (از حداقل ۰,۲۶ تا حداکثر ۲,۱۶ درصد)، نقره (۵۲,۹ ppm-۰,۱)، آرسنیک و بیسموت عیار سنجی شده است.

محدوده‌هایی که بیشترین مجموعه اطلاعات (نمونه‌های کانی سنگین - نمونه‌های مینرالیزه - مقاطع صیقلی) را در بر داشته اند در قالب ۶ محدوده بررسی شده و انطباق یا عدم انطباق نتایج در محیطهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. تقریباً در تمام مناطق، عدم انطباق بین عیار مس، سرب و روی با کانیهای سنگین همین عناصر در نمونه‌های کانی سنگین مشاهده شده است. اما شواهد کانی سازی به نحو بارزی در نمونه‌های صیقلی گزارش شده است. لازم به ذکر است که نشانی از طلا در نمونه‌های صیقلی دیده نشده است.

در سایر مطالعات محرز شده است که کانی سازی طلا و تا حدودی تنگستن در ارتباط با جایگیری توده نفوذی در سنگهای میزبان کربناته و ماسه سنگی است. غنی شدگی نسبی طلا در واحدهای اسکارنی ترانشه‌ها و رگه‌های سیلیسی و اسکارنهای پراکنده در سطح منطقه دلیلی بر این مدعاست بنابراین اثرات سیالات هیدروترمالی ناشی از توده نفوذی در کانی سازی در این واحدها مشخص شده است. زونهای شکستگی نسبتاً گسترده ای که بشکل یک ساختار حلقوی و گسلهای شعاعی بخش اعظمی از منطقه را تحت تاثیر قرار داده نیز میتواند معبری برای گذر سیالات هیدروترمالی و مکان مناسبی برای کانی سازی باشد.

جدول ۵-۲- مقایسه نتایج آنالیز ICP برخی نمونه‌های مینرالیزه با نمونه‌های متناظر کانی سنگین

Row	SampleID	Lithology	Au(ppb)	Hg	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	Zn	Sn	W
۱	ZSA-۲۰	Silica Vein	۵۴۶	۰,۲	۹,۹۴	۸۶۹	۰,۸	۱۴۳۰۰	۳,۱	۱۶,۵	۹۶۷	۱۹,۳	۰,۲	۰,۱
۲	ZS-۲۱	Silica Vein	۵۲۳	۰,۵۳	۸,۶۶	۷۸۵	۱۸۸	۷۹۸۰۰	۳۴,۴	۴۱۶	۶۱,۳	۱۷۴	۱۰,۹	۲۰,۳
۶	ZSA-۵	SK	۱۱۸	۱,۳۴	۵۳,۱	۲۷,۵	۱۲۴	۱۰۵۰۰	۱۹,۵	۱۷,۵	۹,۳	۵۰,۳	۳,۲	۱۸۹
۸	ZSA-۴	Min.Gd	۱۰۱	۰,۲۷	۴۹,۱	۱۱۵۰	۲۲۷	۱۶۷۰۰	۲۱,۹	۱۲۲	۲۱۰۰	۱۲۰۰	۲,۹	۲,۱
۳	ZT۴S-۹	SK-Tr	۱۴۹	۱,۵۸	۶,۴۳	۹۶,۶	۱۲۸	۲۶۲۰	۵,۲	۷۹	۴,۳	۲۴۵۰	۸,۵	۱۷۷
۴	ZS-۶	SK	۱۴۴	۰,۶۶	۵۲,۹	۶۳۵	۱۱۴۰	۱۲۳۰۰	۱,۹	۶۷۹	۲۸۴	۷۳۸۰	۳,۷	۷,۹
۵	ZT۳S-۸	SK-Tr	۱۲۴	۰,۲۷	۴,۵۹	۱۵۹	۳۹,۸	۱۴۰۰۰	۳,۱	۲۳۴	۷,۲	۶۸۲۰	۲۱,۴	۲۱,۲
۷	ZT۱S-۷	SK-Tr	۱۱۵	۲,۵۴	۱۱,۶	۱۵۳	۴۲۲	۳۰۳۰	۹,۳	۲۱۰	۳۶,۸	۹۸۵۰	۷	۲۹۳
۹	ZT۴S-۱۰	SK-Tr	۹۹	۳,۴۳	۱۳,۵	۵۳,۹	۱۲۴	۲۱۶۰۰	۱۶,۶	۷۶,۴	۱۶,۸	۴۸۲	۶,۴	۳۹۹
۱۰	ZS-۱۰	Min.Gd	۷۹	۰,۱۹	۲۲,۳	۱۹۵	۱۱۱۰	۹۴۲۰	۱,۳	۴۷,۹	۳۶,۸	۹۵۹۰	۶,۳	۳۶,۸
۱۱	ZT۳S-۶	SK-Tr	۶۴	۱,۰۱	۴,۶۷	۲۳۰	۵۶,۳	۱۱۱۰۰	۷,۱	۳۶,۶	۱۰	۶۰۸	۱۹,۲	۷۸,۴

