

JK409

TN

44

219

1374

مهر کار

وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات آذربایجان غربی



گزارش
طرح اکتشاف تفصیلی جیوه
خانگلی ماکو
(مرحله اول)

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۰۹۲۰

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

مهندسین مشاور کاوشگران

۱۳۷۶

چكیده

بر اساس قرارداد شماره ۷۴۲۴ مورخ ۷۵/۱۰/۸ منعقد شده بین اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان غربی و شرکت مهندسین مشاور کاوشگران، عملیات اکتشاف تفصیلی عناصر جیوه و طلا در منطقه خانگلی شهرستان چالدران در محدوده ای بوسعت ۷/۵ هکتار انجام پذیرفت پس از برنامه ریزی و زمان بندی اجرای طرح، تیم های کارشناسی این مهندسین مشاور به منطقه عزیمت نموده و علیرغم شرایط اقلیمی، سیاسی و امنیتی حاکم بر منطقه، مجموعه عملیاتی مشتمل بر مرمت و راه سازی و بهسازی ۱۸ کیلومتر راه ارتباطی تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی در مقیاس ۱/۵۰۰، حفر ترانشه های عمیق توسط بولدوزر و روبرداری از زونهای مینرالیزه در امتداد ۶ ترانشه بزرگ، با حجم خاکبرداری ۱۳۲۰۰ متر مکعب، حفر چاهکهای اکتشافی به عمق ۵-۱۵ متر، نمونه گیری از زونهای معدنی در دیواره ترانشه ها و چاهکهای اکتشافی، آماده سازی و ارسال نمونه به آزمایشگاه جهت آنالیز برای عناصر Cu, Ag, Au, As, Hg به تعداد ۵۷ نمونه و در نهایت تجزیه و تحلیل های مربوطه و تلفیق نتایج حاصل از مراحل مختلف را به انجام رسانده اند. مشکلات ناشی از وضعیت نامناسب جاده خاکی دسترسی به محدوده اکتشافی بطول ۱۸ کیلومتر، ممانعت و ایجاد مزاحمت از سوی عشایر به هنگام اجرای عملیات اکتشافی (حفر ترانشه، روبرداری و چاهکهای اکتشافی)، عدم تطابق برخی از داده های ژئوفیزیکی با واقعیت های زمین شناسی موجود، عدم تقبل حفاری گمانه اکتشافی در منطقه از طرف

شرکتهای پیمانکاری طرف مذاکره و شرایط سیاسی - امنیتی موجود در این منطقه مرزی ، اجرای طرح را با مشکلات و محدودیتهای جدی مواجه ساخت .

محدوده اکتشافی در شمال استان آذربایجان غربی و به لحاظ تقسیمات کشوری در حوزه شهرستان چالدران واقع شده است . دسترسی به منطقه مورد نظر از طریق جاده آسفالتی چالدران - ماکو امکان پذیر است ، فاصله شهرستان چالدران تا این محدوده ۲۹ کیلومتر میباشد که ۲۹ کیلومتر آن را جاده آسفالتی و بقیه آنرا جاده خاکی جیب رو تشکیل میدهد .

به لحاظ زمین شناسی ، منطقه مورد مطالعه در زون افیولیتی خوی - ماکو واقع شده است . سنگهای اولترابازیک (سرپانتینیت های برشی) ، ولکانیک کنگلومرای آندزیتی ، شیلهای رادیولاریتی ، کنگلومرا ، شیل ، مارن و ماسه سنگ وزونهای آلتره مشتمل بر برشهای هیدروترمالی ورگه های سیلیسی واحدهای لیتولوژیکی موجود در محدوده اکتشافی را تشکیل میدهند .

از دیدگاه زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک ، واحدهای لیتولوژیکی کاملاً بهم ریخته بوده و بندرت همبری عادی در آنها مشاهده میگردد . سه سیستم شکستگی و گسله بترتیب با راستاهای شمالغربی - جنوبشرقی ، شمالی - جنوبی ، شرقی - غربی شناخته شده که سیستم اصلی شمالغربی - جنوبشرقی با گسل های عموماً معکوس و راننده خود ، کانی زائی و آلتراسیون را کنترل میکنند . در این میان گسلهایی که دارای شیب به سمت جنوبغرب میباشد ، حائز اهمیت زیادی هستند نظر به اهمیت گسلها با کانی زائی ، برداشت گسلها و مطالعات تکتونیک بر روی دیواره ترانشه های احداث شده انجام پذیرفت و مقاطع زمین شناسی ترانشه های یاد شده تهیه گردید .

بر اساس اطلاعات بدست آمده از ترانسه های عمیق اکتشافی میتوان گفت که تمرکز وکانی زائی سینابر به دو فرم کلی در محدوده اکتشافی صورت گرفته است :

الف - بصورت پراکنده در متن رگه های نازک سیلیسی ، برشهای هیدروترمالی (واحد Si) ، که کانسنگ عیار پائین جیوه بشمار میرود و ب- بصورت توده ای وپرکننده در فضاهاى خالی در امتداد گسله های از نوع معکوس ورانده که از نوع کانسنگ پرعیار محسوب میشود تعداد ۵ رگه از نوع اخیر شناخته شده است . از ۵ رگه مزبور ، چهار رگه در ارتباط نزدیک با هم بوده ودر جنوبغربی محدوده اکتشافی واقع هستند . این رگه ها در همببری سرپانتینیت برشی با شیل ومارن های پالتوسن وسنگهای کاملاً بهم ریخته (ملانژ افیولیتی) تشکیل شده اند . رگه چهارم در شمال محدوده اکتشافی ودر همببری گسل اصلی منطقه با زون برش هیدروترمالی قرار دارد . ضخامت کم تا بسیار کم این رگه از ویژگیهای عمومی آنهاست .

آلتراسیون شدید سیلیسی با مجموعه کانیهای کوارتز - کریستوبالیت وفازهای آمورف سیلیس بهمراه اکسیدهای آهن ، کانیهای رسی (مونست موریلونیت وکائولن) ، کساریت ، هورنبلند وتالک ،کانی زائی را همراهی میکند (کانیهای کانگ) ه کانه های معدنسی تشکیل دهنده ذخیره شامل سینابر ، پیریت ، مارکازیت وبمقدار جزئی استینیت واولیژیست میباشد .

در رابطه با عیار کانسنگ ها باید گفت که در بخش کم عیار ذخیره (فرم پراکنده کانی زائی) متاسفانه مقادیر گزارش شده با شواهد قابل مشاهده در ترانسه ها مطابقت نمیکند .

برای مثال عیار جیوه در نمونه های Mp-LG-01 , Mp-LG-02 , Mp-LG-03 , Mp-LG-04 که از زون مینرالیزه واقع در شمال محدوده اکتشافی (ترانسه T1) برداشت شده اند به

ترتیب: ۲۸/۵، ۳۷۴، ۱۳۰۰ و ۳۲ گرم در تن گزارش شده است. در حالیکه کانه های سینابر در تمام نمونه های فوق الذکر به خوبی قابل مشاهده است. علی الخصوص در نمونه های شماره Mp-LG-02 که از یک رگه نسبتاً پرعیار برداشت شده است. بر طبق نتایج آزمایشگاهی موجود عیار میانگین این بخش ۰/۰۴ درصد بدست آمده است.

در رابطه با رگه های پرعیار، آنالیز چهار نمونه T2A-LG-02, T2A-LG-03, Mp-LG-08 BH10-LG-01، به ترتیب عیارهای ۵/۶۲ درصد، ۴/۲ درصد، ۶/۴۲ درصد و ۳/۸۷ درصد را بدست داده است که عیارهای قابل توجهی محسوب میشوند. میانگین عیار این بخش از کانسنگ را میتوان ۰/۵٪ در نظر گرفت.

مطالعات فرآوری سینابر در مقیاس آزمایشگاهی بر روی یک نمونه اخذ شده از رگه های پرعیار حاکی از بازیابی سینابر به میزان ۸۳٪ به روش ثقلی میباشد. از نظر میزان ذخیره موجود در بخش های پرعیار و کم عیار، متأسفانه به دلیل نبود اطلاعات عمقی کافی از وضعیت کانسار و ماهیت بسیار متغیر کانی زائی نمی توان اظهار نظر قطعی نمود.

با توجه به مجموعه عملیات اکتشافی انجام گرفته و داده های زمین شناسی موجود و نیز با توجه به اینکه حفاری گمانه های اکتشافی با مشکلات فراوانی همراه است، در حال حاضر بنظر میرسد که مناسبترین و بهترین روش اکتشافی، اکتشاف حین استخراج باشد که در طی آن میتوان در مورد وضعیت امتداد، تغییر ضخامت و تغییرات عیار رگه ها اطلاعات کافی را بدست آورده و ضمن تعیین ذخیره برای افتهای مختلف، عملیات اکتشافی و استخراج را پا به پای هم پیش برد.

فهرست مطالب

فصل یک

صفحه	عنوان
۱-۱	۱- کلیات
۱-۱	۱-۱- مقدمه
۴-۱	۲-۱- موقعیت جغرافیائی
۶-۱	۳-۱- وضعیت اجتماعی منطقه
۱۰-۱	۴-۱- آب و هوای منطقه
۱۱-۱	۵-۱- ژئومورفولوژی
۱۳-۱	۶-۱- امکانات زیربنائی
۱۴-۱	۷-۱- اکتشافات انجام شده
۱۴-۱	۱-۷-۱- مرحله پتانسیل یابی
۱۵-۱	۲-۷-۱- مرحله اکتشاف مقدماتی
۱۷-۱	۳-۷-۱- اکتشافات نیمه تفصیلی
۲۰-۱	۴-۷-۱- مرحله اکتشافی حاضر
	فصل دو
۱-۲	۲- کلیاتی در مورد جیوه
۱-۲	۱-۲- کاربردهای جیوه

صفحه	عنوان
۱-۲	۱-۱-۲- کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی
۲-۲	۲-۱-۲- کاربردهای جیوه در صنایع شیمیایی
۴-۲	۳-۱-۲- کاربردهای جیوه در دندانپزشکی
۵-۲	۴-۱-۲- کاربرد جیوه در استحصال طلا
۶-۲	۲-۲- بررسی کاربردهای جیوه از دیدگاه زیست محیطی
۷-۲	۳-۲- تولید و بازار جهانی جیوه
۷-۲	۱-۳-۲- تولید جهانی جیوه
۸-۲	۱-۱-۳-۲- تولیدکنندگان عمده جیوه در جهان و روند تولید
۱۱-۲	۲-۳-۲- تجارت و بازار جهانی جیوه
۱۱-۲	۱-۲-۳-۲- صادرات و کشورهای عمده صادر کننده
۱۲-۲	۲-۲-۳-۲- واردات و کشورهای عمده واردکننده
۱۶-۲	۴-۲- حمل و نقل جیوه
۱۶-۲	۵-۲- روشهای کانه آرایی و استحصال جیوه
۱۶-۲	۱-۵-۲- روشهای کانه آرایی جیوه
۱۸-۲	۱-۱-۵-۲- روش ثقلی
۱۹-۲	۲-۱-۵-۲- روش فلوئتاسیون
۲۴-۲	۲-۵-۲- فرآوری و استحصال فلز جیوه از کانسنگ های تغلیظ شده
۲۷-۲	۱-۲-۵-۲- واحد فرآوری جیوه در ایالت گویرور (مکزیک)

صفحه	عنوان
۳۰-۲	۲-۲-۵-۲- واحد فرآوری جیوه سولفور بانک
۳۴-۲	۲-۲-۵-۳- واحد فرآوری جیوه شرکت کالوردیل
۳۷-۲	۲-۵-۳- تولید جیوه بعنوان محصول فرعی
۳۷-۲	۲-۶- قیمت جیوه و روند تغییرات آن در سالهای اخیر
	فصل سه
۱-۳	۳- زمین شناسی
۱-۳	۳-۱- زمین شناسی و متالوژنی ناحیه ای
۸-۳	۳-۲- زمین شناسی محدوده اکتشافی
۸-۳	۳-۲-۱- سنگهای اولترابازیک
۹-۳	۳-۲-۲- کنگلومرای ولکانیکی آندزیتی
۱۰-۳	۳-۲-۳- شیلهای رادیولاریتی
۱۱-۳	۳-۲-۴- کنگلومرای پالئوسن
۱۱-۳	۳-۲-۵- شیل ، مارن ، و ماسه سنگ
۱۲-۳	۳-۲-۶- رگه های سیلیسی و برشهای هیدروترمالی
۱۳-۳	۳-۲-۷- سنگهای آلتزه
۱۳-۳	۳-۲-۸- ملانژ افیولیتی
۱۴-۳	۳-۲-۹- رسوبات عهد حاضر
۱۴-۳	۳-۳- تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی

صفحه

عنوان

فصل چهارم

۱-۴	۴-زمین شناسی اقتصادی
۱-۴	۴-۱-مقدمه
۲-۴	۴-۲-بررسی دقت و خطای آزمایشگاهی
۶-۴	۴-۳-آلتراسیون و کانی شناسی ذخیره
۱۶-۴	۴-۴-شرح مقاطع زمین شناسی ترانسه های اکتشافی
۲۳-۴	۴-۴-۱-ترانسه T1
۲۶-۴	۴-۴-۲-ترانسه T2
۲۸-۴	۴-۴-۳-ترانسه T3
۳۰-۴	۴-۴-۴-ترانسه T4
۳۱-۴	۴-۴-۵-ترانسه T5
۳۲-۴	۴-۴-۶-ترانسه T6
۳۶-۴	۴-۴-۷-ترانسه T7
۳۷-۴	۴-۵-تغییرات عیار و ذخیره
۴۲-۴	۴-۶-ژنز و مدل کانی زائی

فصل پنجم

۱-۵	۵-شناسائی سنگ معدنی
۱-۵	۵-۱-مقدمه

صفحه	عنوان
۳-۵	۲-۵- آماده سازی و تهیه نمونه معرف
۷-۵	۳-۵- مطالعات میکروسکپی
	۱-۳-۵- مطالعه مقاطع صیقلی و نازک کانسنگ اولیه معدنی
۷-۵	(سرپانتینیت های مینرالیزه)
۱۹-۵	۲-۳-۵- مطالعه مقاطع صیقلی و نازک نمونه های حاصل از تجزیه سرنندی
۱۹-۵	۱-۲-۳-۵- ویژگی عمومی مقاطع یاد شده
۲۱-۵	۲-۲-۳-۵- مطالعه مقاطع تیغه نازک اخذ شده از برشهای هیدروترمالی
۲۸-۵	۳-۲-۳-۵- مطالعه مقاطع صیقلی نمونه اخذ شده از برشهای هیدروترمالی
۳۹-۵	۴-۲-۳-۵- مطالعه مقاطع تیغه نازک نمونه اخذ شده از سرپانتینیت های مینرالیزه
۴۷-۵	۵-۲-۴-۵- مطالعه مقاطع صیقلی نمونه اخذ شده از سرپانتینیت های مینرالیزه
۵۵-۵	۴-۵- تعیین درجه آزادی سیناپر
۵۹-۵	۵-۵- آزمایشهای انجام شده
۶۶-۵	۶-۵- نتایج حاصل از مطالعه فرآوری کانسار و پیشنهاد برای ادامه مطالعات
	فصل شش
۱-۶	۶- نتایج و پیشنهادات

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	فصل یک
۵-۱	شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیائی و کروکی راههای دسترسی به محدوده اکتشافی .

فصل دو

۲۸-۲	شکل ۱-۲- فلوشیت واحد فرآوری جیوه در ایالت گویررو ، مکزیک .
۳۱-۲	شکل ۲-۲- فلوشیت واحد فرآوری جیوه سولفوربانک .
۳۵-۲	شکل ۳-۲- فلوشیت واحد فرآوری جیوه Colverdale .
۳۸-۲	شکل ۴-۲- جریان قراضه جیوه در یک کشور صنعتی (۳ و ۴) .

فصل سه

۱۶-۳	شکل ۱-۳- رزدياگرام شکستگیها در محدوده اکتشافی .
------	---

فصل چهار

۱۷-۴	شکل ۱-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T1 .
۱۸-۴	شکل ۲-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T2 .
۱۹-۴	شکل ۳-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T3 .

صفحه	عنوان
۲۰-۴	شکل ۴-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T4 .
۲۱-۴	شکل ۵-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T5 .
۲۲-۴	شکل ۶-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T6 .
۱۹-۴	شکل ۷-۴- مقطع زمین شناسی ترانشه T7 .
۴۷-۴	شکل ۸-۴- مدل شماتیک کانی زائی جیوه در منطقه خانگلی ماکو .

فصل پنج

۵۸-۵	شکل ۱-۵- ارتباط بین درجه آزادی و اندازه ذرات
------	--

فهرست جداول

فصل یک

۶-۱	جدول ۱-۱- مختصات جغرافیائی رئوس محدوده اکتشافی .
۷-۱	جدول ۲-۱- جمعیت شهری و روستائی به تفکیک زن و مرد بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ در شهرستان ماکو .
۸-۱	جدول ۳-۱- تراکم جمعیت در شهرستان ماکو در خلال سالهای ۵۵-۶۵-۷۵ بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ .
۹-۱	جدول ۴-۱- مشاغل مردم منطقه بر حسب گروههای اصلی فعالیت در خلال سالهای ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ در شهرستان ماکو .

صفحه	عنوان
۱۱-۱	جدول ۱-۵- میزان بارندگی و تعداد روزهای یخبندان در سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۴ در شهرستان ماکو .
۱۲-۱	جدول ۱-۶- اوضاع جوی شهرستان ماکو در سال ۱۳۷۴ (۹) .

فصل دو

۹-۲	جدول ۲-۱- تولید جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ (برحسب تن) (۱۷)
۱۰-۲	جدول ۲-۲- تولید جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (برحسب تن) (۱۷)
۱۳-۲	جدول ۲-۳- صادرات جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (برحسب تن) (۱۷)
۱۵-۲	جدول ۲-۴- واردات جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (برحسب تن) (۱۷)
۲۱-۲	جدول ۲-۵- نتایج بدست آمده از فلوتاسیون یک نمونه کانه سینابر از معدن گلاس بوش امریکا .
۲۲-۲	جدول ۲-۶- مواد شیمیائی مورد استفاده در فلوتاسیون کانه سینابر در معدن گلاس بوش .
۴۰-۲	جدول ۲-۷- قیمت جیوه با عیار حداقل ۹۹/۹ درصد در بازار آزاد وطنی ماههای مختلف سالهای ۱۹۹۷-۱۹۹۳ (۸) .

صفحه

عنوان

فصل چهارم

- جدول ۱-۴ - مقایسه مقادیر عناصر در نمونه های اصلی و کنترلی . ۳-۴
- جدول ۲-۴ - محاسبه خطای نسبی تصادفی در آنالیز نمونه های سنگی . ۴-۴
- جدول ۳-۴ - تغییرات عیار عناصر در چاهکهای اکتشافی BH3, BH1 . ۴۰-۴
- جدول ۴-۴ - مشخصات آماری نمونه های برداشت شده از دو زون مینرالیزه در شمال محدوده اکتشافی برای عنصر جیوه . ۴۱-۴
- جدول ۵-۴ - ذخایر جدید سینا بر با خاستگاه ملانژهای افیولیتی غنی از سرپانتینیت در نقاط مختلف جهان . ۴۴-۴

فصل پنجم

- جدول ۱-۵ - نتایج حاصل از تجزیه سرنندی نمونه اخذ شده از برش های هیدروترمالی ۵-۵
- جدول ۲-۵ - نتایج حاصل از تجزیه سرنندی نمونه اخذ شده از سرپانتینیت مینرالیزه ۶-۵
- جدول ۳-۵ - ارتباط درجه آزادی با دانه بندی های مختلف در سرپانتینیت مینرالیزه ۵۷-۵
- جدول ۴-۵ - ارتباط بین درجه آزادی و مدت زمان خردایش ۶۰-۵
- جدول ۵-۵ - نتایج حاصل از تجزیه سرنندی نمونه معرف ۶۲-۵
- جدول ۶-۵ - نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۱۰۰+ و ۱۵۰- میکرون سرپانتینیت مینرالیزه ۶۳-۵

صفحه	عنوان
۶۳-۵	جدول ۷-۵- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۷۵+ و ۱۰۰- میکرون سرپانتینیت مینرالیزه
۶۴-۵	جدول ۸-۵- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۴۵+ و ۷۵- میکرون سرپانتینیت مینرالیزه
۶۴-۵	جدول ۹-۵- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۳۸+ و ۴۵- میکرون سرپانتینیت مینرالیزه
۶۵-۵	جدول ۱۰-۵- جمع بندی نتایج حاصل از مطالعه فرآوری بروش ثقلی

فهرست تصاویر

فصل چهارم

۹-۴	تصویر ۴-۱- فازهای آمورف سیلیس و کریستوبالیت (برش های هیدروترمالی) به همراه رگه های اکسید آهن .
۹-۴	تصویر ۴-۲- رگه ورگچه های نازک سیلیسی در فضاهاى خالی و شکستگیهای سرپانتینیتها .
۲۷-۴	تصویر ۴-۳- نمائی از واحدهای شماره ۳ و ۴ در ترانشه T1 .
۲۷-۴	تصویر ۴-۴- نمائی از ترانشه T1 .
۳۴-۴	تصویر ۴-۵- نمائی از ترانشه های T2 , T3 .
۳۴-۴	تصویر ۴-۶- رگه مینرالیزه سینابر واقع در دیواره ترانشه T6 .

