

بیت

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی
مدیریت منطقه شمال شرق کشور

طرح اکتشاف مواد معدنی در جنوب خراسان
گزارش اکتشاف قلع در شمال شامکوه
(مرحله نیمه تفصیلی)

محقق: **طرح**

محمد تقی کره‌ای

تهیه و تدوین:

رضا منظمی باقرزاده

کتابخانه سازمان زمین شناسی و

اکتشافات معدنی کشور

تاریخ:

۸۲۲۰۸

شماره ثبت:

مهرماه ۱۳۸۲

سپاسگزاری:

پیشرفت و توسعه علوم زمین بالاخص در گرایش زمین شناسی اقتصادی و معدنکاوی، جملگی مرهون فعالیت در ابعاد مختلف اعم از برداشت های صحرایی، نمونه برداری و تجزیه شیمیایی آنها به منظور اطلاع از عیار عناصر مورد نظر، تهیه مقاطع نازک و صیقلی و مطالعه آنها، همچنین اطلاعات بدست آمده از بخش دورسنجی و نهایتاً تعبیر و تفسیر داده های حاصل می باشد.

در اینجا لازم می دانم که از جناب آقای مهندس کره ای ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و معاون وزیر (مجری طرح اکتشاف مواد معدنی در جنوب استان خراسان) و همچنین جناب آقای مهندس طاهری مدیریت محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق کشور بلحاظ مساعدت در انجام هر چه بهتر برنامه ریزی های داخلی، تلاش در جهت اعزام اکیپ ژئوفیزیک تهران به منطقه و همچنین همکاری در تدوین سریعتر این گزارش تشکر و قدردانی نمایم. از جناب آقای مهندس علی عسکری بخاطر آشنا کردن اینجانب با منطقه و رگه های معدنی پرعیار و همچنین نمونه برداری از ترانسه های اکتشافی تشکر و سپاس فراوان دارم.

از جناب آقای مهندس مجیدی و همکارانشان در بخش GIS بخاطر ترسیم کامپیوتری پروفیل ترانسه ها کمال تشکر را دارم. از خانم مهندس نسترن شجاعی کاوه بلحاظ مطالعه مقاطع نازک و تهیه گزارش آن سپاسگزارم. همچنین از آقای مهندس محمدرضا کریمی و خانم مهندس صدیقه صحت به جهت مطالعه مقاطع صیقلی و اعلام گزارش آن تشکر و قدردانی می نمایم.

از رانندگان محترم بخش نقلیه آقایان سید عباس حقی، جواد پاکروان و مهدی قربانی به خاطر همکاری صمیمانه با اینجانب سپاسگزاری می نمایم.

امید است محققین و خوانندگان ارجمند از پیشنهادها و دیدگاههای خویش اینجانب را آگاه سازند.

E.mail: R.Monazzami.B @ gsinet.ir

رضا منظمی باقرزاده

مهر ماه ۱۳۸۲

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	- سپاسگزاری
۱	- چکیده

فصل اول: کلیات

۵	۱-۱ تاریخچه
۶	۲-۱ کانی‌شناسی قلع
۱۱	۳-۱ کاربرد قلع
۱۱	۴-۱ قیمت قلع
۱۲	۵-۱ تولید و ذخیره قلع در جهان
۱۲	۶-۱ کشورهای تولیدکننده قلع
۱۸	۷-۱ جغرافیا و ریخت‌شناسی
۱۹	۸-۱ سوابق فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در منطقه مورد مطالعه

فصل دوم: زمین‌شناسی و تکنیک منطقه

۲۲	۱-۲ زمین‌شناسی منطقه
۲۲	۲-۳ زمین‌شناسی محدوده اکتشافی
۳۰	۳-۲ زمین‌ساخت و تکنیک منطقه
۳۳	۴-۲ فرآیند ماگماتیسیم در منطقه
۳۳	۵-۲ فرآیند دگرگونی در منطقه

فصل سوم: کانی‌زایی و رده‌بندی کانسارهای قلع

۳۶	۱-۳ کانی‌زایی قلع
۳۶	۲-۳ رده‌بندی کانسارهای قلع
۴۳	۳-۳ تقسیم‌بندی کانسارهای قلع بر اساس میزان ذخیره و عیار

فصل چهارم: شرح عملیات و بررسی‌های اکتشافی

- ۴۵ ۱-۴ مقدمه
- ۴۵ ۲-۴ حفر ترانشه و تشریح واحدهای سنگ چینه‌ای نمونه‌های برداشت شده در طول آن
- ۴۷ ۱-۲-۴ ترانشه شماره ۱
- ۵۵ ۲-۲-۴ ترانشه شماره ۲
- ۵۷ ۳-۲-۴ ترانشه شماره ۳
- ۶۰ ۴-۲-۴ ترانشه شماره ۴
- ۶۱ ۵-۲-۴ ترانشه شماره ۵

فصل پنجم: مطالعات میکروسکوپی، آنالیز شیمیایی و کانی سنگین

- ۶۳ ۱-۵ مطالعه مقاطع نازک نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۶۵ ۲-۵ مطالعه مقاطع صیقلی نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۷۰ ۳-۵ نتایج بدست آمده از تجزیه شیمیایی چند عنصری نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۷۴ ۴-۵ نمونه برداری کانی سنگین به روش طبیعی و مصنوعی و نتایج حاصل از مطالعه آنها

فصل ششم: ارزیابی آماری بر اساس داده‌های ژئوشیمی

- ۷۷ ۱-۶ ترانشه ردیابی شماره ۱
- ۸۰ ۲-۶ ترانشه‌های ردیابی شماره ۲ و ۳

فصل هفتم: منشأ قلع، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۸۵ ۱-۷ منشأ و کانی‌سازی قلع در محدوده اکتشافی شمال شاهکوه
- ۸۷ ۲-۷ نتیجه‌گیری
- ۸۹ ۳-۷ پیشنهادات
- ۹۰ ۴-۷ منابع
- پیوست ۱: نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های سنگی از ترانشه‌ها توسط آزمایشگاه طرح اکتشافات سراسری و شرکت OMAC در کشور ایرلند
- ۹۱ در کشور ایرلند
- ۹۵ - پیوست ۲: نتایج نمونه‌های کانی سنگین (به روش طبیعی و مصنوعی)

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲۰	شکل ۱-۱) کروکی راههای ارتباطی به محدوده آنومالی قلع در شمال شاهکوه
۲۹	شکل ۱-۲) بخشی از نقشه زمین شناسی بصیران در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در محدوده اکتشافی قلع شمال شاهکوه
۳۷	شکل ۱-۳) مراحل مختلف کانی زایی قلع پورفیری
۳۹	شکل ۲-۳) مقطع شماتیک گرازن های قلع
۴۲	شکل ۳-۳) ارتباط بین اسکارن های قلع با کانسارهای جانشینی، رگه های قلع و ...
۴۶	شکل ۱-۴) نمونه هایی از رگه های کوارتز-تورمالین قلع دار واقع در بخش شرقی منطقه اکتشافی
۴۶	شکل ۲-۴) تصویری از نمونه های بخش شیستی مالاکیت دار واقع در بخش غربی منطقه اکتشافی
۴۷	شکل ۳-۴) ترانسه سراسری شماره ۱ در بخش شرقی منطقه اکتشافی
۴۸	شکل ۴-۴) پروفیل زمین شناسی دیواره و کف ترانسه شماره ۱
۵۱	شکل ۵-۴) بخشی از ترانسه شماره ۱ همراه بارگه کوارتز کریپتوکریستالین-تورمالین قلع دار
۵۶	شکل ۶-۴) پروفیل زمین شناسی دیواره و کف ترانسه شماره ۲
۵۷	شکل ۷-۴) نمایی از ترانسه شماره ۳ که بر روی بخش های شیستی و پچ های حاوی مالاکیت حفر شده است
۵۸	شکل ۸-۴) پروفیل زمین شناسی دیواره و کف ترانسه شماره ۳
۷۲	شکل ۱-۵) دیاگرام دایره ای فراوانی درصدی قلع نمونه های برداشت شده از کلیه ترانسه ها
۷۳	شکل ۲-۵) دیاگرام دایره ای فراوانی درصدی مس نمونه های برداشت شده از کلیه ترانسه ها
۷۹	شکل ۱-۶) هیستوگرام فراوانی قلع نمونه های ترانسه شماره ۱
۸۰	شکل ۲-۶) منحنی پراکندگی بر اساس ضریب همبستگی عناصر طبق اطلاعات جدول ۲-۶
۸۲	شکل ۳-۶) دیاگرام درختی بر اساس داده های مربوط به ترانسه های ۲ و ۳
۸۳	شکل ۴-۶) منحنی پراکندگی بر اساس ضریب همبستگی عناصر طبق اطلاعات جدول ۴-۶

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱) لیست کانی‌های دارای قلع بر اساس درصد	۷
جدول ۱-۶) پارامترهای آماری بر طبق داده‌های لیتوژئوشیمیایی نمونه‌های ترانسه شماره ۱ (شرق محدوده اکتشافی)	۷۷
جدول ۲-۶) ضریب همبستگی بین عناصر قلع، تنگستن، و ... در نمونه‌های ترانسه شماره ۱	۷۹
جدول ۳-۶) داده‌های آماری عناصر قلع، تنگستن، و ... نمونه‌های ترانسه‌های شماره ۲ و ۳ (غرب محدوده اکتشافی)	۸۱
جدول ۴-۶) ضریب همبستگی بین عناصر قلع، تنگستن، و ... در نمونه‌های ترانسه‌های شماره ۲ و ۳	۸۲

چکیده

منطقه اکتشافی مورد مطالعه در این گزارش در فاصله ۲۱۰ کیلومتری جنوب بیرجند (به خط مستقیم) و ۳۵ کیلومتری شرق - جنوب شرقی معدن قلعه زری بین طول‌های شرقی ۵۹°۱۴' و ۵۹°۱۶' و عرض‌های شمالی ۳۱°۴۴' و ۳۱°۴۶' و در حاشیه شرقی کویر بزرگ لوت قرار گرفته است.

در محدوده شاهکوه قدیمی‌ترین واحد سنگی، رسوبات شیلی و ماسه‌سنگی سازند شمشک می‌باشد که توسط توده گرانیتی بزرگ شاهکوه بریده و دگرگونی حرارتی را تحمل کرده‌اند. دگرگونی بطرف گرانیت افزایش یافته و در تماس با آن بصورت هورنفلس‌های تیره و فشرده تظاهر دارد. توده گرانیتی شاهکوه بصورت نواری طویل در امتداد شمال غرب - جنوب شرق کشیده شده و بلندترین ارتفاعات ناحیه را تشکیل می‌دهد. این گرانیت دارای دو فاز مختلف ماگمایی است که فاز قدیمی‌تر یک بیوتیت گرانیت خاکستری رنگ است و بخش اعظم توده گرانیتی را تشکیل می‌دهد و دارای زمان ژوراسیک میانی - بالایی است و بطور پیشرونده توسط رسوبات کرتاسه پایین پوشیده شده است. فاز جوانتر بصورت توده‌های کوچک نیمه عمیق میکروگرانیتی کوارتز - فلدسپاتیک صورتی رنگ تظاهر کرده است که بخش حاشیه‌ای بیوتیت گرانیت را تحت تأثیر قرار داده و احتمالاً دارای زمانی بعد از کرتاسه خواهد بود.

یک سری رگه‌های سیلیسی تیره رنگ نیز وجود دارند که هم بیوتیت گرانیت شاهکوه و هم توده‌های کوچک میکروگرانیتی صورتی رنگ (آپوگرانیت) را در جهت عمدتاً شمال شرق - جنوب غرب قطع نموده است که در بخش حاشیه‌ای گرانیت و در محل همبری توده گرانیتی و سنگهای دگرگون شده سازند شمشک متمرکز شده‌اند.

در محدوده مورد مطالعه، رگه‌های معدنی به ۲ دسته تقسیم می‌شوند: رگه‌های کوارتز کریپتوکریستالین - تورمالین قلع دار، و رگه‌های ماسه‌سنگی سیلیسی شده مالاکت دار با مقدار قلع پایین. روند کلی این رگه‌ها شمال شرق - جنوب غرب است.

قلع به صورت کاسیتريت و تنگستن بصورت شثليت بخصوص در بخش غنی از سیلیس این رگه‌ها تمرکز یافته است و کانی سازی قلع در این رگه‌ها از نوع هیدروترمال رگه‌ای در ارتباط با آخرین فاز محلول‌های هیدروترمال و در بخشهای

تفریق یافته میکروگرانیته گرانولار با درصد کوارتز بالاتر از توده گرانیت اصلی می باشد. قلع موجود احتمالاً در ابتدا در شبکه بلورین بیوتیت در توده بیوتیت گرانیت جایگزین شده و سپس در مرحله نفوذ آپوگرانیت و در ارتباط با محلول های آخرین فازهای هیدروترمالی، در رگه های سیلیسی تمرکز یافته است.

از جمله برنامه های اکتشافی صورت گرفته قبل از این مرحله اکتشافی که در قالب طرح اکتشاف مواد معدنی در جنوب خراسان جامه عمل پوشیده است مرحله پی جویی قلع در وسعت ۵۰۰ کیلومتر مربع و به منظور شناسایی و نمونه برداری از بخش های گرانیتی و رگه های کوارتز-تورمالین قلع دار می باشد که توسط کارشناسان بخش اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق کشور انجام گرفت. نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از رگه های کوارتز-تورمالین در این مرحله نشان داد که مقدار قلع در برخی از رگه ها ۸۰۰ تا ۴۴۰۰ گرم در تن می باشد که می تواند با بررسی بیشتر و انجام مراحل اکتشافی بعدی (تفصیلی) و حفر ترانشه، انجام عملیات ژئوفیزیکی (در صورت نیاز) و سرانجام حفاری به نتایج بهتر و دقیق تر نائل شد.

بر اساس نتایج حاصله از تجزیه شیمیایی عنصر قلع و عناصر تنگستن، طلا، مولیبدن، نقره و مس و همچنین برداشت دقیق صحرایی محدوده ای به وسعت یک کیلومتر مربع در مجموعه دگرگونی متشکل از سنگ های کوارتزیت، شیست و بخش های مرمریتی در شمال شاهکوه به عنوان محدوده آنومالی و دارای پتانسیل قلع و به منظور مطالعه و اکتشاف نیمه تفصیلی قلع و تهیه نقشه توپوگرافی - زمین شناسی معدنی ۱:۱۰۰۰ انتخاب گردید.

بیشترین عیار قلع اندازه گیری شده مربوط به نمونه های برداشت شده از ترانشه های حفر شده بر روی رگه های کوارتز-تورمالین با $ppm > 400$ می باشد که اکثراً بلحاظ ضخامت و چگالی قلع در بخش شرقی مقدار قلع در بخش میزبان شیل - ماسه سنگی دگرگون شده کمربالا و کمرباین رگه های کوارتز - تورمالین دار هر چند به مراتب کمتر از خود رگه های مذکور است ولی چندین ده برابر غلظت جهانی کلارک آن می باشد (کلارک قلع = $3ppm$) که این خود می تواند دلیلی بر غنی بودن اولیه سنگهای شیل - ماسه سنگی در زمان نهشتگی باشد بطوری که این سنگهای تشکیل دهنده سازند شمشک در



پهنه ایران و حتی دیگر مناطق دنیا از نظر عناصر قلع، تنگستن، طلا، نقره و حتی سرب و روی نسبت به مقدار کلارک آنها غنی شدگی نشان می دهند.

کانی های تشکیل دهنده این رگه ها عبارتند از: کوارتز کریستالین، پیریت، کالکوپیریت، پروتیت، ایلمنیت، روتیل، و اکسید - هیدروکسیدهای آهن حاصل دگرسانی سولفیدهای موجود.

فصل اول

کلیات

۱-۱) تاریخچه

۱-۲) کانی‌شناسی قلعه

۱-۳) کاربرد قلعه

۱-۴) قیمت قلعه

۱-۵) تولید و ذخیره قلعه در جهان

۱-۶) کشورهای تولیدکننده قلعه

۱-۷) جغرافیا و ریفتم‌شناسی

۱-۸) سوابق فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در منطقه مورد مطالعه

۱-۱) تاریخچه

تاریخچه قلع بسیار طولانی و ریشه در عهد باستان دارد. ناحیه کورنوال در انگلستان از پیشگامان معدنکاری قلع در بیشترین دوره تاریخ بوده است. معدنکاری قلع در این ناحیه به قرن‌ها پیش و حداقل به زمان رومی‌ها برمی‌گردد. حتی شواهد محکمی از معدنکاری در عصر برنز (۱۵۰۰-۲۱۰۰ سال قبل از میلاد) در این سرزمین بدست آمده است. در آغاز، قلع فلزی کمیاب و گران محسوب می‌شد بطوریکه منابع بسیار اندکی در مورد تجارت قلع در بین فنیقیها و یونانی‌ها و یارومی‌ها در دست است. اما در قرون وسطی معدنکاری قلع مهمترین فعالیت غیرکشاورزی در کورنوال بوده است.

شواهد باستانی و نوشته‌های تاریخی به وجود قلع در نقاط متعدد ایران اشارت دارند ولی تاکنون ذخیره قابل اهمیت و قابل بهره‌برداری در ایران کشف نشده است. با این‌که قلع از فلزات خیلی باستانی است و تاریخ کشف آن به حدود هشت هزار سال قبل می‌رسد و در اشیای باستانی کشف شده در شوش و عیلام، آلیاژهای قلع (مفرغ و برنج) به صور گوناگونی خودنمایی داشته‌اند ولی هنوز به طور دقیق مشخص نیست که قلع مورد احتیاج برای تهیه مفرغ از کجا به دست می‌آمده است. نوشته‌ها و مدارک باستانی به مناطقی از قبیل خراسان، استرآباد، آذربایجان، کوه‌بنان، کرمان، سیستان، قزوین و لرستان اشارت دارند که باید بودن یا نبودن قلع در آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

شماری از مناطق یاد شده از دیدگاه تاریخی و خاستگاه زمین‌شناسی کنونی، تطابق دارد و می‌توان به آثار قلعی که در معدن چاه کلپ در شمال ده‌سلم در استان خراسان، منطقه شاهکوه در جنوب بیرجند، قلع مرتبط با گرانیت در جنوب مشهد، گرانیت‌های منطقه نظام آباد اراک کشف شده است، اشارت کرد.

بهر حال ناحیه انارک، آذربایجان، و نواحی بروجرد و همدان مستعد وجود قلع‌اند.

گرانیت شاهکوه که وسعت قابل ملاحظه‌ای از جنوب منطقه اکتشافی را در بر گرفته است، می‌تواند منشأ قابل قبولی برای قلع، تنگستن و عناصر کمیاب رگه‌های سیلیسی تورمالین‌دار موجود در بخش دگرگونی منطقه در نظر گرفته شود.

بررسی‌های انجام شده در سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ در قالب طرح پی‌جویی قلع در بخش شمال غربی گرانیت شاهکوه،

وجود یک کانسار رگه‌ای با ذخیره حدود ۵۰۰ هزار تنی با عیار متوسط ۵۵۰ گرم در تن قلع شناسایی و عملیات اکتشافی تا مرحله نیمه تفصیلی بر روی آن انجام گرفت. مطالعات پی جویی جهت شناسایی سایر ذخایر احتمالی قلع در بخش جنوب شرقی گرانبند شاهکوه در سال ۱۳۷۹ در قالب طرح پی جویی مواد معدنی در جنوب خراسان انجام گرفت و موجب شناسایی ذخایر دیگری از کانی سازی قلع در مناطق مذکور گردید.

کانسارهای رگه‌ای قلع به لحاظ عیار بالاتر نسبت به انواع پورفیری و گرایزنی مهم به شمار می آیند هر چند دارای ذخیره با حجم کمتری هستند. با توجه به ارزش بالای این عنصر و کاربردهای استراتژیک آن در صنعت، اهتمام هر چه بیشتر به پی جویی و عملیات اکتشافی بر روی نفوذی‌های گرانبندی، گرانودیوریتی، رگه‌های پگماتیستی و همچنین تشکيلات سنگی مورد هجوم این نفوذی‌ها و نهایتاً آبرفت‌های پایین دست این توده‌های نفوذی به لحاظ دستیابی به کانسارهای پلاسری قلع قابل ملاحظه است.

قلع از جمله فلزاتی است که در برابر اکسیداسیون پایدار است و آلیاژهای سودمندی با آن فراوری می شود.

۱-۲) کانی شناسی قلع

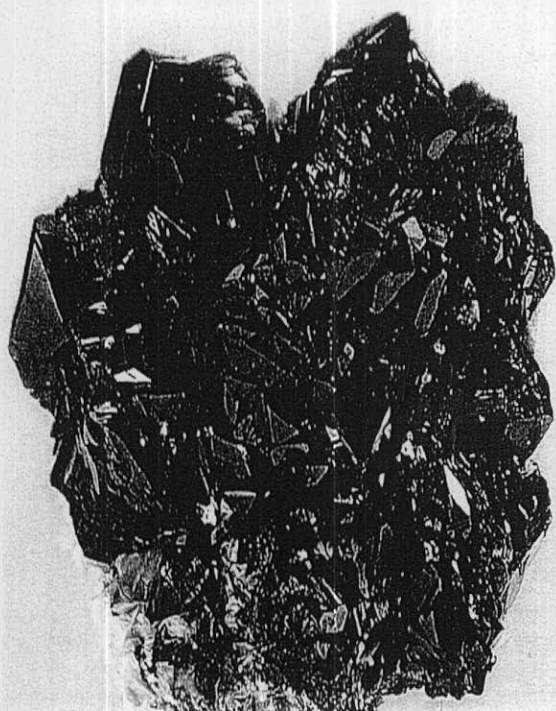
قلع در طبیعت بصورت ترکیب با عناصر دیگر یافت می شود. بیشترین کانه آن بصورت اکسید قلع است که به سنگ قلع معروف است. با اینحال بیش از ۹۰ کانی از این عنصر شناخته شده است که اسامی برخی از آنها به ترتیب درصد Sn در جدول (۱-۱) مشاهده می شود. کاسیتريت (SnO_2) با داشتن وزن مخصوص ۷، سختی ۶، غیر قابل حل بودن و نداشتن کلیواژ، یک کانی پلاسری ایده آل است.

جدول (۱-۱): لیست کانی‌های دارای قلع بر اساس درصد

Mineral Name	Chemical Formula	%Sn
Tin	Sn	100.00% Sn
Romarchite	SnO	88.12% Sn
Hydroromarchite	Sn3O2(OH)2	84.36% Sn
Cassiterite	SnO2	78.77% Sn
Herzenbergite	SnS	78.73% Sn
Abhurite	Sn3O(OH)2Cl2	74.65% Sn
Ottemannite	Sn2S3	71.17% Sn
Varlamoffite	(Sn,Fe)(O,OH)2	65.71% Sn
Berndite	SnS2	64.92% Sn
Stistaite	SnSb	49.37% Sn
Sorosite	Cu(Sn,Sb)	48.65% Sn
Schoenfliesite	MgSn ⁺⁺⁺⁺ (OH)6	48.44% Sn
Burtite	CaSn(OH)6	45.51% Sn
Stannopalladinite	(Pd,Cu)3Sn2(?)	45.26% Sn
Malayaite	CaSnSiO5=CaSnOSiO4	44.48% Sn
Tetrawickmanite	Mn ⁺⁺ Sn ⁺⁺⁺⁺ (OH)6	43.06% Sn
Nordenskioldine	CaSnB2O6	42.95% Sn
Natanite	Fe ⁺⁺ Sn ⁺⁺⁺⁺ (OH)6	42.92% Sn
Rhodostannite	Cu2FeSn3S8	41.83% Sn
Vismirnovite	ZnSn ⁺⁺⁺⁺ (OH)6	41.49% Sn
Toyohaite	Ag2FeSn3S8	40.28% Sn
Niigllite	PtSn	37.83% Sn
Yuanjiangite	AuSn	37.60% Sn
Paolovite	Pd2Sn	35.80% Sn
Mohite	Cu2SnS3	34.71% Sn

Mineral Name	Chemical Formula	%Sn
Wickmanite	$Mn^{++}Sn^{++++}(OH)_6$	31.43% Sn
Mengxianminite	$(Ca,Na)_3(Fe^{++},Mn^{++})_2Mg_2(Sn^{++++},Zn)_5Al_8O_{29}$	31.23% Sn
Suredateite	$PbSn_3S_3$	31.18% Sn
Teallite	$PbSn_2S_2$	30.44% Sn
Cabriite	Pd_2SnCu	30.05% Sn
Tusionite	$MnSn^{++++}(BO_3)_2$	29.03% Sn
Stokesite	$Ca_5Sn_3Si_3O_9 \cdot (H_2O)$	28.06% Sn
Taimyrite	$(Pd,Cu,Pt)_3Sn$	27.87% Sn
Stannite	$Cu_2FeSn_4S_4$	27.61% Sn
Ferrokesterite	$Cu_2(Fe,Zn)_2Sn_4S_4$	27.46% Sn
Kesterite	$Cu_2(Zn,Fe)_2Sn_4S_4$	27.16% Sn
Kuramite	$Cu_3Sn_4S_4$	27.13% Sn
Foordite	$Sn^{++}(Nb,Ta)_2O_6$	26.70% Sn
Chatkalite	$Cu_6Fe^{++}Sn_2S_8$	25.50% Sn
Cernyite	$Cu_2CdSn_4S_4$	24.40% Sn
Petrukite	$(Cu,Fe,Zn)_2(Sn,In)_4S_4$	24.14% Sn
Atokite	$(Pd,Pt)_3Sn$	23.53% Sn
IMA95.049	$(Pt,Pd,Cu)_9Cu_3Sn_4$	23.01% Sn
Hocartite	$Ag_2FeSn_4S_4$	22.89% Sn
Incaite	$Pb_4Sn_4FeSb_2S_{15}$	22.79% Sn
Pirquitasite	$Ag_2ZnSn_4S_4$	22.48% Sn
Sverigeite	$NaMnMgSn^{++++}Be_2Si_3O_{12}(OH)$	22.30% Sn
Brannockite	$KSn_2Li_3Si_12O_{30}$	21.31% Sn
IMA96.052	$Cu_2HgSn_4S_4$	20.66% Sn
Velikite	$Cu_2HgSn_4S_4$	20.66% Sn
Thoreaulite	$Sn^{++}Ta_2O_6$	20.59% Sn

Mineral Name	Chemical Formula	%Sn
Volfsonite	$Cu+10Cu++Fe++Fe+++2Sn++++3S16$	20.52% Sn
Levyclauidite	$Pb8Sn7Cu3(Bi,Sb)3S28$	19.97% Sn
Cylindrite	$Pb3Sn4FeSb2S14$	19.94% Sn
Pabstite	$Ba(Sn,Ti)Si3O9$	19.08% Sn
Rustenburgite	$(Pt,Pd)3Sn$	18.62% Sn
Stannoidite	$Cu8Fe3Sn2S12$	18.29% Sn
Ferrowodginite	$Fe++SnTa2O8$	17.87% Sn
Franckeite	$Pb5Sn3Sb2S14$	17.08% Sn
Sorensenite	$Na4SnBe2Si6O18.2(H2O)$	16.46% Sn
Palarstanide	$Pd8(Sn,As)3$	15.60% Sn
Vistepite	$Mn++4Sn++++B2(SiO4)4(OH)2$	15.57% Sn
Eakerite	$Ca2SnAl2Si6O18(OH)2.2(H2O)$	15.23% Sn
Hemusite	$Cu6SnMoS8$	13.93% Sn
Mawsonite	$Cu+6Fe+++2Sn++++S8$	13.67% Sn
Erniggliite	$Tl2SnAs2S6$	13.65% Sn
Kiddcreekite	$Cu6SnWS8$	12.62% Sn
Potosiite	$Pb6Sn2FeSb2S14$	10.65% Sn
Canfieldite	$Ag8SnS6$	10.11% Sn
Oulongaite	$(Pd,Cu,Fe)9SnTe2S2$	9.62% Sn
Oulankaite	$(Pd,Pt)5(Cu,Fe)4SnTe2S2$	8.94% Sn
Vinciennite	$Cu10Fe4Sn(As,Sb)S16$	7.47% Sn
Sakuraiite	$(Cu,Zn,Fe,In,Sn)S$	6.02% Sn
Zvyagintsevite	$(Pd,Pt,Au)3(Pb,Sn)$	4.85% Sn
Magnesiöhulsite	$(Mg,Fe++)2(Mg,Fe+++Sn++++)O2(BO3)$	4.79% Sn
Colusite	$Cu12-13V(As,Sb,Sn,Ge)3S16$	4.26% Sn
Hulsite	$(Fe++,Mg)2(Fe+++Sn)O2(BO3)$	4.07% Sn



کانی کاسیتريت

فرمول شیمیایی SnO_2

موارد استفاده منبع مهم تنگستن

رنگ قهوه ای سیاه متمایل به قهوه ای بی رنگ سبز یا خاکستری

جلا الماسی

رنگ خاکه سفید مایل به قهوه ای

شفافیت شفاف تا نیمه شفاف تا اوپاک

سیستم تبلور تتراگونال

سختی ۶-۷

وزن مخصوص ۶/۸-۷ متوسط ۶/۹

معادن معروف کورن وال انگلستان ریسون بل استرالیا

۳-۱ کاربرد قلع

قلع از جمله فلزاتی است که در برابر اکسیداسیون پایدار است و آلیاژهای سودمندی با آن فرآوری می‌شود. این فلز به صورت قلع و فویل عرضه می‌شود و کاربرد زیادی در صنایع غذایی، هواپیمایی، فضایی، کشتی‌سازی، و اتومبیل‌سازی دارد. همچنین ترکیبات آن در صنایع چاپ، رنگ، سرامیک، شیشه و نساجی کاربرد دارند.