Row	SampleID	HMC Related	Gold grain(s)	Scheelite	Fe...oxide	Ti. Minerals	Garnets	Andalusite	Py(Total)	Pb,Zn Min.	Cu,Mo Min.	Cinnabar	Orpiment	Corundum
۱	ZSA-۲۰	ZSH.۱۴	ذره ۲	۰,۰۱	۱۷۹,۸۹۲	۷,۵۱۵	۲۲۸	...	۱۷۱,۰۲	۰,۰۱	...	۰,۰۱
۲	ZS-۲۱
۶	ZSA-۵	ZSH.۶۶	ذره ۷	۶,۶	۱۱۷,۴۶۸	۸۴,۷۲	۱۱۷۰,۴	۴۵,۷۶	۱۰,۴۵	۰,۰۲	۰,۰۱
۸	ZSA-۴		ذره ۵											
۳	ZT۴S-۹	ZSH.۹۳	...	۰,۰۱	۲۷۹,۸۴۲	۴,۹۳	۲۶۶	۲,۲۴	۳۳۲,۵۱	...	۰,۰۱	۰,۰۱
۴	ZS-۶													
۵	ZT۳S-۸													
۷	ZT۱S-۷													
۹	ZT۴S-۱۰													
۱۰	ZS-۱۰													
۱۱	ZT۳S-۶													

از نتایج آنالیز ICP ۱۷ نمونه غیر آلتره در بررسی‌های تفریق ماگماتی، شناخت نسبی گرانیت‌های مولد کانی‌سازی، درجه اکسیداسیون ماگما، رابطه بین تفریق و اکسیداسیون در ماگماهای میزبان ذخایر کانساری و نهایتاً جایگاه تکتونیکی و تشکیل توده‌های نفوذی استفاده شده است. نتایج بدست آمده بصورت خلاصه در زیر آمده است:

- ✓ تفریق در توده گرانیتوئیدی سامن در حد متوسط تا کم صورت گرفته است.
 - ✓ توده گرانیتوئیدی سامن در سری مگنتیتی قرار گرفته است. (بر اساس محاسبه درجه اکسیداسیون ماگما و محاسبه رابطه بین تفریق و اکسیداسیون ماگما)
 - ✓ توده نفوذی سامن میتواند تاحدودی مولد ذخائر طلا - بیسموت باشد (بیسموت در رگه‌های سیلیسی انجیره تا حداکثر ۲۱۳۰ ppm عیار داشته است) اما میزان حداکثر عیار طلا تنها در دو نمونه (دو رگه سیلیسی در شرق و شمال شرق منطقه) اندکی بیش از ۰,۵ ppm گزارش شده است.
 - ✓ نسبت Au/Ag در اسکارن انجیره در حدود ۰,۰۲ می باشد، در حالیکه این نسبت در ذخایر مشابه در دنیا به حدود ۱ میرسد.
- با توجه به مطالب مذکور نمیتوان انتظار کانی‌سازی اقتصادی از تنگستن را داشت زیرا تنگستن در محیط کانی‌سنگین و نمونه‌های مینرالیزه غنی شدگی چندانی نشان نداده است. اما همپوشانی بخش عمده ای از ناهنجاریهای کانی‌سنگین شلیت و طلا جای امیدواری دارد. در مورد طلا با توجه به تفریق اندک توده نفوذی، کانی‌سازی طلا در مناطق ناهنجاری در حد اقتصادی نبوده اما نمونه‌های کانی‌سنگین و اندازه ذرات طلا در آنها و تعداد نمونه‌های طلا دار که بیش از ۲۰٪ نمونه‌های کانی‌سنگین بوده اند روزنه امید دیگری را در پیش رو قرار داده اند.