صفحه	عنوان
	فصل پنج
	تصویر ۱-۵- اکسید وئیدروکسیدهای آهن با اشکال پسودومورف Feo در زمینه
۱۰-۵	کانیهای شفاف T.M سینابر Cin و فضاهای خالی Vo
۱۰-۵	تصویر ۲-۵- سینابر Cin ، کانیهای شفاف (گانگ) Gn ($\times 100$)
	تصویر ۳-۵- سینابر حاوی ادخالهای ریز مارکاسیت Ma در مجاورت
۱۰-۵	کانیهای شفاف (گانگ) T.M
۱۰-۵	تصویر ۴-۵- ادخالهای پیریت - مارکاسیت Py در زمینه سینابر Cin ($\times 200$)
۱۳-۵	تصویر ۵-۵- قطعات سینابر Cin ، کانیهای شفاف T.M، قطعات مدور رادیولاریت
	تصویر ۶-۵- سینابر Cin بصورت قطعات ریز پراکنده در زمینه کانیهای شفاف
۱۳-۵	(گانگ) Gn مربوط به بخشهای میلونیتی شده ($\times 100$)
	تصویر ۷-۵- قطعات پراکنده وهم اندازه سینابر Cin در زمینه کانیهای شفاف
۱۳-۵	Gn ($\times 200$)
۱۳-۵	تصویر ۸-۵- سینابر Cin مستقل از کرومیت Ch در زمینه گانگ T.M
	تصویر ۹-۵- کرومیت Ch ، سینابر Cin بحالت مستقل از یکدیگر در زمینه
۱۶-۵	کانیهای شفاف ($\times 100$)
	تصویر ۱۰-۵- کرومیت با بافت کاتاکلاستیک در مجاورت سینابر Cin ومستقل
۱۶-۵	از آن در زمینه کانیهای شفاف T.M

صفحه	عنوان
۱۶-۵	تصویر ۵-۱۱- کرومیت Ch ، سینابر Cin وکانی شفاف Gn (۱۰۰ ×)
۱۶-۵	تصویر ۵-۱۲- قطعات مشکوک به استیبنیت St در زمینه گانگ T.M
۲۳-۵	تصویر ۵-۱۳- سینابر در فضاهای خالی (قطعات کدر) (۳۳ ×)
۲۳-۵	تصویر ۵-۱۴- کرومیت (کدر) ، سینابر (نیمه شفاف قرمز) در زمینه کانیهی سرپانتین (۳۳ ×)
۲۳-۵	تصویر ۵-۱۵- قطعات سینابر (کدر) در مجاورت نواحی برشی شده (۳۳ ×)
۲۳-۵	تصویر ۵-۱۶- قطعات کانه Op ، کانیهی شفاف T.M (۳۳ ×)
۲۵-۵	تصویر ۵-۱۷- قطعات کانه Op ، کانیهی شفاف T.M (۸۵ ×)
۲۵-۵	تصویر ۵-۱۸- قطعات کانیهی کدر هم بصورت آزاد وهم بحالت درگیر با کانیهی شفاف T.M (۸۵ ×)
۲۵-۵	تصویر ۵-۱۹- قطعات کانیهی شفاف شامل سرپانتین T.M و قطعات کدر شامل کرومیت Op (۸۵ ×)
۲۵-۵	تصویر ۵-۲۰- قطعات کانه Op ، کانیهی شفاف T.M (۸۵ ×)
۳۰-۵	تصویر ۵-۲۱- قطعات کدر Op ، قطعات کانیهی شفاف T.M ، قطعه کدر وسط تصویر کرومیت است
۳۰-۵	تصویر ۵-۲۲- قطعات کانه Op وکانیهی شفاف T.M تقریباً بصورت کامل از یکدیگر مستقل میباشند
۳۰-۵	تصویر ۵-۲۳- قطعات کانه Op بحالت آزاد که کانیهی نیمه شفاف (سینابر)

صفحه	عنوان
۳۰-۵	را نیز شامل میگردد . کانیهای شفاف T.M (× ۸۵)
۳۰-۵	تصویر ۲۴-۵- قطعات کانیهای سولفوری Su درگیر با گانگ Gn (× ۱۰۰)
۳۳-۵	تصویر ۲۵-۵- کرومیت Ch درگیر با گانگ (× ۱۰۰)
۳۳-۵	تصویر ۲۶-۵- کانی سولفوری Su درگیر با گانگ Gn (× ۱۰۰)
۳۳-۵	تصویر ۲۷-۵- کرومیت Ch درگیر با گانگ Gn (× ۱۰۰)
۳۳-۵	تصویر ۲۸-۵- کانیهای کدر Op بصورت آزاد در زمینه گانگ Gn (× ۱۰۰)
۳۶-۵	تصویر ۲۹-۵- کرومیت Ch ، گانگ Gn به حالت آزاد ، مارکاسیت Ma در زمینه گانگ (× ۱۰۰)
۳۶-۵	تصویر ۳۰-۵- سینابر Cin ، گانگ Gn به حالت آزاد (× ۱۰۰)
۳۶-۵	تصویر ۳۱-۵- سینابر Cin ، کرومیت Ch ، گانگ Gn (× ۲۰۰)
۳۶-۵	تصویر ۳۲-۵- استینیت St ، کرومیت Ch ، گانگ Gn (× ۲۰۰)
۳۸-۵	تصویر ۳۳-۵- قطعات سینابر Cin ، گانگ Gn به حالت آزاد (× ۲۰۰)
۳۸-۵	تصویر ۳۴-۵- قطعات استینیت St ، کرومیت Ch ، گانگ Gn به حالت آزاد (× ۲۰۰)
۳۸-۵	تصویر ۳۵-۵- قطعات سینابر Cin ، کرومیت Ch ، گانگ Gn بصورت آزاد (× ۱۰۰)
۳۸-۵	تصویر ۳۶-۵- قطعات سینابر Cin ، استینیت St ، گانگ Gn به حالت آزاد (× ۲۰۰)

عنوان	صفحه
تصویر ۳۷-۵ - قطعات سیلیس از نوع کالسدونی Cha ، قطعات سرپانتین Ser بصورت آزاد ومستقل از یکدیگر (۱۰۰ ×)	۴۲-۵
تصویر ۳۸-۵ - کانیهای شفاف T.M بصورت مخفی بلور و کریستالین ، سینابر بحالت درگیر Cin (۳۳ ×)	۴۳-۵
تصویر ۳۹-۵ - قطعات کانیهای شفاف T.M ، کالسدونی Chal ، سرپانتین Ser (۸۵ ×)	۴۳-۵
تصویر ۴۰-۵ - قطعات کانه Op درگیر با کانیهای شفاف T.M (۸۵ ×)	۴۳-۵
تصویر ۴۱-۵ - قطعات کانه Op بحالت کدر ونیم شفاف ، قطعات کدر درگیر بوده وقطعات نیمه شفاف آزاد هستند (کرومیت درگیر ، سینابر آزاد) (۸۵ ×)	۴۶-۵
تصویر ۴۲-۵ - قطعات کانه Op ، کانیهای شفاف T.M ، قطعات کانه عمدتاً بصورت آزاد مشاهده میشوند .	۴۶-۵
تصویر ۴۳-۵ - قطعات کانه Op ، قطعات گانگ (شفاف) T.M بحالت آزاد (۸۵ ×)	۴۶-۵
تصویر ۴۴-۵ - تقریباً تمامی قطعات کانه Op بحالت آزاد مشاهده شده و هیچگونه درگیری با کانیهای شفاف T.M وجود ندارد (۸۵ ×)	۴۶-۵
تصویر ۴۵-۵ - قطعات کانه Op (سینابر رنگ قرمز در مرکز تصویر ، اندازه قطعات متفاوت ونرمه زیادی ایجاد شده است .) (۲۰۰ ×)	۵۰-۵
تصویر ۴۶-۵ - قطعات شامل سینابر درگیر با گانگ Gn پملاره Cin (۱۰۰ ×)	۵۰-۵

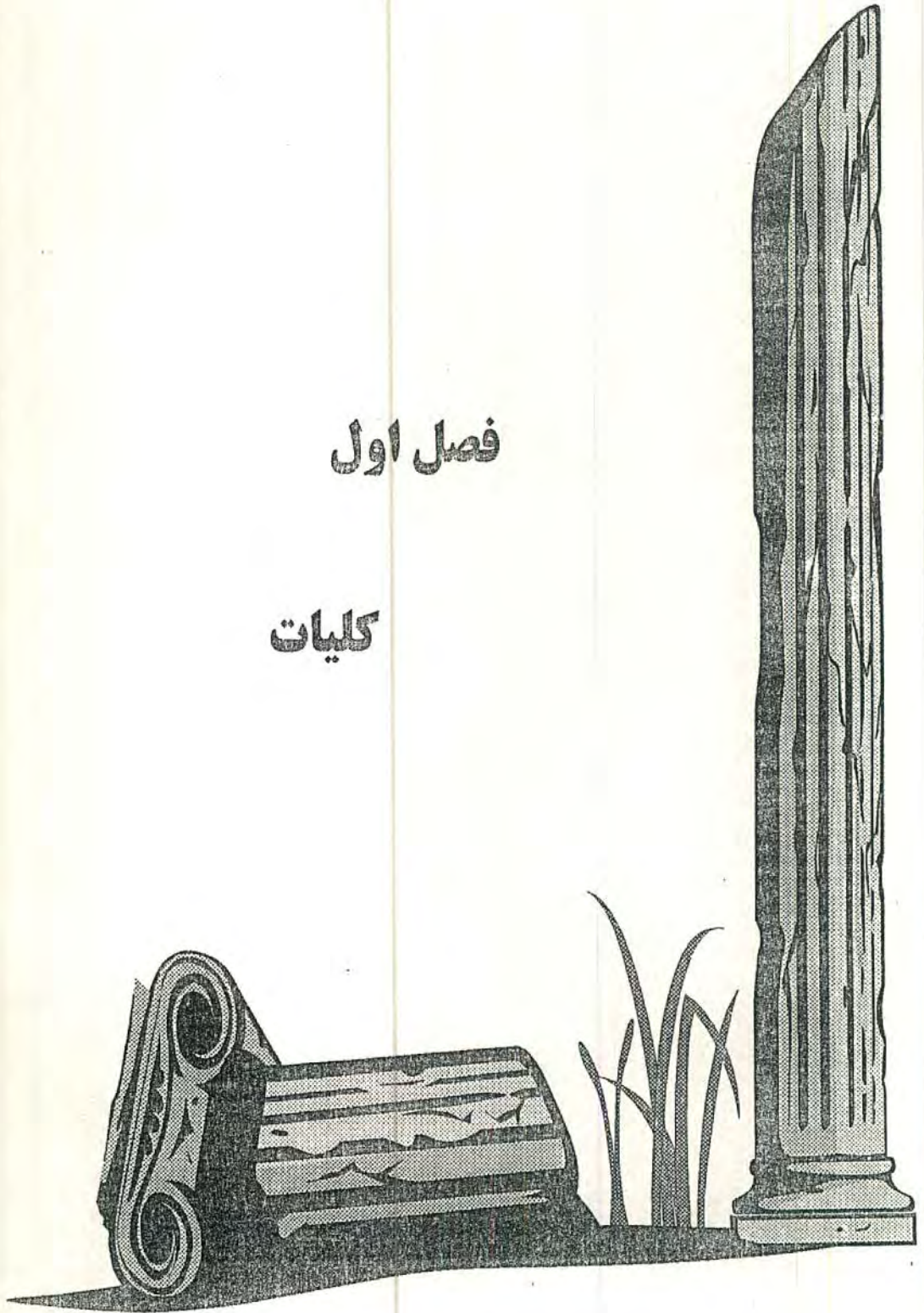
صفحه	عنوان
۵۰-۵	تصویر ۴۷-۵- ادخالهای پیریت - مارکاسیت Py (Su) در زمینه سینابر Cin درگیر با گانگ Gn (۲۰۰×)
۵۰-۵	تصویر ۴۸-۵- درگیر سینابر با گانگ (کانی گانگ دو نوع است) (۱۰۰×)
۵۳-۵	تصویر ۴۹-۵- سینابر آزاد ، کرومیت Ch درگیر با گانگ Gn (۱۰۰×)
۵۳-۵	تصویر ۵۰-۵- کرومیت Ch ، سینابر Cin ، استینیت St به حالت آزاد و مستقل از گانگ Gn (۱۰۰×)
۵۳-۵	تصویر ۵۱-۵- استینیت به حالت آزاد Stn ، سینابر درگیر با گانگ Gn+Cin (۱۰۰×)
۵۳-۵	تصویر ۵۲-۵- سینابر Cin ، استینیت Stn و کرومیت Ch به حالت آزاد و مستقل از گانگ Gn (۱۰۰×)
۵۶-۵	تصویر ۵۳-۵- قطعات کدر شامل سینابر Cin ، استینیت Stn ، کرومیت Ch مستقل از گانگ Gn (۱۰۰×)
۵۶-۵	تصویر ۵۴-۵- کانیهای کدر شامل سینابر و کمتر پیریت به حالت آزاد و مستقل از کانیهای گانگ (۲۰۰×)
۵۶-۵	تصویر ۵۵-۵- قطعات سینابر Cin و استینیت Stn بصورت مجزا و مستقل از کانیهای گانگ (۲۰۰×)
۵۶-۵	تصویر ۵۶-۵- قطعات سینابر و استینیت جدا و مستقل از کانیهای گانگ (۱۰۰×)

فہرست نقشہ ہا

- نقشہ شماره ۱ : Topographic Map Of Khangoli Mercury Deposit .
نقشہ شماره ۲ : Geological Map Of Khangoli Mercury Deposit .

فصل اول

کلیات



۱- کلیات :

۱-۱- مقدمه :

در اجرای شرح خدمات مهندسی قرارداد شماره ۷۴۲۴ ، تیم های کارشناسی این مهندسین مشاور به منطقه عزیمت و با توجه به شرایط اقلیمی ، سیاسی و امنیتی حاکم بر منطقه عملیات اجرایی طرح را با توجه به تنگناها و محدودیت های موجود بشرح زیر به اجرا در آورد :

از همان آغاز پروژه مسائل و مشکلات متعددی پیش روی تیم کارشناسی قرار گرفت و تیم های اعزامی به ناچار خدمات اضافی را که در قرارداد ، پیش بینی نشده بود به مرحله اجرا در آوردند . از جمله این اقدامات مرمت و بهسازی جاده ارتباطی و نیز ترمیم پلهای مسیر جاده خانگلی بود . این جاده بعلت بارشهای جوی زمستان سال قبل و نگهداری نامناسب آن از سوی ارگانهای ذیربط ، غیر قابل استفاده بود و چون در طول فصل سرما ترددی در آن وجود نداشته و بعلت بارش برف سنگین بسته شده بود اکثر قسمتهای آن بر اثر جریانات سطحی آب ، تخریب و غیر قابل استفاده شده بود . این امر موجب شد که در بدو امر تیم اعزامی با اجاره ماشین آلات سنگین نسبت به ترمیم و بهسازی و مرمت جاده و پلهای آن اقدام نماید که این امر هزینه بسیار سنگینی را متوجه طرح ساخت . پس از ترمیم

جاده وامکان دسترسی به منطقه، خدمات مهندسی، در قالب چند تیم کارشناسی آغاز و بعلت محدودیت فصل کاری عملیات اجرایی تهیه نقشه توپوگرافی، برداشتهای زمین شناسی و پیمایش ترانسه ها همزمان و توسط اکیپ های جداگانه ای انجام گرفت. دومین مشکل اجرایی مهم که در شرح خدمات نیز پیش بینی نشده بود وجود عدم تطابق در برخی از داده های ژئوفیزیکی با واقعیتهای طبیعی و زمین شناسی منطقه بود که این امر تیم اعزامی را بر آن داشت تا با تاخیر زیاد و با حفر چاهکهای دستی متعدد، ضعف اطلاعاتی موجود، بعلت ناقص بودن مطالعات ژئوفیزیکی را جبران و مدل سه بعدی کانسار را تهیه نماید تا بر اساس آن طراحی محل گمانه های عمقی امکان پذیر شود. این عملیات نیز با صرف وقت و هزینه بسیار زیاد و با مشکلات اجرایی متعددی انجام شد در خلال حفر چاهکهای اکتشافی و در مناسب ترین فصل کاری عشایر منطقه به بهانه آسیب رسیدن به مراتع مانع از ادامه عملیات شدند. و کارشناسان تیم اعزامی را تهدید به برخورد خصمانه نمودند. شبانه چاهکهای حفر شده را پر کرده و به این نیز بسنده نکرده و بر علیه اقدامات اجرایی این مهندسین مشاور شکایتی را به منابع طبیعی تسلیم نمودند که علیرغم پیگیریهای مکرر متأسفانه اقدام لازم برای توجیه عشایر و حمایت از تیم کارشناسی مستقر در منطقه از سوی ارگانهای ذیربط بعمل نیامد و طبق نظر کارشناسان منابع طبیعی مقرر گردید حتی الامکان عملیات اجرایی پس از کوچ عشایر انجام گیرد. بناچار این مهندسین مشاور مجبور به تعطیل موقت کارگاه شد و به این ترتیب مناسب ترین فصل کاری با مخالفت عشایر سپری شد. در همین اثنا مذاکرات متعددی جهت تجهیز واعزام اکیپ های حفاری به منطقه با همکاری اداره کل محترم معادن و فلزات استان انجام شد ولی متأسفانه بعلت متراژ کم حفاری و

هزینه بسیار زیاد تجهیز کارگاه و مسائل سیاسی و امنیتی موجود، کلیه شرکت‌های طرف مذاکره عدم آمادگی خود را جهت اجرای عملیات حفاری عمقی اعلام نمودند.

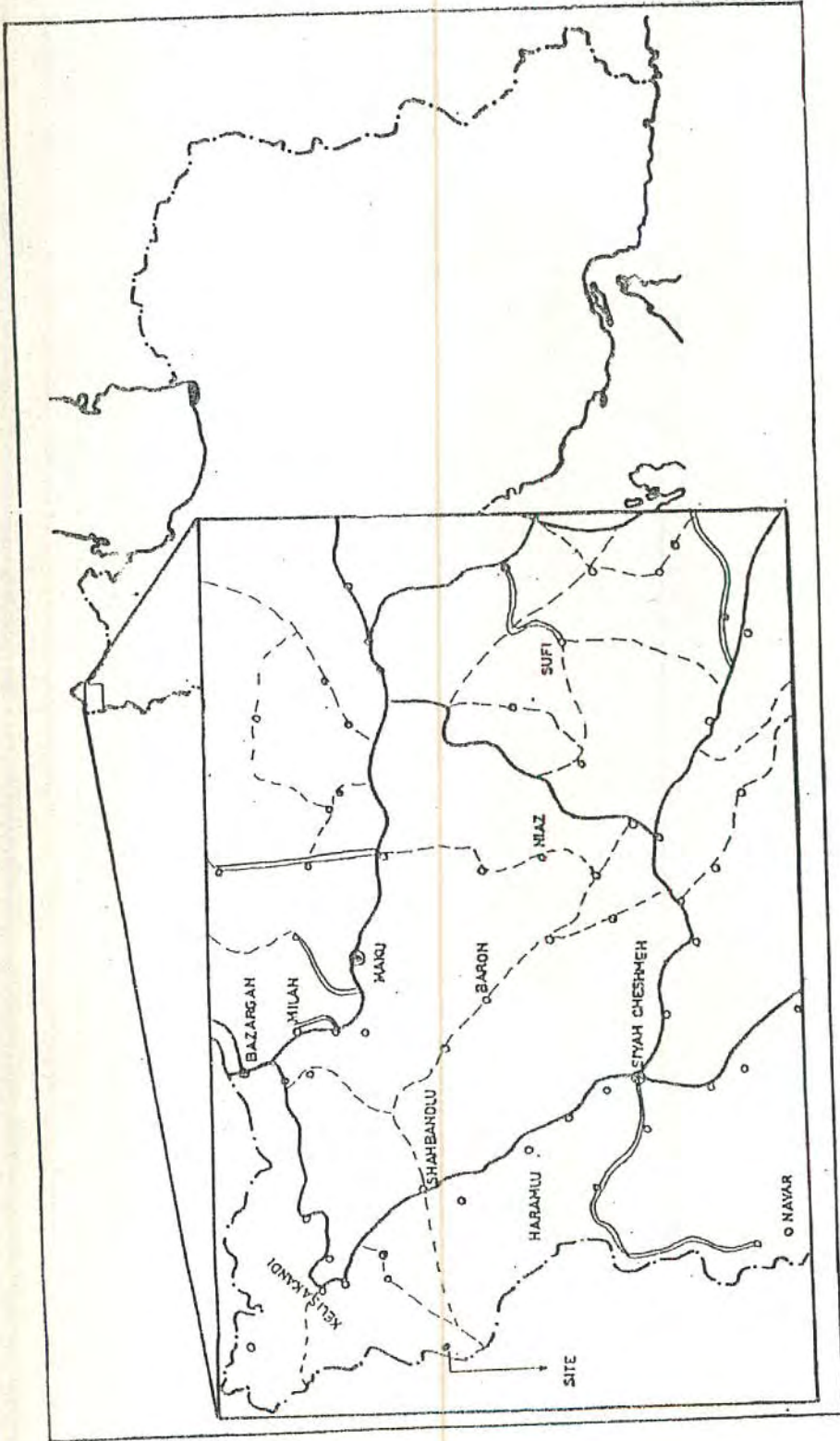
شایان ذکر است که اجرای خدمات مهندسی در این پروژه همواره با مسائل متعدد امنیتی، سیاسی و اجتماعی همراه بود که این امر ادامه عملیات صحرایی را با مشکلات متعددی مواجه می‌ساخت. پس از کوچ عشایر از منطقه و فراهم شدن زمینه مساعد برای حضور در محدوده اکتشافی تیم کارشناسی این مهندسین مشاور مجدداً به منطقه عزیمت و ادامه عملیات صحرایی طرح را با انتقال ماشین آلات سنگین به منطقه و حفر ترانشه‌های عمیق پیگیری نمود ولی متأسفانه شرایط سیاسی منطقه بگونه‌ای تغییر یافت که امکان حضور ایمن در منطقه را از تیم کارشناسی سلب نمود. ناامنی باورود ارتش ترکیه به شمال عراق در اواخر شهریور ماه سال جاری آغاز شد که این امر موجب حرکت گروه‌های مخالف در نوار مرزی ایران و درگیری‌هایی شد و حتی در یک مورد خودروی لندروور این شرکت نیز مورد هجوم قرار گرفت که به لطف خداوند آسیبی به آن وارد نشد و تیم کارشناسی مستقر در منطقه به نحو معجزه آسایی از مرگ نجات یافت. این واقعه و برخی جریان‌های سیاسی که بطور محرمانه با مسئولین مربوطه مطرح شده است عملیات اجرایی را با مشکلات متنوعی مواجه ساخت ولی با یاری خداوند، متعال این مهندسین مشاور موفق شد با انجام خدمات مهندسی اضافی، تقریباً بخش اعظم خدمات مهندسی پیش بینی شده در طرح را به اجرا در آورد و نهایتاً با حفر ۱۳۲۰۰ متر مکعب ترانشه عمیق و برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیائی و نمونه فرآوری از گستره طرح عملیات صحرایی طرح به اتمام رسید که نتایج حاصل از پردازش اطلاعات و نیز برداشتهای صحرایی در ادامه گزارش ارائه خواهد شد.

۱-۲- موقعیت جغرافیائی :

محدوده اکتشافی در شمالغرب کشور ودر شمال استان آذربایجان غربی قرار دارد . این محدوده در ۲۸ کیلومتری شمالغرب شهرستان چالدران (به خط مستقیم) ودر مرز ایران و ترکیه واقع شده است . دسترسی به محدوده از طریق جاده آسفالته چالدران - ماکو بطول ۲۲ کیلومتر وراه خاکی فرعی منشعب از مقابل آبادی شاه بنده لو بسمت غرب بطول ۱۷ کیلومتر امکان پذیر است . راه فرعی مذکور از جمله راههای دسترسی به جاده مرزی و پاسگاه خانگلی میباشد ودر ادامه بسمت شمال وجنوب منشعب شده ودر طول نوار مرزی ، پاسگاههای مرزی را به یکدیگر مرتبط میسازد .

شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیائی وکروکی راههای دسترسی به محدوده اکتشافی را نشان میدهد.

محدوده یادشده به شکل مستطیل و بمساحت تقریبی ۸ هکتار میباشد .مختصات جغرافیائی رئوس محدوده طرح در جدول ۱-۱ درج شده است .



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیائی و کروی راههای دسترسی به محدوده اکتشافی

جدول ۱-۱ : مختصات جغرافیائی محدوده اکتشافی

Head	Longitude			Latitude		
	d	m	s	d	m	s
A	44	5	43	39	13	52
B	44	6	2	39	13	43
C	44	5	52	39	13	36
D	44	5	32	39	13	45

۱-۳- وضعیت اجتماعی منطقه :

نزدیکترین آبادیها به محدوده اکتشافی ، روستاهای آرخاشان ، شاه بنده لو و شکفتی میباشد و روستای آرخاشان با جمعیت ۵۰ خانوار در فاصله ۱۷ کیلومتری از محدوده واقع شده است . و در مسیر راه خاکی شاه بنده لو - خانگلی تعدادی از عشایر در مکانهای موسوم به صوفی کندی و شکفتی ساکن هستند . آبادی شاه بنده لو با جمعیت ۶۰ خانوار در مسیر جاده چالدران به کلیساکندی قرار گرفته است . دشت خانگلی محل ییلاق عشایر کرد و آذری زبان بوده و خود یک آبادی فصلی را در بهار و تابستان تشکیل میدهد . با

توجه به اینکه شهرستان چالدران تا اواخر سال ۷۵ بخشی از شهرستان ماکو بوده است لذا اطلاعات آماری خاصی از این شهرستان وجود ندارد و در این گزارش به ذکر آمار و ارقام شهرستان ماکو بسنده می‌گردد. نسبت جمعیت روستائی به شهری و تراکم جمعیت در این ناحیه بترتیب در جداول ۱-۲ و ۱-۳ ارائه شده است.