۴-۱ قیمت قلع

برای تعیین قیمت قلع پیوسته توافقنامه‌هایی بین کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده در سطح جهان وجود داشت. این توافق‌ها که از سال ۱۹۲۱ آغاز شدند ابتدا غیررسمی بودند ولی در سال ۱۹۵۶ اولین توافقنامه بین‌المللی قلع بین کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده صورت گرفت. این نوع توافقنامه‌ها تا سال ۱۹۸۵ ادامه یافتند. کنسول بین‌المللی قلع (ITC) در طی این مدت سعی داشته با سیاست ضدبازار آزاد از نوسانات قیمت قلع جلوگیری کند بطوریکه در زمان پایین بودن قیمت با خرید قلع برای انبار ذخیره (Stock pile) خود از قیمت قلع حمایت می‌کرد و در زمان بالا بودن قیمت با فروش قلع از انبار تا حدی از افزایش بیشتر آن جلوگیری می‌کرد. با اینحال در طول سالهای ۷۳ تا ۸۰ بدلیل وجود تورم در بیشتر کشورها، قیمت قلع افزایش زیادی یافت ولی در سال‌های ۸۲-۱۹۸۱ به دلیل رکود اقتصادی با کاهش شدید و ناگهانی روبرو شد. ITC برای جلوگیری از این کاهش، شروع به خریداری قلع کرد و برای این منظور ناچار به گرفتن مقادیر زیادی وام شد. ITC به گرفتن وام تا اواخر ۱۹۸۵ ادامه داد تا اینکه اعتبار بانکی‌اش پایان یافت. بلافاصله تجارت قلع با بحران شدیدی مواجه شد که بفاصله کمی باعث انحلال ITC شد. بدنبال بحران، قیمت قلع با کاهش ناگهانی به ۴ دلار برپوند رسید و از آن به بعد در همین حدود باقی ماند. افزایش قیمت قلع در سال‌های ۹۴ و ۹۵ تا حدودی به دلیل تلاش‌های کشورهای تولیدکننده در کاستن تولید و نیز به دلیل افزایش تقاضا بود. در ژانویه سال ۲۰۰۰ قیمت قلع ۳/۹۸ دلار برپوند بود که ۱۴ درصد بیشتر از ژانویه ۱۹۹۹ بود.

۵-۱) تولید و ذخیره قلع در جهان

تولید سالیانه قلع در دهه ۸۰ و ۹۰ معمولاً با مازاد قلع مواجه کرد. در نتیجه تلاش‌های مجمع کشورهای تولیدکننده قلع^(۱) (ATPC) در جهت محدود کردن تولید، کشورهای تولیدکننده موفق شدند تا حدی تولید قلع را با محصول مازاد مواجه بود. محصول مازاد در سال ۹۴ و ۹۵ بترتیب ۳۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ تن بود. در سال ۹۸ تولید قلع ۲ درصد نسبت به سال ۹۷ کاهش یافت و تجارت قلع توانست به تعادل تقریبی در عرضه و تقاضا دست یابد.

استخراج قلع در سال ۹۴ توسط ۲۸ کشور صورت گرفت. حدود $\frac{3}{4}$ از کل ۱۸۳۰۰۰ تن به ۵ کشور نخست تولیدکننده تعلق داشت. چین با ۲۷ درصد مقام اول را داشت و بعد از آن به ترتیب کشورهای اندونزی با ۱۹ درصد، برزیل با ۱۵ درصد، بولیوی با ۹ درصد و پرو با ۸ درصد در مقام‌های بعدی قرار داشتند.

در سال ۹۵ کل محصول قلع جهان ۱۸۷۰۰۰ تن بوده است که توسط ۲۵ کشور تولید شده است. چین همچنان با ۲۸ درصد مقام اول و بعد از آن به ترتیب کشورهای اندونزی با ۲۰ درصد، پرو با ۱۲ درصد، برزیل با ۹ درصد و بولیوی با ۸ درصد قرار داشتند (کارلین، ۱۹۹۵).

تولید قلع در سال ۹۸ حدود ۲۰۶۰۰۰ تن بوده است که توسط ۲۳ کشور تولید شده است. ۶ کشور نخست، تولید ۹۰ درصد از کل محصول را بعهده داشتند. چین با ۳۸ درصد اولین تولیدکننده بود و بعد از آن اندونزی با ۱۹ درصد، پرو با ۱۳ درصد، برزیل با ۹ درصد، بولیوی با ۶ درصد و استرالیا با ۵ درصد قرار داشتند (کارلین، ۱۹۹۸).

ذخیره قلع جهان در سال ۹۸ حدود ۸ میلیون تن برآورد شد. در صورتیکه میزان مصرف قلع اولیه، سالیانه ۲۰۰۰۰۰ تن در نظر گرفته شود این مقدار ذخیره برای حدود ۳۸ سال آینده کافی خواهد بود.

۶-۱) کشورهای تولیدکننده قلع

کانسارهای قلع محدود به نواحی نسبتاً کوچکی می‌شوند. بیش از نیمی از قلع دنیا در نوار قلع خاور دور قرار دارند. همچنین

کانسارهای مهمی در آمریکای جنوبی وجود دارد. مهمترین کشورهای تولیدکننده قلع عبارتند از:

چین:

این کشور یکی از کشورهای عمده تولیدکننده قلع در جهان است. منطقه اصلی قلع کمپلکس *Geyin* در استان یوننان^(۱) است که دارای یکی از بزرگترین کانسارهای قلع جهان است. قلع از جنوب خاور این استان بدست می آید. در سالهای قبل از جنگ، چین بخش عمده قلع بدست آمده از این منطقه را صادر می کرد ولی اکنون علیرغم افزایش محصول، بیشترین مقدار آن در داخل کشور و جهت تهیه ورقه قلع به مصرف می رسد.

چین در دهه ۹۰ مقام اول را در بین کشورهای تولیدکننده قلع داشته است.

اندونزی:

قلع در اندونزی عمدتاً از پلاسراهای آبرفتی بدست می آید. ذخایر اصلی این کشور در سواحل جزیره بانگکا قرار دارند. بهره برداری تجاری قلع در این جزیره در قرن ۱۸ آغاز شده ولی بکارگیری روشهای جدید در اوایل قرن بیستم، اندونزی را به یکی از کشورهای تولیدکننده ارزان قلع تبدیل کرد، بطوریکه این کشور در سالهای اخیر بعد از چین دومین کشور تولیدکننده قلع از منابع معدنی و سومین کشور تولیدکننده قلع تصفیه شده در جهان بوده است.

تولیدکننده اصلی قلع در این کشور، شرکت دولتی *P.T. Tambang Timah* است. این شرکت در سال ۹۴ در راستای خصوصی شدن، تصمیم به فروش ۳۵ درصد از سهام خود گرفت تا درآمد حاصل از آن را برای بالابردن کیفیت سنگروبها و نیز بالابردن مهارت نیروی کار خود بکار برد. این شرکت در سال ۹۴ حدود ۸۰ درصد قلع اندونزی را تولید کرد. میزان قلع صادره در این سال حدود ۳۱۵۰۰ تن بود. با چنین سطح تولیدی، ذخایر قلع *Timah* تا بیش از ۲۵ سال کافی خواهد بود. تولیدکننده دیگر قلع در اندونزی شرکت *P.T. Koba Tin* است که در سال ۹۴ با بکارگیری یک سنگروب جدید، ظرفیت تولید را از ۷۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ تن در سال افزایش داد.

پرو:

تنها تولیدکننده قلع در پرو، سازمان خصوصی مینسور^(۱) است که معدن سان رافائل واقع در بخش جنوبی پونو را در اختیار دارد. معدن زیرزمینی سان رافائل از دهه ۵۰ مورد بهره‌برداری قرار داشته است. این معدن در کوه‌های آند و در ارتفاع ۵۰۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. ذخیره قطعی و احتمالی آن حدود ۲ میلیون تن با عیار ۳/۲ درصد قلع و ۰/۸۵ درصد مس برآورد شده است. تولیدات این معدن برای تصفیه بیشتر به کشورهای بولیوی و برزیل فرستاده می‌شد.

در سال ۹۴ این کشور پنجمین مقام را در بین کشورهای تولیدکننده قلع داشت ولی در سال ۹۵ و سالهای بعد با پیشی گرفتن از کشورهای بولیوی و برزیل به اولین تولیدکننده قلع در آمریکای جنوبی و سومین تولیدکننده قلع در جهان تبدیل شد. در سال ۹۵ تولید مینسور از مرز ۲۲۰۰۰ تن گذشت.

علت اصلی بالا رفتن تولید، افزایش روزافزون امکانات تغلیظ کانه در کارگاه سان رافائل در نزدیکی معدن بود. دلیل دیگر افزایش تولید، دسترسی به ذخایر جدید در یک کانسار قلع و مس بود که دارای ذخیره‌ای بیش از یک میلیون تن با عیار ۵/۲ قلع و ۰/۲۵ درصد مس بود. ذخیره کلی مینسور در آن سال از ۸ میلیون تن تجاوز می‌کرد.

برزیل:

این کشور در سال ۱۹۹۰ بزرگترین تولیدکننده قلع بوده است. تقریباً ۹۰ درصد محصول کشور از معادن پیتینگا^(۲) حدود ۳۰۰ کیلومتری شمال شرق مانائوس^(۳) در ایالت آمازون حاصل شد. کانسارهای آبرفتی پرعیار در پیتینگا در اواخر دهه ۷۰ طی یک برنامه اکتشافی ۵ ساله کشف شدند. حداکثر عمق سنگ‌روبی در این کانسارها ۶ متر است. علیرغم کاهش قیمت قلع در چند سال اخیر، هزینه کم معدنکاری باعث سودآوری و تولید محصول در این کشور بوده است.

در سال ۱۹۹۴، پارناپانما^(۴) بزرگترین تولیدکننده قلع کشور برای همراهی با اهداف *ATPC* مبادرت به کاهش تولید قلع

1- Minsur

2- Pitinga

3- Manaus

4- Paranapanema

کنسانتره خود از ۱۳۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۳ به ۷۰۰۰ تن کرد. این شرکت مالک معدن پرعیار پیتینگا می باشد. دومین تولیدکننده قلع در برزیل، شرکت سزیرا^(۱) است که اداره معدن بوم فوتورو^(۲) در ایالت روندونیا غربی را بعهدہ دارد. در سال ۹۶ پارانا پانما اعلام کرد که قصد دارد تولید قلع را از ۱۴۰۰۰ تن در سال به ۲۰۰۰۰ تن در سال افزایش دهد. این شرکت با بکارگیری روش جدیدی برای فرآوری قلع توانست مراحل فرآیند ذوب را از سه مرحله به دو مرحله کاهش داده و بدین ترتیب هزینه تولید را تا ۱۰ درصد کاهش دهد.

برزیل در سال ۹۷ بعد از چین، اندونزی و پرو، چهارمین تولیدکننده قلع در جهان بود. تولید قلع کنسانتره از ۱۸۲۹۱ تن در سال ۹۷ به ۱۴۲۳۸ تن در سال ۹۸ کاهش یافت. علت این کاهش تعطیل شدن بعضی از معادن پرهزینه، کاهش عیارکانه، تمام شدن ذخایر آبرفتی و کاهش قیمت قلع بود. صادرات قلع از ۱۱۹۷۶ تن در سال ۹۷ به ۶۷۱۶ تن در سال ۹۸ کاهش یافت.

بولیوی:

بیشتر معادن قلع در بولیوی بیش از ۵۰ سال است که مورد بهره برداری قرار گرفته اند. کانسارهای قلع در بولیوی معمولاً بصورت سیستم های رگه ای کمپلکسی هستند که در آنها کاسیتريت با سولفیدهای نقره، بیسموت و قلع در هم آمیخته اند. بیش از ۹۵ درصد محصول قلع از کانسنگ های سنگ سخت بدست می آید و تقریباً همگی به روش زیرزمینی استخراج می شوند. تمام معادن اصلی قلع در کردیلرای آند بولیوی غربی قرار دارند.

عملیات معدنی و تولید قلع در بولیوی بعهدہ سازمان دولتی COMIBOL^(۳) بود که سه معدن فعال هوانونی، کارادولز و کولکوئیری را تحت پوشش خود داشت.

تصفیه خانه ویتو در فلات مرتفع بولیوی حدود ۲۳۰ کیلومتری لاپاز نزدیک شهر اورورو قرار داشت. ظرفیت تولید سالانه

1- Cezbra

2- Bom Futuro

3- Corporation Minera de Bolivia

آن ۲۲۰۰۰ تن قلع تصفیه شده است ولی در حال حاضر فقط با ۵۰ درصد ظرفیت کار می‌کند (ژورنال مابیننگ، ۲۰۰۰).

استرالیا:

استخراج قلع در استرالیا از سال ۱۸۸۸ در ناحیه هربرتون^(۱) نورت کوئینزلند آغاز شد. معدن معروف ریسون بل در تاسمانیا که یکی از بزرگترین معادن زیرزمینی قلع در جهان است در سال بیش از ۸۵ درصد منابع قلع اقتصادی استرالیا و ۵٪ قلع جهان را تولید می‌کند. شرکت ریسون اکتشاف قلع در بخش رن دیپ^(۲) را در سال ۱۹۹۴ آغاز کرد. این منطقه که در انتهای شمالی معدن قرار دارد ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر زیر سطح زمین قرار داشته و دارای ذخایر قابل توجهی از قلع پرعیار است. اکتشاف این ذخایر توانست عمر معدن را حداقل تا ۶ سال افزایش دهد. تا زمان اکتشاف منابع رن دیپ، ذخیره احتمالی ۳/۳ میلیون تن با عیار ۱/۹۶ درصد بعلاوه ۳ میلیون تن با عیار ۱/۵ درصد برآورد شده بود.

قلع در استرالیا به‌مراه کانی‌های ننگستن و تانتالیوم از اسکارن‌ها و گرایزن‌های سقف توده‌های گرانیتی و نیز پلاسره‌های آبرفتی بدست آید.

مالزی:

کانسارهای اصلی قلع در این کشور در طول سواحل غربی شبه‌جزیره مالزی در نواری به طول ۴۰۰ کیلومتر و عرض ۶۰ کیلومتر بین شهرهای جورج‌تاون و ملاکا^(۳) قرار دارند. بیشترین قلع مالزی از دو استان پراک و سلانگور بدست می‌آید که حدود ۹۰٪ از محصول کشور را تشکیل می‌دهد.

قدمت معدنکاری قلع در این کشور به بیش از ۲۰۰۰ سال می‌رسد. مالزی در دهه ۸۰ تولیدکننده عمده قلع در جهان بود ولی از سال‌های ۹۰ تولید آن شروع به کاهش کرد بطوریکه در سال ۹۴ تولید قلع این کشور به ۴۰ درصد پایین‌تر از سال ۹۳ بود. در سال‌های ۹۳ و ۹۴ مالزی هر ساله حدود ۳۵۳۰۰ تن قلع تصفیه شده صادر کرده است.

تایلند:

تولید تجاری مدرن قلع در تایلند حدود سال ۱۸۷۰ شروع شد و تا اوایل قرن بیستم تایلند به یکی از کشورهای تولیدکننده اصلی قلع تبدیل شد. بیشتر قلع تولیدشده در این کشور از ایالت‌های جنوبی در شبه جزیره مالای بدست می‌آید. ذخیره اصلی در اینجا کاسیتريت با مقادیر فرعی کلمبیت و تانتالیت است. این کشور در دهه ۸۰ جزء اولین کشورهای تولیدکننده قلع بود. ولی در سال‌های بعد بتدریج از تولید آن کاسته شد. طی سال‌های ۸۴ تا ۹۴ تعداد معادن فعال قلع در تایلند از ۵۰۰ واحد به کمتر از ۳۰ واحد و در سال ۹۸ به ۲۳ واحد کاهش یافت. علت این کاهش دلایل زیر عنوان شده است:

- کاهش قیمت قلع که منجر به تعطیل شدن معادن زیادی شد.

- پایان یافتن بیشتر ذخایر پرعیار و کم هزینه.

- عقب ماندن فعالیت‌های معدنی در رقابت با صنعت توریسم برای تصاحب زمین.

- حفظ محیط زیست در رابطه با توریسم بصورت مانعی برای بخش معدنی در آمد.

در سال ۱۹۹۹ تولید کنسانتره قلع در مقایسه با سال ۹۸ از ۱۶۰۰ تن به ۲۷۰۰ تن رسید که افزایشی در حدود ۶۹٪ را نشان می‌دهد. علت این افزایش فعالیت دوباره بعضی از معادن (۳۰ معدن در مقایسه با ۲۳ معدن فعال سال ۹۸) عنوان شد. تایلند دارای تنها یک تصفیه‌خانه قلع تایی سارکو^(۱) با حداکثر ظرفیت ۳۶۰۰۰ تن در سال است. تولید قلع تصفیه‌شده تایی سارکو در سال ۱۹۹۹ برابر با ۱۷۰۰۰ تن بود که نسبت به سال ۹۸ (۱۵/۰۰۰ تن) ۱۱ درصد افزایش داشته است. همچنین صادرات قلع تصفیه‌شده در سال ۹۹ حدود ۱۳۰۰۰ تن بود که نسبت به سال ۹۸ (۱۱/۰۰۰ تن) افزایشی را نشان می‌دهد. مصرف داخلی قلع در سال ۹۹ بدلیل صنعتی شدن کشور و بخصوص رشد صنعت کنسروسازی و صنایع الکترونیک به ۴/۸۰۰ تن افزایش یافت.

انگلستان - کورنوال:

کورنوال در بیشترین دوره تاریخ بخصوص اواخر قرن نوزده از پیشگامان معدنکاری قلع بوده است. در قرن ۱۴ حداکثر محصول سالیانه برابر با ۶۰۰ تن بود. تا اواخر قرن نوزدهم میزان محصول قلع به ۹۰۰۰ تن رسید ولی در اوایل دهه ۹۰ قرن نوزده به ۵۰۰۰-۴۰۰۰ تن در سال کاهش یافت. در سال ۱۹۹۷ آخرین معدن فعال در ساوت کرافتی^(۱) در حدود ۱۱۰۰ تن قلع کنسانتره تولید می کرد. این معدن در سال ۹۸ تعطیل شد. در حال بزرگترین معدن فعال اروپا معدن نوس-کوروو^(۲) در پرتغال می باشد.

۷-۱) جغرافیا و ریخت شناسی

محدوده نقشه بصیران در شرق ایران و جنوب استان خراسان به فاصله تقریبی ۱۵۰ کیلومتری از شهرستان بیرجند و در محدوده جغرافیایی ۳۱°۳۰' تا ۳۲° عرض شمالی و ۵۹° تا ۳۰° و ۵۹° طول شرقی جای دارد. این ورقه قطعه مرکزی ورقه ۱:۲۵۰/۱۰۰۰ زمین شناسی دهسلم را تشکیل داده است. نقشه های مجاور آن عبارتند از چهار فرسخ، مختاران، کودکان و دهسلم به ترتیب در شرق، شمال، غرب و جنوب. بخش مرکزی و شرق ورقه بصیران دارای ریخت تپه ماهوری بوده که بیشتر از رسوبات و سنگ های آتشفشانی مزوزوئیک و ترشیاری پوشیده شده است. نقطه مرتفع این ناحیه در بخش جنوب شرقی به ارتفاع ۲۷۳۷ متر در شاهکوه و پست ترین آن در جنوب غربی با ارتفاع ۱۲۰۰ متر می باشد.

منطقه بصیران به لحاظ قرارگیری در بخشی از کویر لوت، شرایط آب و هوایی خشک و کویری دارد. در سطح ورقه مسیل هایی با پهنای زیاد که نشانگر جریان سیلابهای شدید در فصول بارندگی است، دیده می شود که تماماً فاقد آب بوده و معمولاً به طرف جنوب جریان دارند.

دسترسی به ناحیه از راه آسفالت بیرجند - خوسف - معدن قلعه زری امکان پذیر است. این راه، شمال غربی منطقه را از طریق روستای بصیران به معدن مس قلعه زری وصل می کند. از روستای بصیران در جهت شرق و پس از گذراندن مسافت ۳۰

کیلومتر به روستای دهنو می‌رسیم. محدوده اکتشافی در فاصله حدود ۳۵ کیلومتری جنوب غرب روستای دهنو قرار دارد (شکل ۱-۱). راه دیگری شهرستان نهبندان را از طریق روستاهای میغان، رومه به بصیران وصل می‌نماید. از بخش مرکزی ورقه راه اتومبیل رو عبور می‌کند که پس از گذشتن از جنوب منطقه به ده سلم می‌رسد. راههای متعدد دیگری در ناحیه وجود دارد که می‌توان توسط این راهها به کوهها و روستاهای ناحیه دسترسی پیدا کرد.

دهکده‌های بصیران، رومه، حاجی آباد از روستاهای پرجمعیت این ناحیه است و اقتصاد آنها مبتنی بر دامداری و به طور محدود کارهای دستی روستایی است.

اختلاف درجه حرارت سالانه در مشرق ایران بسیار زیاد و زمستان سخت و سرد و تابستان گرم و طولانی دارد و باران متوسط سالانه نیز از ۱۰ سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند.

۱-۸) سوابق فعالیت‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در منطقه مورد مطالعه

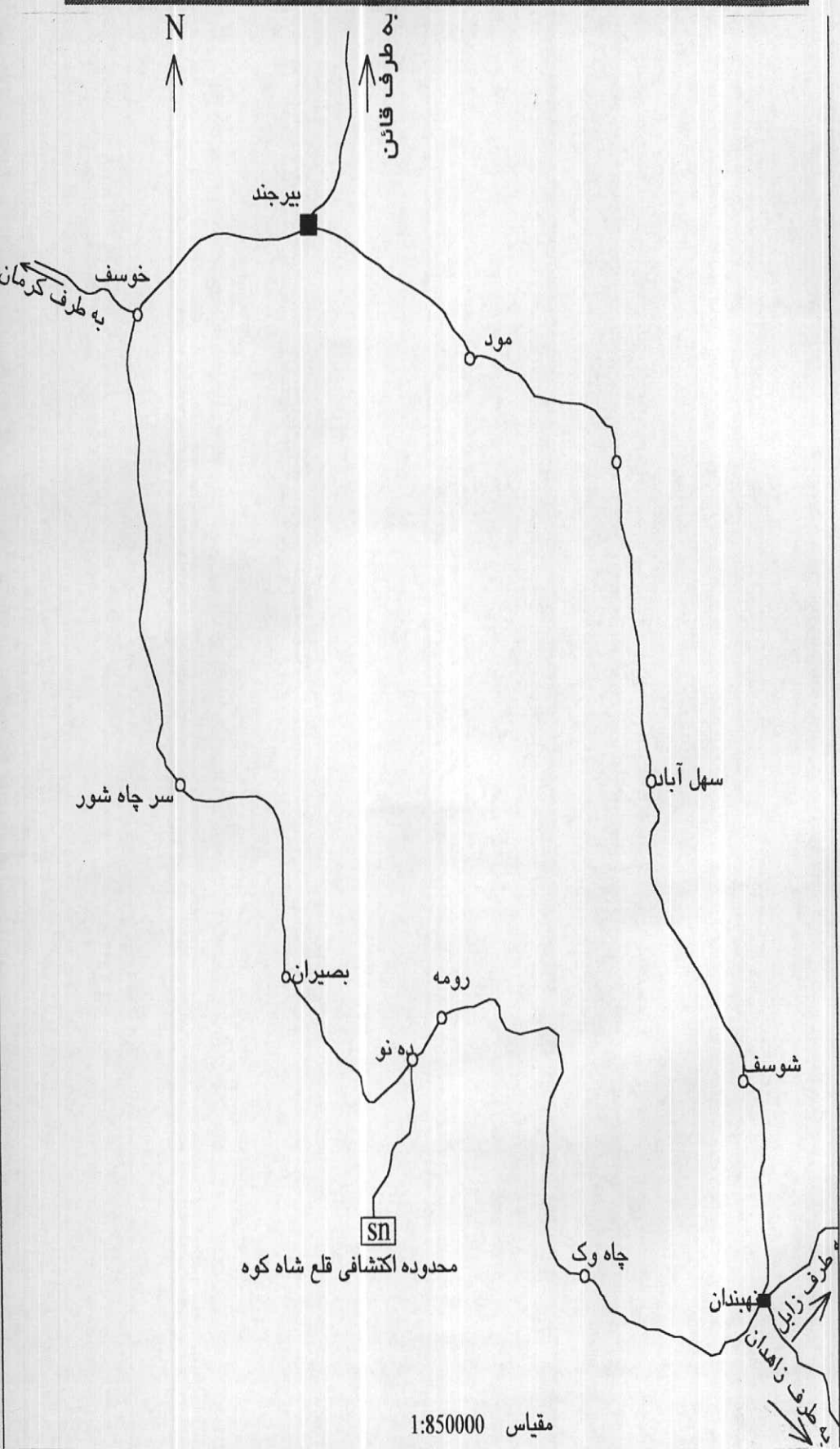
۱) آزر، فرزاد (۱۳۷۴) اکتشافات ژئوشیمیایی قلع در ناحیه شاهکوه (شمال دره خبثی) جنوب بیرجند - شرق ایران، مرحله نیمه تفصیلی (۱:۱۰۰۰۰)، طرح پی جویی قلع، وزارت معادن و فلزات، ۲۵۵ ص.