۲-۵- پیشنهادات

۲-۵-۱- محدوده‌های پیشنهادی جهت ادامه اکتشاف با اهداف طلا و تنگستن

۲-۵-۱-۱- محدوده کوه حرتوسیا با اولویت اول به وسعت ۹ کیلومترمربع

عیار نمونه‌های مینرالیزه با حداکثر عیار ۱/۶۷ درصد مس، ۰/۱۲ درصد روی، ۱۱۵۰ گرم درتن آرسنیک، ۲۱۰۰ گرم در تن آنتیموان، ۲۲۷ گرم درتن بیسموت، ۵۳ گرم درتن نقره و ۱۱۸ ppb طلا، بعلاوه ۱۲ نمونه کانی‌سنگین محتوی ۲ تا ۷ ذره طلا و شلیت در ۱۶ نمونه در اولویت اول اکتشافات ۱:۵۰۰۰ قرار دارد.

۲-۵-۱-۲- محدوده شمال شرق قلعه علیمرادخان با اولویت دوم به وسعت ۵ کیلومترمربع

مقدار طلا در نمونه مینرالیزه بالاترین عیار ۵۴۶ و ۵۲۳ ppb، آرسنیک ۸۶۹ گرم درتن، مس ۱/۴ درصد و آنتیموان ۹۶۷ گرم درتن است.

۵-۲-۱-۳- محدوده اسکارنی شمال غرب روستای انجیره با اولویت سوم به وسعت ۴ کیلومتر مربع
حداکثر عیار طلا ۱۴۴ppb، آرسنیک ۶۳۵ گرم در تن، بیسموت ۲۱۳۰ گرم در تن، تنگستن ۲۰۸
گرم در تن و مس ۱/۳۴ درصد در نمونه های مینرالیزه است. در نمونه های مقاطع صیقلی مقدار
کالکوپریت به ۲ درصد نیز رسیده است.

شکل ۵-۱- محدوده معرفی شده جهت فعالیت‌های اکتشافی بعدی، بر روی نقشه زمین‌شناسی و
ژئوشیمی

۵-۲-۲- شرح خدمات پیشنهادی

با توجه به ساختمان زمین شناسی مشابه و نتایج حاصل از اکتشافات صورت گرفته شرح خدمات برای مناطق اولویت دار یکسان می باشد. لذا شرح خدمات پیشنهادی برای هر کیلومتر مربع ارائه می گردد:

۱- تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی ۱:۵۰۰۰ شامل تفکیک واحدهای سنگی، زونهای آلتراسیون، ساختمان زمین شناسی، ارائه رگه ها و زونهای کانی سازی و غیره. برداشت نمونه های چکشی از رگه های سیلیسی و برشی، اسکارن و غیره به تعداد ۱۰ عدد در هر کیلومتر مربع با اهداف تجزیه عناصر، مطالعات سنگ شناسی، مقاطع صیقلی، XRD و غیره.

۲- مطالعه ژئوشیمیایی شامل:

- برداشت ۱۰ تا ۱۵ نمونه از رسوبات آبراهه ای. تعداد کل نمونه ها در محدوده با اولویت اول (۹ کیلومتر مربع)، ۱۰۰ الی ۱۵۰ عدد و در محدوده دوم و سوم (هر کدام ۵ و ۴ کیلومتر مربع) جمعاً ۵۰ الی ۷۵ عدد می باشد.

- برداشت ۵ نمونه کانی سنگین در هر کیلومتر مربع

- مطالعه نمونه های مینرالیزه به روش های XRD و آنالیز ICP.

- تلفیق نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی، کانی سنگین و ژئوشیمیایی و تهیه نقشه های آنومالی

- کنترل زونهای پتانسیل دار و برداشت نمونه های چکشی و کانی سنگین از زونهای پتانسیل دار

- تعیین نقاط مناسب حفر ترانشه به متر از مناسب

- حفر ترانشه و برداشت نمونه از دیواره ترانشه ها

- تلفیق کلیه اطلاعات و تهیه گزارش پایانی

شرح خدمات فوق کلی و پیشنهادی است و هرگونه تغییرات در شرح خدمات بستگی به مساحت محدوده اکتشاف، بودجه مصوب و نظر کارفرما دارد. اما براساس مطالعات انجام شده و داده های حاصل انجام مطالعات اکتشافی در پهنه اولویت اول به وسعت ۱۵ کیلومتر مربع، تأکید و توصیه می شود.