جدول ۱-۲: جمعیت شهری و روستائی به تفکیک، زن و مرد، بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ در شهرستان ماکو (۹)

شهر	جمعیت شهری	جمعیت روستائی	زن	مرد	نسبت جنس
ماکو	۶۰۸۸۳	۱۲۸۳۰۲	۹۲۹۳۸	۹۶۲۴۷	۱۰۴

جدول ۱-۳-: تراکم جمعیت در شهرستان ماکو در خلال سالهای ۵۵-۶۵-۷۰
بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ (۹)

تراکم جمعیت (نفر)			مساحت	جمعیت شهرستان ماکو در سال (نفر)		
۷۰	۶۵	۵۵		۷۰	۶۵	۵۵
۳۰	۲۷	۲۰	۶۳۰۹	۱۸۹۱۸۵	۱۷۱۱۷۱	۱۳۳۹۰۰

شغل دامداری محور اصلی فعالیت اقتصادی مردم این ناحیه میباشد و بعلت کمبود زمین زراعی کشاورزی بطور محدود صورت میگیرد. موقعیت خاص این ناحیه و قرار گرفتن آن در نوار مرزی سبب شده است که پاره ای از مردم به شغل های کاذب بپردازند. شهرستان چالدران فاقد واحد های تولیدی و صنعتی مهم میباشد.
مشاغل ساکنان این منطقه برحسب گروههای اصلی فعالیت در سال های ۱۳۵۵ و ۱۳۶۵ بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ در جدول ۱-۴ درج شده است.

جدول ۴-۱: مشاغل مردم منطقه بر حسب گروههای اصلی فعالیت در خلال سالهای ۳۵۵ و ۱۳۶۵ بر اساس آمارگیری سال ۱۳۷۰ در شهرستان ماکو (۹)

سال	۱۳۵۵	۱۳۶۵
مشاغل طبقه بندی شده	۲۱	۵۵۰
خانگی و شخصی	۴۶۰	۳۹۱
اجتماعی ، اداری ، دفاعی	۲۵۵۲	۷۲۹۸
مالی و تجاری	۹۳	۱۴۲
حمل و نقل و ارتباطات	۴۹۸	۱۱۵۸
فروش	۱۷۳۰	۲۰۶۴
خدمات	۵۲۳۳	۱۱۰۵۳
ساختمان	۴۸۶۲	۵۵۵۵
آب ، برق ، گاز	۱۸۵	۲۲۶
صنعت	۱۵۱۷	۱۰۷۴
معدن	۸	-
کشاورزی	۲۰۵۵۱	۱۸۳۰۲

۱-۴- آب و هوای منطقه :

آب و هوای این ناحیه به تبع از موقعیت جغرافیائی و وضعیت توپوگرافی کوهستانی آن در زمستان سرد و یخبندان و در تابستان معتدل است. دوره بارش برف در این منطقه از اواخر مهر ماه آغاز میشود بطوریکه در محدوده اکتشافی بارش برف در فصل زمستان بسیار سنگین بوده و اغلب به دو متر میرسد. به همین جهت جاده خاکی ارتباطی در زمستانها عمدتاً مسدود و غیرقابل استفاده است. با توجه به موارد فوق میزان برودت هوا و بارندگی در محدوده اکتشافی بسیار بیشتر از شهرها و حتی روستاهای هم جوار است. بنابراین فصل کاری در این منطقه بسیار محدود بوده و به ۷ ماه در سال میرسد. بعلاوه اینکسه هیچگونه آماری از اوضاع جوی شهرستان چالدران و محدوده اکتشافی وجود ندارد. اطلاعات مربوط به بارشهای جوی و وضعیت آب و هوایی شهرستان ماکو بعلاوه نزدیکی به گستره طرح در ادامه گزارش و در جدول شماره ۱-۵ و ۱-۶ ارائه شده است.

جدول ۵-۱: میزان بارندگی و تعداد روزهای یخبندان در سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۴ در شهر ماکو (۹)

1374	1373	1372	YEAR
273.6	326.1	413.1	Annual Precipitation(mm)
110	108	132	Freezing Days

۱-۵- ژئومورفولوژی :

محدوده اکتشافی از دیدگاه مورفولوژیکی دارای شرایط تپه ماهوری بوده و بیشترین اختلاف ارتفاع بین بلندترین و پست ترین نقاط آن در حدود ۴۵ متر است .
 از دلایل عمده بوجود آورنده وضعیت فوق ، میتوان به عملکرد شدید پدیده آلتراسیون بر روی واحدهای لیتولوژیکی محدوده اکتشافی و متعاقب این پدیده ، پاسخ تقریباً یکسان این سنگها به فرآیند هوازدگی و فرسایش اشاره نمود .
 واحدهای تشکیل دهنده لیتولوژی محدوده عمدتاً " فرسایش پذیر هستند و مناسب بودن خاک حاصل از فرسایش که روی این واحدها را می پوشاند منجر به تشکیل پوشش

جدول ۱-۶- اوضاع جوی شهرستان ماکو در سال ۱۳۷۴ (۹)

Moon	Annual Precipitation(mm)	Relative Humidity		Freezing Days	Absolute Temperature		Wind		Condition	
		Min	Max		Min	Max	Direction(deg)	Velocity(m/s)	Velocity(m/s)	Days
April	37.7	32	77	6	-4.2	17.2	240	25	25	1
May	46.8	38	80	0	2.5	25	270	15	15	1
June	39.5	33	77	0	9	31.3	320	26	26	1
July	38.3	32	70	0	10.2	31.6	320	13	13	2
August	0	30	65	0	15	34	300	12	12	2
Sep	30.7	26	65	0	6.2	32.6	320	11	11	2
Oct	23.8	40	80	0	1.2	22.2	260	20	20	2
Nov	3.8	34	74	9	-6.6	19.8	140	9	9	3
Dec	5.9	43	77	27	-13.8	17	15	27	27	1
Jan	7	50	83	21	-14	11.5	12	21	21	2
Feb	3.7	47	86	26	-15.8	9	200	26	26	1
March	36.4	44	83	21	-6.6	12	90	21	21	1

نسبتاً وسیع گیاهی در این محدوده شده است. تنها واحد سنگی صخره ساز، واحد سرپانتیت های برشی است.

ویژگی فوق در مناطقی از این سنگها که شدیداً سیلیسی شده و یا در مجاورت گسلها و شکستگیها مشاهده میگردد. مطالعه عوارض سطحی و سیستم زهکشی نشان میدهد که مسیر اکثر آبراهه های محدوده اکتشافی جنوبغربی است. بنابراین بخش عمده آبهای سطحی به این سمت هدایت میشوند.

۱-۶- امکانات زیر بنائی :

محدوده مورد مطالعه امکانات زیر بنائی مناسبی ندارد. روستاهای شاه بنده لو، آرخشان و شکفتی نزدیکترین آبادیهای محدوده اکتشافی هستند. دسترسی به روستای شاه بنده لو از طریق جاده آسفalte چالدران - ماکو بطول ۲۲ کیلومتر و دسترسی به روستای آرخشان و شکفتی از طریق راه فرعی منشعب از جاده خاکی شاه بنده لو - خانگلی امکان پذیر است.

فاصله محدوده اکتشافی تا جاده آسفalte ۱۷ کیلومتر میباشد. این راه خاکی محل عبور عشایر ساکن در منطقه در فصل ییلاق است و نیاز به مرمت و بازسازی دارد. در مسافت بین دشت خانگلی تا زون مینرالیزه عملیات راهسازی جهت ایجاد راه ارتباطی مناسب

بطول ۱ کیلومتر ضروری است . با توجه به طولانی بودن دوره یخبندان راه ارتباطی گستره طرح بمدت ۵ ماه در سال مسدود است .

از جمله موارد قابل اهمیت ، موقعیت جغرافیائی حساس محدوده اکتشافی بدلیل مجاورت آن با نوار مرزی است که این امر مشکلات متعددی برای اجرای عملیات اکتشافی فراهم کرده است . روستاهای هم جوار محدوده اکتشافی عمدتاً دارای آب و برق و مدرسه هستند لیکن فاقد درمانگاه و تلفن میباشند. آبادی کلیسا کنده (مرکز بخش زردشت) بفاصله ۳۰ کیلومتر از محدوده مسورد نظر ، نزدیکترین آبادی دارای درمانگاه ، بانک ، دبیرستان ، تلفن و سایر امکانات زیر بنائی است .

۱-۷- اکتشافات انجام شده :

۱-۷-۱- مرحله پتانسیل یابی :

مرحله پتانسیل یابی مواد معدنی در سال ۱۳۶۸ در محدوده ای بوسعت ۸۰ کیلومتر مربع توسط مهندسین مشاور کاوگران انجام شده است . در این مرحله پتانسیلهای معدنی فلزی و غیر فلزی تحت مطالعه قرار گرفت . در مطالعات مزبور دو هدف زیر دنبال شده است :

الف - شناسائی و ارزیابی پتانسیل معدنی از کانی سازی آسبست در منطقه مورد نظر .

ب - شناسائی و ارزیابی پتانسیل کانی سازیهای فلزی در منطقه .

مراحل کار بشرح زیر بوده است :

- برداشت زمین شناسی و تهیه نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰ .
- تهیه نقشه شبکه آبراهه ای به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰ .
- اکتشاف بروش کنترل زمینی (اکتشاف چکشی) روی پروفیل ها و سیستم آبراهه ها در طول برداشت زمین شناسی و کنترل زونهای مینرالیزه و آثار عملیات معدنی پیشین با برداشت ۷۱ نمونه (۵۱ نمونه پتروگرافی و فسیل شناسی ، ۲۰ نمونه جهت آنالیز شیمیائی برای عناصر Co,Au,As,Ag,Zn,V,Sb,Pb,Ni,Mo,Hg,Cu) .
- تعیین ایستگاههای نمونه برداری در شبکه آبراهه ای و برداشت تعداد ۴۲ نمونه جهت مطالعه کانیهای سنگین و رسوبات آبراهه ای .
- در این مطالعات ، یکی از مهمترین آثار شناسائی شده ، کانی سازی جیوه بوده که هم در اکتشافات سطحی و هم در بررسی ژئوشیمیائی کانیهای سنگین شناخته شده است . بر این اساس اجرای عملیات اکتشافی مفصل تر پیشنهاد شده است (۱۰) .

۱-۲-۲- مرحله اکتشاف مقدماتی :

اکتشافات مقدماتی در محدوده ای به وسعت حدود ۸/۵ کیلومتر مربع در سال ۱۳۷۱ توسط این مهندسین مشاور انجام شده است . در این مرحله نمونه برداری از رخنمون های سنگی (لیتوژئوشیمی) و رسوبات آبراهه ای (کانی سنگین) صورت گرفته که مراحل انجام کار بشرح ذیل است :

- برداشت و تهیه نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰
- تهیه نقشه آبراهه ای در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰
- نمونه برداری لیتوژئوشیمیائی در امتداد پروفیل‌های تقریباً شرقی - غربی بفاصله حدود ۱۰۰ متر در کل منطقه و فاصله ۵۰ متر در زونهای آلتره به تعداد ۱۱۰ نمونه . وزن نمونه های لیتوژئوشیمی یک کیلوگرم و حداکثر اندازه ذرات ۴۰ میلیمتر (برداشت بطریقه Chipp sampling) بوده است .
- ارسال نمونه ها به آزمایشگاه و آنالیز کلیه نمونه برای عناصر Cu,Co,Sb,As,Hg و آنالیز ۳۰ نمونه برای عناصر Au,Ag .
- پس از برآورد میزان خطا و دقت آزمایشگاهی ، با استفاده از نرم افزار Geoeas ، نتایج حاصله مورد پردازش تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت . سپس شاخصهای ناهنجاری شامل حدزمینه (Back ground) ، حد آستانه ای (Threshold) و آنومالی (Anomaly) بر اساس نوع توزیع روی سطوح اطمینان ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد با استفاده از روابط موجود محاسبه گردید .
- هر نمونه کانی سنگین بوزن حدود ۵ کیلوگرم و با دانه بندی ۲ میلیمتر در ایستگاه نمونه برداری برداشت شده و سپس بطریق شستشو و تغلیظ (لاوک شوئی) ، وزن آنها به ۴۰۰ گرم تقلیل داده شد، تعداد ۱۷ نمونه کانی سنگین در این مرحله برداشت شده است .
- برداشت نمونه های چکشی در امتداد پروفیل‌های پیمایش شده ، جهت مطالعه پستروگرافی بتعداد ۱۳ نمونه و مقاطع صیقلی بتعداد ۷ نمونه .

- در نهایت چنین نتیجه گیری شده است که کانی سازی جیوه به رخدادهای تکتونیکی جوان مربوط میشود. روند عمومی آلتراسیون و کانی سازی همراه آن شمالغرب - جنوبشرق بوده و شدیداً توسط سیستم گسله ای موجود در منطقه کنترل شده است. در این بررسی ها، ۳ نوع آلتراسیون سیلیسی، آرژیلیک و لیستونیتی شناسائی شده و آلتراسیون همراه با کانی سازی نوع سیلیسی معرفی شده است. بررسی های ژئوشیمیائی انجام گرفته در این مرحله دلالت بر وجود آنومالی های ژئوشیمیائی معتبری از عناصر Hg و Co, Cu, Sb, As در این منطقه مینماید. قویترین ناهنجاری ژئوشیمیائی جیوه نیز برزون آتره و مینرالیزه " چلی یوردی " منطبق میشود. نتایج ژئوشیمی کانیهای سنگین و اکتشافات چکشی نیز کانی سازی جیوه در این منطقه را به اثبات رسانده است. با توجه به مجموعه عملیات اکتشافی انجام شده در مرحله اکتشافات مقدماتی، زونهای مینرالیزه و امیدبخش مورد شناسائی قرار گرفته و برترتیب اهمیت و اولویت اکتشافی پیشنهاد شده است. اولویت اول مربوط به زون آتره " چلی یوردی " بوسعت ۳۰ کیلومتر مربع، اولویت دوم در شرق محدوده بوسعت ۱۶ کیلومتر مربع و اولویت سوم مربوط به زون مینرالیزه بیوک دره به مساحت ۳۳ کیلومتر مربع میباشد (۱۱).

۱-۷-۳- اکتشافات نیمه تفصیلی :

در خلال این بررسی ها مجموعه عملیاتی مشتمل بر تهیه نقشه توپوگرافی و زمین شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰ از محدوده اکتشافی بوسعت ۳۰ هکتار، طراحی، توجیه و حفر ترانشه

جمعا" بطول ۱۸۸۴ متر و حجم خاکبرداری ۴۲۷۷ مترمکعب ، برداشت ترانشه ها و نمونه گیری ژئوشیمیائی ، اکتشاف ژئوفیزیکی بروشهای ژئوالکتریک (RS,IP) و الکترومگنتیک (V,L,F) و در نهایت تجزیه و تحلیل های مربوطه و تلفیق نتایج حاصل از مراحل مختلف انجام گرفت .

بمنظور آشکارسازی ماده معدنی ، تعیین گسترش زونهای مینرالیزه ، سنگ در بر گیرنده (عمود بر روندهای اصلی) و برداشت نمونه های لیتوژئوشیمیائی، تعداد ۸ ترانشه اصلی با امتداد تقریبی N50E و ۶ ترانشه فرعی (در امتداد زونهای مینرالیزه) حفر گردید. از این ترانشه ها بعنوان پروفیلهای ژئوشیمیائی استفاده شده و نمونه گیریها بطریقه لپری - شیاری (Chipp - Channel) از این ترانشه ها انجام پذیرفت . اگر چه دقت آزمایشگاهی محاسبه شده بر اساس آنالیز نمونه های کنترلی بویژه برای عناصر Au,Hg رضایت بخش نبود ، لیکن بررسیهای آماری نشان داد که اکثر آنومالی های ژئوشیمیائی بدست آمده قابل انطباق با اکتشافات چکشی و شواهد صحرائی میباشد . تعیین موقعیت سطح فرسایش آنومالیهای ژئوشیمیائی (Hg) بر اساس ضرایب عناصر معرف نشان داد که این آنومالیها بر کانی سازی عناصر فوق کانساری منطبق میباشد . بطور کلی ضرایب بدست آمده برای ترانشه های T8,T7,T6,T5 (نیمه جنوبشرقی محدوده) نسبت به ضرایب بدست آمده برای ترانشه های T4,T3,T2,T1 پائین میباشد . به دیگر سخن مقدار عناصر فوق کانساری نظیر جیوه کاهش پیدا کرده و بر عکس ، میزان عناصر تحت کانساری نظیر Zn,Cu افزایش می یابد . سطح تپوگرافی پائین نیمه جنوبشرقی محدوده اکتشافی و در نتیجه سطح فرسایش عمیق تر آن نسبت به نیمه شمالغربی میتواند پاسخگوی احتمالی این موضوع

باشد. مشکل عمده ای که در بررسی های ژئوشیمیائی وجود دارد. خطای موجود در آنالیز نمونه ها است. لذا عیارسنجی های حاصل نمیتواند مبنای تعیین میسانگین عیار جیوه برای محاسبه ذخیره معدنی در زونهای مینرالیزه باشد. علاوه بر آن مغایرت زیادی در نتایج آنالیزهای مرحله اکتشاف مقدماتی با نتایج مرحله حاضر نیز وجود دارد.

از نظر اکتشافات ژئوفیزیکی، باپیمایش منطقه اکتشافی توسط روش قطبش القائی (IP) به همراه مقاومت ظاهری (RS)، یک آنومالی قوی IP با حداکثر شدت ۴۰ میلی ولت بدست آمده که آرایش های داپیل - داپیل بر روی پروفیلهای 150E, 200E وجود آنومالی رامشخص نمودند. نتایج حاصل از داده های V.L.F نیز بطور مناسبی با شبه مقاطع داپیل - داپیل هماهنگی دارد. با توجه به مشاهدات سطح الارضی چنین استنباط میشود که تنه اصلی کانی سازی در عمق قرار گرفته ورگه هائی از آن بشکل شاخه درختی (Branching Veins) در امتداد شکستگی ها تشکیل شده است. با در نظر گرفتن پارامترهائی چون شکل زیرزمینی آنومالی های ژئوفیزیکی و گسترش سطحی زونهای مینرالیزه ذخیره زمین شناسی این کانسار ۱۳۷۹۸۶۱ تن کانسنگ با عیار ۰/۱ تا ۶/۴ درصد جیوه محاسبه گردید (۱۲).

۱-۷-۴- مرحله اکتشافی حاضر :

- علی رغم وجود شرایط سخت و طساق فرسای آب و هوایی ، مشکلات شدید امنیتی و کارشکنی و ممانعت عشایر ساکن در محدوده در فصل یسلاق ، تیم کارشناسی این مهندسین مشاور موفق به ارائه خدمات مهندسی بشرح ذیل گردید :
- الف - مرمت جاده ارتباطی محدوده اکتشافی بطول ۱۷ کیلومتر با استفاده از بولدوزر .
 - ب - مرمت چند دهنه پل موجود در مسیر جاده ارتباطی و تقویت آنها بمنظور فراهم آوردن شرایط مساعد جهت عبور ماشین آلات سنگین نظیر بولدوزر و کمر شکن از روی آن .
 - ح - اصلاح مسیر آبروهای مجاور جاده .
 - ج - احداث راه ارتباطی به محدوده اکتشافی در دشت خان گلی از انتهای راه پاسگاه خانگلی تا محدوده اکتشافی .
 - د - تجهیز کارگاه واحداث کمپ مسکونی موقت در بدترین شرایط آب و هوایی .
 - ه - انتقال تجهیزات سوخت رسانی و تانکرهای ثابت و سیار جهت سرویس دهی به بولدوزر در گستره طرح .
 - و - تهیه نقشه زمین شناسی و تپوگرافی در وسعت حدود ۸ هکتار از محدوده اکتشافی بروش برداشت زمینی در مقیاس ۱/۵۰۰ .
 - ز - در ادامه عملیات اکتشافی برای تعیین محل دقیق نقاط حفاری ، جهت بدست آوردن بیشترین اطلاعات و با توجه به عملکرد شدید آلتراسیون بر روی واحدهای لیتولوژیکی

و پیچیدگی تاثیر فرآیند های تکتونیکی در محدوده اکتشافی وعدم وجود اطلاعات عمقی کافی از روند کانی سازی و گسترش سنگ میزبان وعوامل کنترل کننده کانی سازی ، حفرتعدادی چاهک دستی و احداث ترانشه های عمیق در محدوده گسترش زونهای مینرالیزه پیشنهاد وبه مورد اجرا در آمد . در این راستا چاهکهای متعددی به عمق ۵ تا ۱۵ متر و ۱۳۲۰۰ متر مکعب ترانشه عمیق اکتشافی علیرغم شرایط بسیار نامساعد جوی وامینتی توسط یک دستگاه بلدوزر D8 حفر گردید وبموازات آن راه ارتباطی داخل محدوده بمنظور حمل دستگاه حفاری احداث گردید .

خ - مطالعات تکتونیکی وبررسی های زمین شناسی بر روی دیواره ترانشه های احداث شده انجام پذیرفت ومقاطع زمین شناسی ترانشه های یاد شده تهیه گردید .

در خاتمه تعداد ۵۷ نمونه لیتوژئوشیمی از چاهک های اکتشافی وترانشه ها برداشت وجهت آنالیز برای عناصر Hg,As,Au,Ag,Cu به آزمایشگاه ارسال گردید .

ط - در راستای اجرای مطالعات فرآوری عنصر جیوه ، دو نمونه از رگه های پر عیار و کم عیار ماده معدنی برداشت ومطالعات لازم بر روی آن انجام پذیرفت . نتایج حاصل از این مطالعات در فصول آتی ارائه خواهد شد .

فصل دوم

کلیاتی در مورد جیوه



۲- کلیاتی در مورد جیوه :

۲-۱- کاربردهای جیوه :

شناخت کاربردهای جیوه به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد برمیگردد . در این عصر جیوه مصارف زیادی داشته که از آن جمله میتوان به تهیه آئینه از جیوه ، استفاده از ترکیبات آن در مصارف دارویی ، کاربرد آن در رنگها ، لوازم آرایشی در نزد یونانیان و رومیان قدیم اشاره نمود . تا قبل از جنگ جهانی اول استفاده اصلی از جیوه در فرآیندهای ملامه سازی برای بازیافت طلا و نقره بود و در جنگ جهانی دوم تولید باتریهای خشک جیوه ای شروع شد . در حال حاضر بموازات پیشرفت و توسعه تکنولوژی ، استفاده از جیوه در صنایع الکتریکی و الکترونیکی توسعه یافته ، بطوریکه این فلز در حال حاضر بعنوان یک فلز گرانتیمت و کمیاب در جهان مطرح گردیده است . کاربردهای اصلی جیوه در حال حاضر بشرح زیر است :

۲-۱-۱- کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی :

جیوه در تهیه باطری ، لامپ های جیوه ای و در سیم کشی و سوئیچ ها مصرف میشود .