۲) بهروزی، ارژنگ و خان‌ناظر، (۱۳۷۱) نقشه زمین‌شناسی بصیران در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۳) شرکت مهندسی پراکوه (۷۲-۱۳۷۱) مطالعات زمین‌شناسی و اکتشافی قلع در نواحی شاهکوه و چاه کلب، جنوب بیرجند - شرق ایران، پروژه طرح پی جویی قلع، وزارت معادن و فلزات.

۴) عسکری، علی و بلوریان، غلامحسین (۱۳۸۰) نمونه‌برداری از کلیه رگه‌های معدنی در منطقه اکتشافی شاهکوه و آنالیز شیمیایی نمونه‌ها برای عناصر قلع، تنگستن، طلا، نقره، ...

۵) مهندسین مشاور کان ایران (۱۳۷۵) گزارش نقشه زمین‌شناسی - معدنی کانسار قلع شاهکوه به مقیاس ۱:۲۰۰۰ وزارت معادن و فلزات، ۷۸ ص.



شکل (۱-۱) کروکی راههای ارتباطی به محدوده آنومالی قلع در شمال شاهکوه

فصل دوم

زمین شناسی

۹

تکتونیک منطقه

۱-۲) زمین شناسی منطقه

۲-۲) زمین شناسی ممدوده اکتشافی

۳-۲) زمین سافت و تکتونیک منطقه

۴-۲) فرآیند ماگماتیسم در منطقه

۵-۲) فرآیند دگرگونی در منطقه

۱-۲) زمین شناسی ناحیه‌ای

بخشی از منطقه مورد مطالعه (محدوده شاهکوه) از نظر ساختمانی در بلوک مستحکم لوت و در حاشیه خاوری آن قرار گرفته است. بلوک لوت ساختمان تکنونیکي نسبتاً ساده‌ای را نشان می‌دهد که در آن گسلش، کج‌شدگی و چین خوردگی‌های ملایم غلبه دارند. بخش اعظم بلوک لوت را سنگهای آتشفشانی دوران سوم تشکیل می‌دهند ولی برونزدهایی از رسوبات اواخر دوران اول (آهکهای پرمین)، رسوبات دوم (رسوبات شیلی و آهکی تریاس، تناوب شیل و ماسه سنگ حاوی آثار گیاهی سازند شمشک با زمان تریاس بالا- ژوراسیک زیرین، رسوبات شیلی و آهکی کرتاسه) نیز بطور پراکنده در آن رخنمون دارند. در شرق ده‌سلم یک سری سنگهای دگرگونی تظاهر دارند که توسط توده گرانیتی شاهکوه (بازمان ژوراسیک بالایی) قطع شده‌اند. این سنگهای دگرگونه احتمالاً دارای زمان قبل از ژوراسیک می‌باشند که پی سنگ قدیمی بلوک لوت را تشکیل می‌دهند. یک سری توده‌های گرانیتی با زمان ژوراسیک بالایی (گرانیت شاهکوه) و ترسیر (توده‌های کوچک گرانیتی و دیوریتی بعد از ائوسن) نیز سنگهای قدیمی تر را تحت تأثیر قرار داده‌اند.

بطرف جنوب، بلوک لوت با شیب ملایمی در زیر نهشته‌های قاره‌ای چین نخورده پلبو- کواترنر (کلوت) و تپه‌های ماسه‌ای و بادی فرو می‌رود.

۲-۲) زمین شناسی محدوده شاهکوه

محدوده شاهکوه از نظر ساختمانی در بلوک مقاوم لوت قرار دارد. لذا از دید ساختاری، ساختمان تکنونیکي ساده‌ای را نمایان می‌کند که در آن گسل خوردگی و چین خوردگی‌های ملایم غالب است. در حاشیه خاوری این بلوک منطقه فیلیش قرار دارد که در محل اتصال بلوک لوت و منطقه فیلیش بهم خوردگی‌های نسبتاً شدیدتری پدیدار می‌گردد و تکه‌هایی از پوسته اقیانوسی نیز در حد اتصال تظاهر دارد.

قدیمی‌ترین رخنمون‌ها مربوط به سنگهای دگرگونه‌ای است که با عنوان مجموعه دگرگونی ده‌سلم (اشتوکلین، افتخارنژاد و...) گزارش شماره ۲۲) نامگذاری شده است. برونزرد کوچکی از این واحد در جنوب باختری محدوده دیده می‌شود. ترکیب

سنگ‌شناسی آن کوارتز، بیوتیت، مسکویت شیست و متاتوف است. این مجموعه دگرگونی در بخش‌های خارج از محدوده مطالعاتی توسط گرانیت شاهکوه (ژوراسیک پسین) قطع می‌شود. سن این سنگهای دگرگونه را (اشتوکلین و همکاران) پرکامبرین - پالئوزوئیک گزارش نموده‌اند.

۲-۱- سنگهای ژوراسیک (J):

سنگهای ژوراسیک در بخش شمالی و باختری محدوده، تقریباً به صورت کمربندی هلالی شکل در حاشیه توده نفوذی گرانیت شاهکوه قرار گرفته است. این سنگهای رسوبی باریخت و شکل تپه ماهوری، از نوع آواری و کم عمق بوده و عمدتاً از ماسه سنگ، شیل، سیلت به رنگ خاکستری تشکیل شده‌اند، ماسه‌سنگها اغلب کوارتزی می‌باشند. در بخش شمالی ورقه در محل معدن متروکه قدیمی، گدازه‌های بالشی آندزیتی مشاهده می‌گردد که این گدازه‌ها بنظر می‌رسد بر روی واحد شیلی و ماسه‌سنگی قرار می‌گیرند. در گزارش نقشه ۱:۱۰۰/۰۰۰ بصیران و همچنین در گزارش شماره ۲۲، بوجود این گدازه‌های آندزیتی بر روی واحد مذکور (در غرب روستای میغان) اشاره شده است. گدازه‌های آندزیتی در خارج از محدوده (ورقه بصیران) توسط تناوبی از رسوبات شیلی، آهکهای تخریبی، آهک رینی به رنگ قهوه‌ای و شیل‌های سیلنی پوشانده می‌شوند.

سنگواره‌های دو کفه‌ای، مرجان، اسفنج و بلمینت و ریزفسیل‌های:

Trocholina sp. Cristalla sp. Globocheta. Thaumtoporella sp

Microproblematica sp. و Miliobs. و Textularids. و Ostracode.

Exhinoid spine.

دیده می‌شوند که بر اساس مطالعات فوق (در ورقه بصیران) سن دوگر برای آنها در نظر گرفته شده است.

واحد *J.S.m* در حاشیه توده نفوذی، فیلیتی و اسلیتی است (در این واحد ماسه سنگها به کوارتزیتهای نسبتاً سخت و شیل‌ها به فیلیت و اسلیت مبدل شده‌اند). قابل ذکر است که این واحد در کتاکت بلافصل توده آذرین شاهکوه در بخشهای شمالی و

شمال باختری، باریکه‌های کاملاً کم‌عرضی را از هورنفلس تشکیل داده است.

۲-۲-۲- توده گرانیتی شاهکوه (g):

بخش اعظم محدوده مورد مطالعه را یک توده بزرگ گرانیتی غنی از بیوتیت فلدسپات و کوارتز تشکیل می‌دهد که بصورت نواری طویل در امتداد جنوب خاوری گسترش دارد و بلندترین ارتفاعات ناحیه را تشکیل می‌دهد. در محدوده نقشه این توده در مجاورت شیل و ماسه سنگ ژوراسیک - میانی دیده می‌شود. لایه‌های سنگی کرتاسه با پی پیش رونده بر روی سطح فرسایش یافته گرانیت مذکور قرار می‌گیرد. این گرانیت سنگی خاکستری روشن‌رنگ است متمایل به سیاه و حاوی کانی‌های روشن کوارتز، فلدسپار و کانپهای تیره بیوتیت و آمفیبول است. بافت این سنگ آذرین گرانولار (دانه‌ای) است. وجود بلورهای درشت ۲ تا ۳ سانتیمتری فلدسپات بخصوص در بخشهای حاشیه‌ای، ظاهری پرفیری را به آن می‌دهد. سیستم‌های درزه عمود بر هم بلوک‌های مکعبی شکل زیادی را در آن ایجاد نموده است.

اصولاً گرانیت شاهکوه دارای تیپ‌های مختلف سنگهای نفوذی است (با سنین مختلف) که شامل واحد بیوتیت گرانیت (g)، آلکالی گرانیت (G) همراه با زیر واحد *da* (تراکی آندزیتی)، گرانیت دانه درشت پگماتیته (متمرکز در بخشهای میانی متمایل به جنوب)، رگه‌های تورمالین، کوارتزار (V) و دایکهای آندزیتی (*d*) می‌باشند.

این سنگها رنگ ظاهری خاکستری روشن و بافت گرانولار (دانه‌ای) دارند. کانی‌های آنها شامل پلاژیوکلاز، فلدسپار آلکالی، کوارتز، بیوتیت، آمفیبول، کانی‌های فرعی اپاک و آپاتیت است.

۲-۲-۳- سنگهای کرتاسه:

ردیف سنگهای کرتاسه بصورت پیش‌رونده بر روی تشکیلات قدیمی‌تر از جمله سنگهای ژوراسیک و توده گرانیتی شاهکوه (g) با دگرشیبی آشکاری قرار می‌گیرد. این دگرشیبی را در شمال خاوری ده‌رخنه بوضوح می‌توان مشاهده کرد. قطعات این واحد بیشتر از گرانیت شاهکوه (g)، سنگهای تمامورف و سنگهای ژوراسیک است. روی این واحد را لایه‌های ماسه‌سنگی متوسط و ریزدانه با سیمان آهکی و بین لایه‌های کنگلومرای، آهک البتی اوریتولین‌دار و لایه‌هایی از شیل سبز و

خاکستری و آهک مارنی (واحد Kk) می‌پوشاند. روی واحد مذکور، آهک متوسط تا ضخیم لایه اوریتولین دار Kl قرار می‌گیرد که حفره دار بوده (غار ساز است) و ستیغ ساز می‌باشد و بلندترین ارتفاعات شاه کوه را این آهکها تشکیل می‌دهند.

۲-۲-۲- گرانیت (G):

توده بزرگ گرانیتی خاکستری رنگ شاهکوه در بخش‌های حاشیه‌ای توسط یک سری توده‌های کوچک گرانیتی روشن رنگ کوارتز فلدسپاتی قطع شده است. این توده‌های کوارتز - فلدسپاتی کرم صورتی رنگ با مقدار کمی لکه‌های تیره کانی‌های مافیک، دارای بافت میکروگرانولار (ریزدانه) بوده و حاوی کانی‌های پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن، کوارتز و کمی کانی مافیک (بیوتیت) است.

گرانیت فوق قطع‌کننده گرانیت ژوراسیک پایانی شاهکوه (g) است و ایجاد آلتراسیون‌هایی از نوع فلدسپاتیزاسیون، سیلیسیفیکاسیون و... همراه با رگه‌های تورمالین کوارتزدار در داخل گرانیت شاهکوه کرده است. محلولهای این گرانیت بر روی کنگلومرای کرتاسه (Kc) در برخی مکانها اثر کرده و آنرا نیز تحت تأثیر قرار داده است. این توده گرانیتی صورتی رنگ و آلتراسیون همراه آنرا می‌توان مجموعه آپوگرانیت بخش فوقانی گرانیت شاه کوه تصور نمود، کانی‌سازی قلع در ارتباط با آن بوده و احتمالاً خود توده مربوط به فعالیت ماگمایی جوانتری است (فاز ماگمایی اواخر کرتاسه - اوائل ترسیر معادل فاز کوهزایی لارامید).

۲-۲-۵- رگه‌های تورمالین - کوارتز:

در حاشیه باختری و جنوب باختری محدوده مورد مطالعه در بخشهای حاشیه‌ای گرانیت شاهکوه رگه‌ها و رگچه‌های فراوان تیره‌رنگی دیده می‌شوند که عمدتاً از بلورهای سیاه‌رنگ و باریک و طویل تورمالین و بلورهای روشن‌رنگ کوارتز تشکیل شده‌اند و در جهات مختلف توده گرانیتی شاهکوه را قطع نموده و آن را شدیداً دگرسان نموده‌اند. ضخامت رگه‌ها از چند سانتی‌متر تا بیش از ۵ متر می‌باشد که با بصورت مجموعه رگه‌های نازک در جهات مختلف سنگ گرانیتی را قطع نموده و آن را شدیداً سیلیسی و آرزیلی کرده‌اند و یا به صورت رگه‌های منفرد و طویل به ضخامت چند سانتی‌متر تا چند متر توده گرانیتی

را قطع نموده‌اند. این رگه‌ها در دو محدوده یکی در شمال باختری و دیگری در باختر و در نزدیکی تماس با رسوبات شمشک تمرکز دارند و عمدتاً دارای روند شمال خاوری جنوب باختری می‌باشند.

۲-۲-۶- سیل تراکی آندزیتی (da):

این واحد بصورت یک سیل به رنگ زرد، کرم و قهوه‌ای، شدیداً دگرسان شده، با بافت پورفیریک که در امتداد لایه‌بندی در داخل واحد ماسه‌سنگ کنگلومرای کرتاسه (kc) جایگزین شده است. واحد مذکور ترکیب تراکی آندزیتی دارد و احتمالاً هم‌ارز نیمه آتشفشانی توده گرانیتی روشن رنگ (G) است. دارای ضخامتی حدود ۴۰ متر و درزه‌های ستونی منظم و طویل می‌باشد.

۲-۲-۷- دایک‌های دیابازی

توده گرانیتی شاهکوه را یک سری دایک‌های تیره‌رنگ در امتداد شکستگی‌هایی با روند شمال خاوری - باختری قطع کرده است. این سنگ‌های نیمه آتشفشانی (به رنگ خاکستری متمایل به سبز) ترکیب سنگ‌شناختی متوسط دارند و دارای درزه‌های ستونی افقی بوده و شکل دیوار مانند را نشان می‌دهند. بافت آنها پورفیریتیک است و حاوی بلورهای درشت پلاژیوکلاز، بلورهای کوچک آمفیبول و بیوتیت در بک متن آفانیتی تیره‌رنگ می‌باشند. دگرسانی محسوسی را تحمل ننموده‌اند، بنابراین سن آنها جوانتر از کانی‌سازی می‌باشد.

سن این دایکها جوانتر از واحدهای شرح داده شده است. احتمالاً مربوط به فعالیت‌های ماگمایی دوران سوم می‌باشند. این دایکها، گرانیت (g) و سنگهای ژوراسیک را قطع کرده‌اند.

۲-۲-۸- رسوبات پلیوکواترن (Q pl)

در بخشهای مرکزی و رفته، محدوده‌های کم وسعتی شامل کنگلومرای پلی‌ژنیک روشن رنگی است که بیشتر قطعات آن از گرانیت است و دارای سیمان ماسه‌ای و رسی است. این واحد کنگلومرای که چین‌خوردگی ملایمی را نیز تحمل نموده احتمالاً معادل رسوبات سازند هزار دره (در البرز) با زمان اواخر پلیوسن و اوایل کواترن می‌باشد.

۹-۲-۲- پادگانه‌های قدیمی (Q 11)

در قسمتهای باختری، شمالی و شمال خاوری نقشه، نهشته‌های رودخانه‌ای دامنه شاهکوه شامل کنگلومرا، سیلت و رس گسترش دارد که بصورت پادگانه‌های بلندی به ارتفاع ۲ تا ۵ متر تظاهر پیدا کرده است. اغلب این نهشته‌ها مخروط افکنه‌های قدیم را شامل می‌شوند. این آبرفت‌ها جهت بررسی وجود قلع نیز مناسب هستند.

۱۰-۲-۲- پادگانه‌های جوان (Q 12)

در بخش شمال خاوری نقشه پهنه‌های نسبتاً وسیع و صافی از مخروط افکنه‌ها و رسوبات جوان دشت دیده می‌شود که ترکیب آنها شامل رس، سیلت، ماسه، کنگلومرا است.

محدوده مورد مطالعه اکتشافی در سنگ‌های دگرگونی شیست - کوارتزیت واقع در شمال گرانبه شاهکوه و در کنتاکت با آن قرار دارد. ابعاد این محدوده 2×0.5 کیلومتر مربع می‌باشد.

از جمله بخش‌های مهم و باگسترش زیاد در این محدوده، رخنمون‌های دگرگونی متشکل از ماسه‌سنگهای کوارتزیتی، شیست و میان لایه‌های آهکی کمی دگرگون شده است که به لحاظ سنی در محدوده تریاس بالایی - ژوراسیک قرار گرفته است. این مجموعه دگرگونی توسط توده گرانبه شاهکوه با سن ژوراسیک پیشین - قبل از کرتاسه قطع شده است و زائده‌های پگماتیتهی این گرانبه در این مجموعه دگرگونی نفوذ کرده و گرمای حاصل از آن سبب بوجود آمدن کانی‌های حرارتی در سنگهای درون‌گیر آن شده است. همچنین استوک‌های کوچکی از توده نفوذی گرانبه‌ی در داخل سنگ‌های دگرگونی دیده می‌شود. گرانبه شاهکوه با بافت دانه‌ای درشت بلور از کانی‌های پلاژیوکلاز، فلدسپار آلکالی و بیوتیت تشکیل شده است.

در حاشیه شمالی، توده گرانبه شاهکوه کنتاکت بسیار مشخصی با شیل‌های ژوراسیک زیرین دارد و آن را بطور ضعیفی دگرگون و سیلیس‌دار کرده است (شکل ۲-۱). یک سری رگه‌های کوارتز-تورمالین قلع‌دار تیره رنگ مجموعه گرانبه‌ی و همچنین به طور محلی رسوبات ژوراسیک و بندرت کنگلومرای کرتاسه را مورد هجوم قرار داده‌اند. این رگه‌ها که بعضاً دارای آثار شدادی نیز می‌باشند عمدتاً در حاشیه شمال غرب محدوده مورد مطالعه دیده می‌شوند و اغلب دارای روند شمال

شرق - جنوب غرب با شیب به سمت شمال غرب می‌باشند. ضخامت این رگه‌ها از چند سانتی‌متر تا چند متر و طولی بالغ بر چندین ده متر را دارا می‌باشند. کوارتز (کریپتوکریستالین)، تورمالین، اکسید - هیدروکسید آهن (عمدتاً هماتیت و گوتیت حاصل دگرسانی سولفیدهای موجود)، پیریت و کالکوپیریت، پیروتیت، مالاکیت، ایلمنیت، روتیل و به میزان کمتر و مشکوک کانی کاسیت، و همچنین کانی‌های این رگه را تشکیل داده و بعضی از آنها بالاخص رگه‌های بخش شرقی منطقه عیار نسبتاً قابل توجهی از قلع را نشان می‌دهند. در غرب منطقه مورد مطالعه بخش‌های شیستی مالاکیت‌دار به صورت رگه‌ها و پچ‌هایی در ابعاد نه چندان وسیع نیز مشاهده می‌شوند.



LEGEND

رخصاره سنگی
LITHOLOGY

	QUATERNARY		Recent alluvium. Salt flat
	Q ¹		Low terraces, younger gravel fans
	Q ³		High terraces, old fans
	K ₂ ^s		K ₂ ^s : Limestone, sandy limestone, yellowish brown
	K ₂		K ₂ ^{ms} : Limestone, micritic thin-bedded, black, including pebbles of older whitish limestone, probably early cretaceous age
	K ₂		K ₂ : Sandstone
	K ₂		K ₂ ^{ms} : Marly limestone, marl, sandstone, grey and yellowish
	K ₂		K ₂ ^s : Conglomerate, red to brown
	K ₁		Orbitolina limestone, thin bedded to massive, grey
	K ₁		Sandy limestone, sandstone and marl, thin bedded
	K ₁		Conglomerate and sandstone, red
	J ₂		Tuffaceous and sandy limestone, tuffs, ferruginous sandy limestone and limestone
	J ₁		Limestone (bioparite), reffal limestone and sandy limestone
	J ₁		Andesite, altered
	J ₁		Sandstone
	J ₁		Shale, sandstone, quartzitic sandstone and siltstone
	J ₁		Quartzitic sandstone and shale (contact metamorphic)

POST - EARLY JURASSIC - PRE - CRETACEOUS INTRUSIVES

سنگهای تuffoid ژوراسیک پیشین - قبل از کرتاسه
گرانیت

Granite

Sn - exploration area

شکل ۲-۱: بخشی از نقشه زمین‌شناسی بصیران در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در محدوده اکتشافی قلع شاهکوه

۲-۳) زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک:

محدوده مورد مطالعه در بلوک لوت قرار دارد. این بلوک توده‌ای است کشیده و مستحکم، محاط در گسل‌های متعدد که طول آن از جهت شمال به جنوب بیش از ۸۰۰ کیلومتر و عرض متوسط آن ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است. مرز خاوری آن با زون فیلیش گسله و بشدت خردشده (گسل نه‌بندان) و مرز جنوبی آن با فرورفتگی جازموریان و شمال آن در حواشی گناباد، حد غربی آن با گسل اصلی و ممتد شمالی- جنوبی نایبند (بطول ۵۰۰ کیلومتر که دامنه خاوری رشته کوه شتری و کوه‌های نایبند- شهداد را دنبال می‌کند) است. زیر ساخت این بلوک را به سخت‌شدگی سنگ‌های دگرگونه‌ای نسبت می‌دهند که در اواخر تریاس بر اثر فاز کوهزایی سیمین پیشین ایجاد شده است (اشتوکلین و همکاران ۱۹۷۲).

ریرو محافظ (۱۹۷۰) عقیده دارند که حرکات تکتونیکی تریاس میانی (اواخر تریاس) علاوه بر چین‌خوردگی شدید سبب دگرگونی شدید در این بلوک شده است. بربریان (۱۹۷۵) با ذکر شواهد و دلایلی این بلوک را مقاوم و مستحکم نمی‌دانند. م.ح. نبوی (۱۳۵۵) لوت را یک بلوک مجزا می‌داند، لیکن کلیه واحدهایی را که چین‌خوردگی داشته و سن آن ژوراسیک یا جوانتر باشند بیرون از لوت قرار می‌دهد، مانند ده‌سلم، بزمان، سه قله و فرورفتگی جازموریان.

افتخارنژاد (۱۳۵۹) بلوک لوت را جزئی از ایران مرکزی در نظر می‌گیرد و آنرا یک واحد زمین‌شناسی مجزا بحساب نمی‌آورد.

از مشخصات چینه‌شناسی بلوک لوت، رسوبات ضخیم مزوزوئیک است که دارای چین‌های بسیار ملایم یا تقریباً افقی است که ضخامتی بیش از ۵۰۰۰ متر را دارا می‌باشند. بخش‌های غربی بلوک، محل گسترش سنگ‌های آتشفشانی ائوسن است که ترکیبی ریولیتی، داسیتی، آندزیتی و توف‌های وابسته است که ضخامتی حدود ۳۰۰۰ متر دارد.

در این بلوک سنگ‌های دگرگون شده ده‌سلم، گرانیت ژوراسیک پایانی شاهکوه، گرانیت و پگماتیت‌های چهار فرسخ، دیوریت کوه ریگی، دیوریت خاور کوه عبدالهی، سرزمین‌های پرکامبرین کاشمر، فردوس، سنگ‌های آتشفشانی (بویژه در بخش‌های جنوبی و در امتداد گسل‌های اصلی) با ترکیب باز یک حضور چین‌خوردگی ملایم و گسلش نامنظم مشخص ساز

ساختمانهای لایه‌های ژوراسیک، کرتاسه و دوران سوم بلوک لوت می‌باشد. این مطالب به واسطه قوس پهناور سنگ آهک ماستریشین شمال شاهکوه بخوبی نمایان است. فاز تغییر شکل پیش از آپسین نیز همچون ایران مرکزی، بلوک لوت را به آرامی تحت تأثیر قرار داده و نشانه آن دگرشیبی بارزی است که ژوراسیک را از لایه‌های سنگی کرتاسه (شمال ده رخنه) جدا ساخته است.

تشکیلات پلیو- پلیستوسن تحت تأثیر شکل قرار نگرفته (مگر در نزدیکی و حاشیه گسله باختر بلوک لوت) و این مورد شاهدی دیگر بر استحکام و شکل ناپذیری بلوک لوت است.

Gold et. al. 1972 گسل‌های بزرگی همچون نایبند و نهبندان را در زه‌های پوسته‌ای (*Crustal Joints*) پیشنهاد می‌دهد. این گویای آن است که در یک زون تشکیل شکل، حرکات بین بلوک‌ها و واحدهای بزرگ در زیر خطوط درزه‌های بزرگ قرار دارد و این خطوط درزه‌ها کنترل‌کننده روندهای (*Trends*) ساختمانی ناحیه‌ای قدیم و جدید می‌باشند.