منابع

- برزگر، محمود، راهنمای جامع SPSS ۱۰.
بونیک، ولفگانگ، واکاوی کانی‌های سنگین، ترجمه فریدون مهرابی، ۱۳۷۸، انتشارات دانشگاه شیراز.
حسینی پاک، علی اصغر، (۱۳۷۸)، اکتشافات ذخایر طلا، دانشگاه تهران. ص ۶۷-۹۳.
درویش‌زاده، علی، ۱۳۷۰، زمین‌شناسی ایران، موسسه انتشاراتی امیرکبیر، ص ۱۹۶-۱۹۷.
کاوشگران (۱۳۸۳)، گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی بر گره یکصد هزارم ملایر.
مقصودی، عباس، ۱۳۸۴، کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا در ایران، مؤسسه پژوهشی آراین زمین، ص ۵۳-۵۴.
- Baker T, Pollard PJ, Mustard R, Mark G & Graham JL. ۲۰۰۵. A comparison of granite-related tin, tungsten and Gold-bismuth deposits: implications for exploration. SEG Newsletter ۶۱(April): ۵-۱۷.
- Blevin, P.L., ۲۰۰۵. Intrusion related gold deposits, Online paper.
- Blevin PL. ۲۰۰۴. Redox and compositional parameters for interpreting the granitoid metallogeny of eastern Australia: implications for Gold-rich ore systems. Resource Geology ۵۴(۳):۲۴۱-۲۵۲.
- Flanigan Brian, Freeman Curt, Newberry Rainer, McCoy Dan, Hart Craig, (۲۰۰۰)
Exploration models for mid and Late Cretaceous intrusion-related Gold deposits in Alaska and the Yukon Territory, Canada; in Geology and Ore Deposits ۲۰۰۰: The Great Basin and beyond proceedings volume II, pages ۵۹۱-۶۱۴.
- Goldfarb, R.J., Hart, C.J.R., Miller, L., Miller, M., Farmer, L. and Groves, D.I., ۲۰۰۰.
Tintina Gold Belt A global perspective. British Columbia and Yukon Chamber of Mines Cordilleran Round Up, Special Volume ۲, p. ۵-۳۴.
- Goldfarb, R.J., Groves, D.I., Gardoll, S., ۲۰۰۱. Orogenic gold and geologic time: a global synthesis. Ore Geology Reviews, No. ۱۸ p. ۱-۷۵.
- Ishihara, S., ۱۹۸۱. The granitoid series and mineralization. Economic Geology, ۷۰th, Aniv. Pp. ۴۸۴-۴۸۵.
- Lang JR & Baker, T. ۲۰۰۱, Intrusion related gold systems: the present level of understanding. Mineralium Deposita, ۳۶: ۴۷۷-۴۸۹.
- McCoy, D., Newberry, R.J., Layer, P., DiMarchi, J.J., Bakke, A., Masterman, J.S. and Minehane, D.L., ۱۹۹۷. Plutonic-related gold deposits of interior Alaska: Economic Geology Monograph ۹, p. ۱۹۱-۲۴۱.
- Meinert, L. D., ۱۹۸۸, Gold in Skarn Deposits – A Preliminary Overview. In Proc. ۷th Quaderennial LAGOD Symposium.

- Mustard R. ۲۰۰۱. Granite-hosted Gold mineralization at Timbarra, northern New South Wales, Australia. Mineralium Deposita ۳۶:۵۴۲-۵۶۲.
- Newberry, R. J., ۱۹۸۲, tungsten-bearing skarn of Sierra Nevada. The pine Creek Mine: Econ. Geol. , V. ۷۷, pp. ۸۲۳-۸۴۴.
- Pearce, J.A., Harris, B.W., and Tindle, A. G., ۱۹۸۴, Trace element discrimination diagrams for the Tectonic interpretation of granitic rocks, Journal of Petrology, Vol. ۲۵, Part ۴, p. ۹۵۶-۹۸۳.
- Sillitoe R. H., ۱۹۸۷, Copper, Gold and subduction: a trans pacific perspective. In proc. Pacific congress, ۸۷, gold coast, Queensland, Australian Inst. Of mining and metallurgy, parkville, victoria, ۳۹۹-۴۰۳.
- Stocklin, J. (۱۹۷۷), Structural Correlation of the Alpine ranges between Iran and Central Asia. Memoire Horsserie, No. ۸ de la Sco. Geol. De France, ۸, pp. ۳۳۳-۳۵۳.