الف - باتریسازی :

از اکسید جیوه در تهیه یک نوع باتری خشک استفاده میشود که در این باتری قطب منفی پودر روی ملقمه شده و قطب مثبت اکسید جیوه و گرافیت است و این دو قطب بوسیله یک جسم جاذب از هم جدا میشوند. از باتریهای جیوه ای در موارد گوناگون از قبیل بلندگو، سمعک، دوربین عکاسی، رادیوهای کوچک، ماشین حساب، ساعت‌های خودکار، میکروفون، رادیوها و در صنایع فضائی استفاده میشود. از خصوصیات مهم این باتری‌ها طول عمر راکد زیاد، ولتاژ عملی ثابت، کارائی بیشتر، ظرفیت زیاد تخلیه شدن در واحد حجم و عمل حرارتی بسیار گسترده است که این ویژگیها موجب کاربرد این نوع باتریها در صنایع فضائی و دیگر صنایع گردیده است.

ب - لامپ های جیوه ای :

لامپ های جیوه ای از یک لوله تخلیه الکتریکی، حاوی حجم های مختلفی از بخار جیوه استفاده میشود. این لامپها در کارخانه های تولیدی، و در ساختمانهای بزرگ مورد استفاده قرار میگیرند، لامپهای جیوه ای در مقایسه با انواع دیگر لامپها کارائی بسیار بالائی داشته و به ازاء هر وات مصرفی، روشنائی بیشتری را در فضای باز تولید میکنند.

ج - ادوات الکتریکی و سوئیچ ها :

خواص ویژه جیوه از قبیل پخش گرمای یکنواخت ، مقاومت تماس قابل پیش بینی و کارائی آن موجبات استفاده آن را در وسائل و ادوات الکتریکی و سوئیچ ها ولوله های کاندی برای رادیو و ارتباطات راه دور فراهم آورده است .

۲-۱-۲- کاربردهای جیوه در صنایع شیمیائی :

کاربردهای جیوه در صنایع شیمیائی شامل موارد زیر است :

الف - کاربرد جیوه در رنگها :

ترکیبات مختلف جیوه مثل فنیل استات جیوه در تهیه رنگهای مایع بازی جهت جلوگیری از کپک زدن بمیزان ۵٪ درصد وزنی استفاده میگردد . همچنین مقادیر کمی از جیوه بصورت رنگدانه مصرف میشود از جمله (Hgs) که رنگ قرمز دارد و بعنوان قارچ کش مصرف دارد .

ب- کاربرد جیوه در تولید کار :

جیوه بعنوان یک الکتروود (الکترولیز محلول کلرور سدیم) در تهیه کلرو و سود سوز آور مورد استفاده قرار میگیرد . جیوه بعنوان یک کاتد جاری کننده در یک سلول الکترولیتی حاوی محلول کلرور سدیم بکار میرود . در این سلولها با وصل شدن بجزریان الکتریسته ، گاز کلر در اطراف آند جمع میشود و ملقمه فلزی نیز با کاتد جیوه ای بوجه د می آید . ملقمه حاصل شده بکمک آب تفکیک میشود که در اثر آن سود سوز آور ، هیدروژن و فلز جیوه نسبتاً خالص بدست میآید که جیوه بدست آمده دوباره به سلول فرستاده میشود .

از کاربردهای دیگر جیوه استفاده از ترکیبات جیوه نظیر کاربرد جیوه بعنوان ضد عفونی کننده در جراحی و امراض جلدی و تهیه صابونهای طبی است .

۲-۱-۳- کاربرد جیوه در دندانپزشکی :

جیوه با اکثر فلزات تشکیل آلیاژ میدهد که آنها را ملقمه گویند . ملقمه ها ظاهراً "بخاطر پایداری فوق العاده زیاد ترکیبات بین فلزی مذکور سمی هستند و یکنوع از آنها در دندانپزشکی مورد استفاده میباشد .

وقتی که ترکیب بین فلزی Ag_3Sn با جیوه آسیا میگردد ، این ترکیب در جیوه حل

شده، تشکیل ملقمه نیمه جامدی میدهد که با گذشت زمان کوتاهی به شکل مخروط جامد و سختی از ترکیبات بین فلزی Ag_5Hg_8 ، Sn_7Hg درمی آید. بهنگام تشکیل این ترکیبات ملقمه فوق مختصری منبسط شده و محکم روی دیواره حفره دندان می نشیند بطوریکه باکتریها نمیتوانند به آسانی وارد دندان شوند.

۲-۱-۴- کاربرد جیوه در استحصال طلا:

چون طلای فلزی، خاصیت حل شدن و جذب شدن در جیوه فلزی را دارد، از این خاصیت استفاده کرده و طلای آزاد را از کانیهای دیگر استخراج مینمایند. بدین صورت که مقداری از کانی کنسانتره حاوی طلای آزاد در آسیای مخصوص ملقمه ریخته و روی آن مقداری جیوه فلزی (مایع) اضافه مینمایند. سپس از اضافه کردن برخی از مواد شیمیائی خوب مخلوط مینمایند که در نتیجه تمامی طلای آزاد موجود در تماس با جیوه قرار گرفته و طلا در آن حل میگردد و کلیه طلا از کانیهای دیگر جدا میگردد و در خاتمه جیوه را به آسانی جدا کرده و طلای جمع شده از آن را بوسیله تقطیر یا خلاء جدا میسازند. (۱۱)

۲-۲- بررسی کاربردهای جیوه از دیدگاه زیست محیطی :

چون جیوه عنصری سمی است بنابراین در بکاربردن جیوه باید با احتیاط کامل عمل نمود. جیوه از طریق پوست جذب شده و موجب مسمومیت میگردد. مسمومیت ناشی از جیوه برای کسانی که با جیوه و نمکهای آن سروکار دارند بسیار خطرناک است. جیوه با اینکه در مقایسه با فلزات فعالیت کمتری دارد ولی فلزی فرار بوده و در بدن اتم های آن بصورت Hg , Hg_2 دیگر اکسیده میشوند که ترکیبات هردو یون سمی هستند. جیوه محلول در آب اغلب بصورت متیل جیوه ($Hg(CH_3)_2$) است و در صورتیکه مقدار آن از ۰.۵ گرم در تن تجاوز کند برای انسان خطرناک است. برای حذف جیوه از پس آبهای صنعتی و قبل از وارد شدن به آبهای طبیعی ابتدا پس آب را وارد حوضچه سیمانی میکنند و سپس سولفید سدیم اضافه میکنند و سولفید جیوه غیر محلول رسوب کرده و با صاف کردن جدا میشود. سپس به آن محلول هیپوکلریت سدیم اضافه مینمایند که یونهای جیوه وارد محلول میشوند. (۱۱)

۲-۳- تولید و بازار جهانی جیوه :

۲-۳-۱- تولید جهانی جیوه :

چهار منبع عمده تولید جیوه در جهان وجود دارد :

الف - تولید جیوه از معادن جیوه .

ب- تولید جیوه بعنوان محصول جانبی از کانه های طلا ، روی و مس .

پ- جیوه بازیابی شده و تولید جیوه بعنوان یک محصول فرعی از محصولات صنعتی مربوطه .

ج- بازیافت ثانوی جیوه از ترکیباتش .

بزرگترین منبع تولید جیوه در جهان از معادن و کانسارهای جیوه میباشد . در سال ۱۹۹۵ اسپانیا با تولید ۱۴۹۷ تن مقام اول و چین و قرقیزستان بترتیب مقامهای دوم و سوم جهانی را داشتند . کل تولید جیوه در جهان در سال ۱۹۹۵ ، ۳۱۵۹ تن بوده است که بترتیب ۳/۲۷ درصد ، ۱۸ درصد و ۹/۲ درصد آن متعلق به کشورهای اسپانیا ، چین و قرقیزستان بوده است . در این سال جیوه تولیدی بعنوان محصول جانبی استخراج معادن مس در شیلی معادل ۸۰ تن گزارش شده است .

بررسی تولید جیوه طی سالهای ۱۹۸۴-۱۹۹۵ نشان میدهد که روند تولید این فلز روبه کاهش بوده است بطوریکه از ۶۲۱۷ تن در سال ۱۹۸۴ به ۲۱۲۰ تن در سال ۱۹۹۴ کاهش

یافته است . کاهش عمده تولید از سال ۱۹۹۰ به بعد بوده است که طی پنج سال تقریباً به نصف رسیده است . از دلایل عمده این کاهش قوانین محدودکننده زیست محیطی در بسیاری از کشورهای صنعتی میباشد . در سال ۱۹۹۵ تولید جیوه پس از رکود ۴ ساله ، مجدداً افزایش یافته است .

آمار تولید جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۸۸-۱۹۸۴ و سالهای ۱۹۹۵-۱۹۹۰ در جداول ۱-۲ و ۲-۲ درج شده است .

۳-۱-۱- تولید کنندگان عمده جیوه در جهان و روند تولید :

تولید کنندگان عمده جیوه در جهان کشورهای اسپانیا ، چین ، الجزایر ، شوروی سابق ، امریکا ، مکزیک ، فنلاند ، قرقیزستان ، ترکیه ، چکسلواکی سابق میباشند . قبل از فروپاشی شوروی سابق ، این کشور جزو تولید کنندگان عمده بود ولی از آن به بعد تولید آن کاهش یافته و در سالهای اخیر تولید جمهوری فدرال روسیه به زیر ۱۰۰ تن در سال رسیده است و کشورهای قرقیزستان ، تاجیکستان و اوکراین جزء تولید کنندگان جیوه قرار گرفته اند . مصرف کنندگان عمده جیوه کشورهای امریکا ، انگلستان ، آلمان ، ژاپن و شوروی سابق میباشند .

هم اکنون اسپانیا با تولید حدود ۴۷ درصد از تولید جهانی ، بزرگترین تولید کننده جیوه محسوب میشود . تولید جیوه در این کشور از کانسار المعدن واقع در ۲۰۰ کیلومتری جنوبغرب مادرید (اسپانیا) صورت گرفته و با بیش از یک میلیون تن ذخیره ، یکی از منابع

جدول ۱-۲- تولید جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۸ (بر حسب تن) (۱۷)

Country	1984	1985	1986	1987	1988
USSR/CIS	1800	1700	1700	1850	1650
Spain	1520	1542	1471	1510	1482
China	750	760	800	850	950
USA	657	598	465	100	480
Algeria	630	730	700	710	690
Mexico	383	330	345	350	130
Czech & oslovakia	155	158	165	164	160
Turkey	182	227	266	202	150
Finland	80	127	146	145	130
Yugoslavia	155	83	67	70	65

جدول ۲-۲- تولید جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (برحسب تن) (۱۷)

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995
USSR/CIS	800	750				
Spain	713.3	52.1	36	393	393	1497
China	930	800	600	554	467	570
USA	562	58	64	29	15	15
Algeria	637	431	476	459.1	414	292
Mexico	562	340	21	12	12	15
Czech & oslovakia	126	75	60			
Turkey	66	25	5			
Finland	109.2	110.4	74.6	100.8	90	90
Yugoslavia	37	35				
Russia			70	60	50	50
Oslovakia				50	50	50
Ukraine			100	40	50	50
Chile			59	127	70	80
Krygyszstan			300	250	448.5	400
Tajikistan			100	80	55	50
Others			12		6	
Total	4542.5	2676.5	1977.6	2154.9	2120.5	3159

درآمد دولت اسپانیا محسوب میگردد. روند تولید این کشور همانند سایر کشورهای تولیدکننده طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ دارای سیر نزولی بوده است لیکن از سال ۱۹۹۵ افزایش یافته و به حدود سالهای دهه ۱۹۸۰ رسیده است.

روند تولید جیوه در چین و الجزایر تقریباً ثابت بوده و طی سالهای رکود کاهش چشمگیری در تولید این فلز در چین گزارش نشده است. متوسط تولید جیوه در چین حدود ۱۸٪ و در الجزایر حدود ۱۲٪ تولید جهانی بوده است.

در امریکا و مکزیک روند تولید نزولی بوده و از ۶۵۷ تن در سال ۱۹۸۴ به ۱۵ تن در سال ۱۹۹۵ رسیده است.

برای شورهای نظیر چکسلواکی سابق، ترکیه، یوگسلاوی سابق در سالهای اخیر تولید گزارش نشده است و آمار تولید در کشور شیلی از سال ۱۹۹۲ به بعد گزارش میگردد که بعنوان محصول جانبی از معادن مس بوده است. (۱۷)

۲-۳-۲- تجارت و بازار جهانی جیوه :

۲-۳-۱- صادرات و کشورهای عمده صادرکننده :

حجم صادرات جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ بطور متوسط بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ تن در سال در نوسان بوده است. در سال ۱۹۹۰، اسپانیا با ۴۷۵ تن بیشترین صادرات جیوه را داشته است، سپس کشورهای الجزایر، چین و امریکا بترتیب بالاترین صادرات جیوه را بخود اختصاص داده اند. در سال ۱۹۹۱ اسپانیا و الجزایر و امریکا همچنان

در رده کشورهای عمده صادر کننده باقی ماندند ولی صادرات چین کاهش داشته است و از ۳۲۹/۷ تن در سال ۱۹۹۰ به ۶۲/۹ تن در سال ۱۹۹۱ رسیده است .

در سالهای ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ اسپانیا و امریکا بترتیب مقام های اول و دوم رایین صادرکنندگان جیوه داشتند و در این سالها هنگ کنگ بعنوان سومین صادرکننده وارد بازار صادرات جیوه شد .

در سال ۱۹۹۴ صادرات جیوه کاهش یافته و به میزان ۱۲۷۷ تن رسیده است که ۱۵۱۲ تن آن مربوط به هنگ کنگ بوده است و بقیه را کشورهای انگلستان و قرقیزستان و بمقادیر کمتر کشورهای فرانسه ، تایوان و ژاپن صادر کرده اند .

در سال ۱۹۹۵ تناژ صادرات جیوه مجدداً افزایش یافته که باز هم هنگ کنگ با ۷۰٪ از کل صادرات ، بیشترین مقدار صادرات را داشته و کشورهای انگلستان ، آلمان غربی سابق ، کانادا مقادیر کمتری صادر کرده اند .

آمار صادرات و صادر کنندگان عمده جیوه در جهان در سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ در جدول ۲-۳ ارائه شده است . (۱۷)

۲-۲-۳-۲- واردات و کشورهای عمده واردکننده :

واردات جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ بین ۲۵۰۰ تا ۳۵۰۰ تن در نوسان بوده است . در سال ۱۹۹۰ ، کشور هندوستان با ۴۲۶/۵ تن اولین واردکننده جهانی این فلز در جهان بوده است و بعد از آن برزیل و آلمان غربی سابق ، عربستان سعودی ، هنگ کنگ

جدول ۲-۳- صادرات جهانی جیره طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (بر حسب تن) (۱۷)

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995
UK	176.3	108.3	79.7	199.1	245	224.3
Austria	0.7	1.5	2.4	0.5		
BLEU	36.5	50.1	199.6	3.4		
Denmark	6.2		3	2.5	0.2	4.7
Finland	103	110	89	228		
France	38	112	87	39	19.8	
Germany	75.6	374.2	97.2	66.7		116.2
Ireland	0.349	14.1	149.1	8.4		
Italy	21	67.9	82.6	150		
Netherlands	154	68	44	96		
Spain	475	832	898	1170		
Sweden	45	79	59	2		
Norway	259	8	29	5	2	
Switzerland	32.6	11.2	3.1	4.8		18.7
Algeria	400.6	679				
Canada	33.16	50.8	64.5	35.6	5.1	107.4
Mexico	23.1	0.328	1.9			
USA	311.6	588.2	994.4	888		179
Chile		0.69	58.9	126.9	70	9
China	329.7	62.9	52.5	53.4		
Hong kong	116.1	123.8	476.7	309	1012	1577
Japan	103.9	8.7	2.6	6.5	18.6	
Krygyszstan				2.2	106.9	
Singapour	7.4	5.9	19	39	3.5	2.4
Taiwan	3.5	49.8	51	21.5	36.6	18.2
Others	2		3	1		

و آفریقای جنوبی قرار دارند که وارداتی بیش از ۱۰۰ تن در این سال داشته اند. در سال ۱۹۹۱ هندوستان همچنان مقام اول واردکنندگان را ۴۸۲/۹۱ تن بخود اختصاص داده است و رومانی و اسپانیا با ۳۱۲ و ۲۱۰ تن در مقام دوم و سوم قرار داشتند و سایر کشورهای عمده واردکننده شامل آلمان غربی سابق، برزیل، آرژانتین، هنگ کنگ و فیلیپین بوده اند.

در سال ۱۹۹۲ بالاترین مقدار واردات جهانی طی سالهای مورد بررسی بمقدار ۳۷۸۲ تن انجام شده است که بزرگترین واردکننده کشور هنگ کنگ با ۶۵۱ تن بوده است و بعد از آن کشورهای چین و هندوستان با ۵۵۵ و ۳۳۹ تن قرار دارند. در سالهای ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ حجم واردات جهانی حدود ۳۴۰۰ تن در سال بوده است و هنگ کنگ و چین در رده اول و دوم واردات جهانی قرار دارند و بعد از آن ها کشورهای اسپانیا و هندوستان قرار دارند. واردات اکثر کشورها در سال ۱۹۹۵ در دسترس نمیشد. بنابراین جمع کل واردات جهانی قابل مقایسه با سایر سالها نمیشد ولی وجود آمار واردات هنگ کنگ با ۱۹۷۶ تن در این سال نشان دهنده آن است که این کشور هنوز در صدر واردکنندگان جهانی این فاز قرار دارد. آمار واردات جهانی جیوه بر حسب کشورهای واردکننده طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ در جدول ۲-۴ ارائه شده است (۱۷).

جدول ۲-۴- واردات جهانی جیوه طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ (بر حسب تن) (۱۷)

Country	1990	1991	1992	1993	1994	1995
UK	51	39.4	67.2	17.9	5	3.8
BLEU	74	87.2	91	50.3		
Denmark	3.7	14.8	24	3.8	5.1	1.9
Franco	107	109	133	183	53.4	
Gormany	188.7	191.9	174.2	98.5		133.5
Groeco	4	4	5	2		
Ireland	48.5	15.6	25.8	30.5		5.3
Italy	92	75.9	48.7	11		
Netherlands	106	83	37	191		
Portugal	15	14	5	1.4		
Spain	79	210	220	356		
Austria	5.9	6.6	5.3	0.8	2.4	
Finland	1	1				
Hungary	27		23	17	7	
Norway		3		21	3	7
Poland			13			
Romania	15	312	216	152	106	106
Sweden	14	9	56	5		
Switzerland	15.7	12.9	7.4	11.9	8.3	19.8
Turkey	22	5	5	3.8	22	
Morocco	9.2	10.2	8			
South Africa	119	97		37.4	53.3	63.5
Tunisia	6.3	1.1	1			
Canada	53.8	12	16.8	8.7	5.6	6.1
Mexico	0.75	45	84.8	97	37	
USA	14.9	55.4	91.7	39.9	129	377
Argentina	58	123	37			
Brazil	239.5	146.8	181	158		
Colombia	44.7	76.8	39	12		
Peru	11.7	20.6		28		
Uruguay	7	0.3	0.4		3.5	
Venezuela	15.3	48.8	3.9	20.8		
China			555.6	344.1	809.1	
Hong Kong	128.7	115.5	651	472.2	1385.1	1976.5
India	426.5	482.9	338.9	305	292.2	
Indonesia	41.5	86.2	192.9	218.6		
Israel	1	6	2	1		
Japan	33.8	44.8	25.7	12.1	6.2	
North Korea	3	3		2		
South Korea	27.1	30.2	18	33.4	34.3	
Malaysia		5.1	11			
Myanmar	16.2	10.1				
Pakistan	61	75.1	112.1	36.4	34.2	
Philippines	92.7	120.8	95.4	67.6	157.3	
Saudi Arabia	139.6					
Singapore	18.7	85.5	23.9	49.7	101.5	45.4
Sri Lanka	1.3	0.8	2.3	174.2	5	
Taiwan	10.8	13.5	18.9	3.7	15.6	8
Thailand	10	10.6	11.4	87.4	82.5	
Australia	73.5	73.5	80.7	59.1		
Others	17.7	23	14	17	2	
Total	2580.7	3019.9	3782	3437	3448.6	2751.9

۲-۴- حمل و نقل جیوه :

فلز جیوه در دنیا معمولاً بصورت جیوه طبیعی (عنصری) خرید و فروش میشود و بر روی ترکیبات آن معاملات چندانی صورت نمیگیرد . جیوه طبیعی با خلوص ۹۹/۹ درصد را در ظروف چدنی و فولادی حمل و نقل میکنند . ظرفهای حمل و نقل جیوه در اندازه های مختلف از فلاسکهای فولادی ۷۶ پوندی و یا تانکرهای چند تنی هستند . جیوه با خلوص بیشتر (۹۹/۹۹۹٪) را معمولاً در ظرفهای کوچکتر شیشه ای یا پلاستیکی بسته بندی کرده و به بازار عرضه میکنند .

۲-۵- روش های کانه آرائی و استحصال جیوه :

۲-۵-۱- روش های کانه آرائی جیوه :

از آنجائیکه سنگ معدن جیوه در دمای نسبتاً پائین تجزیه میشود (عنصر جیوه در ۳۵۷ درجه سانتیگراد تبخیر میشود) از قبل از دوران دوم باستان روش تهیه آن عبارت از حرارت دادن سنگ معدن و بعد تراکم و میعان بخار جیوه بوده است . در روشهای جدید هنگامیکه سنگ معدن دارای عیار پائین بوده و هزینه حرارت دادن بالا باشد جهت صرفه اقتصادی ابتدا سنگ معدن را باید بروشهای مختلف تغلیظ نمود و سپس

اقدام به استحصال جیوه از کنسانتره نمود .

عیار قابل قبول سنگ معدن جیوه در مناطق مختلف تفاوت‌های قابل ملاحظه ای دارد. معمولاً جیوه از کانسارهای دارای عیار $0/1\%$ تا بیش از 2% بازیابی میشود . اما اغلب کانسارهای اقتصادی بیش از 2% جیوه دارند . در معدن المعدن اسپانیا در برخی مناطق عیار جیوه تا 10% نیز میرسد بجز امریکا در کشورهای دیگر هنگامیکه عیار جیوه سنگ معدن 1 تا 2% (20 تا 40 پوند در هر تن) باشد مرغوب محسوب میگردد . ولی در امریکا این نسبت بین $0/5$ تا $0/75\%$ (10 تا 15 پوند در هر تن) بعنوان عیار مرغوب شناخته شده و عیارهای پائین $0/05$ تا $0/15$ درصد میبایستی تغلیظ شوند . مهمترین کانی جیوه سسینابر یا سولفید جیوه (Hgs) میباشد و حدود 90% محصول جیوه جهان از این کانی استخراج میگردد . از سایر کانیهای جیوه از قبیل متاسینابر جیوه ، لیوینگستونیت واز جیوه خالص نیز جیوه استحصال میگردد ، علاوه بر استخراج جیوه از معادن ، مقدار کمی نیز بصورت همراه با کانسنگ های روی و مس بعنوان محصول جانبی قابل بازیابی است . تولید جیوه بعنوان محصول جانبی در جهت ممانعت از آلودگی بعلت وضع قوانین و استانداردهای زیست محیطی افزایش یافته است .

روش های متداول کانه آرائی کانه های جیوه عبارتند از سنگ جوری ، خرد کردن ، جداکردن ثقلی (روشهای جیگ و میز) و روش های فلوتاسیون میباشد .