و اما در ناحیه شاهکوه، روند عمومی رخنمون‌ها شمال باختر - جنوب خاور است. در کل یک تاقدیس با روند شمال باختر - جنوب خاوری را به نمایش می‌گذارد که توده گرانیتی شاهکوه در هسته آن قرار داشته و یال شمال خاوری آن توسط رسوبات آبرفتی پوشیده شده است. روند گسل‌های بزرگ محلی به ترتیب اهمیت و تداوم شمال خاوری - جنوب باختری، خاوری - باختری و شمال باختر - جنوب خاور می‌باشند که به احتمال از شاخه‌های فرعی درجه دوم و درجه سوم گسل نهبندان هستند. همانطور که ذکر شد توده بزرگ گرانیت ژوراسیک (g) در مرکز یک ساختمان گنبدی شکل قرار دارد که شیل و سیلت‌های ژوراسیک را سوراخ کرده و رخنمون پیدا کرده است. سنگهای رسوبی کرتاسه (با چین خوردگی ملایم) بصورت دگرشیب و با پی پیش‌رونده بر روی سطح فرسایش گرانیت شاهکوه (g) و همچنین به همین نحو بر روی سنگهای کتاکت متامورف (دگرگونه) ژوراسیک قرار می‌گیرند. روند عمومی گرانیت (G) (بعد از کرتاسه) با روند گسل‌های شمال باختر - جنوب خاور سازگار است. روند کانی‌سازی در غرب محدوده با گسل‌های شمال خاوری - جنوب باختری همسو است و به همین مناسبت رگه‌ها و رگچه‌های تور مالین‌دار حاوی کانه قلع نیز همین روند را دارا می‌باشند. شاید این گمان قوت گیرد که

گسل‌ها کنترل‌کننده مواد معدنی است. دگرشیبی‌های بین رسوبات کرتاسه با سازند شمشک و توده گرانیتی شاهکوه فاز کوهزایی سیمربن پسین را نمایش می‌دهد در حالیکه نفوذ آپوگرانیت (G) در توده گرانیتی شاهکوه و رسوبات کرتاسه پائین نمودی از فاز کوهزایی لارامید می‌باشد. چین‌خوردگی ملایم رسوبات کنگلومرای $Qp1$ را نیز شاید بتوان جوانترین فاز کوهزایی در منطقه و آخرین مراحل فاز کوهزایی آلپ قلمداد نمود. در مورد گرانیت شاهکوه باید گفت که این نوع گرانیت از نوع برخوردی است و در زون‌های زمین‌ساختی برخورد دو قاره مشاهده می‌گردد.

در محدوده ورقه بصیران دو منطقه ساختاری عمده، منطقه ساختاری مربوط به ادامه بلوک لوت و منطقه ساختاری فلیش - افیولیتی شرق ایران را می‌توان باز شناخت. بلوک لوت در حقیقت بخشی از پلت فرم پالتوزوئیک ایران میباشد که شدیداً تحت تأثیر حرکات کوهزایی کمبرین قرار گرفته است. این حرکات که با ماگماتیزم و نفوذ توده‌های بزرگ پلوتونیک نظیر توده شاهکوه و دگرگونی همراه بوده، نهشته‌های تخریبی تریاس فوقانی زوراسیک پایین (سازند نای بند - شمشک) را تحت تأثیر دگرشکلی و دگرگونی قرار داده است. مقاوم شدن بلوک لوت هم به احتمال با این حرکات در ارتباط بوده به گونه‌ای که این بلوک هسته مقاومی را تشکیل داده و به همین دلیل حرکات تکنونیک آلپی جوان نتوانسته بر روی این بلوک تأثیر چندانی بگذارد، لذا نهشته‌های کرتاسه و ترشیاری تا حدودی افقی و یا چین‌خوردگی بسیار ملایمی را نشان می‌دهند.

منطقه فلیش افیولیتی در حقیقت با حوزه فلیش شرق ایران در ارتباط می‌باشد. تشکیل این حوزه را ناشی از یک عمل ریفتینگ در کرتاسه تصور می‌کنند. نهشته‌های این حوزه شدیداً متأثر از حرکات آلپی بوده و در مجاورت بلوک لوت مجموعه دره‌می که اجزاء عمده آن را سنگهای کرتاسه تشکیل داده شدیداً دگرگون شده است.

به نظر می‌رسد حوزه فلیش توأم با جنبش‌های مذکور تا اوایل ترشیاری دوام خود را حفظ نموده به طوری که در بخش شمالی ورقه این مجموعه دگرگونی به گونه پیشرونده توسط رسوبات ائوسن میانی (لوتسین) پوشیده می‌شوند.

پس از رسوبگذاری ائوسن در سرتاسر ناحیه فعالیت‌های ماگمایی گسترده‌ای روی داده و سنگهای آذرین نفوذی دیوریت، گرانیت و دایک‌های متعددی در سنگهای کهنتر نفوذ نموده است. در ورقه بصیران گسله‌های متعددی به چشم می‌خورد.

عمده ترین این گسله ها، گسله جنوب کوهستان شاهکوه و مجموعه گسلهای محل برخورد بلوک لوت با منطقه فلیش است. گسل جنوب شاهکوه با راستای شمال غرب - جنوب شرق است که از جنوب شرق ورقه شروع و در جنوب روستای ده مرغ توسط رسوبات کرتاسه پوشانده شده است.

گسله های با راستای شمالی - جنوبی که به سوی شمال چرخش اندکی به طرف شرق پیدا می کند نهشته های کواترنر که گواه بر فعالیت های تکتونیکی جوان است قطع می نماید.

۲-۴) فرآیند ماگماتیسم در منطقه

یکی از بزرگترین توده های نفوذی شرق ایران و واقع در جنوب منطقه اکتشافی با سن مزوزوئیک که طول بیرون زدگی آن به ۴۵ کیلومتر می رسد گرانیت بیوتیت دار شاهکوه است. ارتفاع آن از دشت بیش از ۱۵۰۰ متر می باشد. این گرانیت دانه درشت و تا اندازه ای پورفیروئید بوده و از بلورهای پلاژیوکلاز، فلدسپار آلکالی و بیوتیت تشکیل شده است. گرانیت شاهکوه به لحاظ سنی در ژوراسیک پیشین - قبل از کرتاسه نفوذ کرده است. در حاشیه شمالی، توده مزبور کتناکت بسیار مشخصی با شیل ها و کوارتیت های ژوراسیک زیرین دارد و آن را به طور ضعیفی دگرگون و سیلیس دار کرده است. در ضلع جنوبی نیز، مجموعه دگرگونی ده سلم توسط این توده نفوذی قطع شده است. به دلیل اینکه گرانیت شاهکوه به وسیله سری های پیشرونده آهکی آپسین اوریتولین دار پوشیده می شود. لذا سن آن باید بین ژوراسیک میانی - آپسین باشد.

محلول های گرمابی ناشی از باتولیت گرانیتی شاهکوه در شکستگی های موجود در بخش دگرگونی شیست - کوارتزیتی، تشکیل رگه های کوارتز - تورمالین گرمابی را داده است.

۲-۵) فرآیند دگرگونی در منطقه

همانطور که در بخش قبلی ذکر شد حاشیه شمالی گرانیت شاهکوه مشتمل بر مجموعه دگرگونی های شیست - کوارتزیتی است که توسط این توده نفوذی گرانیتی دچار دگرگونی مجاورتی گردیده است. همچنین استوک های کوچکی از توده نفوذی مذکور در داخل سنگهای دگرگونی دیده می شوند. طول این برونزد دگرگونی بالغ بر ۲۰ کیلومتر و عرضی بالغ بر ۲ کیلومتر را

به خود اختصاص داده است. روند کلی این مجموعه شمال شرق - جنوب غرب می باشد. حد شمالی این مجموعه به پهنه آبرفتی ختم می گردد.

دگرگونی ده سلم ممکن است به کوهزایی کاتانگاهی یا هرسی نین مربوط باشد و سن مطلق بدست آمده مربوط به جوان شدن نمونه ها در مراحل بعدی کوهزایی مثلاً در تریاس پسین است. سنگ های دگرگونی محدوده اکتشافی مورد نظر به عنوان سری فوقانی مجموعه دگرگونی ده سلم محسوب می شوند که اساساً از فیلیت، کوارتزیت و شیست های بدون (یا کمی) مرمر تشکیل یافته است. در درجات ضعیف این سری در سمت مغرب، فیلیت و میکاشیست فراوان و ضخامت آن نیز بسیار زیاد است. در این سری گروناکم و گاهی در بین لایه های تیره رنگ فیلیت، آثار گرافیت دیده می شود، ولی در درجات شدید دگرگونی و سمت شرق، میکاشیست ها دانه درشت تر می شوند و به طور محلی ویژگی های گنیس ها را به خود می گیرند.

فصل سوم

کانی‌زایی

۹

رده‌بندی کانسارهای قلعه

۱-۳) کانی‌زایی قلعه

۲-۳) رده‌بندی کانسارهای قلعه

۳-۳) تقسیم‌بندی کانسارهای قلعه بر اساس میزان ذفیره و عیار

۳-۱) کانی‌زایی قلع

کانی‌زایی قلع در مناطق خاصی از جهان تمرکز یافته است. یکی از مهمترین این مناطق کمربند قلع آسیای جنوب خاوری است که بیش از نیمی از قلع دنیا را در خود جای داده است. این نوار از چین در شمال آغاز شده و با گذشتن از تابلند، برمه و مالزی به جزایر اندونزی در جنوب می‌رسد. از مناطق مهم دیگر نوار قلع آمریکای جنوبی است که بصورت نواری در امتداد کوه‌های آند قرار دارد.

۳-۲) رده‌بندی کانسارهای قلع

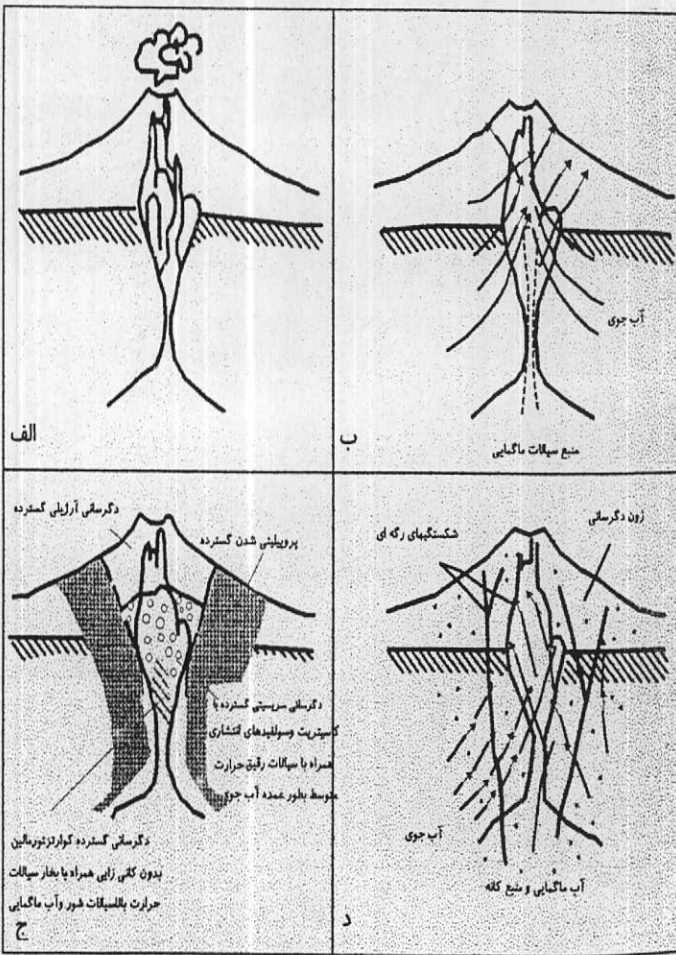
کانسارهای پلاسری: کاسیتريت بعنوان یک کانی سنگین می‌تواند در پلاسره‌های آبرفتی در کف رودخانه‌ها، دره‌ها و یا کف دریاها تجمع پیدا کرده و ذخایر ارزشمندی از فلز قلع را تشکیل دهد. حدود ۸۰ درصد از کانسارهای قلع بصورت کانسارهای پلاسری تجمع یافته‌اند. بیشترین تمرکز پلاسرها در نوار قلع آسیای جنوب خاوری قرار دارد.

کانسارهای پورفیری: کانسارهای قلع پورفیری محدود به یک نوار خطی در کوه‌های آند در خاور نوار مس - مولیبدن می‌باشد. توده نفوذی میزبان معمولاً استوک‌های پورفیری لائیتی تا گرانیت‌های حقیقی هستند. همراهی نزدیک این توده‌ها با استراتوولکانها نشانه‌دهنده نفوذ آنها در محیط خیلی کم عمق است. نفوذیه‌های همراه با کانسارهای قلع بیشتر بصورت نفوذیه‌های انگشتی شکل باریک جای گرفته‌اند.

کانه اصلی کاسیتريت با عیار متوسط ۲/۱۰-۱ درصد SnO_2 است. کانه بصورت یک فاز انتشاری اولیه دیده می‌شود. دگرسانی‌ها شامل سیلیسی شدن، سرسیتی شدن، پروپیلیتی شدن، و دگرسانی کوارتز- تورمالین در سطوح عمیق است. دگرسانی پتاسیک حضور ندارد. در بعضی موارد کانسارهای تیپ رگه‌ای فلزات پایه در بخشهای محیطی تشکیل می‌شود. بنظر می‌رسد تشکیل این کانسارها در دو مرحله صورت گرفته است.

۱- جایگیری یک استوک کم عمق پلاک شکل در شکاف یک استراتوولکان فلسیک. با کاسته شدن فعالیت ماگمایی، سیستم آب ماگمایی- جوی توسعه پیدا کرده و باعث آلتراسیون شدید و کانی‌زایی انتشاری قلع می‌شود.

۲- کاهش حرارت و سردشدن، باعث ترک خوردن سنگها می شود. عریض تر و عمیق تر شدن این شکستگیها باعث بیرون تپیدن مخزن ماگمای عمیق که آتشفشان را تغذیه می کند می گردد. این عمل باعث فرار مواد فرار از مخزن و بالا آمدن آنها می شود. با سردشدن این مواد کانی زایی تیپ رگه ای قلع در شکاف دیواره ها صورت می گیرد (شکل ۱-۳).



شکل (۱-۳) مراحل مختلف کانی زائی قلع بورفیری

ویژگیهای کانسارهای $Cu-Mo-Sn$:

۱- محدود شدن به فانروزوئیک (بیشتر مزوزوئیک و ترسیری)

۲- همراهی نزدیک با نفوذیهای فلسیک با ترکیب کوارتز دپوریت تا کوارتز موزونیت

۳- وجود زونهای آلتراسیون پتاسیک- فلیک- آرژیلی- پروپیلیتی

۴- وجود منطقه بندی شدید در ارتباط با مرز ورقه ها با دور شدن از حاشیه ورقه ها Cu جای خود را به Mo و Sn می دهد.

۵- این کانسارها با قوس های جزیره ای و زون فرورانش در مرز ورقه های اقبانوس - قاره همراه هستند.

۶- ماده معدنی در یک قشر کم عیار نزدیک زون پتاسیک تشکیل می شود. کالکوپریت و بورنیت با مقدار کمی مولیبدنیت

و کاسیتريت کانه های اصلی هستند.

۷- شواهد ایزوتوپی حاکی از تولید ماگما در محیط های کم عمق و وجود واکنش های شدید آب های زیرزمینی می باشد.

کانسارهای گریزن قلع: به کانسارهای انتشاری کاسیتريت و رگچه ها، استوک و رکها، عدسیها و برشهای کاسیتريت دار

موجود در گرانیت های گریزنی اطلاق می شود.

تیپ سنگهای درونگیر شامل لوکوگرانیت های بیوتیت و یا مسکویت دار (تیپ S) می باشد. کانیهای عارضه ای این گرانیتها شامل

توپاز، فلوریت، تورمالین و بریل است. گریزنهای قلع معمولاً در مراحل بعد از ماگمایی تشکیل می شوند. محیط تشکیل این

کانسارها توده های پلوتونی مزوزون تا محیط های آتشفشانی عمیق است.

پاراژنز کانی شناسی شامل کاسیتريت، مولیبدنیت، آرسنوپریت، بریل، ولفرامیت، بیسموتینیت، سولفیدهای Zn و Pb ، Cu ،

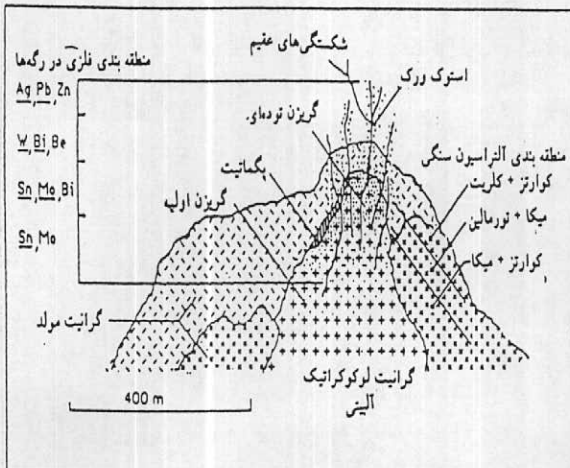
کوارتز، فلوریت، کلسیت و پیریت است.

انواع آلتراسیون مسکویت + کلریت، تورمالین و فلوریت در سنگ گرانیت، آلتراسیون کوارتز - مسکویت توپاز - فلوریت +

تورمالین در گرانیت گریزنی و سنگ گریزن مشاهده می شوند. شکل (۲-۳) مقطع شماتیکی از گریزنهای قلع را نشان می دهد

(کاکس و سینگر، ۱۹۸۶، در حسنی پاک و شجاعت، ۱۳۷۹).

معدن انکور^(۱) در استرالیا و معدن لاست ریور^(۲) مثالهایی از این نوع کانی زایی هستند.



شکل ۳-۲ مقطع شیمانیک گریزن‌های قلع

کانسارهای جانشینی: به کانسارهای استراتاباند حاصل از جانشینی سنگهای کربناته توسط کانیهای کاسیتريت - سولفید (بطور عمده پروتیت) و رگه‌های شکافی همراه آنها اطلاق می‌شود. سن این کانسارها بیشتر پالئوزوئیک و مزوزوئیک است. سنگهایی که در این کانسارها حضور دارند معمولاً از نوع سنگهای کربناته (آهک یا دولومیت)، گرانیت، مونزوگرانیت و دایکهای کوارتز پورفیری است. سنگهای کوارتز - تورمالینی، چرت، رسوبات پلیتی و غنی از آهن و سنگهای آتشفشانی نیز ممکن است حضور داشته باشند. محیط تشکیل این کانسارها کمپلکس‌های گرانیتی اپی زون در مناطق حاوی سنگهای کربناته است. منشأ جانشینی اپی ژنتیک این کانسارها توسط بعضی از زمین‌شناسان مورد تردید قرار گرفته است. در مقابل منشأ اگزالاتیو همزمان با رسوبگذاری برای آنها پیشنهاد شده است (هاچینسون، ۱۹۷۹).

پاراژنز کانی شناسی شامل پیریت + آرسنوپیریت + کاسیتريت + کالکوپیریت + ایلمنیت + فلوریت است.

آلتراسیون گریزنی (+ کاسیتريت) در نزدیکی حاشیه گرانیت، آلتراسیون سیدریتی دولومیت‌ها در نزدیکی توده‌های سولفیدی و تورمالینی شدن رسوبات دیده می‌شود. همچنین در نزدیکی توده‌های نفوذی ممکن است هاله‌های دگرگونی مجاورتی در سنگ میزبان ایجاد شود. کانسارهای کلیولند و مانت‌یشاف در استرالیا انواعی از این نوع کانی‌زایی بشمار می‌آیند.

کانسارهای رگه‌ای: این کانسارها شامل رگه‌هایی از کوارتز - کاسیتريت هستند که بصورت پرکننده شکافها یا جانیشینی در نزدیکی سنگهای پلوتونی فلسیک شکل گرفته‌اند. کانسارهای رگه‌ای به‌مراه کانسارهای گریزن، اسکارن و کانسارهای جانیشینی قلع یافت می‌شوند. سنگهای پلوتونی همراه شامل گرانیتوئیدهای چند مرحله‌ای است که در آنها بیوتیت یا مسکویت گرانیت‌های روشن فراوان است. سن این سنگها معمولاً پالئوزوئیک و مزوزوئیک است ولی هر سنی را می‌توانند داشته باشند. از نظر محیط تک‌تونیکی این کانسارها در نوارهای چین‌خورده و حاشیه‌های افزایشی ورقه‌ها به همراه گرانیتوئیدهای اواخر کوهزایی تا بعد از کوهزایی تشکیل می‌شوند.

در این کانسارها پارازنز کانی‌شناسی بسیار متنوع بوده و شامل کاسیتريت + ولفرامیت، ارسنوپیریت، مولیبدنیت، هماتیت، شلیت، بریل، گالن، کالکوپیریت، اسفالریت، استانتیت و بیسموتینت است. ته نشست‌های اقتصادی قلع معمولاً در نوک گنبد‌های گرانیتی تجمع می‌یابند. تغییر در ساختار رگه‌ها، تغییرات لیتولوژیکی و ساختاری، تقاطع رگه‌ها، دایکها و محل تقاطع گسلها جزء کنترل‌کننده‌های محلی هستند. دگرسانی‌ها شامل سرسیتی شدن (با توسعه گریزن)، تورمالینی شدن در نزدیکی رگه‌ها و کنتاکت گرانیت‌ها، سیلیسی شدن، کلریتی شدن و هماتیتی شدن می‌باشد.

کانسارهای کورنوال در انگلستان و هربرتون در استرالیا مثال‌هایی از این نوع کانی‌زایی هستند.

کانسارهای اسکارن: تقریباً تمام اسکارن‌های قلع با گرانیت‌های پرسیلیس حاصل از ذوب بخشی پوسته فاره‌ای (تیپ ۵) همراه هستند. اسکارن‌های قلع را بر اساس معیارهای مختلفی به گروههایی چون اسکارن‌های نزدیک یا دور از توده، اسکارن‌های نوع کلسیم، منیزیم، غنی از اسکارن در مقابل فقیر از اسکارن، اسکارن‌های غنی از اکسید یا غنی از سولفید و گریزن در مقابل اسکارن طبقه‌بندی کرده‌اند.

بیشتر سیستم‌های اسکارنی بزرگ قلع از نظر مکانی دارای زون‌بندی بوده و از مناطق غنی از اسکارن به مناطق فقیر از اسکارن یا بدون اسکارن تبدیل می‌شوند. در کانسار رنسون بل تاسمانیا در استرالیا یک سیستم ماگمایی - هیدروترمال زونه وجود دارد که در آن بخش‌های درونی از اسکارن قلع کلسیک تشکیل شده و در آن مقادیر کمی کاسیتريت انتشاری در متنی از گانگ پیروکسن - گرونا کم سولفید قرار دارد. این مجموعه در فاصله‌های دور به توده جانشینی مسیو سولفید پرمینیم که دارای کاسیتريت فراوان است تبدیل می‌شود. در این بخش کانیهای کالک سیلیکاته اصلاً وجود ندارد. توده معدنی اصلی همین بخش است و بخش درونی مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است.

بعقیده اینودی^(۱) و همکاران، بیشتر تیپ‌های اسکارن قلع دارای یک وجه اشتراک هستند و آن وجود مجموعه عناصر کمیاب Rb, Mo, W, Li, Be, F, Sn در کانسنگ و سنگهای آذرین است. این مجموعه اسکارن‌های قلع را از سایر اسکارن‌ها متمایز می‌سازد به عقیده کواک^(۲) (۱۹۸۷) اسکارنهای قلع وجه تمایز دیگری نیز دارند و آن اینکه در بیشتر اسکارن‌های قلع، توده نفوذی، اسکارن اولیه و کربنات غیر دگرسان در مراحل بعدی تحت تأثیر آلتراسیون‌گزینی قرار می‌گیرند.

آلتراسیون‌گزینی با فعالیت زیاد فلور و حضور کانیهای چون فلوریت، توپاز، تورمالین، مسکویت، گرونیت، ایلمنیت و کوارتز فراوان مشخص است. بیشتر موارد آلتراسیون‌گزینی، دگرسانی‌های قبلی را کاملاً از بین می‌برد. نکته حائز اهمیت اینست که آلتراسیون نوع گراین در انواع دیگر اسکارنها وجود ندارد.

یکی از ویژگیهای کانی‌شناختی اسکارن‌های قلع که از نظر معدنکاری مهم است، اینست که قلع می‌تواند در کانیهای سیلیکاته مثل گرونا، اسفن و ایدوکزار که از نظر اقتصادی غیر قابل استخراج هستند، وارد شود. دوبسن^(۳) (۱۹۸۲) گروناهایی را از کانسار لاست ریور آلاسکا گزارش کرده است که تا ۶٪ قلع دارند. در نتیجه کانسارهای بزرگی مثل موئینا^(۴) در تاسمانیا

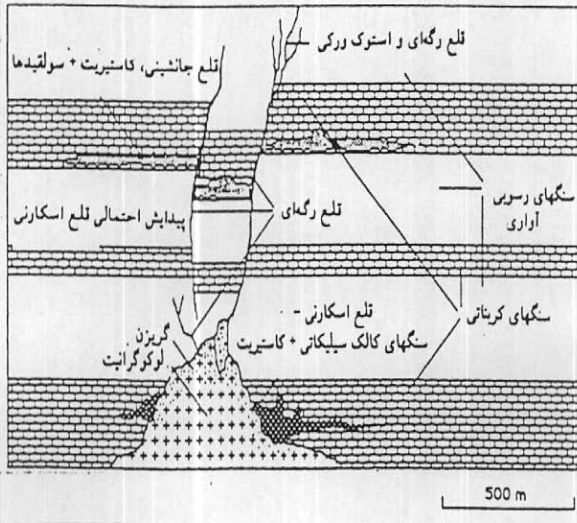
1- Einandi

2- Kwak

3- Dobson

4- Moina

می توانند دارای مقادیر قابل توجهی قلع باشند که با تکنولوژی امروزه قابل استخراج نیستند.



شکل (۳-۳) ارتباط بین اسکارن‌های قلع با کانسارهای جانیشینی،

رگه‌های قلع و گرانیت نفوذی

دگرسانی‌هایی پس‌رونده شدید یا دگرسانی‌گریزنی بر روی کانه‌های اسکارنی قلع‌دار اولیه می‌تواند باعث آزاد شدن قلع و ته‌نشست آن در کانه‌های اکسیده یا سولفیدی گردد. در نتیجه دگرسانی‌هایی که باعث از بین رفتن اسکارن‌ها می‌شوند در اسکارن‌های قلع می‌تواند حائز اهمیت باشد. شکل (۳-۳) ارتباط بین اسکارن‌های قلع با کانسارهای جانیشینی و رگه‌ای و نیز توده‌های گرانیتی را نشان می‌دهد (کاکس و سینگر در حسنی‌پاک و شجاعت، ۱۳۷۹).

کانسارهای قلع با میزبان ریولیتی:

این کانسارها از تمرکز کاستیریت و قلع چوبی^(۱) در رگچه‌های ناپیوسته و متناوب موجود در توده‌های ریولیتی گنبدی شکل و پلاسره‌های مشتق از آنها بوجود می‌آیند (حسنی‌پاک و شجاعت، ۱۳۷۹). سنگ درونگیر این کانسارها ریولیت فلدسپات آلکالن‌داری است که مقدار SiO_2 آن بیش از ۷۵٪ باشد. ریولیت‌های توپازدار در این گروه قرار دارند. مشخصه

ژئوشیمیائی این ریولیت‌ها شبیه سنگ درونگیر کانسارهای مولیبدن کلایمکس است.