۲-۵-۱-۱- روش ثقلی :

با توجه به اینکه وزن مخصوص کانه سینابر نسبتاً زیاد است ($8/10$ گرم بر سانتیمتر مکعب) بنابراین روش پر عیار سازی با استفاده از میز وجیگ که بر اساس جداسازی ثقلی است میتواند بسیار مناسب باشد ولی این روش بدلیل تولید نرمة زیاد ، شناور شدن ذرات کانه در آب باعث کم شدن درصد بازیابی است . در یک نمونه میز طراحی شده برای حداکثر 100 تن در روز در امریکا بعد از مراحل سنگ شکنی ، سرند کردن و آرایش با میز ، نتیجه 85% بازیابی بدست آمده است . در این عملیات کانه اولیه با عیار حدود 454 گرم در تن (1 پوند در هر تن) بوسیله میز پر عیار شده و در سرند کردن دوباره ، عیار جیوه 8 تا 10 درصد افزایش یافته و در نهایت محصول با 65% جیوه بدست آمده است . این روش توسط شرکت معدنی Oat Hill Middle Calif طراحی و مورد استفاده قرار گرفته است .

استفاده از میز وجیگ جهت پر عیار سازی جیوه در فیلیپین نیز متداول است . در این کشور جیگ ، میز و فلو تاسیون جهت پر عیار سازی بکار گرفته میشود . خوراک ورودی باطله حاصل از استریپینگ است . بنابراین هزینه معدنکاری پائین است با وجود این تقریباً 75% از هزینه ها صرف خردایش سنگ معدن به ابعاد $1/2$ اینچ میشود .

۲-۵-۱-۲- روش فلوتاسیون :

بنظر میرسد که روش فلوتاسیون مناسب ترین روش کانه آرائی سینابر باشد ، این روش نیز دارای مشکلاتی میباشد که توجه به آنها ضروری است این مشکلات شامل موارد زیر است :

- ۱- ایجاد نرمه ضمن خرد کردن کانه .
 - ۲- وجود کانه های رسی نظیر مونت موریلونیت و غیره همراه کانه .
 - ۳- آزاد شدن کانه در اندازه های متعارف ۶۰ الی ۱۰۰ مش بدلیل وجود ذرات بسیار ریز اوپال همراه کانه .
- موقعی که سینابر بصورت کانه نسبتاً ریز بلور است و به راحتی بدون آسیا کردن زیاد آزاد میشود و سنگ معدن دارای رس اضافی نمیشد به روش فلوتاسیون ، کنساتره مرغوب با درصد بازیابی بالا بدست می آید .
- از شرکتهای معدنی که بروش فلوتاسیون مبادرت به تغلیظ جیوه مینمایند میتوان بموارد زیر اشاره نمود :

- شرکت کومینکو در منطقه Pinche lake کانادا .
 - شرکت معدنی نیپون در جزیره Hokaido ژاپن .
 - معدن سروتوپیانو در ایتالیا .
- جزئیات و فلوشیت عملیات در دسترس نمیشد . در یک مورد از شرکت معدنی نیپون

در ژاپن گزارش شده است که ۷۰٪ از جیوه بصورت جیوه خالص میباشد و در معدن سروتویانو در ایتالیا نیز مقدار زیادی کانه نرمة ضمن خرد کردن از دست میرود.

شرکت معدنی جکسون مائونیتن در ایالات متحده امریکا در معدنی بنام Glass Bulles واقع در ۵۲ مایلی غرب کانسار Burns، بسا استفاده از روش فلوتاسیون در سال ۱۹۶۶ بمدت دو سال با ظرفیت ۱۵۰ تن در روز، کانسنگ محتوی ۱ پوند در هر تن جیوه را با راندمان ۸۷٪ تغلیظ نموده است.

نتایج بدست آمده از فلوتاسیون یک نمونه کانه سینابر از معدن گلاس بوش امریکا بعد از خردایش حدود ۹۰٪ تا ۶۵ مش و راندمان حدود ۹۰ تا ۹۴٪ در عیارهای ۶۸۰ گرم تا ۹۰۰ گرم بر تن در جدول شماره ۲-۵ و کاتالیزورهای فلوتاسیون در جدول شماره ۲-۶ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲-۵: نتایج بدست آمده از فلوتاسیون یک نمونه کانه سینابر

درصد بازیابی	عیار بدست آمده		عیار اولیه	اندازه کانه ها
	درصد	وزنی		
۹۰	٪ ۱۷/۵	۱۶۰ کیلوگرم برتن (۳۵۰ پوند برتن)	۶۸۰ گرم برتن (۱/۵ پوند برتن)	٪ ۹۰ دانه ها زیر ۶۵ مش
۹۴	٪ ۲۲/۵	۲۰۰ کیلوگرم برتن (۴۵۰ پوند برتن)	۹۰۰ گرم برتن (۲ پوند برتن)	٪ ۹۰ دانه ها زیر ۶۵ مش

جدول شماره ۲-۶: مواد شیمیائی مورد استفاده در فلوتاسیون کانه سینابر در معدن گلاس- بوش

ماده مصرف شده	مورد مصرف	مقدار ماده مصرف شده
آئروگزنات ۳۰۱ یا DOWZ-12	کلکتور	۱۳۵ گرم (۰/۳ پوند) برتن
آئروفلوت ۳۱ (Aerofloat)	کلکتور	۳۰ گرم (۰/۰۷ پوند) برتن
سولفات مس	فعال کننده	۱۲۰ تا ۱۸۵ گرم (۰/۲۷ تا ۰/۴۱ پوند) برتن
فروت - آئروفروت ۶۵ (Aerofroth-Frother)	کف ساز	۸۰ گرم (۰/۱۷ پوند) برتن

تحقیقات جدیدی بر روی فلوتاسیون سنگهای معدنی سولفیدی جیوه انجام نشده زیرا در گذشته بخوبی بر روی آن کار شده است و آزمایش های فلوتاسیون بر روی نمونه های بسیار گوناگون در اداره معدن " نوادا " انجام شده است . عامل مهم در فلوتاسیون موفق کانه سولفید جیوه ، بازیابی نرمه ها با توجه به حضور رس های همراه کانه میباشد . نتایج بدست آمده نشان میدهد که استفاده از ترکیبات سدیم ، بجای آهک برای کنترل PH مناسب ، کارساز بوده است . وجود یون سدیم مانع تورم رس ها میشوند . نتایج آزمایشگاهی فلوتاسیون بر روی دامنه وسیعی از عیار سنگهای معدن بشرح زیر بدست آمده است :

ماده مصرف شده	مورد مصرف	مقدار مصرف شده
کربنات سدیم	جهت کنترل PH	ایجاد PH ۷/۲ الی ۷/۸
سیلیکات سدیم	کلکتور	بیش از ۱/۸۰ کیلوگرم (۴ پوند) بر تن
سولفات مس	فعال کننده	۱۸۰ گرم (۰/۴ پوند) بر تن
کاتالیزور سیانامید ۳۰۱	بازدارنده	۱۸۰ گرم (۰/۴ پوند) بر تن
روغن کاج	کف ساز	۰/۳ تا ۰/۱۵ گرم بر تن

۲-۵-۲- فرآوری و استحصال فلز جیوه از کانسنگهای تغلیظ شده :

کانی های سولفیدی جیوه در درجه حرارتهای ۳۷۵ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد بشکل بخار درمیآیند و از همین خاصیت برای استحصال جیوه پس از خردایش کمتر از ۲ تا ۱/۲ اینچ استفاده میشود. سنگ معدن را مستقیماً یا بعد از تغلیظ و تولید کنسانتره در کوره های مخصوص گرم میکنند تا بصورت بخار آزاد شود. سپس این بخار را بوسیله سیستم های مخصوص سرد میکنند تا فلز جیوه بدست آید. در صورتیکه فلز با درجه خلوص زیاد لازم باشد محلول سرد شده را دو یا سه بار تقطیر کرده و یا از پالایش الکتریکی استفاده مینمایند.

در کارخانه های با مقیاس کوچک، عملیات تولید جیوه بطور ناپیوسته انجام میگردد و از وسایل ساده گرم کننده، متراکم کننده و تصفیه کننده استفاده میشود، ولی برای تولید جیوه در مقیاس بزرگ، معمولاً عملیات، پیوسته بوده و از کوره های دوار (افقی) و یا قائم استفاده میشود. تغذیه و تخلیه نیز بصورت مکانیکی انجام میگردد. در کارخانه هایی که خوب طراحی شده باشند، میتوان تا بیش از ۹۵٪ جیوه موجود در کانه را با عیار تجاری ۹۹٪ بازیابی نمود.

روش فرآوری شیمیائی، یکی از روش های استحصال جیوه از کانسنگ یا کنسانتره جیوه میباشد که با وجود تنوع روش ها از لحاظ اقتصادی متروک به صرفه نمیشوند. قدیمی ترین این روش عبارت از حل کردن سولفید جیوه در یک محلول سولفید قلیائی

(سولفید سدیم یا هیدرواکسید سدیم) است . سپس فلز جیوه با اضافه کردن آلومینیوم و یا بروش الکترولیز استحصال میگردد .

روش دیگر فراوری شیمیائی که در مقیاس آزمایشگاهی ونیمه صنعتی توسط اداره معادن امریکا تجربه شده است شامل اکسیداسیون سولفید جیوه بهمراه الکترولیز اسلاری سنگ معدن در محلول آب نمک (NaCl) است که بنام الکترواکسیداسیون سینابر معروف میباشد .

در این روش یون جیوه در محلول نمک یک ترکیب با ثبات تتراکلور تشکیل میدهد و سپس بر روی فلز روی ته نشین شده ورسوبی را تشکیل میدهد که استحصال میگردد . روش دیگر که در اصل در سال ۱۹۲۷ توسط گلایزر ابداع شده ودر سال ۱۹۶۹ تکمیل گردیده انحلال سولفید جیوه در محلول هیپوکلریت کلرین میباشد . گاز کلرین در آب حل شده واسید هیپوکلرور یا یون هیپوکلریت ویون کلریت تشکیل میدهد . جیوه فلزی ، سینابر وسایر ترکیبات جیوه در چنین محلولی بسرعت حل میشود . روش های مختلف برای ترکیب جیوه از محلول بکار گرفته میشود که میتواند بصورت ترنشست جیوه فلزی ، سولفید و غیره باشد ویا میتواند از طریق تبدلی یونی یا جذب سطحی کربن ، جیوه استحصال گردد . تحقیقات در زمینه ابداع روشهای جدید تر استحصال جیوه ادامه دارد .

تجربیات نشان داده است که سنگ معدن با حداقل عیار $0.25\% \text{Hg}$ بعد از مرحله خردایش با دانه بندی کوچکتر از $1/2$ تا 2 اینچ میتواند بطور مستقیم در کوره دوار تشویه شده وتبدیل به بخار جیوه گردد . این امر نسبت به تشویه کنسانتره از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیز میباشد . این امر بدلیل بالا بودن درجه آزادی کانه سینا بر است که بعد از

جداسازی و ایجاد نرمه بیشتر برای کنسانتره روش ثقلی مناسب نیست ضمن اینکه کنسانتره بروش فلوتاسیون علیرغم سهولت بدلیل ایجاد گرد و غبار در کوره خالی از اشکال نمیباشد .
گزارش از دانه بندی عیارهای مختلف در تست کلسینه بشرح زیر میباشد :

$$\text{Hg درصد } 0/55 = 1/2 \text{ " تا } 2 \text{ "}$$

$$\text{Hg درصد } 0/10 = 1/4 \text{ " تا } 1/2 \text{ "}$$

$$\text{Hg درصد } 0/05 = \text{میکرون } 8 \text{ تا } 1/4 \text{ "}$$

$$\text{Hg درصد } 0/06 = \text{میکرون } < 8$$

و در واحد فرآوری سولفوربانک (کالیفرنیا ، ایالات متحده) حداقل عیار بهره برداری از معادن بشرح زیر نشان داده شده است :

جیوه با عیار ۱/۷۵ پوند برتن (۰/۰۷۹ درصد) با دانه بندی بزرگتر از ۲ اینچ

جیوه با عیار ۲/۲۰ پوند برتن (۰/۱۰ درصد) با دانه بندی ۳/۴ تا ۲ اینچ

جیوه با عیار ۴/۲۰ پوند برتن (۱/۹ درصد) با دانه بندی ۱/۴ تا ۳/۴ اینچ

جیوه با عیار ۱۱/۵ پوند برتن (۰/۵۲ درصد) با دانه بندی کوچکتر از ۱/۴ اینچ

کانه های دارای عیار بیش از ۰/۲۵ درصد از طریق سرنند نمودن و برگشتن دانه های بزرگتر باطله توسط سنگجوری دستی تغلیظ میگردند . در بیشتر واحدهای پسالایش واحد برگشتی دانه های درشت تر از طریقه دانه بندی همراه ویا بسدون سرنند نمودن دانه های درشت موجود است . دانه بندی ثانویه از ۱/۲ الی ۲ اینچ ، شستشوی دانه های بزرگتر جهت جداکردن نرمه با تاکید بر رنگ و سپس دانه بندی وبعد خردایش دانه های درشت تر و گرم نمودن مواد خرد شده در کوره ، مجموعه عملیاتی است که انجام میگردد . در این

طریق در اثر دانه بندی نمودن ، حدود ۵۰٪ یا بیشتر وزن محصول بعد از گرم نمودن کاهش می یابد .

کانه سینابر بدلیل وزن مخصوص بیشتر سرعت فلوته میگردد . معمولا " کانسنگ با عیار پائین با توجه به وضعیت انتشار دانه ها بخوبی از طریق سنگجوری دستی جدا شده و کنسانتره میگردند ولی کنسانتره تولید شده از این روش میبایستی توسط یک روش گرانتیمت تر از متد عبور از کوره گرم شوند . در واحد سولفوربانک حتی با خردایش تا حداکثر یک اینچ باقیمانده گرد و غبار منتقل شده از کوره بقدری زیاد است که بساید قبل از تراکم ذرات ، غبار گیری مجدد انجام گیرد و غبار بقدری در محتوی جیوه شرکت مینماید که میبایستی مجددا " فلوته شوند .

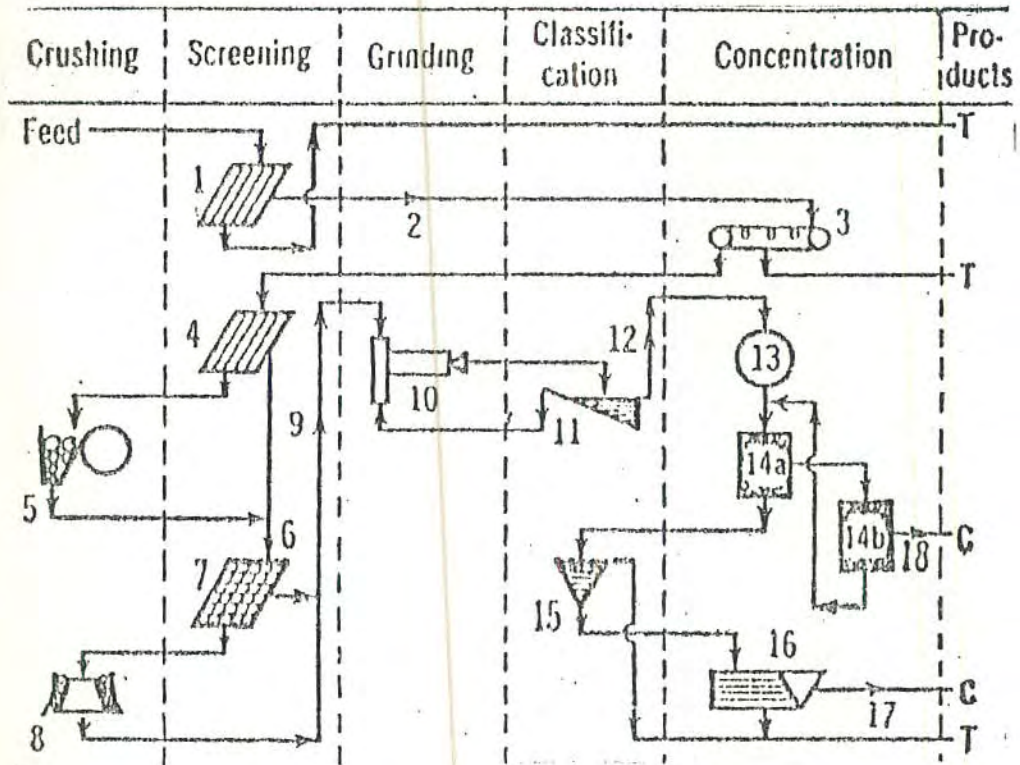
در زیر به چند نمونه از کارخانجات فرآوری جیوه اشاره میگردد :

۲-۵-۲-۱- واحد فرآوری جیوه در ایالت گویررو (مکزیک) :

فلوشیت واحد فرآوری جیوه در ایالت گویررو ، مکزیک در شکل شماره ۲-۱ نشان داده شده است . مشخصات این واحد بشرح زیر است :

کانسنگ : لیوینگستونیت (سولفات آنتیموناید جیوه) و سینابر با استینیت ، گوگرد طبیعی و پیریت در گچ ، دولومیت و کالسدونی

ظرفیت : ۱۶ تن در روز



شکل ۱-۲- فلوشیت واحد فرآوری جیوه در ایالت گویررو، مکزیک

عیارها: خوراک ورودی ۰/۲۴٪ جیوه و ۰/۹۶٪ آنتیموان

کنسانتره: ۷-۱۱ درصد جیوه و ۲۵-۵۰ درصد آنتیموان

در صد بازیابی: ۹۰٪ جیوه

نسبت تغلیظ: حدود ۴۰ به یک

ارقام ارائه شده در شکل شماره ۲-۱ بیانگر موارد زیر است:

۱- گریزلی مسطح ۱۰ اینچ (مواد کانه دار عبور کرده و باقیمانده به بخش باطله انتقال می یابد)

۲- مخزن با ظرفیت ۴۰ تن

۳- نوار نقاله به عرض ۳۰ اینچ

۴- گریزلی ۳ اینچ

۵- سنگ شکن فکی با دهانه ای به ابعاد ۱۰×۲۰ اینچ

۶- نوار نقاله

۷- سرند سیمونز ۳×۶ فوت با چشمه ۳/۸ اینچ

۸- سنگ شکن ژیراتوری از نوع layor ۲۰ اینچ

۹- نوار نقاله بعرض ۱۸ اینچ با شیب ۱۷ درجه، نمونه گیر، مخزن ۳۰۰ تن، فیلدر نواری

۱۸ اینچ

۱۰- آسیای گلوله ای تیلور ۶×۵ فوت

۱۱- کلاسیفایر ۴×۲۰ فوت

۱۲- پمپ

۱۳- آماده ساز به ابعاد ۸×۶ فوت

۱۴- یک دستگاه فلو تاسیون Denver b-A ۶ سلولی

a = سلولهای ۳ تا ۶

b = سلولهای ۱ و ۲

مواد شیمیائی شامل گزنتات ، روغن کاج ، کربنات سدیم برای تنظیم PH = ۸ و سولفات مس

۱۵- مخروط نرمه گیر ۵ فوت

۱۶- میز شماره ۶ Wifley (ویفلی)

۱۷- بازگشت به آسیا

۱۸- نیکتر ۴×۱۶ ، یک فیلتر استوانه ای ۳×۴ فوت ، خشک کن

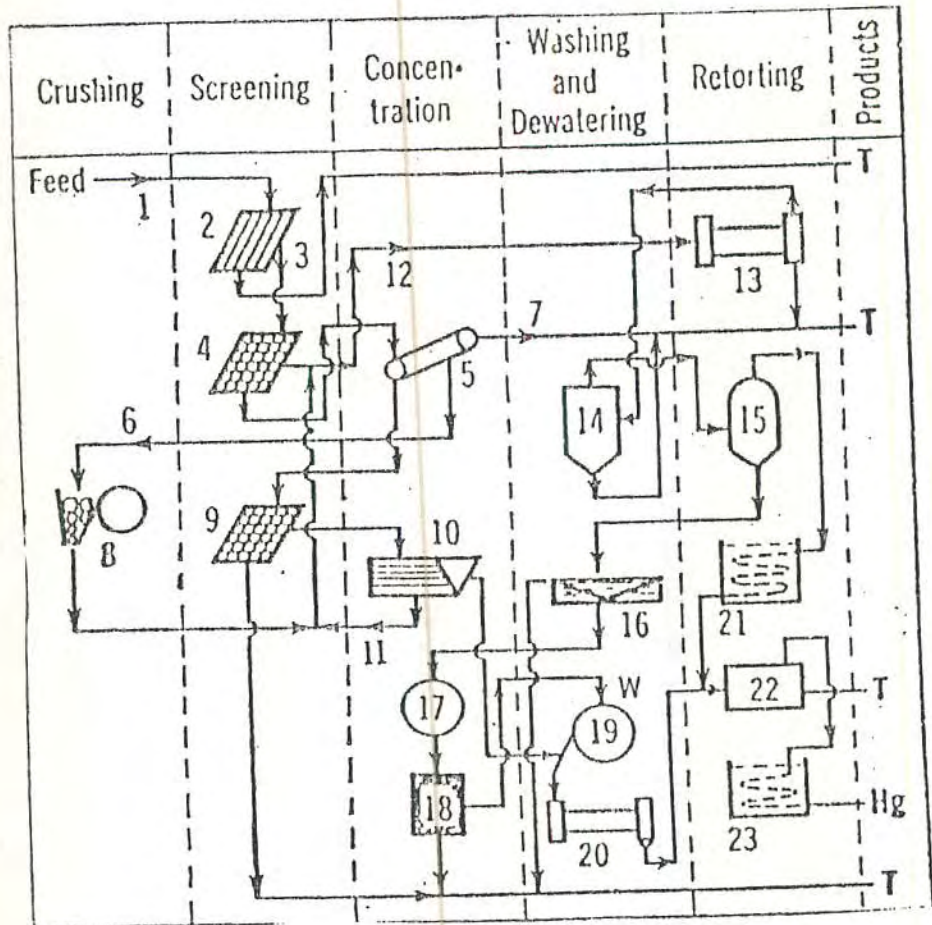
این واحد شامل یک مرحله سنگ شکنی ، سرند ، آسیا ، کلاسیفایر ، مسیز نرمه و فلو تاسیون است .

۲-۲-۵-۲- واحد فرآوری جیوه سولفور بانگ :

فلوشیت این واحد در شکل شماره ۲-۲ نشان داده شده است و مشخصات آن بشرح زیر

میباشد :

کانسنگ : سینابر دانه ریز پراکنده در بازالت هوازده با عیار متوسط ۲٪ گوگرد



شکل ۲-۲- فلوشیت واحد فرآوری جیوه سولفوربانک

ظرفیت : ۳۰۰ تن در روز

عیار : خوراک ورودی ۴/۵ پوند برتن (۰/۲۰٪) جیوه وضایعات برگشتی

دستی ۱/۵ پوند برتن

بازیابی جیوه : ۸۵ درصد

برق مصرفی : ۳/۳ کیلووات برهر تن

نیروی کار : ۳/۴ تن برهر نفر در هر شیفت کار

خلاصه فرآیند : بازیابی ضایعات اولیه در اندازه های بیش از ۹ اینچ در گر

ثانویه بوسیله سنگ جوری دستی با دانه بندی ۱-۹ اینچ و سپس شستشو بر

ارقام ارائه شده در شکل شماره ۲-۲ بیانگر موارد زیر است :

(۱) خوراک ورودی بوسیله دودستگاه بیل مکانیکی یک یارد مکعبی ب

کامیون های ۸ یارد مکعبی به محل کار حمل میشود .

(۲) گریزلی شیب دار ساخته شده از ریلهای ۷۰ پوندی بفاصله ۱۹ اینچ

(۳) مخزن اسکپهای ۲ تنی بر روی ریل شیدار ، مخزن ۴۰ تنی فیدر آسیا

(۴) سرند استوانه ای به عرض ۲۲ اینچ و طول ۸ فوت با چشمه های دایره

(۵) نوار نقاله شیدار به عرض ۳۶ اینچ و به طول ۴۰ فوت که بر روی آ

شده است .