کمپلکس‌های جریانی گنبدی شکل ریولیتی و سنگ‌های پیروکلاستیک و اپی‌کلاستیک وابسته به آنها که در شرایط پوسته قاره‌ای ضخیم تشکیل شده‌اند، محیط مناسبی برای این نوع کانی‌سازی است.

دامنه سنی این کانسارها ترشیری است و بطور عمده در الیگوسن و میوسن تشکیل شده‌اند. کانی‌شناسی در این کانسارها شامل کاسیتربت همراه با هماتیت، کریستوبالیت، فلوریت، تریدیمیت، اوپال، کلسدون، آدولاریا و کانی‌های گروه زئولیت است. کانسار بطور عمده در منطقه شکستگی و برشی موجود در بخش اطراف توده ریولیتی گنبدی شکل توسعه می‌یابد.

۳-۳) تقسیم‌بندی کانسارهای قلع بر اساس میزان ذخیره و عیار

بر اساس میزان ذخیره و عیار ذخایر قلع بصورت زیر تقسیم‌بندی شده‌اند (اسمیرنوف، ۱۹۸۳):

- بر اساس میزان ذخیره

کانسارهای بزرگ ۱۰۰-۲۵ هزار تن قلع

کانسارهای متوسط ۲۵-۵ هزار تن

کانسارهای کوچک کمتر از ۵ هزار تن

بر اساس عیار

ذخایر پر عیار $> 1\%$

ذخایر متوسط $1\% - 0.4\%$

ذخایر کم عیار $0.4\% - 0.1\%$

در مورد کانسارهای پلاسری قلع، کانسارهایی با عیار بالای ۸۵ گرم در تن قلع دارای ارزش اقتصادی هستند.

فصل چهارم

شرح عملیات

و

بررسی‌های اکتشافی

۱-۴) مقدمه

۲-۴) مفر ترانشه و تشریح وامدهای سنگ‌چینه‌ای نمونه‌های برداشت شده در طول آن

۱-۴) مقدمه

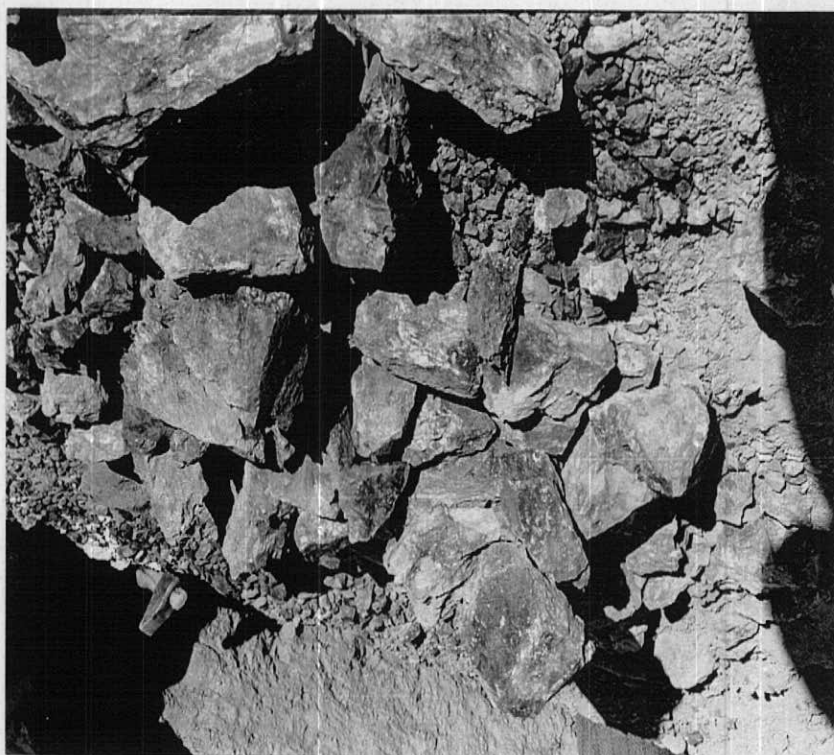
به منظور دستیابی هر چه بهتر و دقیق تر به مقدار قلع در رگه‌های کوارتز-تورمالین و بخش‌های شیستی - سیلیسی مالاکیت‌دار و همچنین پی‌جویی بیشتر این عنصر در سنگ میزبان (کمر بالا و کمر پایین بخش‌های آنومال) که از شیست‌ها و بخش‌های کوارتزی تشکیل شده است. مبادرت به حفر چندین ترانسه گردید که مشروح عملیات در ادامه آورده شده است. روند اصلی رگه‌های سیلیسی تورمالین‌دار شمال شرق - جنوب غرب است.

۲-۴) حفر ترانسه و تشریح واحدهای سنگ چینه‌ای نمونه‌های برداشت شده در طول آن

در بخش‌های شرقی، مرکزی و غربی منطقه اکتشافی مبادرت به حفر ترانسه‌هایی گردید. لازم به توضیح است که در بخش شرقی، اکثر رگه‌های کوارتز کریستالین تورمالین‌دار با استوک‌ورکهای هماتیتی - لیمونیتی در سنگ میزبان شیستی - کوارتزی دیده می‌شود (شکل ۴-۱) در حالی که در بخش مرکزی و خصوصاً در بخش غربی منطقه، بیشتر رگه‌ها به صورت شیست مالاکیت‌دار با قسمت‌هایی حاوی هماتیت - لیمونیت ظاهر کرده است (شکل ۴-۲). نکته مهم دیگر این است که بر پایه اطلاعات حاصل از مرحله پی‌جویی قلع در این منطقه، مقدار قلع در رگه‌های کوارتز تورمالین‌دار بدون مالاکیت نسبت به دیگر رگه‌ها بیشتر است و بالعکس مقدار مس در بخش‌های شیستی مالاکیت‌دار غالب می‌باشد.



شکل (۴-۱): نمونه‌هایی از رگه‌های کوارتز-تورمالین قلع دار واقع در بخش شرقی منطقه اکتشافی



شکل (۴-۲): تصویری از نمونه‌های شیبست مالاکیت دار واقع در بخش غربی منطقه اکتشافی

۴-۲-۱) ترانشه شماره ۱

این ترانشه با طول ۷۶/۸۰ متر و امتداد $N85W$ در بخش شرقی منطقه در موقعیت $56^{\circ}16'59''$ طول جغرافیایی و $31^{\circ}46'39''$ عرض جغرافیایی حفر گردیده است (شکل ۴-۳). در این موضع، تعدادی از رگه‌های کوارتز - تورمالین خاکستری - قهوه‌ای رنگ درون سنگ میزبان شیبست - کوارتزی تظاهر کرده‌اند که در واقع شکستگی‌های موجود در این سنگها را که معبرهای مناسبی برای حرکت محلول‌های کانه‌دار می‌باشد را پر کرده‌اند. پروفیل زمین‌شناسی دیواره و کف این ترانشه در شکل (۴-۴) قابل ملاحظه است.

در طول ترانشه نمونه‌برداری صورت گرفت که بسته به تغییرات سنگ شناسی، فاصله نمونه‌های برداشت شده نیز فرق می‌کند. در زیر شرح سنگ شناسی نمونه‌های دستی برداشت شده آورده شده است.

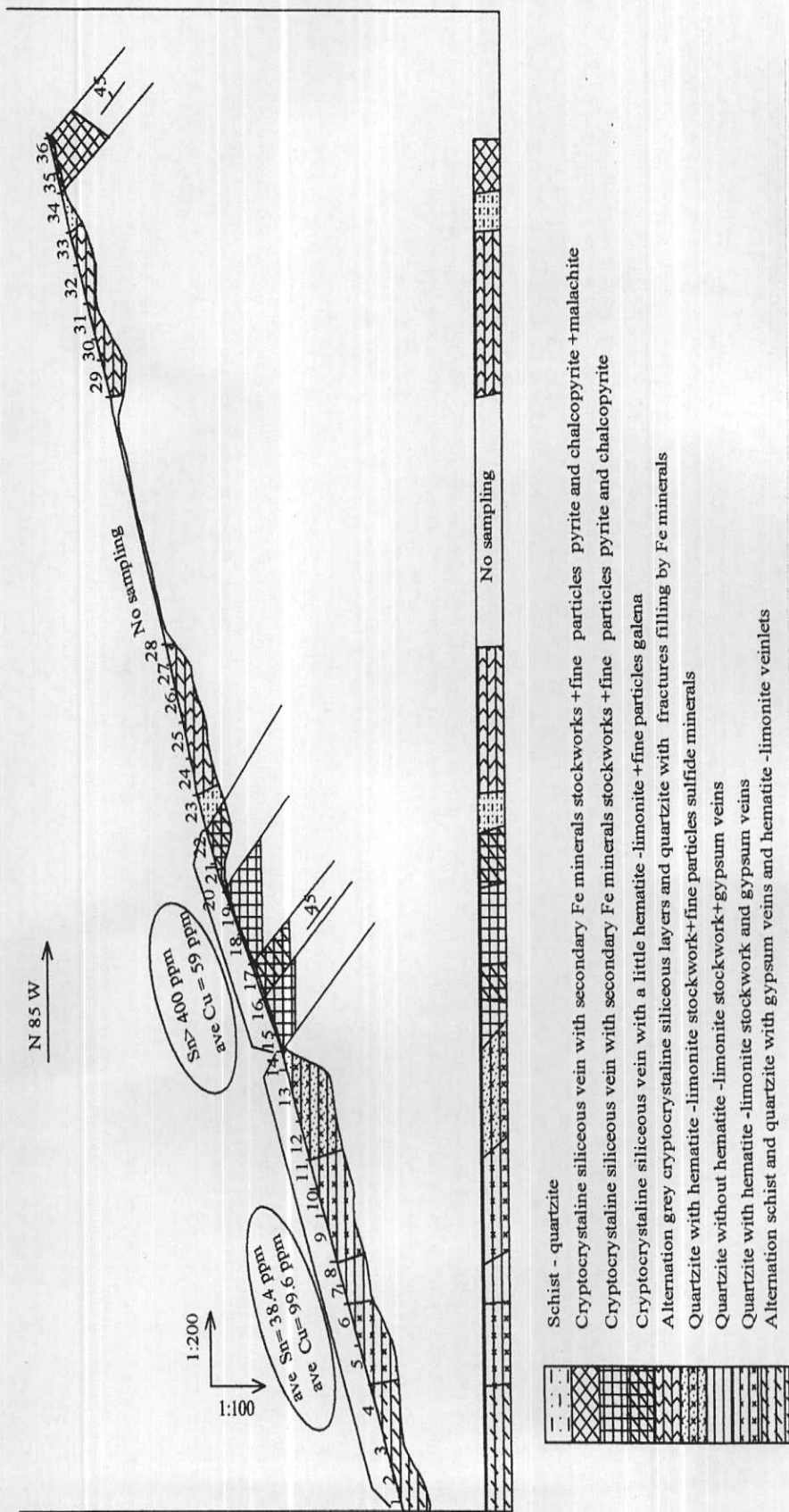


شکل (۴-۳): ترانشه سرتاسری شماره ۱ در بخش شرقی منطقه اکتشافی.

این ترانشه چند رگه کوارتز - تورمالین قلع‌دار را قطع می‌کند.

Profile of wall and bottom of trench No.1

North shah kuh area



شکل (۴-۴): پروفیل زمین‌شناسی دیواره و کف ترانشه شماره ۱

81/T1/SG/1

لايه‌های شيشی - کوارتزیتی خاکستری رنگ حاوی رگچه‌های ليمونیتی - هماتیتی ثانويه در بخش‌هایی نیز حاوی رگچه‌هایی از ژپس.

81/T1/SG/2

لايه‌های شيشی - کوارتزیتی خاکستری رنگ با بخش زرد رنگ ليمونیتی به صورت رگچه‌ای و همچنين هماتیت ثانويه احتمالاً حاکی از دگرسانی سولفیدها - حاوی رگچه‌های ژپس حداکثر به ضخامت ۵ سانتيمتر.

81/T1/SG/3

بخش شيشی - کوارتزیتی - توضیحات شبیه نمونه 81/T1/SG/2

81/T1/SG/4

شيشت - کوارتزیت دانه‌ریز حاوی بخش‌های ژپسی - در بخش‌هایی از شيشت خاکستری رنگ بلورهای بسیار ریز زردرنگ پيریت مانند دیده می‌شود. همچنين دگرسانی سولفیدها به صورت بخش‌های ليمونیتی مشاهده می‌شود.

81/T1/SG/5

بخش کوارتزیتی به رنگ خاکستری حاوی رگچه‌های استوک ورکی ليمونیتی - هماتیتی و رگچه‌های پر شده از ژپس.

81/T1/SG/6

کوارتزیت با میان لايه‌های نازک ژپسی - رگچه‌های استوک ورکی حاوی کانی‌های آهن‌دار (قهوه‌ای رنگ) - فاقد بخش‌های زردرنگ ليمونیتی - هماتیتی حاکی از دگرسانی احتمالی سولفیدها.

81/T1/SG/7

کوارتزیت خاکستری رنگ دارای رگچه‌هایی از اکسیدهای آهن (قهوه‌ای رنگ).

81/T1/SG/8

توضیحات شبیه به نمونه SG/7 بعلاوه اینکه کمی بخش های لیمونیتی در سطح نمونه های سنگی دیده می شود. همچنین رگه های نازکی از ژپس نیز وجود دارد.

81/T1/SG/9

ماسه سنگ کوارتزی کمی آهکی با رگچه های اکسید آهن قهوه ای رنگ و در سطح نمونه ها و با وسعت بیشتر حاوی پرشدگی لیمونیت - هماتیت ثانویه به صورت ژئود - رگه های با ضخامت حداکثر ۱۰ سانتی متر ژپس نیز وجود دارد.

81/T1/SG/10

کوارتیت تا حدودی آهکی حاوی استوک و رگه های حاوی اکسیدهای آهن و رگچه های ژپسی.

81/T1/SG/11

مانند نمونه قبل - مخلوطی از بخش های آهکی ماسه سنگی.

81/T1/SG/12

کوارتیت همراه با بخش های آهکی - استوک و رگه های اکسید آهن - در برخی از رگچه ها بلورهای ریز پیریت دیده می شود. در سطح بعضی از نمونه ها هماتیت ثانویه نیز وجود دارد که می تواند حاکی از دگرسانی کانی های سولفیدی باشد.

81/T1/SG/13

مانند نمونه قبل - بدون ذرات پیریتی.

81/T1/SG/14

بیشتر رگه های کوارتزی خاکستری تا سیاه رنگ حاوی بلورهای بسیار ریز زرد رنگ شبیه به پیریت و حاوی مقدار اندکی

ژپس.

81/T1/SG/15

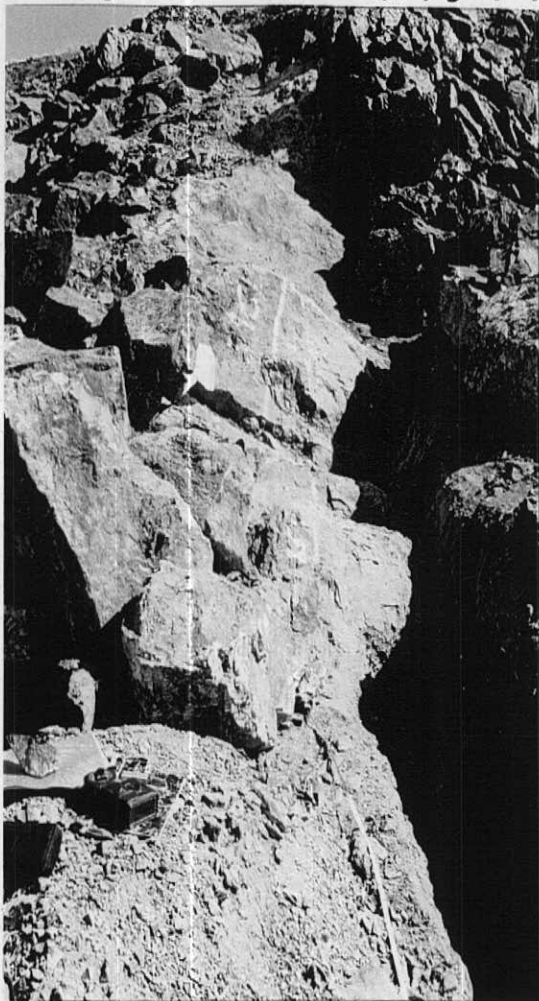
شروع رگه اصلی کوارتز کریپتوکریستالین تورمالین قلع دار خاکستری رنگ (شکل ۴-۵) - در بعضی نمونه‌ها حاوی بلورهای مگنتیت می‌باشد. دگرسانی جزئی هماتی - لیمونیتی بدون اثراتی از کانی‌های فلزی. این رگه‌ها حاوی قلع می‌باشند.

81/T1/SG/16

رگه کوارتز تورمالین دار حاوی هماتیت و لیمونیت و در بخش‌هایی مگنتیت و گالن - در حد اندکی نیز دگرسانی لیمونیتی - هماتی می‌تواند حکایت از سولفیدهای اولیه داشته باشد.

81/T1/SG/17

رگه کوارتز تورمالین دار خرد شده با رگچه‌های ریز زیاد و در هم استوک و رک پر شده توسط اکسیدهای آهن ثانویه - در بخشی از نمونه بلورهای ریز پیریت و کالکوپیریت دیده می‌شود که به هماتیت و لیمونیت دگرسانی شده‌اند. مگنتیت و هماتیت در بعضی نمونه‌ها زیاد دیده می‌شود. بلورهای مشکوک به کاسیتريت تشکیل ژئودهای کوچکی را داده‌اند.



شکل (۴-۵): بخشی از ترانسه شماره ۱ که نشان‌دهنده رگه کوارتز کریپتوکریستالین - تورمالین قلع دار می‌باشد

81/T1/SG/18

رگه کوارتز کریپتوکریستالین تورمالین دار با کمترین آثاری از دگرسانی - در بخش هایی کانی قهوه‌ای رنگ با جلای صمغی در نمونه‌های دستی دیده می‌شود که خصوصیات ظاهری کاسیتريت را نشان می‌دهد.

81/T1/SG/19

رگه کوارتز تورمالین دار خاکستری رنگ حاوی درزه‌هایی با پرشدگی توسط لیمونیت - هماتیت و حتی مگنتیت.

81/T1/SG/20

مانند توضیحات نمونه قبل - در برخی قسمتها بلورهای گالن ریز دانه دیده می‌شود.

81/T1/SG/21

عمدتاً رگه کوارتز تورمالین دار با خردشدگی زیاد و پرشدگی درزه‌ها توسط کانی‌های آهن‌دار - بلورهای ریز هماتیت در وسعت زیاد بیشتر در سطح شکستگی‌ها و در بعضی مواضع دگرسانی‌های لیمونیتی - هماتیتی که می‌تواند حاصل دگرسانی سولفیدها باشد، قابل رؤیت است.

81/T1/SG/22

علاوه بر توضیحات نمونه قبل، خردشدگی و حجم دگرسانی لیمونیتی - هماتیتی بیشتر است و سنگ به صورت استوک و رک درآمده است. در بعضی نمونه‌ها و در سطح شکستگی‌ها، کانی‌های سولفیدی از قبیل پیریت و کالکوپیریت ریزدانه دیده می‌شود که حاشیه دانه‌ها به کانی‌های آهن‌دار ثانویه دگرسان شده‌اند. این نمونه انتهای رخنمون شاخص رگه کوارتز کریپتوکریستالین تورمالین دار است.

81/T1/SG/23

ماسه سنگ کوارتزی با اندکی از بخش‌های لیمونیتی - هماتیتی در درزه‌ها با میان رگه‌های ژپسی.

81/T1/SG/24

در این موضع پروزدی از رگه کوارتز تورمالین دار لایه های کوارتزی حاوی رگه های ژپسی را بریده است. خصوصیات آن تقریباً مانند نمونه های ۱۹ و ۲۰ می باشد. آثاری از سولفید دیده نمی شود.

81/T1/SG/25

تقریباً شبیه به خصوصیات نمونه ۲۳ با حجم ژپس کمتر. چگالی رگه ها بیشتر و پرشدگی کانی های آهن دار نیز بیشتر است. میان لایه هایی از رگه کوارتز تورمالین دار نیز وجود دارد.

81/T1/SG/26

تناوبی از رگه های سیلیسی کریپتوکریستالین تورمالین دار خاکستری تا سیاه رنگ و بخش کوارتزی.

81/T1/SG/27

مانند توضیحات نمونه ۲۶ - بجز در بعضی از رگچه ها که توسط کانی های آهن دار پر شده است. از کانی های فلزی دیگر مانند سولفیدها اثری نیست.

81/T1/SG/28

مانند توضیحات نمونه ۲۷ - در سطح نمونه ها هماتیت و لیمونیت تشکیل شده است.

81/T1/SG/29

مانند توضیحات نمونه ۲۷ همراه با رگچه های ژپسی.

81/T1/SG/30

متشکل از لایه های سیلیسی کریپتوکریستالین (عمدتاً) و ماسه سنگ کوارتزی - خردشدگی زیاد و پرشدگی دنده ها توسط هیدروکسیدهای آهن.

81/T1/SG/31

این نمونه متشکل از لایه‌های سیلیسی با کمی کانی‌های آهن‌دار محدود به درزه‌های ریز و با خردشدگی زیاد - فاقد بلورهای فلزی و سولفیدی.

81/T1/SG/32

توضیحات شبیه به نمونه ۳۱ با دگرسانی اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن کمی بیشتر.

81/T1/SG/33

بیشتر متشکل از بخش کوارتز کریپتوکریستالین خاکستری رنگ و با میان لایه‌های کمی از کوارتزیت. خردشدگی زیاد و عمدتاً توسط کانی‌های آهن‌دار بالاخص بلورهای ثانویه هماتیت پر شده است.

81/T1/SG/34

تقریباً شبیه به نمونه ۲۳

81/T1/SG/35

نمونه‌ای تقریباً قابل توجه و شباهت زیادی به نمونه ۱۹ و ۲۰ دارد. رگه‌ای سیلیسی کریپتوکریستالین با خردشدگی زیاد و پرشدگی درزه‌ها توسط کانی‌های آهن‌دار به مقدار زیاد. در برخی از نمونه‌های دستی بلورهای قهوه‌ای متمایل به زرد تا قرمز صمغی نیز دیده می‌شود که احتمالاً می‌تواند کاسیتريت باشد.

81/T1/SG/36

رگه‌ای جالب متشکل از رگه کوارتز کریپتوکریستالین تورمالین‌دار با خردشدگی زیاد و پرشدگی درزه‌ها و سطح شکستگی‌ها توسط هماتیت ریز بلور، لیمونیت و همچنین مالاکیت - شدت دگرسانی اکسیدهای آهن بسیار زیاد است. به طور مشکوک در بعضی مواضع دانه‌های پیریت دیده می‌شود

۲-۲-۴) ترانسه شماره ۲

این ترانسه با طول ۳۱ متر و امتداد $N35W$ در بخش غربی منطقه و در موقعیت جغرافیایی $56^{\circ}15'59''$ طول شرقی و $2^{\circ}46'31''$ عرض شمالی و در بخش نسبتاً مرتفع حفر گردیده است. در این بخش از محدوده اکتشافی، درون سنگ میزبان شیستی، رگه‌های سیلیسی - شیستی مالاکیت دار قابل رؤیت هستند. مقطع زمین‌شناسی ترانسه ۲ در شکل (۴-۶) آورده شده است.

در طول ترانسه اقدام به نمونه‌برداری شد که بسته به تغییرات سنگ شناسی، فاصله نمونه‌های برداشت شده نیز فرق می‌کند. در زیر شرح سنگ‌شناسی نمونه‌های دستی برداشت شده آورده شده است.

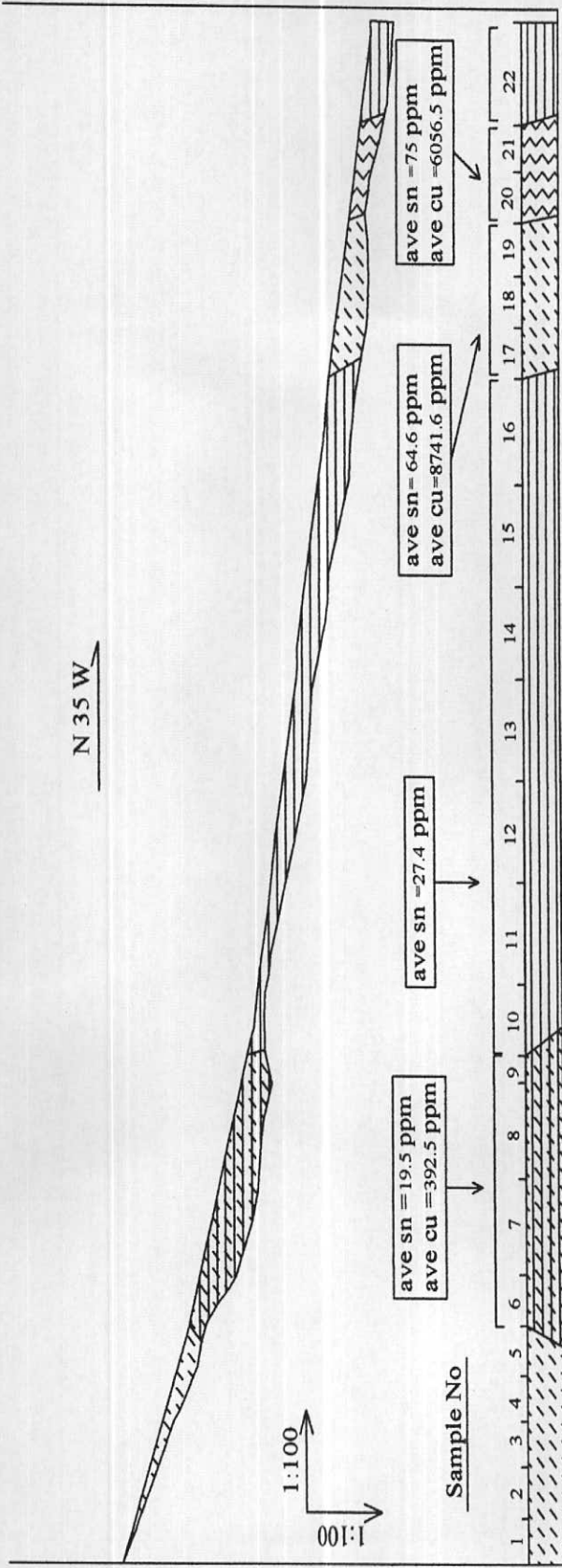
از نمونه شماره $81/T2/SG/1$ تا انتهای نمونه شماره $81/T2/SG/5$ مربوط به رگه سیلیسی کریپتوکریستالین سیاه رنگ حاوی مالاکیت به صورت رگچه‌های پر شده و همچنین به مقدار کمتر هماتیت و در بعضی نمونه‌ها دندریت‌های منگنز (در بخش آهکی) می‌شود. طول این رگه در امتداد ترانسه ۵ متر است که به احتمال قوی در زیر ترانسه نیز تا انتهای نمونه شماره ۱۳ ادامه خواهد داشت.

از ابتدای نمونه شماره ۶ تا انتهای نمونه شماره ۱۶ مربوط به بخش‌های شیستی - آهکی با تداخل‌های اندکی از رگچه‌های گچی است. در بعضی قسمت‌ها مخصوصاً در محدوده نمونه‌های ۶، ۷، ۸ و ۱۹ اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن به صورت لیمونیت و هماتیت بخش سطحی سنگها و به صورت پرکنندگی درزه و شکافها قابل مشاهده می‌باشد.

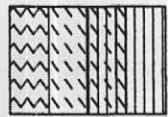
از ابتدای نمونه شماره $81/T2/SG/17$ بخش دیگر سیلیسی مالاکیت‌دار شروع می‌شود که تا انتهای نمونه ۲۱ ادامه دارد. لازم به توضیح است که در زیر کف ترانسه و با توجه به مشاهدات صحرایی، این بخش سیلیسی مالاکیت‌دار احتمالاً تا انتهای نمونه ۲۲ نیز ادامه خواهد داشت. از ابتدا نمونه ۲۰ تا انتهای

نمونه ۲۱ بخش مالاکیت‌دار شدیداً حاوی هماتیت و لیمونیت می‌باشد به طوری که بخش قرمز رنگ مشهودی را به نمایش گذاشته است. از ابتدا نمونه ۲۲ تا انتهای ترانسه، تقریباً به صورت یکدست از شیست بدون هیچگونه کانی‌سازی تشکیل شده است.

Profile of wall and bottom of trench No.2 North shah kuh area



Lithological legend



Malachite siliceous vein with strongly hematite-limonite

Malachite siliceous with hematite-limonite veinlets

Schist with anhydrite and limonite-hematite veinlets

Schist with anhydrite veinlets

شکل (۴-۶): پروفیل زمین شناسی دیواره و کف ترانشه شماره ۲

۳-۲-۴) ترانشه شماره ۳

این ترانشه به طول ۲۷/۸۰ متر و در امتداد N80E در بخش غربی منطقه، در ۲۰۰ متری شمال شرق ترانشه شماره ۲ و در بخش پست و کم ارتفاع منطقه حفر شده است. موقعیت جغرافیایی آن ۵۹°۱۵'۵۹" طول شرقی و ۳۱°۴۶'۱۰" عرض شمالی و در ارتفاع ۱۵۱۵ متری از سطح تراز دریا قرار دارد.

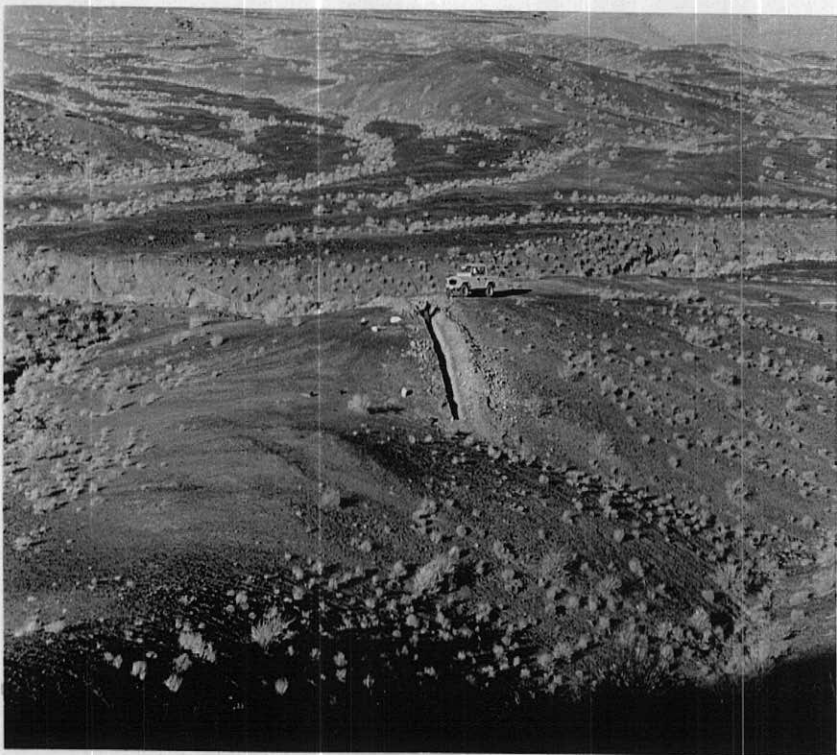
در این موقعیت لایه‌های شیستی حاوی مالاکیت به صورت میان لایه‌هایی در سنگ میزبان شیستی تشکیل شده‌اند. حداکثر پهنای این رگه‌ها ۱۰ متر می‌باشد. این ترانشه عمود بر امتداد لایه‌های شیستی بون‌کانی‌سازی و بخش شیستی مالاکیت‌دار حفر گردیده است (شکل ۴-۷). مقطع زمین‌شناسی دیواره و کف این ترانشه در شکل (۴-۸) آورده شده است. کل ترانشه مورد نمونه‌برداری قرار گرفت و توضیحات نمونه‌های برداشت شده در ادامه آمده است.

81/T3/SG/1

بخش شیستی - بدون کاننی فلزی - در بخش‌هایی گچ و لیمونیت دیده می‌شود. دندریت‌های منگنز دیده می‌شود.

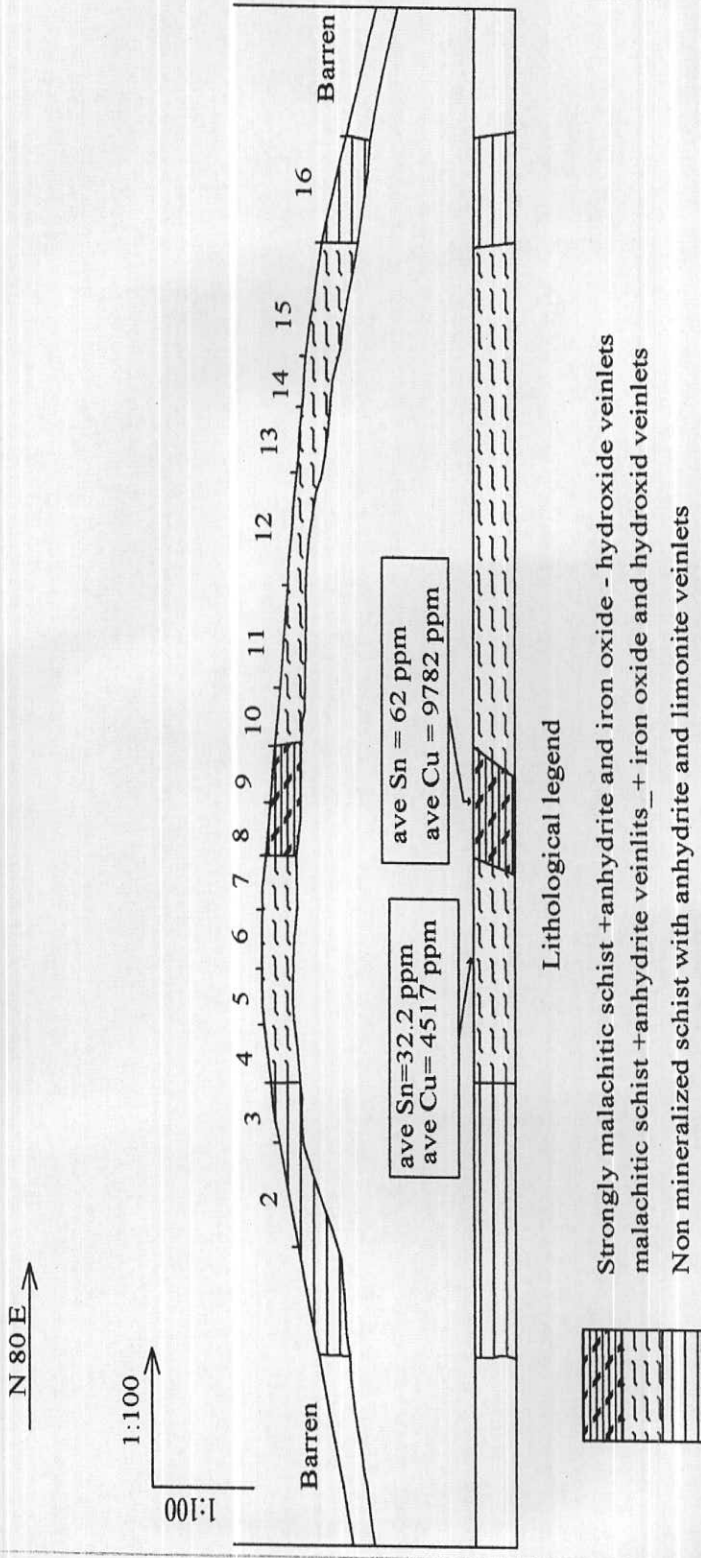
81/T3/SG/2

بخش شیستی بدون کاننی‌سازی فلزی بدون رگچه‌های گچی.



شکل (۴-۷): نمایی از ترانشه شماره ۳ که بر روی بخش‌های شیستی و پچ‌های حاوی مالاکیت حفر شده است

Profile of wall and bottom trench No.3
North shah kuh area



شکل (۴-۱): پروفیل زمین شناسی دیواره و کف ترانشه شماره ۳

81/T3/SG/3

مانند نمونه ۲

81/T3/SG/4

بخش شیستی با تداخلی از کانی مالاکیت در سطح شکستگی‌ها.

81/T3/SG/5

شروع رگه شیستی حاوی مالاکیت - کانی مالاکیت بیشتر در سطح شکستگی‌ها و تا حدودی نیز در داخل سنگ مشاهده می‌شود. اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن به مقدار کم وجود دارد. رگچه‌هایی از گچ نیز دیده می‌شود.

81/T3/SG/6

توضیحات مانند نمونه ۵

81/T3/SG/7

توضیحات مانند نمونه ۶

81/T3/SG/8

در این موقعیت شدت مالاکیت و اکسیدهای آهن (هماتیت) بیشتر مشاهده می‌شود به همراه بخش‌های گچی.

81/T3/SG/9

توضیحات مانند نمونه ۸

81/T3/SG/10

توضیحات مانند نمونه ۹ ولی از شدت حضور مالاکیت کاسته شده است.

81/T3/SG/11

انتهای رگه شیستی مالاکیت‌دار. بلورهای مالاکیت به مقدار کم و پراکنده دیده می‌شوند.

81/T3/SG/12

بخش شیبستی با دانه‌های پراکنده از مالاکیت و هماتیت - رگچه‌های گچی نیز وجود دارد. هیچگونه استوک ورکی که حاوی بخش‌های ثانویه مانند اکسید و هیدروکسیدهای آهن و غیره باشد، دیده نمی‌شود.

81/T3/SG/13

توضیحات مانند نمونه ۱۲

81/T3/SG/14

توضیحات مانند نمونه ۱۲

81/T3/SG/15

توضیحات مانند نمونه ۱۲

81/T3/SG/16

بخش صرفاً شیبستی بدون کانی‌سازی

۴-۲-۴) ترانشه شماره ۴

در این موقعیت ترانشه‌ای به طول حدود ۳۸ متر حفر شده است. یک برترد اصلی سیلیسی حاوی لیمونیت، هماتیت، مگنتیت و مالاکیت وجود دارد. پهنای آن حداکثر ۱۵ متر و درازای آن ۳۰ متر می‌باشد. طول ترانشه ۳۸ متر و امتداد آن N90E است.

موقعیت جغرافیایی آن ۵۹۱۶۰۶ طول شرقی و ۳۱۴۶۰۹ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۵۸۱ متری از سطح تراز دریا می‌باشد.

در طول این ترانشه، دو نمونه سنگی برداشت شد که عبارتند از:

81/T4/SG/1

نمونه‌هایی از بخش سیلیسی حاوی هماتیت - لیمونیت و بلورهای مگنتیت فراوان - در بخش هماتیتی - لیمونیتی آثاری از پیریت دگرسانی شده نیز مشاهده می‌شود. در این بخش کانی مالاکیت به مقدار کم رؤیت می‌شود.

81/T4/SG/2

نمونه‌هایی از بخش مجاور نمونه ۱ - عمدتاً از ماسه‌سنگ کوارتزی تشکیل شده است که دارای رگچه‌های ثانویه سیلیسی است و دارای مقدار فراوانی مالاکیت و کمی آزوریت نیز می‌باشد. همچنین در بخش‌هایی کانی‌های ثانویه هماتیت، لیمونیت و کانی مگنتیت یافت می‌شود.

۴-۲-۵) ترانشه شماره ۵

این ترانشه به طول ۳۰ متر، در امتداد $N35W$ و در موقعیت جغرافیایی $59^{\circ}16'23''$ طول شرقی و $31^{\circ}46'14''$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۵۹۲ متری از سطح تراز دریا حفر گردیده است.

در این موقعیت رگه‌ای سیلیسی حاوی هماتیت، لیمونیت و مگنتیت و در برخی از نمونه‌های دستی حاوی کانی‌های مالاکیت (فراواتر) و آزوریت وجود دارد. در پایین این بخش سیلیسی، زبانه‌هایی از گرانیت با دگرسانی آرژلیک دیده می‌شود که

نمونه‌ای از آن با شماره 81/T5/SG/2 انتخاب و نمونه‌برداری شد. از بخش سیلیسی نیز نمونه‌هایی به صورت *chip*

sampling و تحت شماره 81/T5/SG/1 برداشت شد.

در بخش گرانیتی اکثر دانه‌های فلدسپات دگرسانی شده است. این بخش در میان بخش‌های سیلیسی واقع در قسمتهای بالایی و پایینی قرار گرفته است.

فصل پنجم

مطالعات میکروسکوپی، آنالیز شیمیایی و کانی سنگین

- ۵-۱) مطالعه مقاطع نازک نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۵-۲) مطالعه مقاطع صیقلی نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۵-۳) نتایج بدست آمده از تجزیه شیمیایی چند عنصری نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها
- ۵-۴) نمونه برداری کانی سنگین به روش طبیعی و مصنوعی و نتایج حاصل از مطالعه آنها

۵-۱) مطالعه مقاطع نازک نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها

جهت مطالعه هر چه بهتر کانی‌های روشن نمونه‌هایی از سنگ‌های دیواره و کف ترانشه‌ها مبادرت به تهیه مقاطع نازک و مطالعه میکروسکوپی آنها شد. کانی‌شناسی بعضی نمونه‌ها در ادامه آورده شده است.

81/T1/SG/16

کانی‌های اصلی: کوارتز

کانی‌های فرعی: کلریت، کانی‌های اوپاک

بافت: هورنفلس

نوع دگرگونی: کتاکت متامورفیزم

توضیحات اضافی: رگچه‌های سیلیسی، کربناتی و اکسیدهای آهن وجود دارد.

نام سنگ: سنگ سیلیسی دگرگونی شده (رگه کوارتز کریپتوکریستالین)

81/T1/SG/22

کانی‌های اصلی: کوارتز

کانی‌های فرعی: کلریت، کانی‌های اوپاک

بافت: هورنفلس

نوع دگرگونی: کتاکت متامورفیزم

توضیحات اضافی: رگچه‌های سیلیسی، کربناتی و اکسیدهای آهن وجود دارد.

نام سنگ: سنگ سیلیسی دگرگون شده (رگه کوارتز کریپتوکریستالین)

81/T1/SG/26

کانی‌های اصلی: کوارتز

کانی های فرعی: کلریت، کانی های اوپاک

بافت: هورنفلس

نوع دگرگونی: کنتاکت متامورفیزم

توضیحات اضافی: این سنگ خیلی دانه ریز است و مقدار زیادی رگچه های سیلیسی همراه با اکسیدهای آهن و تورمالین نیز دیده می شود.

نام سنگ: سنگ سیلیسی دگرگون شده (رگه کوارتز کریستوکریستالین - تورمالین دار)

81/T1/SG/35

کانی های اصلی: کوارتز

کانی های فرعی: کلریت، کانی های اوپاک

نوع دگرگونی: کنتاکت متامورفیزم

توضیحات اضافی: سنگ بسیار دانه ریز دارای رگچه های سیلیسی همراه با اکسیدهای آهن.

نام سنگ: رگه سیلیسی کریستوکریستالین دگرگون شده

81/T1/SG/36

کانی های اصلی: کوارتز

کانی های فرعی: کربنات، کانه های اوپاک، زیرکن

نوع دگرگونی: کنتاکت متامورفیزم

بافت: بافت ماسه سنگی اولیه حفظ شده است.

توضیحات اضافی: وجود رگچه های حاوی کانی های تورمالین و اکسیدهای آهن - قطعات سنگی از جمله چرت نیز دیده

می شود.



نام سنگ: ماسه سنگ کمی دگرگون شده (تکتونیزه) با رگچه‌های کوارتز - تورمالین قلع دار

ملاحظات: بر اساس مطالعه مقاطع نازک نمونه‌هایی از بخش‌های مختلف رگه‌های سیلیسی تورمالین دار چنین مشخص می‌شود که این رگه‌ها اکثراً از کوارتز نهان بلور (کریپتوکریستالین) برنگ خاکستری تا قهوه‌ای تیره تشکیل شده است که در بعضی از آنها کانی تورمالین و بعضاً بندرت حاوی کانی زیرکن می‌باشند. ایندوکانی معمولاً در کنسارهای قلع رگه‌ای نوع اپی‌ترمال از محلول‌های گرمایی تشکیل می‌شوند. تشکیل سیلیس نهان بلور در محل شکستگی‌های بوجود آمده بر اثر عوامل دگرگونی در سیست‌ها و کوارتزیت‌ها بصورت رگه‌هایی با ابعاد مختلف می‌تواند به عنوان مهمترین دگرسانی رخداد در منطقه (سیلیسی فیکیشن) در نظر گرفته شود.

۲-۵) مطالعه مقاطع صیقلی نمونه‌های برداشت شده از ترانشه‌ها

به منظور شناسایی میکروسکوپی کانی‌های فلزی اعم از اکسیدها و سولفیدها و بالاخص کاسیتريت و شلیت و دیگر کانیهای قلع و تنگستن دار اقدام به نمونه‌برداری از ترانشه‌ها و تهیه مقاطع صیقلی گردید. همچنین مطالعه بافت و چگونگی ارتباط کانه‌ها با یکدیگر نیز مدنظر می‌باشد. تشریح کانی‌شناسی و دیگر توضیحات در ادامه آورده شده است.

نمونه شماره: 81.T1.SG.16

در این نمونه کانی‌سازی فلزی بشرح زیر است.

- هماتیت: بصورت کریستالهای نیمه اتومورف تاگزئومورف کانی‌سازی دارد. ابعاد لکه‌های هماتیت بین ۸۰۰-۱۰ میکرون متغیر است. البته در برخی قسمت‌ها کانی‌سازی هماتیت داخل رگچه‌ها و فضاها مناسب گانگ می‌باشد که ممکن است طول آن به حدود ۱/۵ میلیمتر برسد.

درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۱۲% است.

- اکسیدهای ثانویه آهن و هیدروکسیدهای آهن: بصورت پرکردگی در حفرات و شکافهای سنگ میزبان و نیز داخل برخی قلبهای هماتیت کانی‌سازی دارد.

مجموع درصد فراوانی اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن در حدود ۱۰٪ می‌باشد. در بعضی قسمتهای گانگ آغشتگی اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن مشاهده می‌شود. بافت کانی‌سازی فلزی *Open Space* می‌باشد.

نمونه شماره: 81.T1.SG.17

در این نمونه کانی‌سازی فلزی شرح زیر است:

- هماتیت: بصورت کریستالهای اتومورف، نیمه اتومورف و بعضاً گزنومورف در سنگ میزبان کانی‌سازی دارد. کانی‌سازی هماتیت تابع فضاهای خالی و شکافهای سنگ میزبان است که فراوان می‌باشد.

ابعاد کریستال‌های هماتیت بین ۲۰۰-۲۰ میکرون است که در برخی قسمتها ماکله شده است. در بعضی قسمتها پرشدگی حفرات و شکافهای گانگ توسط هماتیت صورت گرفته است که ابعاد هماتیت گاه تا ۲ میلی‌متر می‌رسد. درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۸٪ است.

- اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن: بصورت آغشتگی در گانگ و نیز پرکردگی در حفرات و فضاهای مناسب سنگ میزبان کانی‌سازی دارد. مجموع درصد فراوانی اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۷٪ است و بافت کانی‌سازی فلزی *Open Space* است.

نمونه شماره: 81.T1.SG.22

در این نمونه کانی‌سازی فلزی شرح زیر است.

کانی‌سازی فلزی در این نمونه بصورت محدود صورت گرفته و بشرح زیر است.

- هماتیت: بصورت کریستال‌های تیغه‌ای و کشیده داخل حفرات و شکافهای گانگ کانی‌سازی دارد. ابعاد کریستالهای بین

۱۶۰-۳۰ میکرون است و تعداد آن محدود می‌باشد. درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۴٪

است.

- هیدروکسید ثانویه آهن: بمیزان بسیار محدود در سنگ میزبان آغشتگی دارد.

بافت کانی سازی فلزی *Open Space* است.

نمونه شماره: 81.T1.SG.35

در این نمونه کانی سازی فلزی بسیار محدود صورت گرفته و بشرح زیر است:

- هیدروکسید و اکسیدهای ثانویه آهن: بصورت رگچه‌های ظریف در کلیه قسمتهای گانگ کانی سازی محدود دارد. اغلب کانی سازی به شکل آغشتگی و پرکردگی فضا می‌باشد و درصد فراوانی هیدروکسید و اکسیدهای ثانویه در حدود ۳٪ در سطح مقطع مورد مطالعه است.

بافت کانی سازی فلزی *Open Space*، پرکردگی و جانشینی و رگچه‌ای *Box Work* است.

نمونه شماره: 81.T1.SG.36

کانی سازی فلزی در این نمونه در قسمت قرمز رنگ بیشتر صورت گرفته و کانی سازی عمدتاً مابین فواصل قطعات لیتیک در سنگ برشی اتفاق افتاده و بشرح زیر است.

- هماتیت: بصورت کریستالهای اتومورف تا نیمه اتومورف که اغلب ساختمان‌های اجتماع یافته و یا ماکله را مشاهده می‌کنیم. ابعاد کریستالهای هماتیت بین ۳۶۰-۴۰ میکرون است. درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۱۰٪ است.

- مالاکیت: بصورت کریستالهای پهن و سوزنی در نمونه مابین فواصل قطعات سنگ کانی سازی دارد. درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۱۰٪ است.

- اکسیدهای ثانویه آهن و هیدروکسیدهای ثانویه آهن: اکسیدهای ثانویه آهن شامل گوتیت و دیگر اکسیدهای آبدار آهن در سراسر سنگ میزبان کانی سازی دارد. هیدروکسیدهای ثانویه آهن نیز در سنگ میزبان کانی سازی دارد.

کانی سازی اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن بصورت آغشتگی، پرکردگی و جانشینی در حفرات و فضاها کانی سازی دارد.

درصد فراوانی اکسید و هیدروکسیدهای ثانویه آهن در حدود ۵٪ در سطح مقطع مورد مطالعه است.

بافت کانی سازی فلزی *Open Space* است.

نمونه شماره: 81.T4.SG.1

کانی های فلزی موجود در این نمونه عبارتند:

- ایلمنیت: به شکل کریستال های تیغه ای و غیرهندسی به تعداد بسیار کم با بافت افشان تشکیل شده است. ابعاد کریستال ها از

حدود بیست تا پنجاه میکرون متغیر است. ندرتاً به شکل ذرات بسیار ریز دانه با ابعاد حدود پنج میکرون به شکل انکلوژیون

درون روتیل نیز وجود دارد.

- روتیل: به شکل کریستال های ساب اتومورف و گزنومورف با بافت افشان تشکیل شده است. ابعاد کریستال ها از حدود

یک تا پنجاه میکرون متغیر و اکثراً حدود بیست میکرون است. غالباً بر اثر تجمع کریستال ها دانه های بزرگتر از پنجاه

میکرون تا حدود یکصد میکرون نیز تشکیل شده است. روتیل در این نمونه بطور اولیه تشکیل شده است و محصول دگرسانی

کانی دیگر نیست. عیار آن حدود هفت درصد تخمین زده می شود.

- اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن: به شکل قالب های اتومورف و یا غیرهندسی متشکل از تجمع ذرات غیر کریستالیزه عمدتاً

درون نوعی گانگ ثانویه پرکننده درز و شکاف ها و حفرات گانگ اصلی نمونه وجود دارد. به احتمال زیاد محصول

دگرسانی بسیار پیشرفته پیریت است. علاوه بر آن به شکل ذرات بسیار ریز دانه و ساب میکروسکوپی درون گانگ اصلی

نمونه نیز وجود دارد و با آغشتگی آنرا قهوه ای و قرمز رنگ نموده است. عیار اکسیدهای ثانویه آهن مجموعاً حدود یک تا

دو درصد تخمین زده می شود.

تسلسل کانی سازی فلزی در این نمونه عبارتست از: (۱) ایلمنیت (۲) روتیل (۳) اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن.

نمونه شماره: 81.T4.SG.2

- روتیل: شرح کانی شناسی آن شبیه به نمونه شماره 81.T4.SG.1 و عیار آن کمتر و حدود چهار تا پنج درصد است.

- اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن فقط به شکل تجمع ذرات ساب میکروسکوپی در بین سطوح کریستالین گانگ غیر فلزی و آغشتگی آن و ایجاد لکه‌های کوچک قهوه‌ای و قرمز رنگ و عیار آن کمتر از یک درصد است.

نمونه شماره: 81.T5.SG.1

- روتیل: شرح کانی‌شناسی آن شبیه به نمونه‌های فوق‌الذکر و عیار آن حدود ۳ درصد است.

- پیرویت: به شکل لکه‌های غیرهندسی با ابعاد متغیر از حدود پنجاه تا یکصد میکرون و ندرتاً کریستال‌های اتومورف با ابعاد حدود ده تا بیست میکرون با بافت *open space* تشکیل شده است. عیار آن کمتر از یک درصد است. دگرسانی سوپرژن، اکثر لکه‌ها و کریستال‌ها را به اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن تبدیل نموده است.