(۶) مخزن به ظرفیت ۲۵ تن

(۷) نوار نقاله ای که به دپوی باطله منتهی میشود .

(۸) سنگ شکن فکی ۱۰×۲۰ اینچ ، با دهانه خروجی ۲ اینچ ، این سنگ ش

ر هنگامی که

مخزن ۶ پر است بطور منقطع کار میکند .

(۹) سرند لرزان با چشمه ۱/۴ اینچ برای جدایش چپس ها

(۱۰) میز که عیار کنسانتره آن حدود ۱۰۰۰ پوند بر تن و عیار باطله حدود ۶ پوند بر تن جیوه

(۱۱) استخرهای ذخیره برای آبگیری ، خشک کردن با آفتاب ، بار کردن کامیونها با بیل دستی

بسمت دیو

(۱۲) نوار نقاله به عرض ۱۸ اینچ و به طول ۴۳۰ فوت ، نوار نقاله به عرض ۱۸ اینچ و به طول

۳۸ فوت ، دیوی ۵۰۰۰ تنی ، یک دستگاه دراگ لاین (drag line) ، نوار نقاله به عرض

۱۸ اینچ و به طول ۴۸ فوت ، بالابر سطحی، مخزن ۵۰ تن ، فیدر ۳۰ اینچ ، نوار نقاله به

عرض ۱۸ اینچ و به طول ۶۰ فوت .

(۱۳) کوره دوار بطول ۴۶ اینچ با شیب ۱/۲ اینچ بر فوت ، مقدار خوراک ۱/۸ تن (خشک)

در هر ساعت . مشعل در طرف خوراک دهی نصب شده و درجه حرارت گاز خروجی

۶۲۵ درجه سانتیگراد است. مقدار اکسیژن ورودی طوری تنظیم میشود که گوگرد سوخته

نشده ای در گاز خروجی نباشد زیرا در قسمت کندانسه کردن تمایل به واکنش با جیوه

دارد .

(۱۴) سیستم غبارگیر

(۱۵) مخزن ته نشینی

(۱۶) دومخزن ته نشینی بصورت سری

(۱۷) یک مخزن Devereaux ۱۰×۱۰ فوت با سرعت ۲۵ دور در دقیقه

(۱۸) یک دستگاه فلو تاسیون ۲ سلولی

۱۹) فیلتر خلاء از نوع Batch

۲۰) دیسک های خشک کن برقی از نوع Batch

۲۱) سیستم سری کندانسور .

۲۲) کندانسور لوله ای

۲-۵-۲-۳- واحد فرآوری جیوه شرکت کالوردیل (Colverdale):

فلوشیت واحد فرآوری جیوه کالوردیل در شکل شماره ۲-۳ ارائه شده است و مشخصات

این واحد بشرح زیر است :

محل : کالوردیل کالیفرنیا

کانسنگ : سینابر بصورت رگه ولایه های نازک در درز وشکافهای سنگ چرت با ساختمان

شدیدا "تکتونیزه"

ظرفیت : ۴۲۰ تن در روز

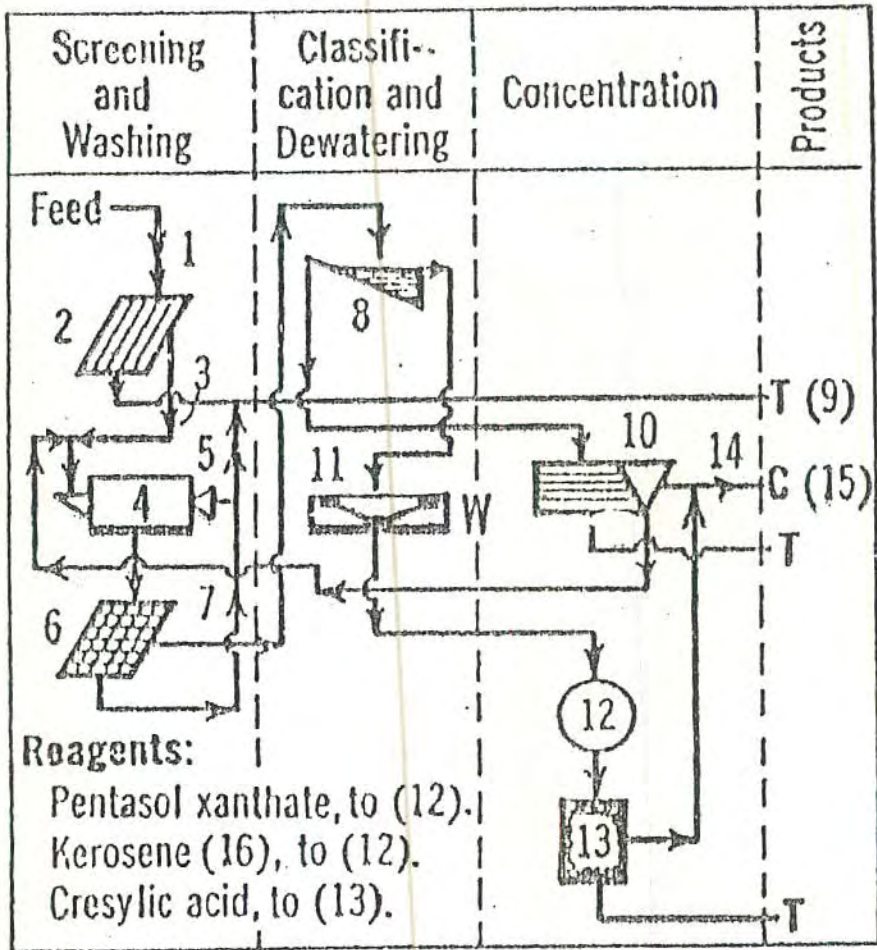
عیار : خوراک ورودی ۱ پوند بر تن جیوه وکنسانتره ۵۰٪ جیوه

بازیابی : ۵۰٪ در آسیای قدیمی (IC 6966)

فرآیند : شامل سرند ، کلاسیفایر وتولید کنسانتره با استفاده از میز وسلولهای فلوتاسیون

است .

ارقام ارائه شده در شکل شماره ۲-۳ بیانگر موارد زیر است :



شکل ۲-۳- فلوشیت واحد فرآوری جیوه Colverdale

- (۱) بار ورودی بوسیله کامیونهای ۳ تنی از معدن روباز به کارخانه حمل میشود.
- (۲) گریزلی با چشمه ۶ اینچ
- (۳) مخزن ۵۰۰ تنی مجهز به فیدر نواری
- (۴) آسیای گلوله ای
- (۵) نوار نقاله ۲۴ اینچ
- (۶) سرند لرزان Symons با چشمه ۱۰ میکرون
- (۷) نوارنقاله
- (۸) کلاسیفایر که برای سرریز بالای ۱۰ میکرون کار میکند. عیار خوراک ورودی ۴ تا ۵ پوند بر تن جیوه
- (۹) نوار نقاله بسمت دپوی باطله
- (۱۰) میز ارتعاشی
- (۱۱) تیکتر ، پمپ دیافراگمی
- (۱۲) همزن
- (۱۳) سلولهای فلوتاسیون Kraut
- (۱۴) آب گیری و مرحله خشک کردن
- (۱۵) کنسانتره

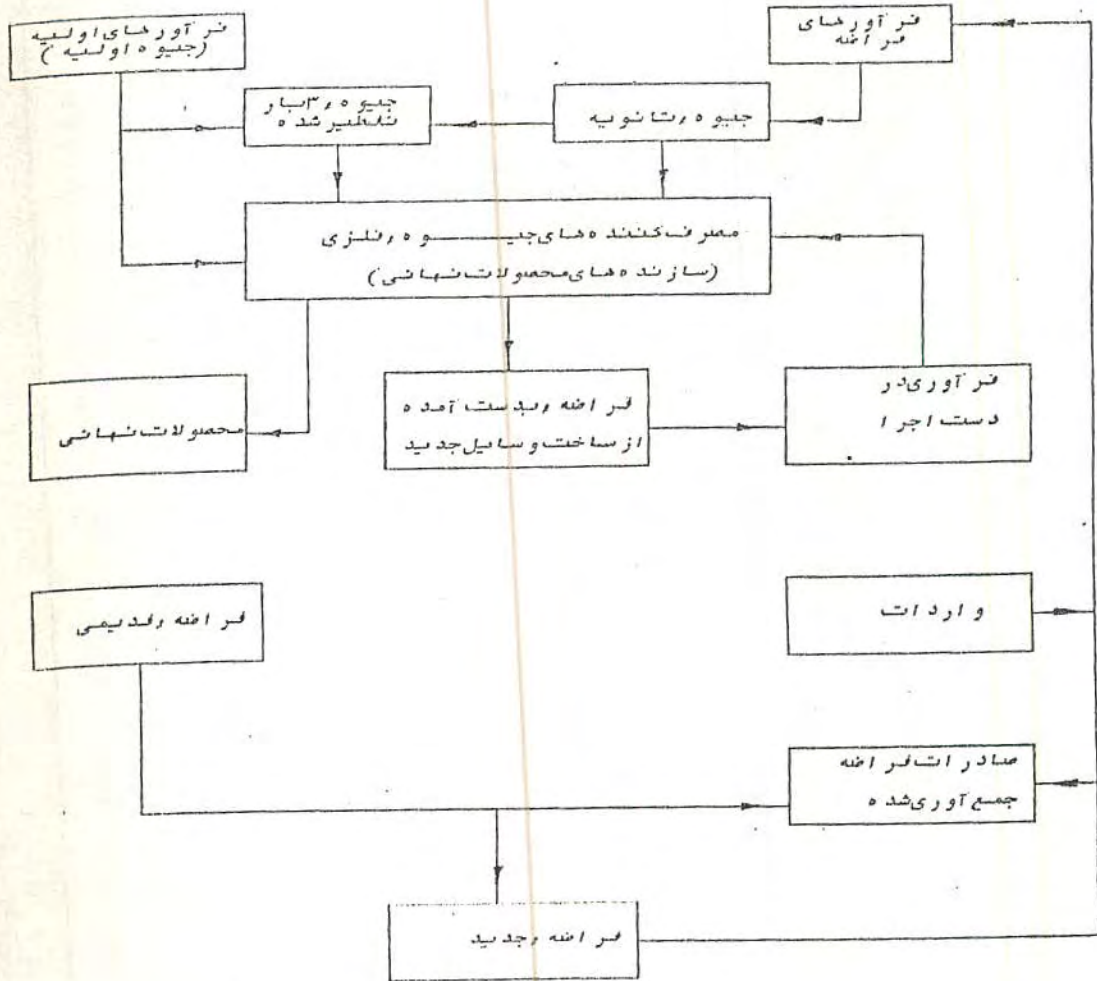
۲-۵-۳- تولید جیوه بعنوان محصول فرعی :

یکی از روشهای تولید جیوه ، بازیابی جیوه موجود در دستگاههای الکتریکی و کارخانجات تولید کلر قلیا میباشد . پس از اتمام عمر مفید این دستگاهها و کارخانه ها و قراضه شدن آنها جیوه بازیابی میگردد . در شکل شماره ۲-۴ فرآیند مصرف مجدد قراضه ها نمایش داده شده است .

جیوه را بعنوان محصول فرعی از کانه های قلع - تنگستن ، طلا و فلزات پایه نیز استخراج میکنند . قبلاً در ایالات نوادای امریکا ضمن استخراج طلا ویا در اسپانیا و فنلاند ضمن فرآوری متالورژیکی روی ، جیوه هم بعنوان محصول فرعی استخراج میشد .

۲-۶- قیمت جیوه و روند تغییرات آن در سالهای اخیر :

قیمت های بازار آزاد جیوه در نشریه متال بولتن منتشر میشود . بر اساس گزارش این نشریه قیمت جیوه طی ۵ سال گذشته بدلیل تقاضای نامنظم و تولید متغیر ، نوسان زیادی داشته ، قیمت هر فلاسک جیوه در سال ۱۹۹۳ بین ۱۱۵-۱۰۰ دلار بوده در حالیکه در سال ۱۹۹۴ شروع به افزایش نموده و به ۱۳۰-۱۱۰ دلار در هر فلاسک رسیده است . روند افزایش قیمت در سال ۱۹۹۵ نیز ادامه داشته و هر فلاسک در اکتبر سال ۱۹۹۵ بین ۱۷۰-۱۵۰ دلار



شکل ۲-۴- جریان قراضه جیوه در یک کشور صنعتی (۳ و ۴)

مبادله شده است. افزایش قیمت در سال ۱۹۹۶ تقریباً به حداکثر مبلغ طی ۵ سال گذشته رسیده و هر فلاسک ۱۸۰ دلار خرید و فروش شده است. از نیمه دوم سال ۱۹۹۶ قیمت جیوه روبه کاهش بوده و ژوئیه همان سال به ۱۷۲-۱۶۲ دلار رسیده است. در اوایل سال ۱۹۹۷ قیمت هر فلاسک جیوه معادل قیمت اواسط سال ۱۹۹۶ بوده و طی در اواسط سال ۱۹۹۷ قیمت شروع به کاهش نمود و در ماههای سپتامبر و اکتبر و نوامبر به ۱۵۵-۱۴۵ دلار در هر فلاسک در بازار آزاد مبادله شده است.

جدول شماره ۲-۷ قیمت جیوه را با عیار ۹۹/۹٪ طی سالهای ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۷ نشان میدهد (۸).

قوانین و مقررات محدود کننده زیست محیطی و جایگزینی مواد دیگر از عوامل مهم تاثیرگذار بر قیمت جهانی جیوه است. مصرف جیوه در مواردی نظیر صنعت کاغذ، ملقمه کردن طلا، کشاورزی، داروسازی و رنگ در سالهای اخیر کاهش یافته است. عوامل محدود کننده منجر به کاهش تقاضا و افزایش هزینه های تولید شده و بر روی قیمت جهانی جیوه تاثیر میگذارد. در سالهای اخیر بهبود نسبی در میزان تولید و تقاضای جهانی جیوه باعث رشد مصرف باتری های جیوه ای روی داده است که بی تاثیر بر روی قیمت جهانی جیوه نمیشد. بعنوان مثال مصرف جیوه در وسایل الکتریکی و باتریها در کشور امریکا ۵۰٪ افزایش داشته است.

از عوامل دیگری که بر قیمت جهانی جیوه تاثیر گذاشته، عرضه جیوه ثانویه از دو دهه گذشته تاکنون میباشد بطوریکه چندین معدن تولید اولیه جیوه طی این سالها بدلیل عرضه بیش از حد جیوه ثانویه تعطیل شدند و این موضوع بر قیمت جیوه در جهان تاثیر گذاشته

جدول ۲-۷- قیمت جیوه با عیار حداقل ۹۹/۹ درصد در بازار آزاد وطنی ماههای مختلف سالهای ۱۹۹۳-۱۹۹۷ (۸)

Price (\$/Flask)		Year	Month	Day
From	To			
100	115	1993	Jan	30
110	130	1994	Sep	9
130	150	1995	Feb	8
138	150	1995	April	5
138	155	1995	April	21
150	170	1995	Oct	25
170	180	1996	March	15
162	172	1996	July	5
161	171	1997	Jan-Feb-March	
158	168	1997	April-May-June	
150	168	1997	July-August	
145	155	1997	Sep-Oct-Nov	

است. یکی از منابع مهم تغذیه کننده جیوه ثانویه جهان در دودسه گذشته، جیوه مورد مصرف در کارخانه های تولید کالر - قلیا بوده است. در حالیکه تا دهه ۱۹۷۰ بیشترین مصرف جیوه در تولید کالر - قلیا بوده و از این تاریخ به بعد بدلیل وضع قوانین محدود کننده زیست محیطی مصرف جیوه در این مورد کمتر شده و کارخانه های تولید کالر - قلیا به مرور زمان تعطیل شدند و جیوه آنها بازیابی و برای مصارف دیگر فروخته شد. مثلاً طی سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۸۷ از بسته شدن کارخانه های کالر - قلیا ی ژاپن حداقل ۱۰۲۰ تن جیوه بازیابی و به بازار عرضه شده است. در کشورهای دیگر نیز حذف این نوع کارخانه ها با سرعت بیشتری ادامه دارد. ظرفیت بازیابی جیوه از کارخانه های کالر - قلیا در کشورهای غربی حدود ۳۳٪ تولید جیوه اولیه است (معادل ۱۰۲۰ تن که تقریباً بیش از تولید دو سال جیوه اولیه جهان است).

بازیابی جیوه از باتریهای مصرف شده از دیگر منابع تولید جیوه ثانویه است و در برخی از کشورها جمع آوری باتریهای مصرف شده جیوه ای بمنظور جلوگیری از آلودگی محیط زیست رو به افزایش بوده و مورد تشویق قرار گرفته است.

معدن المعدن اسپانیا بعنوان بزرگترین ذخیره جیوه نقش مهمی را در بازار جهانی جیوه دارد. امتیازاتی که این معدن در بازار جهانی دارد ناشی از بالا بودن عیار کانه و میزان ذخیره قابل استحصال و تغییرات در روش استخراج و کاهش هزینه های تولید است (۸).

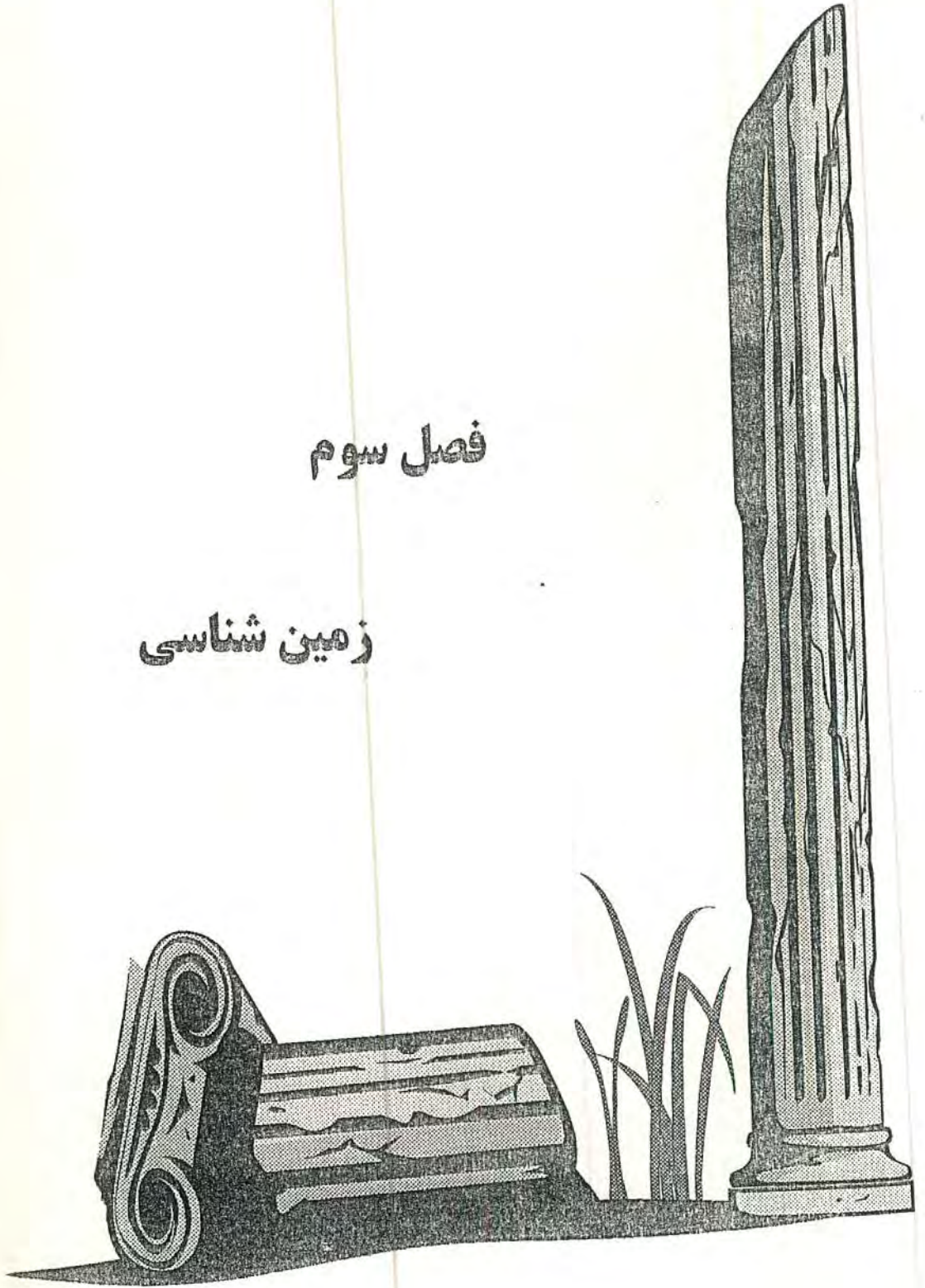
بطور کلی عواملی که بر بازار جهانی جیوه تاثیر دارند عبارتند از:

- قوانین محدود کننده زیست محیطی
- استفاده از مواد جایگزین بجای جیوه

- رشد مصرف باتریهای جیوه ای
- عرضه جیوه ثانویه ، بویژه جیوه بدست آمده از کارخانجات کلر - قلیا
- حاکمیت معدن جیوه المعدن اسپانیا بعنوان بزرگترین تولید کننده جیوه بر بازار جهانی
- و تعیین استراتژی تولید توسط این معدن
- فروش جیوه بلوک شرق به کشورهای غربی

فصل سوم

زمین شناسی



۳- زمین شناسی :

۳-۱- زمین شناسی و متالورژی ناحیه ای :

ناحیه مورد بررسی از نظر جغرافیائی در شمالغرب کشور و در استان آذربایجان غربی قرار گرفته است. این منطقه در قالب زمین ساخت جهانی در بخش مرکزی کمر بند کوهزائی آلپ - هیمالیا واقع شده و بر اساس تقسیمات زمین شناسی ایران (افتخار نژاد، ۱۳۵۹) در زون افیولیتی شمالغرب کشور موسوم به افیولیت های خوی - ماکو قرار دارد. کمر بند افیولیتی یاد شده بقایای پوسته اقیانوسی نئوتتیس میباشد که در امتداد راندگی زاگرس از سیستان و بلوچستان آغاز و تا شمالغرب کشور در ناحیه خوی - ماکو ادامه داشته و به فلات آناتولی و به کوه های تاروس واقع در خاک ترکیه ختم میشود. افیولیت های یاد شده که به افیولیت های محوری (در تقسیم بندی اشتوکلین، ۱۹۷۱) نیز موسوم هستند از جنوبشرقی کشور در ناحیه سیستان و بلوچستان بسمت شرق ادامه پیدا کرده و رخنمونهایی از آن در شرق گسل چمن پاکستان مشاهده میشود. نظریات بسیاری در مورد پیدایش و تکوین این کمر بند ارائه گردیده است. بر اساس نظریات اشتوکلین در مورد وضعیت ساختاری شرق چین خوردگی آلپ هیمالیا و جنوب آسیای مرکزی، این مناطق به چهار بخش (دومن) شمالی، جنوبی، رشته کوه های افیولیتی محوری و بخش مرکزی تقسیم میگردد. همانگونه

که ذکر گردید ، منطقه مورد مطالعه در بخش رشته کوه‌های افیولیتی قرار می‌گیرد. شواهد زمین‌شناسی نشانگر آن است که این بخش از نظر تکتونیکی بسیار فعال بوده و در محل مجموعه مذکور اقیانوس عمیق و باریکی وجود داشته که کف آن در حال گسترش ، باز شدن و تشکیل پوسته اقیانوسی بوده است . این اقیانوس قبل از تکامل ، تحت تاثیر فشارهای جانبی بسته شده است . شدت فشارهای جانبی چنان گسترده بوده که موجب مخلوط شدن این مجموعه و حرکت آن بر روی زمین های مجاور و تشکیل افیولیت ملائزهای ایران گردیده است . شدت پدیده فوق در طول این کمربند یکسان نبوده لذا این زون در ایران به دو بخش کاملاً متمایز بیرونی (Outer sub belt) و درونی (Inner sub belt) تقسیم میگردد (۲) .