- پیریت: به شکل لکه‌های غیرهندسی و کریستال‌های اتومورف با بافت *open space* تشکیل شده است. ابعاد لکه‌ها از حدود پنجاه تا دویست میکرون متغیر و ابعاد کریستال‌ها از حدود بیست تا پنجاه میکرون متغیر است. دگرسانی سوپرژن بیشتر از نود درصد لکه‌ها و بعضی از کریستال‌ها را به اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن تبدیل نموده است. عیار پیریت قبل از دگرسانی کمتر از یک درصد بوده است.

- مالاکیت: به شکل لکه‌های غیرهندسی با ابعاد حدود پنجاه تا یکصد میکرون درون درز و شکاف‌ها و حفرات گانگ غیر فلزی تشکیل و قسمتی به شکل ذرات ساب میکروسکوپی گانگ غیر فلزی را آلوده و سبز رنگ نموده است. عیار آن کمتر از یک درصد است.

- اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن: محصول دگرسانی پیریت و پیرویت به شکل لکه‌های غیرهندسی و قسمتی به شکل

آلودگی گانگ غیر فلزی و ایجاد رنگ‌های قهوه‌ای و زرد تشکیل شده است.

سیر تسلسل کانی‌سازی فلزی مطابق با ترتیب شرح آن‌ها در فوق است.

۳-۵) نتایج بدست آمده از تجزیه شیمیایی چندعنصری نمونه‌های برداشت شده از

ترانشه‌ها

مجموعاً تعداد ۷۸ نمونه سنگ از کف و دیواره ترانشه‌ها برداشت شد و به لحاظ اندازه گیری عیار قلع و عناصر همراه از قبیل تنگستن، مولیبدن، طلا، نقره، مس، و بر مورد تجزیه شیمیایی توسط آزمایشگاه طرح اکتشافات سراسری سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور قرار گرفتند.

نتایج تجزیه شیمیایی ۷۸ نمونه به طور کامل به پیوست شماره ۱ آورده شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده و با توجه به دیاگرام دایره‌ای فراوانی عنصر قلع (شکل ۵-۱) مشخص می‌شود که بیشترین درصد

نمونه‌ها با ۵۸٪ در گستره صفر تا ۵۰ ppm قرار می‌گیرند، در حالیکه ۸٪ از نمونه‌ها دارای عیار بیش از ۴۰۰ ppm هستند که

مربوط به رگه‌های کوارتز کریستالین تورمالین دار می‌شود که گسترش اصلی آنها در بخش شرقی منطقه می‌باشد. البته

درصدی از نمونه‌های با عیار ۴۰۰-۱۰۰ ppm نیز مربوط به رگه‌های فوق‌الذکر و یانمونه سنگ‌های مجاور آنهاست.

نمونه‌های با عیار ۵۰-۰ ppm و بخش اعظم نمونه‌های در گستره عیار ۱۰۰-۵۰ ppm متعلق به سنگ‌های کمر بالا و پایین

رگه‌های سیلیسی قلع دار (در بخش شرقی منطقه) و نمونه‌های رگه‌های شیبست مالاکیت دار و بخش شیبستی عقیم می‌باشد.

در دیاگرام دایره‌ای فراوانی درصدی عنصر مس (شکل ۵-۲) کلاس‌های مختلفی جدایش شده‌اند. بیشترین عیارها با مقدار

۱۰۰۰۰ ppm > مس که ۴٪ از نمونه‌ها را در بر می‌گیرد مربوط به نمونه‌های شیبست مالاکیت - اکسید - هیدروکسیددار است

که تمرکز آنها بیشتر در بخش غربی منطقه مورد مطالعه می‌باشد بطوریکه تپه‌های کم ارتفاع و نزدیک به دشت و به صورت

پچ‌هایی با ظاهری تیره رنگ دیده می‌شوند (در ترانشه‌های ۲ و ۳).

از طرفی دیگر، مقادیر عناصر W و Ag در کلیه نمونه‌های اندازه‌گیری شده پایین است بطوریکه بالاترین مقدار این دو عنصر

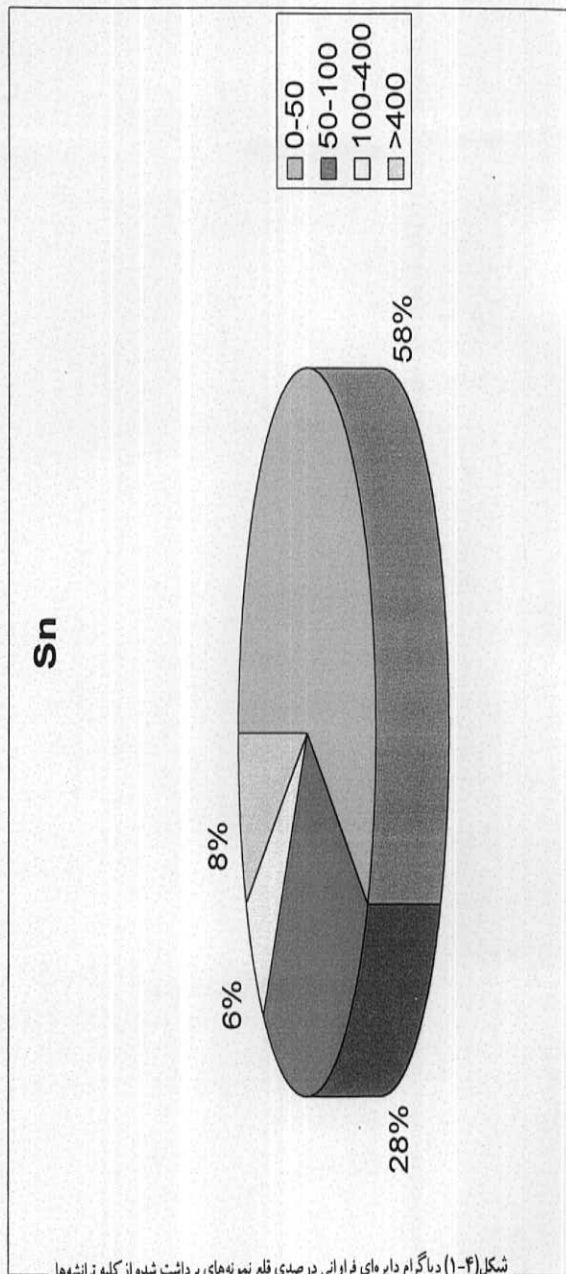
بترتیب ۵/۹ ppm و ۲ تنگستن در نمونه 81/T2/SG/19 و ۱/۲ ppm نقره در نمونه‌های 81/T2/SG/1 و 81/T2/SG/10

اندازه‌گیری شده است. عناصر B و Mo نیز به عنوان عناصر همراه و ردیاب ژئوشیمیایی در کانسارهای رگه‌ای قلع مهم

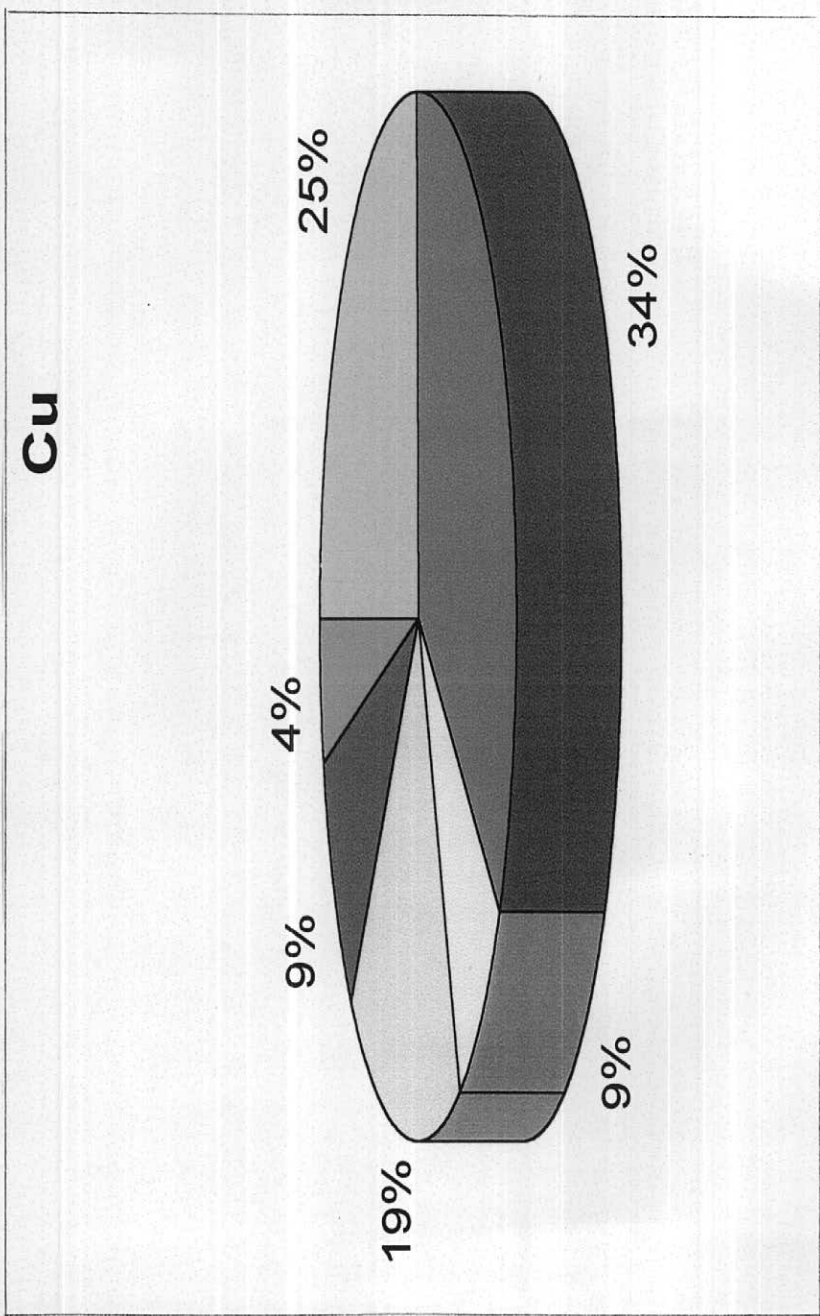
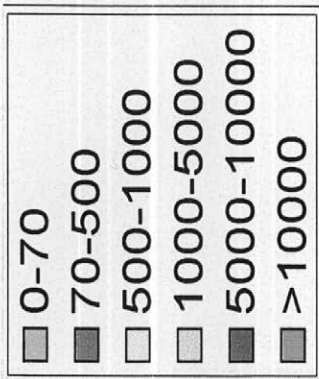
انگاشته می‌شوند. بدین منظور این عناصر نیز مورد بررسی عیارسنجی قرار گرفتند. در مجموع مولیبدن نمونه‌های رگه سیلیسی و همچنین سنگ میزبان از مقادیر پایینی برخوردارند. بالاترین مقدار آن با $27/7ppm$ متعلق به نمونه شماره ۱۰ از ترانسه شماره ۳ می‌باشد. این نمونه از بخش شیستی شدیداً مالاکیت‌دار به‌مراه اکسیدهای آهن می‌باشد. عنصر مقدار "بر" بدست آمده از بخش‌های کوارتز تورمالین‌دار، بخش‌های شیستی - سیلیسی مالاکیت‌دار و همچنین بخش‌های شیستی بدون مالاکیت و دارای اکسیدهای آهن $50,0ppm >$ اندازه‌گیری شده است.

در همین رابطه و به لحاظ اهمیت موضوع ادامه مرحله اکتشاف، ۸ نمونه از سنگ‌های مربوط به ترانسه‌ها توسط شرکت OMAC و در کشور ایرلند مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. نمونه‌های درخواستی برای عیارسنجی قلع و عناصر همراه (مولیبدن، بیسموت، نقره، طلا، مس، تنگستن، بور و زیرکونیم) در نظر گرفته شد. نتایج کامل آنالیز شیمیایی در پیوست شماره ۱ آمده است.

گستره مقدار قلع نمونه‌های آزمایش شده از ۵ < تا $139PPm$ بدست آمده است. بقیه عناصر نیز از مقادیر پایینی برخوردارند. تنها عنصر مس از مقدار نسبتاً بالایی برخوردار است بطوریکه نمونه کانسنگ مربوط به ترانسه شماره ۴، $2737PPm$ مس را نشان می‌دهد که مقادیر قابل توجهی کانی‌های مالاکیت (و تا حدودی آزوریت) و باکانی‌سازی پرکنندگی شکستگی‌ها و درزه‌ها و همچنین پراکنده در متن سنگ سیلیسی را دارا است.



شکل (۵-۱): دیاگرام دایره‌ای فراوانی درصدی قلع نمونه‌های برداشت شده از کلیه ترانشه‌ها



شکل (۵-۴): دیاگرام دایره‌ای فراوانی درصدی مس نمونه‌های برداشت شده از کلیه ترانشه‌ها

۴-۵) نمونه برداری کانی سنگین به روش طبیعی و مصنوعی و نتایج حاصل از مطالعه

آنها

از آنجا که هر محیط نمونه برداری مزایا و معایب خاصی دارد، در هر برنامه اکتشافی ممکن است مجبور به نمونه برداری از محیطهای مختلف باشیم. یکی از روشهای اکتشافی، نمونه برداری از بخشی ماسه‌ای - کنگلومرای برای مطالعه کانی‌های سنگین موجود از قبیل کاسیتريت، شلیت، طلا و... است.

در مقایسه با نمونه برداری ژئوشیمیایی ($177\mu m <$) از رسوبات آبراهه‌ای، نتایج بدست آمده از آنالیز بخش تغلیظ یافته کانی سنگین، آنومالی‌های قوی‌تر و وسیع‌تری را نشان می‌دهند. بنابراین شبکه اکتشافی را می‌توان بازتر انتخاب کرد و هزینه‌ها را کاهش داد. علاوه چون شدت آنومالی‌های کانی سنگین بسیار بزرگتر است (بطور معمول در حد ppm به جای ppb)، سطح اطمینان به دست آمده از آنها نیز بالاتر خواهد بود (حسینی‌پاک، ۱۳۷۸).

علاوه بر مطالعات ژئوشیمیایی، مطالعه کانی‌های سنگین نیز بعنوان راهنمای اکتشافی بکار برده شد. بررسی کانی‌های سنگین این امتیاز را نسبت به مطالعات ژئوشیمیایی دارد که مستقیماً فراوانی یک فاز معین از یک عنصر خاص را نشان میدهد. این امر می‌تواند در کوتاه کردن عملیات اکتشافی و نتیجه‌گیری در مورد نقاط پرتانسیل قابل توجه باشد. این امر موجب کاهش چگالی نمونه برداری لازم برای کشف کانی‌سازی بوده و مخارج اکتشافی را کاهش میدهد.

در این پروژه اکتشافی، از پایین دست رشته کوه‌های بالیتولوژی دگرگونی همبری واقع در بخش شمالی منطقه اکتشافی و از بخش کنگلومرای - ماسه‌ای دانه درشت تعداد چهار نمونه کانی سنگین برداشت شد. نمونه‌های مزبور به مقدار ۵ لیتر الک شده (۲۰ - مش) مورد آزمایش قرار گرفتند. همچنین دو نمونه از رگه کوارتز تورمالین دار واقع در میانه ترانسه شماره ۱ و به مقدار ۳/۵ و ۵/۵ کیلوگرم به عنوان نمونه‌های کانی سنگین مصنوعی جهت مطالعه کانی‌های سنگین موجود برداشت شد. این دو نمونه در اندازه ۲۰ - مش خردایش گردید. بر روی کلیه نمونه‌ها پس از شستشو عملیات بروموفرم و مگنت‌گیری صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه این نمونه‌ها (پیوست شماره ۲)، کانی‌های مگنتیت و هماتیت از جمله

کانی های اکسیدی هستند که از مقادیر بالایی برخوردارند.

کانی هماتیت بیشتر در رگه های کوارتز - تورمالین دار متمرکز شده است در حالی که مگنتیت احتمال حضور بیشتری در بخش میزبان شیستی - کوارتزی دارد. بیشترین مقدار کانی شلیت با $2/47ppm$ مربوط به نمونه $81/HSG/4$ است که در مجموعه بالادست آن، رگه اصلی کوارتز - تورمالین دار در ترانسه شماره ۱ قرار دارد و مربوط به متتھالیه بخش شرقی منطقه اکتشافی است.

مقدار کانی کاسیتريت در نمونه های کانی سنگین بسیار اندک و در حد صفر می باشد. از طرفی دیگر مقادیر کانی های زیرکن، کالکوپیریت، باریت، اسفن و پیریت در نمونه های خردایش شده رگه کوارتز - تورمالین دار از دیگر نمونه ها بیشتر است. علت غایبی این مسئله می تواند بخاطر عدم حضور این دسته از کانی ها در سنگ میزبان غالب شیستی - کوارتزی باشد. هر چند مقدار این کانی ها در حد کم اندازه گیری شده است ولی وجود آنها در رگه های کوارتز - تورمالین دار حتمی است و بالاخص اینکه از کانی های زیرکن و اسفن می توان در ردیابی های دقیق تر و مرحله اکتشاف تفصیلی قلع بهره برد.

فصل ششم

ارزیابی آماری بر اساس داده‌های ژئوشیمی

۱-۶) تراننشه (دیابی شماره ۱

۲-۶) تراننشه‌های (دیابی شماره ۲ و ۳

۱-۶) ترانشه ردیابی شماره ۱

در طول این ترانشه که سنگ‌های شیبست - ماسه‌سنگ کوارتزی به عنوان سنگ میزبان (کمبرالا و پایین) و چندرگه کوارتز نهان بلور- تورمالین قلع‌دار را در برمی‌گیرد نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی انجام گرفت و عناصر *Ag, Cu, W, Au, Sn* مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. پارامترهای آماری از قبیل کمترین و بیشترین عیار به همراه مقدار میانه، انحراف استاندارد و واریانس عناصر فوق‌الذکر بر طبق داده‌های لیتوژئوشیمیایی ۳۶ نمونه برداشت شده از ترانشه شماره ۱ در جدول شماره ۱-۶) آورده شده است (مقادیر برحسب *ppm* می‌باشد).

همانطور که ملاحظه می‌شود مقدار قلع که از اهمیت خاصی در این محدوده اکتشافی برخوردار است بین مقادیر ۱۰ و *ppm* ۶۰۰ محدود شده است. بیشترین عیار قلع از رگه‌های کوارتز تورمالین‌دار بدست آمده است. در این ترانشه مقدار طلا، تنگستن، نقره و حتی مس از درجه پایینی برخوردارند.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation	Variance
AU	36	.00	.01	.07	1.972E-03	1.412E-03	1.993E-06
W	36	2.87	24.20	357.40	9.9278	5.1661	26.689
CU	36	32.00	640.00	3828.00	106.3333	107.1709	11485.600
SN	36	10.00	600.00	5550.00	154.1667	216.0475	46676.543
AG	36	.09	.86	9.14	.2539	.1822	3.318E-02
Valid N (listwise)	36						

جدول (۱-۶): پارامترهای آماری بر طبق داده‌های لیتوژئوشیمیایی نمونه‌های ترانشه شماره ۱

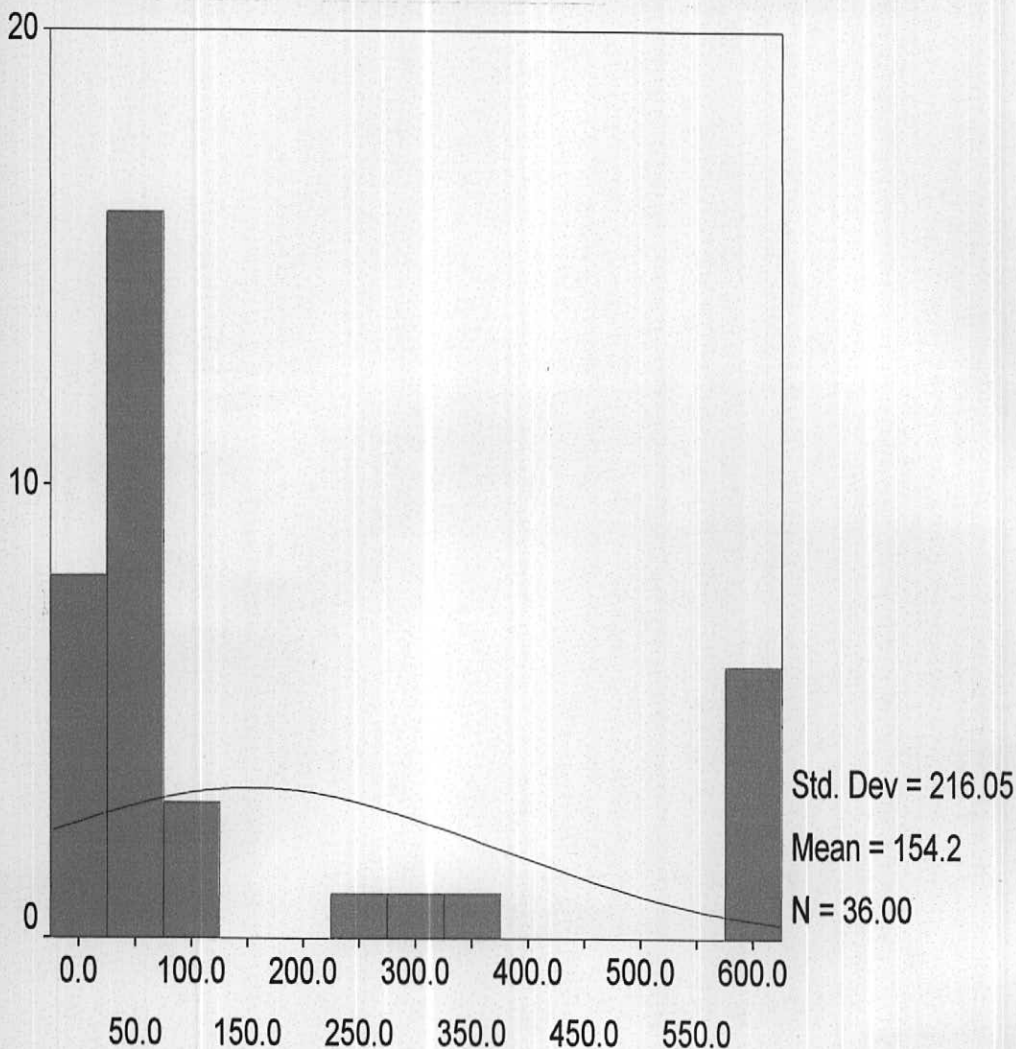
در شکل (۶-۱) هیستوگرام فراوانی عنصر قلع برای نمونه‌های ترانسه شماره ۱ ترسیم شده است. در این دیاگرام، سه گروه عیار قلع دیده می‌شود. گروه اول با میانگین 50 ppm قلع بیشترین تعداد را بخود اختصاص داده است که مربوط به سنگ میزبان شیبست - ماسه‌سنگ کوارتزی است. لازم به ذکر است که کلارک قلع در پوسته زمین 3 ppm است و عیار با میانگین 50 ppm قلع برای سنگ میزبان را می‌توان به عنوان شاخصی از غنی‌شدگی برای این سنگها در نظر گرفت که تحت نفوذ محلول‌های قلع‌دار حاصل گردیده است. گروه دوم مشتمل بر نمونه‌هایی است که در مجاورت رگه‌های سیلیسی تورمالین قلع‌دار قرار دارند (با میانگین 300 ppm قلع). و در نهایت گروه سوم نتایج مربوط به نمونه‌هایی از رگه سیلیسی-تورمالین قلع‌دار می‌باشد که بیش از 400 ppm قلع را دارا هستند و بیشترین غنی‌شدگی را نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، سیر صعودی عیار قلع از سنگ میزبان به طرف رگه‌های سیلیسی مشاهده می‌شود.

پارامتر ضریب همبستگی که معیاری برای سنجش تغییرات عناصر نسبت به یکدیگر است در جدول شماره (۶-۲) آورده شده است. بدلیل اینکه داده‌ها نرمال نیستند از ضریب همبستگی اسپیرمن (*Spearman correlation coefficient*) استفاده شده است.

همانطور که ملاحظه می‌شود غالب همبستگی بین عناصر، ضعیف و یا منفی است. تنها ارتباط نسبتاً مثبت با ضریب همبستگی 0.386 مربوط به عناصر *Cu-Ag* می‌باشد.

همبستگی قابل توجهی بین قلع و عناصر دیگر ملاحظه نمی‌شود بطوریکه با تنگستن و نقره ضریب همبستگی منفی نشان میدهد.

همچنین منحنی پراکندگی عناصر قلع، تنگستن، و ... بر اساس ضریب همبستگی طبق اطلاعات جدول (۶-۲) در شکل (۶-۲) آورده شده است.



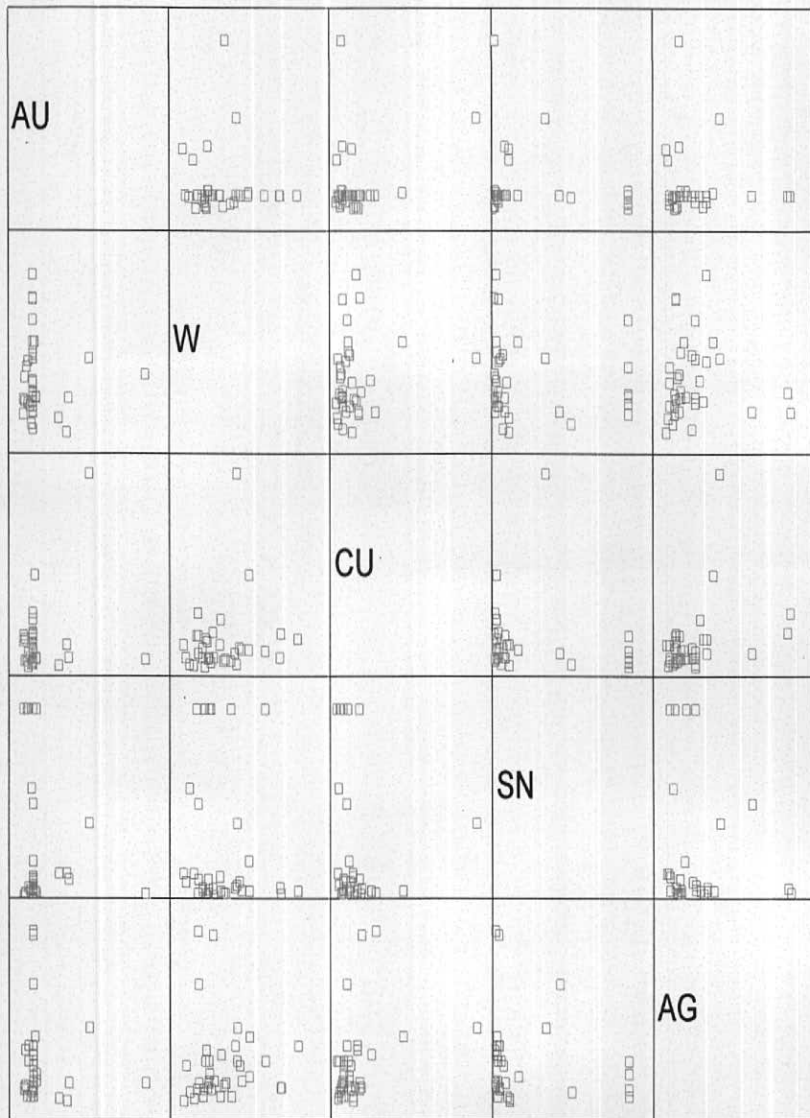
شکل (۱-۶) هیستوگرام فراوانی قلع نمونه‌های ترانشه شماره ۱

جدول (۳-۶) ضریب همبستگی بین عناصر قلع، تنگستن، و ... در نمونه‌های ترانشه شماره ۱

Correlations

			AU	W	CU	SN	AG
Spearman's rho	AU	Correlation Coefficient	1.000	.096	.061	.041	.085
		Sig. (2-tailed)	.	.577	.726	.812	.620
		N	36	36	36	36	36
	W	Correlation Coefficient	.096	1.000	.168	-.194	.274
		Sig. (2-tailed)	.577	.	.328	.258	.106
		N	36	36	36	36	36
	CU	Correlation Coefficient	.061	.168	1.000	-.276	.386*
		Sig. (2-tailed)	.726	.328	.	.104	.020
		N	36	36	36	36	36
	SN	Correlation Coefficient	.041	-.194	-.276	1.000	-.190
		Sig. (2-tailed)	.812	.258	.104	.	.267
		N	36	36	36	36	36
	AG	Correlation Coefficient	.085	.274	.386*	-.190	1.000
		Sig. (2-tailed)	.620	.106	.020	.267	.
		N	36	36	36	36	36

*. Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).



شکل (۲-۶) منحنی پراکنده‌گی بر اساس ضریب همبستگی عناصر طبق اطلاعات جدول ۲-۶

۲-۶) تراننده‌های ردیابی شماره ۲ و ۳

در بخش غربی منطقه اکتشافی، تراننده‌های ردیابی ۲ و ۳ بر روی رگه‌های شیست مالاکیت‌دار و شیست‌های عقیم و همچنین در قسمت‌هایی رگه‌های سیلیسی مالاکیت‌دار حفر شده است. داده‌های آماری عنصر قلع و عناصر همراه مربوط به نمونه‌های تراننده‌های ۲ و ۳ در جدول شماره (۳-۶) آورده شده است. عیار عناصر نمونه‌های برداشت شده آمده است. بدلیل وجود کربنات مس (مالاکیت)، عیار مس نسبت به دیگر عناصر بالا است. بیشترین مقدار مس با عیار $18665ppm$ مربوط به نمونه شماره ۱۹ از تراننده شماره ۲ می‌باشد که مربوط به بخش شیست مالاکیت‌دار کمی سیلیسی شده است. در این تراننده‌ها، عیار

قلع از میزان پایینی برخوردار است بطوریکه بالاترین مقدار آن 11 ppm است. همچنین مقدار عناصر نقره، تنگستن و طلا از میزان پایینی برخوردارند.

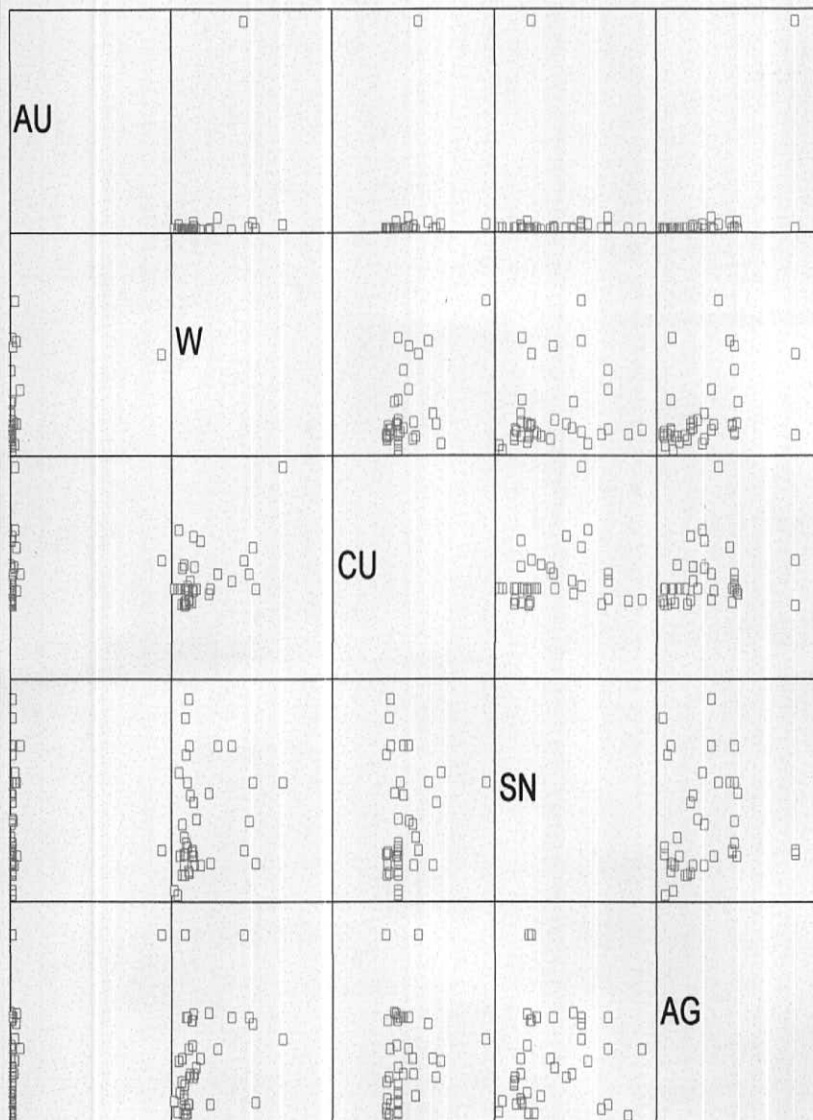
Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Sum	Mean	Std. Deviation	Variance
AU	38	.00	.10	.18	4.676E-03	1.509E-02	2.278E-04
W	38	7.26	209.50	2069.61	54.4634	47.7857	2283.476
CU	38	1.20	18665.00	128880.20	3391.5842	3654.0680	13352213
SN	38	4.00	110.00	1594.40	41.9579	27.5805	760.684
AG	38	.06	1.20	15.45	.4066	.2898	8.401E-02
Valid N (listwise)	38						

جدول (۶-۳) داده‌های آماری عناصر قلع، تنگستن، و... نمونه‌های ترانشه‌های شماره ۲ و ۳

(غرب محدوده اکتشافی)

پارامتر آماری دیگر مورد مطالعه، ضریب همبستگی بین عناصر می‌باشد. ضریب همبستگی بین عناصر $W-Cu$ و $W-Ag$ نسبتاً قابل توجه است (جدول ۶-۴) در حالی که همبستگی قلع با دیگر عناصر مثبت است ولی قوی نیست. بطوریکه در دیاگرام درختی (شکل ۶-۳) این وضعیت قابل مشاهده است. قلع توسط شاخه‌ای فرعی با اعتبار همبستگی کم به نقره و سپس به طلا و نهایتاً به مس و تنگستن مرتبط می‌شود. منحنی پراکندگی عنصر قلع و دیگر عناصر بر اساس ضریب همبستگی و بر طبق داده‌های جدول ۶-۴ در شکل (۶-۴) رسم شده است.



شکل (۴-۶) منحنی پراکندگی بر اساس ضریب همبستگی عناصر طبق اطلاعات جدول ۴-۶

فصل هفتم

۱-۷) منشأ و کانی‌سازی قلع در محدوده اکتشافی شمال شاهکوه

۲-۷) نتیجه‌گیری

۳-۷) پیشنهادات

۴-۷) منابع

۷-۱) منشأ و کانی‌سازی قلع در محدوده اکتشافی شمال شاهکوه

نفوذ باتولیت گرانیتی شاهکوه در منطقه باعث دگرگونی مجاورتی سنگ‌های اطراف و تشکیل شکستگی‌ها و فضا‌های باز متعددی در این بخش شده است که این ساختارهای ثانویه معبرهای مناسبی برای حرکت محلول‌های کانه‌دار منشأ گرفته از فاز پایانی گرانیت شاهکوه بوده‌اند. ورود فاز سیال ماگمایی غنی از قلع و عناصر همراه (Ag, Au, W و...) در شکستگی‌های موجود در سنگهای میزبان دگرگونی (شیست، کوارتزیت و مرمریت) همراه با افت فشار و حرارت منجر به تشکیل رگه‌های کوارتز- تورمالین قلع‌دار و رگه‌های سیلیسی شده حاوی قلع حاصل دگرسانی ثانویه سیلیسی (سیلیسی فیکشن) در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه شده است.

معمولاً در بخش فوقانی توده‌های نفوذی گرانیتی و همچنین در سنگهای اطراف بر اثر نفوذ محلول‌های کانه‌دار مراحل پایانی تشکیل گرانیت، منجر به تشکیل زون دگرسانی گرایزنی می‌شود که در نتیجه آن، رگه‌های غنی از قلع و عناصر همراه آن کانی‌سازی می‌شوند.

بدلیل فرسایش شدید بخش فوقانی با تولیت گرانیت شاهکوه، بخش اعظم این زون گرایزنی از بین رفته است و تنها رگه‌های کوارتز- تورمالین قلع‌دار در بخش مرکزی و غربی و رگه‌های سیلیسی حاصل سیلیسی‌شدگی ماسه‌سنگها با متمرکز بیشتر در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه ملاحظه می‌شود. این رگه‌ها عمدتاً در مجموعه سنگهای دگرگونی در زون کتناکت با گرانیت شاهکوه دیده می‌شوند.

وجود کانی‌های تورمالین و زیرکن در رگه‌های فوق‌الذکر حکایت از یک فاز سیال پنوماتولیتی مرتبط با باتولیت شاهکوه را می‌نماید که شکل‌گیری این رگه‌ها نیز مرتبط با این فاز و کانی‌سازی در آنها می‌باشد.

عیارهای قلع بدست آمده از نمونه سنگهای برداشت شده از ترانشه‌ها (بالاخص ترانشه شماره ۱) نشان از پایین بودن نسبی میزان این عنصر در این رگه‌ها است و می‌تواند به این مربوط شود که بدلیل فرسایش سطوح فوقانی با تولیت گرانیتی و از بین رفتن زون گرایزن، رگه‌های با عیار بالای قلع حذف شده‌اند، چرا که تمرکز اصلی این عنصر در بخش گرایزنی گرانیتوئیدها

است.

به عنوان یک الگوی اکتشافی در مورد قلع می توان گفت که قلع در بخشهای تفریق یافته میکروگرانیته گرانولار با درصد کوارتز بالاتر از توده اصلی گرانیت می تواند مهم قلمداد شود و در این مواضع باید بدنبال و پی جویی این فلز بود در حالیکه در توده اصلی گرانیت مقدار قلع پایین است.

قلع در گرانیت بارور بطور تیبیک در کانی بیونیت متمرکز می شود، در محلهایی که قلع جانشین Fe^{2+} می شود.

۲-۷) نتیجه‌گیری

بر پایه اطلاعات حاصل از مشاهدات صحرایی، تجزیه شیمیایی نمونه‌های سنگ از ترانسه‌ها (بالاخص رگه‌های سیلیسی تورمالین‌دار) و همچنین مطالعه نمونه‌های کانی سنگین اعم از طبیعی و مصنوعی و مقاطع صیقلی و نازک چنین نتیجه می‌شود که اصلی‌ترین هدف (Target) برای دستیابی به عنصر قلع، رگه‌های کوارتز-تورمالین تیره رنگ می‌باشد (ماکزیم مقدار = 40 ppm) که در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه و در سنگ‌های دگرگونی شیبست - ماسه‌سنگ کوارتزی در کنتاکت با گرانیت شاهکوه از چگالی بالاتری برخوردارند. در این رگه‌ها به مقدار کم کانی کربنات مس (مالاکیت) نیز دیده می‌شود.

در بخش غربی منطقه مورد مطالعه، برونزدهایی از لایه‌های شیبست حاوی مالاکیت و اکسید-هیدروکسید آهن فراوان و در برخی نقاط همراه با رگه‌های سیلیسی دیده می‌شود که مقدار مس آنها نسبت به رگه‌های کوارتز تورمالین‌دار بسیار بالاتر است (حداکثر مقدار بیش از ۱/۸۶٪) در حالی که مقدار قلع این بخش‌ها از رگه‌های سیلیسی تورمالین‌دار بمراتب کمتر است. بر اساس نتایج حاصل از ضریب همبستگی بین عناصر می‌توان چنین اظهار نظر کرد که در ترانسه شماره یک و بالاخص در رگه‌های کوارتز-تورمالین قلع‌دار با تمرکز بیشتر در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه بجز رابطه مثبت ضعیف بین Sn-Au ، ارتباط بین قلع و دیگر عناصر منفی است که می‌تواند حاکی از دو منشأ مختلف برای قلع و دیگر عناصر باشد، بدینصورت که قلع از توده گرانیت شاهکوه و دیگر عناصر احتمالاً از سنگ‌های دگرگونی فعلی سرچشمه گرفته‌اند که با توجه به وجود شکستگی‌ها در سنگ‌های اخیر و ورود سیال کانه‌دار داغ (حاوی قلع) در این شکستگی‌ها، انتقال مجدد این عناصر از این سنگ‌ها و تمرکز آنها در فضاهای باز ثانویه همزمان با دگرگونی همبری میسر شده است و همراه با ورود محلول کانه‌دار دارای قلع و غنی از سیلیس و بر، رگه‌های کوارتز-تورمالین قلع‌دار تشکیل شده است. چنین وضعیتی را در بخش‌های شیبستی مالاکیت‌دار با تمرکز بیشتر در غرب منطقه مورد مطالعه با توجه به دیاگرام درختی ترانسه‌های ۲ و ۳ نیز می‌توان نتیجه گرفت. بر طبق این نتایج، پتانسیل قلع در رگه‌های اخیر نسبت به مقدار کلارک آن در پوسته زمین (3 ppm) و سنگ میزبان شیبست -



ماسه سنگ کوارتزی به عنوان زمینه محلی (*local background*) - (کمتر از 100 ppm) - تا حدودی قابل توجه می باشد هر چند برای دستیابی به عیار واقعی قلع نمونه های سنگی رگه های کوارتز-تورمالین با بیش از 400 ppm مجدداً توسط آزمایشگاه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت.

حداکثر عیار قلع در این رگه ها که توسط آزمایشگاه ژئوشیمی شرکت *OMAC* در کشور ایرلند مورد اندازه گیری قرار گرفته است، 139 ppm بدست آمده است که با توجه به پایین بودن عیار قلع تا این مرحله از اکتشاف، احتمال آن می رود که با افزایش عمق، میزان عیار قلع نیز افزایش یابد، در غیر اینصورت ادامه برنامه اکتشافی توجه مند نخواهد بود.

۳-۷- پیشنهادات

با توجه به نتایج بدست آمده در این بررسی و فعالیت‌های اکتشافی قبلی، جهت انجام عملیات اکتشافی تفصیلی پیشنهاداتی ارائه می‌گردد:

۱- تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ محدوده اکتشافی شمال و شمال غرب تا غرب گرانتیت شاهکوه و بخش شیلی - ماسه‌سنگی دگرگون شده در کتکت با گرانتیت و پیاده کردن کلیه رگه‌های کوارتز - تورمالین، نورمالین - کوارتز، و ماسه‌سنگهای سیلیسی شده با ابعاد حقیقی شان.

۲- حفر ترانشه بر روی رگه‌های فوق‌الذکر با دریل واگن و یا آتشاری که حداقل عمق ترانشه‌ها یک متر باشد به طوری که بخشی از سنگ میزبان کمر بالا و کمر پایین رگه‌ها را نیز پوشش دهد.

۳- نمونه برداری سیستماتیک از کلیه ترانشه‌ها.

۴- آنالیز شیمیایی نمونه‌ها برای عنصر قلع و عناصر Pb و Zn ، Sb ، Li ، Zr ، Bi ، Mo ، B ، Cu ، Ag ، As ، Au ، W .

۵- نمونه برداری کانی سنگین از دهانه‌های خروجی رودخانه‌های اصلی و مطالعه آنها توسط کارشناس متخصص به لحاظ تشخیص صحیح کانی کاسیتريت و دیگر کانی‌های قلع دار.

۶- انجام مطالعه ژئوفیزیکی

۷- با توجه به احتمال بالا رفتن عیار قلع این رگه‌ها با افزایش عمق و جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، نیاز به دو تا سه نقطه

حفاری بر روی رگه‌های با عیارهای بالای قلع در سطح و حداقل تا عمق ۱۰۰ متری وجود دارد.

پوست یک

نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های

سنگی از دیواره و کف ترانشه‌ها

Row	Sample.No	عناصر بر حسب گرم در تن (ppm)						
		Au	W	Mo	B	Cu	Sn	Ag
1	81/T1/SG1		15.05			85	120	0.2
2	81/T1/SG2		18.1			80	>400	0.27
3	81/T1/SG3		12.8			40	44	0.27
4	81/T1/SG4		20.85			60	36	0.15
5	81/T1/SG5		24.2			120	26	0.34
6	81/T1/SG6		21.05			135	15	0.15
7	81/T1/SG7		13.65			85	28	0.18
8	81/T1/SG8		9.84			180	26	0.3
9	81/T1/SG9		8.29			140	34	0.84
10	81/T1/SG10		5.53			200	20	0.86
11	81/T1/SG11		8.48			60	12	0.18
12	81/T1/SG12		7.55			60	30	0.27
13	81/T1/SG13		13.3			90	54	0.25
14	81/T1/SG14		3.26			60	54	0.25
15	81/T1/SG15	0.0016	5.66	4.52		130	62	0.17
16	81/T1/SG16	0.0037	2.87	3.79		100	80	0.09
17	81/T1/SG17	0.001	5.29	4.93		130	>400	0.14
18	81/T1/SG18	0.0015	3.99	4.11		40	350	0.13
19	81/T1/SG19	0.0012	11.7	2.69		50	>400	0.11
20	81/T1/SG20	0.0013	6.81	3.36		32	>400	0.27
21	81/T1/SG21	0.0016	7.97	2.84		46	>400	0.14
22	81/T1/SG22	0.0018	7.65	3.07		60	>400	0.21
23	81/T1/SG23		5.64			75	300	0.62
24	81/T1/SG24		9.6			100	70	0.11
25	81/T1/SG25		6.37			90	36	0.14
26	81/T1/SG26	0.0014	6.44	2.15		60	28	0.11
27	81/T1/SG27	0.0032	4.77	2.15		35	80	0.1
28	81/T1/SG28	0.0038	7.47	2.64		60	62	0.17
29	81/T1/SG29	0.0086	10.68	2.27		55	18	0.17
30	81/T1/SG30	0.0011	10.3	2.76		50	20	0.16
31	81/T1/SG31	0.0011	7.06	2.3		120	15	0.32
32	81/T1/SG32	0.0013	12.45	2.42	70	75	35	0.34
33	81/T1/SG33	0.0018	7.47	2.53	40	55	19	0.18
34	81/T1/SG34	0.001	7.26	1.92	50	110	10	0.15
35	81/T1/SG35	0.0017	15.1	1.86	200	320	26	0.38
36	81/T1/SG36	0.0051	12.9	1.39	>500	640	240	0.42
37	81/T2/SG1	0.095	137	7.78	>500	6055*	28	1.2
38	81/T2/SG2	0.0012	41.5	7.64	>500	2217*	28	0.66
39	81/T2/SG3	0.0049	43.6	6.44	>500	1955*	25	0.7
40	81/T2/SG4	0.003	45	8.66	>500	5215*	20	0.32
41	81/T2/SG5	0.0013	41.5	10.5	>500	2021*	25	0.5
42	81/T2/SG6		35.3		>500	650	16	0.3
43	81/T2/SG7		21.4		500	200	15	0.27
44	81/T2/SG8		25.9		>500	320	20	0.16
45	81/T2/SG9		39.4		500	400	27	0.66
46	81/T2/SG10		27.85		>500	1.2	26	1.2
47	81/T2/SG11		29.1				32	0.68
48	81/T2/SG12		48.1				45	0.36

*Checked by atomic absorption

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشافات سراسری

بخش آزمایشگاهها

Row	Sample.No	عناصر بر حسب گرم در تن (ppm)						
		Au	W	Mo	B	Cu	Sn	Ag
49	81/T2/SG13		33.15				17	0.13
50	81/T2/SG14		31.9				30	0.07
51	81/T2/SG15		159				21	0.14
52	81/T2/SG16		74.7				21	0.13
53	81/T2/SG17	0.0014	115	3.82		3260*	85	0.68
54	81/T2/SG18	0.0024	147	3.97		4300*	44	0.68
55	81/T2/SG19	0.0036	209.5	4.1 1		18665*	65	0.54
56	81/T2/SG20	0.0045	154	4.95		7858*	65	0.64
57	81/T2/SG21	0.0069	88.95	5.15		4255*	85	0.48
58	81/T2/SG22	0.001	24.9	2.22		160	26	0.07
59	81/T3/SG1		17.85				25	0.2
60	81/T3/SG2		7.26				6.4	0.15
61	81/T3/SG3		13.9				4	0.08
62	81/T3/SG4		26.6			2267*	15	0.25
63	81/T3/SG5	0.0014	72	13.2		1551*	59	0.71
64	81/T3/SG6	0.0012	56	14.7		8726*	20	0.42
65	81/T3/SG7	0.001	26.1	12.6		5497*	35	0.18
66	81/T3/SG8	0.002	42.8	15.9		9348*	54	0.3
67	81/T3/SG9	0.0037	16.35	5.34		10217*	70	0.4
68	81/T3/SG10	0.0012	22.2	27.7		5000*	42	0.42
69	81/T3/SG11		31.6			2639*	65	0.68
70	81/T3/SG12		34.4			811*	110	0.48
71	81/T3/SG13		35.2			871*	85	0.13
72	81/T3/SG14		36.8			3261*	58	0.32
73	81/T3/SG15		28			627*	100	0.06
74	81/T3/SG16		28.8			130	80	0.1
75	81/T4/SG1	0.0021	56	4.64		2650*	90	0.54
76	81/T4/SG2	0.0033	44.8	3.54		15186*	56	0.77
77	81/T5/SG1	0.005	72	4.14		3137*	46	0.52
78	81/T5/SG2	0.0026	40.95	1.26		732*	58	0.24

*Checked by atomic absorption

نتایج آنالیز شیمیایی نمونه هایی از دیواره و کف ترانسه ها توسط آزمایشگاه ژئوشیمی شرکت OMAC
در کشور ایرلند - (مقدار عناصر بر حسب ppm می باشد)

Sample No.	element	Sn	W	Au	Ag	Mo	Bi	Cu	B	Zr
81/ T1/SG/2		30	6	0.01	<0.5	<1	<5	80	11	4
81/ T1/SG/13		<5	<5	<0.01	<0.5	3	<5	100	17	5
81/T1/SG/17		27	<5	<0.01	<0.5	4	<5	142	<5	<1
81/ T1/SG/19		25	8	0.01	<0.5	2	<5	53	<5	<1
81/T1/SG/21		26	7	0.01	<0.5	2	<5	76	<5	<1
81/T1/SG/36		22	<5	0.01	<0.5	<1	203	562	6	1
81/T4/SG/1		139	11	0.01	<0.5	4	<5	2737	183	8
81/T5/SG/2		12	43	<0.01	<0.5	<1	34	724	9	12



پوست دو

نتایج مطالعه نمونه‌های کانی سنگین

بروش طبیعی و مصنوعی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشافات سراسری

آزمایشگاه کانی سنگین

FIELD NO	81-HSG-1	81-HSG-2	81-HSG-3	81-HSG-4	81-16	81-19
Total Volume cc A	8000	10000	10000	9000	3500	5500
Panned Volume cc B	28	40	20	40	8	10
Study Volume cc C	28	40	20	40	8	10
Heavy Volume cc Y	26	38	18.5	37	4	7
Magnetite	2727.27	2755.76	1552.45	3449.88	88.8	92.3
Hematite	1025.7	1399.16	389.24	1513.71	1190.26	1044
Ilmenite	15.28	357.2	86.95	19.32	0	0
Garnet	130	15.2	222	0	0	0.01
Pyroxene	487.5	342	111	493.33	0.01	49.64
Amphibole	195	114	55.5	246.67	0	99.27
Pyrite oxide	162.5	0.01	9.25	205.56	308.57	0.01
Olivin	0	0.01	0	0	0	0
Oligiste	169	790.4	481	213.78	0	0
Martite	0	0	0	21.3	0	0
Epidote	11.38	0	0	0	0	0
Scheelite	1.95	0.01	1.11	2.47	0	0
Zircon	1.46	0.01	0.83	1.85	20.57	229.09
Apatite	0.98	0.01	0.56	1.23	0.01	0
Rutile	1.3	0.01	0.74	1.64	0.46	0
Chalcopyrite	0.01	0.01	0.74	1.64	18.29	101.82
Barite	1.46	0.01	0.01	1.85	15.43	28.64
Anatase	1.3	0.01	0.74	1.64	0	0
Sphene	1.14	0.01	0.01	1.44	4	44.55
Andalusite	0.01	0	0.01	0.01	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0
Silimanite	0.01	0	0.01	1.23	0	0
Cerussite	0	0.01	1.11	2.485667	0	0
Galena	0	0	0.01	0	0	0
Flourite	0.01	0	0	0	0	0
Malachite	0.01	0	0	1.644444	0.01	0.01
Cinnabar	0	0.01	1.48	0.01	0	0
Orpiment	1.1375	0.01	0.6475	1.438889	0	0
Kyanite	0.01	0	0.6475	0.01	0	0
Corundum	0.01	0.01	0.74	0.01	0	0
Azorite	0	0	0	0.01	0	0
Diopiaz	0	11.4	0.01	1.233333	0.01	0
Pyrite	0	0.01	0	2.065556	28.571	31.8182
Calcite	0.88075	0.01	0.50135	1.114111	0.01	1.72455
Altered minerals	468.975	1026	211.455	716.5667	274.29	278.727
Light minerals	0	152.003	0.37	0	0	45.8182
Cassiterite	0.01	0.01	0	0	0	0
Pyrolusite	146.25	0.01	166.5	18.5	92.571	0
Native copper	0	0.01	0	0	0	0.01
Pyromorphite	2.21	0.01	1.258	2.795556	0	0
Mimetite	1.385	0.01	0.01	0.01	0	0
Vanadinite	0.01	0	0.01	0	0	0
Molybdenite	0	0	0.01	0.01	0	0
Tetrahedrite	0	0	0	1.973333	0	0
Goethite	0	0.01	0	0	0	0