بخش بیرونی، افیولیت‌های باختران ونیریز را شامل میشود که در جنوب روراندگی زاگرس گسترش داشته و احتمالاً با افیولیت‌های عمان در ارتباط میباشد . در این بخش سنگهای افیولیتی بصورت توده های بزرگ بر روی رسوبات ، رانده شده و توسط رسوبات مائس تریستین (تشکیلات تاربور) پوشانده میشوند . سن جایگزینی سنگهای افیولیتی در این زون به زمانی قبل از مائس تریستین نسبت داده شده است . از ویژگیهای این زون میتوان بوجود توده های بزرگ از آهکهای متبلور به سن پرمین و تریاس بصورت اجزاء بیگانه (Exotic) اشاره نمود .

بخش درونی شامل افیولیت‌های نوار مرزی ایران و ترکیه میباشد که ناحیه مورد بررسی را نیز در بر میگیرد . گسترش این بخش در قسمت آناتولی مرکزی ترکیه ، بسیار وسیع بوده و در امتداد خط راندگی زاگرس ادامه دارد و حلقه آمیزه رنگین ایران مرکزی نیز که

بلوک لوت را احاطه کرده جزئی از آن محسوب میگردد. توده های بزرگ پریدوتیتی بخش بیرونی در بخش درونی بندرت دیده میشود. رسوبات ائوسن بطور دگر شیب این مجموعه را پوشانده است. بنابراین جایگزینی و تشکیل ملانژ افیولیتی را به قبل از ائوسن میانی نسبت میدهند. نحوه تشکیل مجموعه های افیولیتی به این ترتیب است که در گوشته فوقانی بعلت ازدیاد دما، ذوب بخشی صورت میگردد. مواد حاصل از ذوب که ترکیب بازالتی دارند با توجه به چگالی کمتر نسبت به محیط اطراف، بسطح زمین کشیده شده و به بیرون راه پیدا میکند. در ضمن مهاجرت وپس از آن بخشی از این مواد متبلور میگردد. پس از استقرار این مایع، بلورهای مزبور به کف مایع سقوط کرده و ته نشین میشوند (کومولیت). اجتماع این بلورها که اکثراً از نوع الیوسن وپیروکسن است، بخشی از سنگهای اولترابازیک تحتانی را بوجود می آورد وبخش دیگر اولترابازیکهای مجموعه افیولیتی، ممکن است باقی مانده ذوب شده گوشته فوقانی باشند. وقتی گدازه مزبور به کف دریا رسید و با دریا تماس حاصل نمود بخش فوقانی آن بسرعت سرد شده وپیلولاوا از آن بوجود می آید و به این طریق، سقفی عایق تشکیل میشود که ماگما در پناه آن به آرامی سرد میشود. نتیجه این سرد شدن تدریجی و آرام، پیدایش گابرو و دایکهای دلریتی است.

بنابراین وضعیت لایه ای در مجموعه های اولترابازیک و گابرو را میتوان به تزریقات مکرر مواد مذاب و ورود آن به محیط تبلور مربوط دانست. دایکهای دلریتی را نیز میتوان مسیر و معبر تزریقات مکرر به بخشهای سطحی و رسیدن مواد مذاب به سطح فوقانی در نظر گرفت. چنانچه مجموعه مزبور در مرحله جامد و تحت تاثیر حرکات

تکتونیکمی ، حالت لایه ای خود را از دست بدهد وبصورت مجموعه خرد شده وبهم ریخته ای ظاهر گردد ، در این صورت آنرا آمیزه رنگین (Coloured melonge) می نامند .

بطور کلی واحدهای تشکیل دهنده مجموعه افیولیتی ایران ، مشابه واحدهای سازنده افیولیت‌های دنیا بوده وعمدتاً شامل مجموعه ای از سنگهای اولترابازیک ، گابرو ، دیاباز و سنگهای حاصل از تفریق گابروها وبالاخره گدازه های بالشی زیر دریائی میباشند که با توف ها و سنگهای آذر آواری ورسوبات آهکی ورادیولاریتی در هم آمیخته است . با توجه به قرارگرفتن منطقه مورد بررسی در بخش درونی ، در ادامه گزارش ویژگیهای این زون مورد بررسی قرار میگیرد :

(۱) در این زون سنگهای افیولیتی در قطعات کوچک بی ریشه ، بصورت یک مجموعه با سنگهای رسوبی بهم آمیخته ومخلوط درهمی را ایجاد نموده اند . سنگهای افیولیتی در این بخش عمدتاً از دیاباز ، گدازه های بالشی ، دایکهای ورقه ای ، اسپیلیت های بازالتی - آندزیتی ، گابرو وتوف های بازیک تشکیل شده اند که مقدار آن برخلاف کمر بند بیرونی ، نسبت به سنگهای فوق بازیک افزونتر است .

(۲) قسمت رسوبی کمر بند درونی ، شامل رسوبات آواری ریز فیلیش ، بهمراه سنگهای ولکانیکی وتوف ، رادیولاریت ، آهکهای سیلیسی وپلاژیک قرمز وخاکستری رنگ بوده ومجموعاً مخلوط درهمی را ایجاد نموده اند ولی ارتباط چینه ای آنها کاملاً مشهود است .

(۳) سن آهکهای پلاژیک با توجه به وفور میکروفسیل در آنها از کونیاسین تا مائس تریشتین مشخص گردیده است . در بخشی از نوار مرزی ایران وترکیه سن آنها به

پالئوسن وحتى به ائوسن میرسد . بنابراین بخش رسوبی افیولیت‌های درونی از زون بیرونی جوانتر است .

(۴) با وجود اینکه کلیه اجزاء تشکیل دهنده ملانژ افیولیتی ، ظاهراً " Exotic " به نظر میرسند ولی جملگی متعلق به یک تراف رسوبی واحد میباشند که بعداً بطور کامل در هم آمیخته و یک مخلوط نابرجا تشکیل داده اند که اجزاء قدیمی در آنها بندرت دیده میشوند .

(۵) بخشی از کمر بند فرعی درونی ، شدیداً متأثر از یک دگرگونی فشار بالا بوده و سبب ایجاد رخساره های شیست سبز و گلوکوفان شیست گردیده است .

در باره سن افیولیتها دو موضوع باید از هم تفکیک شود : اول سن تشکیل دهنده های اصلی افیولیتها و سپس سن اختلاط . بدیهی است که سن اختلاط کمتر ، از سن تک تک واحدهای تشکیل دهنده ملانژ است . در مورد اول نیاز به داده های رادیومتری است که تاکنون جواب قانع کننده ای در کل نداده است ولی سن مخلوط شدن را بطور نسبی میتوان تعیین نمود .

در این ناحیه ، کهنترین سنگها دارای رخنمون مربوط به کرتاسه (بالائی) بوده و قدیمتر از کرتاسه دیده نشده است . تصور میرود که در زمان کرتاسه پائین ، این ناحیه بخشی از حوضه نئوتتیس (ویا گودالهای تراف مانند) را تشکیل میداده است که خاستگاه اولیه مجموعه افیولیتی در محیط کافت اولیه بوده است . در ناحیه خانگلی ، نهشته های آپسین رخنمون ندارد ولی نهشته های کرتاسه فوقانی که شامل سنگهای افیولیتی ، رادیولاریت و آهک پلاژیک است در بخش بزرگی از این گستره بچشم میخورد . این مجموعه بدلیل حرکات تکتونیکی شدید ، دستخوش جابجائی ها و گسلهای شدید گردیده است بطوریکه

ارتباط لیتولوژیکی آن بهم خورده است. نهشته های ترسیر شامل رسوباتی از تیپ فیلیش است که بطور دگرشیب (با قاعده کنگلومرانی) بر روی مجموعه افیولیتی قرار گرفته اند. نهشته های کواترنر را گدازه های آتشفشانی با ترکیب بازالت ، رسوبات تراورتن و طبقات تخریبی پای دامنه کوه و مسیل آبراهه تشکیل میدهند. سنگهای ولکانیکی کواترنر با سنگهای آتشفشانی شمالغرب ایران در ارتباط بوده و محصول فعالیت های آتشفشانی کوه های آرات و تندورک هستند (این دو آتشفشان در خاک ترکیه قرار گرفته و گدازه های بازالتی آنها پهنه وسیعی را در اطراف این دو آتشفشان پوشانده اند). در همین منطقه و دقیقاً در مرز ایران و ترکیه دهانه آتشفشان کوچکی دیده میشود که سنگهای خروجی آن بیشتر بشکل گدازه و اندکی بصورت بمب و لاپیلی است.

صرفنظر از فعالیت آتشفشانی از نوع بازیک (به سن کواترنر) که فوقاً ذکر آن رفت ، فعالیت آتشفشانی اسیدی نیز در این ناحیه در زمان الیگوسن - میوسن بوقوع پیوسته است. گسترش این سنگها در ۸ کیلومتری جنوبشرقی منطقه مورد مطالعه قابل مشاهده است. لیکن گسترش اصلی این سنگها بطرف غرب و بداخل کشور ترکیه میباشد. این ولکانیکها فورانهای آتشفشانی اسیدی با ترکیب ریولیتی - داسیتی (ریوداسیتی) هستند. نظر به اینکه این ولکانیسم سبب بالا رفتن درجه زمین گرمائی و تشکیل چرخه های آب گرم و سیستمهای گرمابی شده است نقش مهمی در کانی سازی دارد (۳).

سنگهای یاد شده بطور دگر شیب بر روی گدازه های بازالتی (که خود بخشی از مجموعه افیولیتی هستند) و رسوبات شیالی ائوسن قرار میگیرند. این سنگهای ولکانیکی ، بدون لایه بندی تا ضخیم لایه بوده و عمدتاً از قطعات خاکستر آتشفشانی و پومیس در یک

زمینه شیشه ای ریز دانه تشکیل شده اند. بهمین جهت نام توف های برشی پومیس دار را میتوان به آنها اطلاق نمود. در نزدیکی آبادی سعدل در داخل این توف برشها، یک توده کوچک گدازه تماما "شیشه ای پرلیتی بچشم میخورد که نشان دهنده فوران بخشی از آنها در محیط زیر آبی (دریاچه ای) است. بجز از سنگهای آتشفشانی و آذر آواری که ذکر آن رفت، در این ناحیه یک سری توده های نیمه عمیق از جنس کوارتز دیوریت - مونزونیت با بافت میکروگرانولار پورفیری گسترش دارند که واحدهای مختلف مجموعه افیولیتی از قبیل گدازه های بالشی، رسوبات فیلیشی ائوسن و توف برشهای پومیس دار و گدازه های داسیتی - آندزیتی یاد شده را قطع نموده و باعث دگرسانی شدید آنها گردیده اند. این توده های نفوذی غیر عمیق را با توجه به قطع نمودن گدازه ها و توف های الیگوسن - میوسن، میتوان به زمان بعد از میوسن (پلیوسن؟) نسبت داد. در شرق کشور ترکیه و در شمال دریاچه وان نیز سنگهای آتشفشانی از نوع اسید تا متوسط به سن ترسیر، گستره وسیعی را میپوشانند که در یک زون شرقی - غربی رخنمون دارند. در این گستره کانی سازی از نوع درجه حرارت پائین و مرتبط با ساختارهای آتشفشانی شناخته شده است. اعتقاد بر این است که سنگهای بازالتی شمالغرب ایران از ماگماهای غنی از آلومین و سیلیس نتیجه شده اند (۳ و ۴). همچنین ولکانیکهای سعدل بلحاظ ترکیب شیمیایی در قلمرو کالکو آلکالن واقع شده و از نوع داسیتی - ریولیتی هستند (۳).

۳-۲- زمین شناسی محدوده اکتشافی :

همانگونه که قبلاً ذکر گردید محدوده اکتشافی در زون افیولیتی خوی - ماکو قرار گرفته است .
 واحدهای تشکیل دهنده مجموعه افیولیتی در این محدوده تحت تاثیر شدید پدیده آلتراسیون و تکتونیک قرار گرفته اند بطوریکه بعضاً "سنگ مادر این واحدها قابل تشخیص نمیشد. ذیلاً" به بررسی واحدهای لیتولوژیکی موجود در این محدوده میپردازیم :

۳-۲-۱- سنگهای اولترابازیک (Sr) :

این واحد از قسمت های اصلی تشکیل دهنده لیتولوژی مجموعه افیولیتی بشمار می آید و در محدوده اکتشافی عمدتاً به سرپانتینیت تبدیل شده است . سنگهای اولترابازیک کمابیش در بخشهای مختلف محدوده گسترش داشته و عموماً " با کتساکت گسله در مجاورت واحدهای دیگر قرار میگیرند . این واحد تحت تاثیر عوامل تکتونیک بشدت خرد و برشی شده و متعاقب آن به یک واحد سنگی سخت تبدیل شده است . سرپانتینیت های برشی بعلت عملکرد آنها بعنوان سنگ میزبان کانی سازی از اهمیت بسزائی برخوردارند . روند گسترش واحد یادشده شمالغرب - جنوبشرقی است و آلتراسیون شدید هیدروترمال سبب ایجاد

رگه ورگچه های فراوان سیلیسی واکسیدهای آهن در امتداد شکستگیهای این سنگها گردیده است .

نمونه های شماره K.P.14 و K.P.01 این واحد لیتولوژیکی اخذ و مورد مطالعه قرار گرفته است . ذیلاً" به بررسی سنگ شناسی این واحد پرداخته میشود :

سنگ عمدتاً" از سرپانتین تشکیل شده است و وجود ساخت غربالی نشانه آن است که کانی عمده الیوین بوده که تماماً به سرپانتین تبدیل شده است . سنگ یاد شده بشدت خرد و برشی و آلتزه بوده و وجود ساخت کاتاکلاستیک در بلورهای سرپانتین نشانه تاثیر شدید فشارهای تکتونیکی است . رگه هائی از تالک ، دولومیت ، کلسیت و منیزیت ؟ شکستگیها را پر کرده و تبدیل سرپانتین به تالک بندرت دیده میشود . اکسیدهای آهن ، ایلمنیت و کرومیت ، کانیهای فرعی بوده که بطور پراکنده در متن سنگ دیده میشوند . نام سنگ سرپانتینیت برشی است .

۳-۲-۲- کنگلومرای ولکانیکی آندزیتی (Kvc) :

این واحد در بخشهای کوچکی از محدوده گسترش دارد. دارای ساخت کنگلومرانی بوده لیکن بلحاظ سنگ شناسی منشاء ولکانیکی با ترکیب آندزیتی دارد . اجزاء تشکیل دهنده این سنگ ترکیب آندزیتی داشته و بدین وسیله با واحد کنگلومرانی پالئوسن متمایز میگردد (در واحد کنگلومرانی پالئوسن قطعات سنگی دیگر را نیز میتوان مشاهده نمود) .

نمونه های K.P.02 و K.P.04 از این واحد سنگی اخذ و مورد مطالعه قرار گرفته است. مشخصات پتروگرافی این واحد ذیلا ارائه میگردد:

این سنگ دارای بافت میکرولیتیک شیشه ای پورفیری و ساخت حفره ای میباشد. بلورهای نیمه شکل دار پلاژیوکلاز (آندزین) و کانیهای فرومنیزین کلریتی شده (آمفیبول) عمدتاً بصورت فنوکریست در یک متن میکرولیتی شامل تیغه های نازک پلاژیوکلاز و شیشه قهوه ای قرار گرفته اند. کانیهای فرعی شامل اکسیدهای آهن و کانیهای ثانویه کلریت میباشد.

نام این سنگ آندزیت میباشد.

۳-۲-۳- شیلهای رادیولاریتی (Kr):

این واحد بصورت شیلهای ارغوانی و قرمز رنگ در بین ترانسه های T2, T3 رخنمون داشته و قطعاتی از چرتهای رادیولاریتی در داخل آن دیده میشود. نمونه KH.F.03 جهت مطالعه فسیل شناسی از این واحد اخذ شده است. بر این اساس سن آن به کرتاسه فوقانی (سانتومین - کامپانین) نسبت داده میشود.

۳-۲-۴- کنگلومرای پالتوسن (PEC) :

در قاعده رسوبات فلیش مانند سازندهای ترشیر رسوبات کنگلومرانی با تغییرات جانبی شدید مشاهده میشود. وجود این تغییرات جانبی نشانگر وجود حوضه های رسوبی کم عمق غیر مرتبط با یکدیگر و نهشت این رسوبات بطور دگرشیب بر روی مجموعه افیولیتی است. اجزاء اصلی سازنده قطعات این کنگلومرا عمدتاً شامل قطعات ولکانیکی، بازالتی - آندزیتی و دیوریت بوده لیکن قطعات اولترابازیک و چرتهای رادیولاریتی نیز در آن دیده میشود. اندازه قطعات این کنگلومرا متغیر بوده و حداکثر به ۲۵ میلیمتر می رسد. این واحد کنگلومرانی نیز مانند سایر واحدهای سنگی تشکیل دهنده لیتولوژیکی محدوده تحت تاثیر فرآیند آلتراسیون قرار گرفته است.

۳-۲-۵- شیل ، مارن و ماسه سنگ (PEsH) :

واحد شیلی ، مارنی ، ماسه سنگی برنگ خاکستری ، سبز تا زرد رنگ با تغییرات رخساره ای شدید در بیشتر نقاط محدوده ، باکنتاکت گسله با سایر واحدهای تشکیل دهنده محدوده گسترش دارد. رخنمون سطحی این واحد بدلیل خصوصیت فرسایش پذیری آن در بیشتر نقاط محدوده ، توسط پوشش گیاهی پوشانده میشود.

نمونه KH.F.01 از این واحد سنگی جهت مطالعات فسیل شناسی برداشت شده است. بر اساس این مطالعات، سن این رسوبات Late Paleocene تعیین شده است.

۲-۶-۲-۳- رگه های سیلیسی و برشهای هیدروترمالی (Si):

مهمترین آلتراسیون همراه با کانی سازی آلتراسیون سیلیسی است که بصورت رگه و رگچه های سیلیسی شامل کانیهای اوپال، کلسدونی، کریستوبالیت و کوارتز عمدتاً به همراه اکسیدهای آهن در سنگ میزبان کانی سازی دیده میشوند. بافت سیلیس تشکیل دهنده این واحد، جریانی، گل کلمی، کلونیدی و برشی بوده و بسیار متخلخل است. با توجه به موارد ذکر شده این آلتراسیون سیلیسی از نوع ژاسپروئید است. و بافت برشی ذکر شده ناشی از انفجارات هیدروترمالی است. بنابراین نام برش هیدروترمالی واژه مناسبی برای این واحد سنگی است.

نمونه K.P.09 جهت مطالعات پتروگرافی از این واحد برداشت شده است. مشخصات این نمونه ذیلاً ارائه شده است:

بافت این سنگ ویتروکلاستیک بوده عمدتاً از اجزاء نیمه گرد تا نیمه زاویه دار شیشه ای جریانی و حفره دار تشکیل شده است. متن این سنگ بصورت شیشه ای ریز دانه است. سنگ بشدت خرد شده و شکستگیهای آن توسط بلورهای کوارتز و فلدسپات پر شده است.

خرد شدگی مزبور میتواند در اثر تزریق محلولهای هیدروترمال تحت فشار انجام گرفته باشد.

سنگ شیشه خردشده حفره دار و برشی با ترکیب ریوداسیتی است.

۳-۲-۷- سنگهای آلتره (Az):

این واحد بشدت تحت تاثیر آلتراسیون هیدروترمالی قرار گرفته است و با وجود تهیه مقاطع پتروگرافی، تشخیص قطعی سنگ مادر آن امکان پذیر نیست. لیکن با توجه به شواهد زمین شناسی احتمال آن میرود که سنگ منشاء آن از ولکانیکهای بازیک باشد. واحد با رنگ قهوه ای روشن و ترکیب اکسیدهای آهن، کانیهای رسی (عمدتاً کائولسن) و رگچه های سیلیسی از واحدهای لیتولوژیکی دیگر کاملاً متمایز بوده و در بخش شرقی محدوده (بین ترانسه های T3, T4) رخنمون دارد.

۳-۲-۸- ملانژ افیولیتی (واحد Me):

ملانژ افیولیتی عمدتاً شامل قطعات سرپانتینیت های برشی، سنگهای ولکانیکی و شیل های رادیولاریتی بوده که در شمالشرق و جنوبغرب محدوده اکتشافی (بطور محدود) گسترش دارند. پدیده های تکتونیکی واحد فوق را بشدت تحت تاثیر قرار داده است بطوریکه

رخنمون سنگهای یاد شده بصورت مخلوط درهم و غیر قابل تفکیک محصور در میان سیستمهای گسلی مشاهده میشود .

۳-۲-۹- رسوبات عهد حاضر (Qt) :

رسوبات کواترنر عمدتاً شامل رسوبات جوان پای کوهی ، واریزه و آبرفتهای مسیل آبراهه ای میباشد که در بیشتر نقاط محدوده گسترش دارد .

۳-۳- تکتونیک وزمین شناسی ساختمانی :

همانگونه که در بخش ۳-۱ اشاره گردید ، محدوده تحت مطالعه در زون افیولیتی خوی - ماکو واقع شده است .

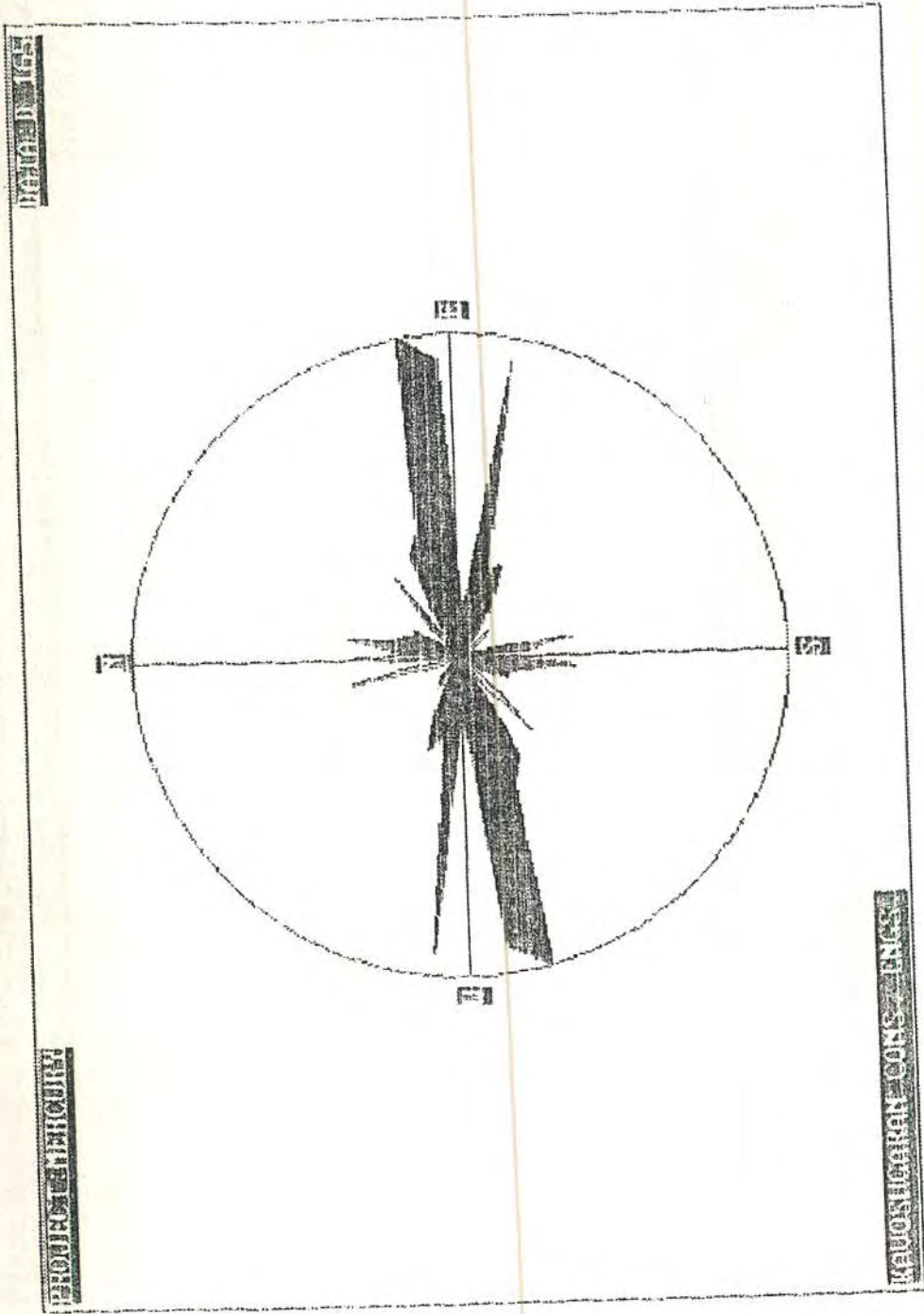
واحدهای تشکیل دهنده لیتولوژی این ناحیه عمدتاً شامل مجموعه ای از سنگهای اولترابازیک ، گدازه های بازالتی - آندزیتی ، آهکهای پلاژیک ، شیلهای رادیولاریتی ، گابرو ، دایکهای دلریتی و رسوبات و واحدهای جوانتر از مجموعه افیولیتی هستند . تنوع واحدهای سنگی و به تبع آن ، اختلاف در اختصاصات فیزیکی ، منجر به رفتار متفاوت این سنگها در پاسخ به تاثیر فرآیند های تکتونیکی شده است .

عملکرد شدید پدیده آلتراسیون و عوامل تکتونیکی بنحوی است که در بعضی موارد تشخیص سنگ مادر واخذ های لیتولوژی در محدوده اکتشافی ، امکان پذیر نبوده و یا بسیار دشوار است .

پس از برداشت مشخصات تکتونیکی شکستگیهای محدوده اکتشافی ، دیاگرام گل سرخی آنها توسط نرم افزار Rose ترسیم گردید ونحوه ارتباط این عوارض با کانی زائی و تکتونیک ناحیه ای مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت . در خلال این مطالعات که بیشتر در دیواره ترانشه های عمیق احداث شده توسط بولدوزر و بر روی زونهای مینرالیزه ونقاط مجاور انجام پذیرفت ، حداالامکان سعی گردید که ارتباط منطقی بین معابر و شکستگیهای کنترل و هدایت کننده کانی سازی وساختار تکتونیکی منطقه بدست آید .

دیاگرام گل سرخی درزه ها وشکستگیهای محدوده اکتشافی بر مبنای جهت شیب در شکل ۱-۳ ارائه شده است .

بر اساس این دیاگرام که بر مبنای جهت شیب تهیه شده، سه سیستم اصلی وچند سیستم فرعی شکستگی در محدوده اکتشافی وجود دارد . روند غالب دارای امتداد شمالغربی - جنوبشرقی N160-175E (جهت شیب N70-85E) است مقایسه این سیستم با روند گسترش زونهای مینرالیزه در نقشه زمین شناسی ومقطع ترانشه های عمیق نشان میدهد که کانی سازی باروند یاد شده در ارتباط میباشد . سیستمهای شکستگی دیگر با امتداد N15-25E و N100-110E بترتیب در درجه بعدی اهمیت قرار دارند . در این میان روند شمالغربی - جنوبشرقی که بیشترین حجم شکستگیها را به خود اختصاص داده است ، قدیمترین سیستم بوده وشکستگیها ی با امتداد N15-25E جوانترین روند حاکم هستند



شکل ۳-۱- زردیاگرام شکستگیها در محدوده اکتشافی

که سیستم های گسله و شکستگیهای قبلی را قطع مینماید. علاوه بر سه سیستم اصلی فوق روندهای فرعی دیگری نیز وجود دارند که بلحاظ تکتونیکی اهمیت زیادی ندارند.

بررسی مقاطع زمین شناسی ترسیم شده برای ترانزشه های اکتشافی نشان میدهد که گسله های سیستم اغلب شمالغربی - جنوبشرقی واحدهای لیتولوژیکی مختلف را در مقابل هم واکثرا" با وضعیت رانده قرار داده اند. از طرف دیگر گسله ها و شکستگیهای فرعی با زاویه حاده نسبت به سیستم اصلی یاد شده قرار می گیرند. گسله های اصلی موجود در محدوده اکتشافی، نقش مهمی را در کانی زائی سینابر ایفا نموده اند، بطوریکه تمام زونهای آلتره و مینرالیزه توسط این گسله ها محدود میشوند. بعبارت دیگر گسله ها بعنوان معابری جهت صعود سیالات کانه زا عمل کرده اند. این مورد در مدل کانی زائی ارائه شده بطور مفصل مورد بحث قرار خواهد گرفت. در برخی از نقاط، تفسیر روندهائی در خط گسله های اصلی (Fault line) مشاهده میشود که این تغییر روندها عمدتاً" بدلیل تاثیر توپوگرافی بر اثر سطحی گسله های مزبور میباشد. در بعضی موارد نیز، قطع شدگی گسله ها با سیستم های گسله دیگر دلیل این تغییر جهت ها میباشد.

مشخصات تکتونیکی مهمترین گسله هائی که زونهای آلتره ورگه های مینرالیزه را کنترل میکنند به ترتیب زیر میباشد:

160/33 SW

175/45 NW

175/52 NW

120/41 SW

170/80 SW

145/60 NE

لذا میتوان گفت که گسلهایی با امتداد NW، کنترل کننده اصلی کانی زائسی در محدوده اکتشافی میباشند. در این میان سه رگه پرعیار شناخته شده گسله هائی جای دارند که شیب آن به سمت SW میباشد بنابراین در مراحل آتی مطالعات، بررسی گسلهای با روند شمالغربی - جنوبشرقی که دارای شیبی به سمت SW هستند حائز اهمیت خواهد بود.

فصل چهارم

زمین شناسی اقتصادی



فصل ۴: زمین شناسی اقتصادی

۴-۱- مقدمه

همانطوریکه در بخش ۱-۱ ذکر گردید ، علی رغم محدودیت های موجود در زمینه انجام عملیات اکتشافی در محدوده مورد بررسی ، مجموعه بررسی های اکتشافی مشتمل بر تهیه نقشه توپوگرافی و زمین شناسی - معدنی بمقیاس ۱/۵۰۰ ، حفر ترانشه های عمیق و روبرداری در امتداد های مشخص (بر روی زونهای آلتره و مینرالیزه) ، نمونه برداری ، حفر چاهکهای اکتشافی ، برداشت تکتونیکسی ، برداشت و ترسیم مقاطع زمین شناسی ترانشه های اکتشافی در مقیاس ۱/۲۰۰ صورت پذیرفت که در نتیجه این بررسی ها محدوده گسترش زونهای مینرالیزه ، ساختمان زمین شناسی و ارتباط آن با کانی زائی بخوبی مشخص گردید . متأسفانه بنا به دلایلی که قبلاً ذکر گردید ، امکان حفاری گمانه های اکتشافی بر روی زونهای مینرالیزه میسر نگردید و بنابراین در باره گسترش عمقی و تغییرات عیار و وضعیت کانی زائی در عمق نمیتوان اظهار نظر قطعی نمود ، اگرچه با استفاده از مقاطع زمین شناسی ترانشه های اکتشافی گسترش عمقی زونهای معدنی را میتوان استنباط نمود و این تنها در مورد زونهایی که دارای رخنمون سطحی بوده و یا در ترانشه ها در معرض دید قرار گرفته اند ، صادق است . در حالیکه وضعیت کانی زائی بگونه ای است که احتمال

وجود زونهای آلتره ای که فاقد رخنمون در ترازهای بالا (سطح زمین) هستند ، وجود دارد .

در این بخش کلیه اطلاعات زمین شناسی حاصل از مطالعات انجام گرفته ارائه میگردد .

۲-۴- بررسی دقت و خطای آزمایشگاهی :

با توجه به اهمیت زیاد نتایج آزمایشها در تجزیه و تحلیل و تحویل نتیجه نهائی ، تعداد ۶ نمونه کنترلی نیز به همراه نمونه های اصلی جهت تعیین دقت ، به آزمایشگاه مربوطه (دانشگاه ووهان کشور چین) ارسال گردید و خطای آزمایش (برای کمتر از ۵۰ جفت نمونه) بروش هوارت وتامپسون مورد محاسبه قرار گرفت .

در تعیین مقادیر عناصر از روشهای آزمایشگاهی ES, AAS برای Ag و ESD برای Au و AFS برای As و ICP برای Cu و AAS برای عنصر Hg استفاده شده است . مقایسه عناصر فوق در نمونه های کنترلی و اصلی در جدول ۴-۱ ارائه شده است .

بر همین اساس نتایج حاصل از محاسبات خطای نسبی تصادفی در جدول ۴-۲ درج شده است .

با توجه به موارد فوق چنین استنباط می گردد که خطای نسبی تصادفی برای تمام عناصر مورد آزمایش در حد مطلوب و متعارف و کمتر از حد مجاز میباشد .

جدول ۱-۴ - مقایسه مقادیر عناصر در نمونه های اصلی و کتتری .

Sample No.	Au(PPb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Hg(PPm)	Cu(PPm)
MP-CN-01	4.5	0.063	2	43000	12.2
MP-LG-08	4.3	0.047	1.7	42000	12.5
MP-CN-02	1.4	0.034	0.9	280	50.3
MP-LG-06	1.4	0.068	0.2	290	48.3
MP-CN-03	2.6	0.052	1.9	30.5	52.1
MP-LG-01	3.3	0.066	2.6	28.5	49.4
MP-CN-04	3.8	0.1	9.5	1.2	80.5
MP-LG-07	4	0.045	10	2.3	78.1
MP-CN-05	0.9	0.077	0.7	48.6	5.5
MP-LG-13	1.2	0.04	0.15	55.3	11.9
MP-CN-06	2.2	0.121	1.4	36.3	30.9
MP-LG-04	2.4	0.161	2.6	32	31.1

جدول ۲-۴- محاسبه خطای نسبی تصادفی در آنالیز نمونه های سنگی.

Element	n	principal Sample	Check Sample	Total absolute Error	Mean Content in principal Sample	Mean Content in Check Sample	Mean Relative Random Error
Au(PPb)	6	16.6	15.4	1.2	2.766	2.566	7.22
Ag(PPm)	6	0.427	0.447	0.02	0.071	0.0745	4.68
As(PPm)	6	17.25	16.4	0.85	2.875	2.733	4.92
Hg(PPm)	6	42408.1	43397	988.5	7068.016	7232.766	2.33
Cu(PPm)	6	231.3	231.5	0.2	38.55	38.583	0.086

در مورد آنالیز نمونه ها برای سنجش میزان عنصر جیوه میتوان چنین عنوان نمود که با توجه به ویژگیهای شیمیائی و فیزیکی و ماهیت فرار این عنصر ، آنالیز آن بروش جذب اتمی مجهز به سیستم بخار محصور ، مناسب ترین روش ممکن میباشد . ضمن اینکه دقت زیادی نیز برای آماده سازی نمونه ها باید معمول گردد . لیکن متاسفانه بدلیل عدم تجهیز و دسترسی آزمایشگاههای کشور به این سیستم ، آنالیز نمونه های حاوی عنصر جیوه با مشکلات زیادی مواجه گردیده است . بطوریکه تعدادی از آزمایشگاههای معتبر داخل کشور از پذیرش آنالیز جیوه سرباز زده اند . علاوه بر مشکلات موجود در زمینه دقت آنالیز (تکرار آزمایش با نتیجه مشابه) ، رسیدن به صحت آنالیز (مقدار واقعی جیوه موجود در نمونه) نیز همواره مورد تردید است . و این در حالی است که محاسبات خطای نسبی تصادفی ، دقت آزمایشگاه را در حد متعارف و معمول نشان میدهد . برای مثال عیار جیوه در نمونه های Mp-LG-01 , Mp-LG-02 , Mp-LG-03 , Mp-LG-04 که از زون مینرالیزه واقع در شمال محدوده اکتشافی برداشت شده اند به ترتیب ۲۸/۵ ، ۳۷۴ ، ۱۳۰۰ و ۳۲ گرم در تن گزارش شده است . این در حالی است که کانه های سینابر در تمام نمونه های فوق الذکر بخوبی قابل مشاهده است به ویژه در نمونه شماره Mp-LG-02 که از یک رگه نسبتاً پرعیار برداشت شده است . بنابراین در مقایسه با نمونه های دیگر بنظر میرسد که عیار جیوه در این نمونه بیش از ۲۰۰۰ ppm باشد در حالیکه ۳۷۴ گرم در تن گزارش شده است . با مقایسه عیار گزارش شده برای نمونه شماره Mp-LG-08 (۴۲۰۰۰ ppm) با مقدار گزارش شده برای نمونه کنترلی آن (۴۳۰۰۰ ppm) ، این ادعا بسیار قریب به یقین است .

علت این امر را میتوان در متغیر بودن حساسیت دستگاههای مختلف برای سنجش و ثبت مقادیر ماکزیمم و می نیمم جستجو نمود. بعنوان مثال در صورت پائین بودن حساسیت دستگاه برای ثبت مقادیر بیش از ۵ تا ۶ درصد جیوه، عیار نمونه ای که بیش از ۱۰ تا ۱۵ درصد جیوه داشته باشد در محدوده ۴ تا ۵ درصد قرار خواهد گرفت. با توجه به موارد یاد شده میتوان گفت که یکی از مشکلات اساسی در پروژه اکتشافی، آنالیز نمونه های ژئوشیمیائی و رسیدن به عیارهای واقعی میباشد.

۴-۳- آلتراسیون و کانی شناسی ذخیره:

آلتراسیون وسیع سنگهای میزبان کانی زائی از مشخصات بارز واحدهای سنگی موجود در محدوده اکتشافی میباشد. آلتراسیون سنگها در مجاورت گسله های بزرگ بسیار شدید است، بطوریکه امکان تشخیص سنگ اولیه بدون در نظر گرفتن روابط ساختمانی و زمین شناسی زونهای مزبور با واحدهای مجاور ودقت در زونهای تدریجی تبدیل سنگ اولیه به سنگهای آلتره به دشواری صورت میگیرد. تشخیص نوع سنگ اولیه بخشی از زونهای آلتره نیز امکان پذیر نمیشد که این زون تحت عنوان کلی AZ (زون آلتره) در نقشه زمین شناسی ۱/۵۰۰ تفکیک شده است. آلتراسیون غالب سنگها که با کانی زائی نیز در ارتباط مستقیم میباشد، آلتراسیون سیلیسی است. علاوه بر آن رگه ها و جانشینی های وسیع اکسیدهای آهن و کانیهای رسی همراه با سیلیس در زونهای آلتره به چشم میخورد.

بطور کلی مجموعه کانیهای کوارتز، کریستوبالیت، فازهای آمورف سیلیس، اکسیدهای آهن (عمدتاً گوتیت، لیمونیت، و به ندرت هماتیت)، کانیهای رسی (مونت موریلونیت و کائولن)، کلریت، هورنبلند و تالک در زونهای آتره یافت میشود. در یک نگاه کلی آلتراسیون روی داده در سنگهای منطقه را بدو حالت میتوان توصیف نمود:

در حالت اول، سیالات گرمابی سبب تغییر شدید در ماهیت لیتولوژیکی، بافت و ساخت سنگها شده و چهره سنگهای موجود را بکلی تغییر داده است. بنظر میرسد که در این آلتراسیون فرآیندهای جانشینی کانیهای جدید و نیز پرکردگی فضاهای خالی تواما دخالت داشته اند. در این حالت، کانیهای محصول آلتراسیون شامل دوتیپ کانی میشود:

۱. کانیهای که در نتیجه تغییر ترکیب کانی شناسی کانیهای اولیه بوجود آمده اند، نظیر: سرپانتین، کلریت، هورنبلند، تالک و کانیهای رسی.

۲. کانیهای که مستقیماً از محلولهای گرمابی ته نشست حاصل کرده اند، نظیر کوارتز، اکسیدهای آهن و فازهای آمورف سیلیس و کریستوبالیت.

تمام واحدهائی که تحت عناوین Si (زونهای با جانشینی های وسیع سیلیس) و AZ (زونهای با جانشینی های کانیهای رسی، اکسیدهای آهن و سیلیس) در نقشه زمین شناسی ۱/۵۰۰ تفکیک شده اند، به این گروه تعلق دارند (تصویر ۴-۱).

حالت دوم آلتراسیون، شامل تشکیل رگه و رگچه های نازک سیلیسی همراه با اکسیدهای آهن در شکستگی ها و فضاهای خالی سنگها (از جمله سرپانتینیت ها) میباشد که تغییرچندانی در ترکیب کانی شناسی اولیه ایجاد نموده و صرفاً سبب ته نشست سیلیس و در مواردی اکسیدهای آهن بطریقه پرکردگی فضاهای خالی و شکافها شده است. رگه و رگچه های

نازک سیلیسی قطع کننده را کم و بیش در تمام واحدهای لیتولوژیکی میتوان مشاهده نمود. در این خصوص سرپانتینیت های برشی بلحاظ دارا بودن تعدا بسیار زیادی از این رگه ورگچه ها متمایز هستند (تصویر ۴-۲).

بررسی زونهای آلتره نشان میدهد که زوناسیون خاصی را برای انواع آلتراسیون های موجود نمیتوان قائل شد و همانطوریکه قبلا ذکر گردید ، آلتراسیون سیلیسی حالت عام و فراگیر در سنگهای منطقه وبخصوص زونهای مینرالیزه دارد ، بطوریکه کانه های سینابر در یک ارتباط تنگاتنگ با آن تشکیل شده اند . در زونهای مینرالیزه این ناحیه ، آلتراسیون سیلیسی بصورت بافت جریانی ، برشی ، جانشینی و کلونیدی بوده و کانیهای تشکیل دهنده آن شامل کوارتز (با بلورهای ریز و گاهی درشت که در داخل شکافها و درزه ها توسعه پیدا کرده اند) ، کالسدونی و اوپال میشود . کوارتز معمولا "برنگ سفید بوده ولی فازهای کریپتوکریستالین و آمورف این کانی برنگهای سبز ، خاکستری و تیره مشاهده میشوند . مطالعه کانی شناسی انجام گرفته بروش XRD (بعنوان مثال نمونه های T3E-XR-12 , T4F-XR-14 در مرحله نیمه تفصیلی) ، فازهای آمورف کریستوبالیت و کوارتز را در آنها نشان داده است . بلحاظ حجمی ، درصد زیادی از سیلیس موجود در زونهای مینرالیزه بصورت آمورف و کریپتوکریستالین هستند . تشکیل کانیهای کریستوبالیت در زون مینرالیزه و همراه با سینابر بسیار جالب توجه است . کریستوبالیت یک کانی درجه حرارت بالای سیلیس است و تشکیل آن در دماهای پائین تنها در شرایط خاص اتفاق می افتد . بررسی هایی که در این مورد توسط محققین صورت گرفته ، نشان میدهد که تشکیل کریستوبالیت در دماهای پائین بخصوص هنگامیکه تبلور بسرعت رخ میدهد در حضور



تصویر ۴-۱- فازهای آمورف سیلیس و کریستوبالیت (برش های هیدروترمالی) به همراه رگه های اکسید آهن .



تصویر ۴-۲- رگه ورگچه های نازک سیلیسی در فضاهای خالی و شکستگیهای سریانتینتها .

تصویر ۴-۱- فازهای آمورف سیلیس و کریستوبالیت (برش های هیدروترمالی) به همراه رگه های اکسید آهن .

است (تشکیل زونهای آلتره Si). در مرحله بعدی مجموعه این محصولات پرشی شده و توسط سیلیس مرحله جدید بصورت جانشینی، رگه - رگچه ای و جریانی متاثر گشته است. بطوریکه کانیهای سیلیسی این مرحله، برشهای سیلیسی مرحله قبلی را قطع نموده اند. با توجه به اینکه تشکیل ذخیره بفرم رگه، رگچه و پراکنده و یا بافت پرکننده فضاهای خالی و شکافها در داخل و مجاورت رگه - رگچه های سیلیسی مرحله نهائی صورت گرفته، لذا بنظر میرسد که کانی زائی سینابر پس از تشکیل زونهای آلتره Si و تشکیل رگه های سیلیسی مراحل نهائی روی داده است.

کانی زائی و تمرکز سینابر در محدوده اکتشافی به دو صورت زیر روی داده است:

۱- بصورت پراکنده در متن رگه های سیلیسی و برشهای هیدروترمالی (واحد Si) که در این حالت کانه های سینابر با وجود اینکه بطور ماکروسکوپی و با چشم غیر مسلح بخوبی قابل مشاهده اند، لیکن تمرکز کمی را دارا هستند و تنها در رگه های نازک سیلیسی گاه "تمرکزات قابل ملاحظه ای را میتوان مشاهده نمود. این فرم کانی زائی را کانی زائی عیار پائین جیوه میتوان نام نهاد.

۲- بصورت توده ای و پرکننده حفرات و فضاهای خالی سنگ میزبان در امتداد گسله ها، یکی از مظاهر این فرم کانی زائی، رگه موجود در دیواره ترانشه T6 (محل برداشت نمونه شماره MP-LG-08) میباشد که ضخامت میانگین رگه توده ای سینابر به ۵ cm می رسد. مظاهر شناخته شده هر دو فرم کانی زائی اعم از فرم پراکنده و توده ای - پرکننده فضاهای خالی در نقشه زمین شناسی - معدنی محدوده اکتشافی نشان داده شده است.

در خاتمه متذکر میشود که اکسیدهای آهن و کانی های رسی (کائولن و مونت موریلونیت) در اکثر موارد فازهای مختلف سیلیس را همراهی میکنند ، اگرچه در مورد سنگهای ولکانیکی ، کنگلومرا و رسوبات شیلی - ماری آلتراسیون آرژیلیک غالب میباشد .

بلحاظ کانی شناسی ذخیره با بهره گیری از نتایج مطالعه مقاطع صیقلی نمونه های برداشت شده در مراحل اکتشاف مقدماتی، نیمه تفصیلی و تفصیلی میتوان گفت که کانه های تشکیل دهنده ذخیره شامل سینابر ، پیریت و مارکازیت و بمقدار جزئی استیبنیت ، اولیژیست و اکسیدهای آهن میباشد . بطوریکه در توالی پاراژنزی ، تشکیل پیریت ، استیبنیت و اولیژیست مقدم بر تشکیل کانه های مارکازیت و سینابر میباشد ، گذشته از آن کانه های کرومیت و روتیل نیز که متعلق به سنگ میزبان (ونه کانی زائسی هیدروترمالی) است ، در مقاطع صیقلی مشاهده شده اند . لازم بذکر است که مقاطع صیقلی مطالعه شده تماماً به کانسنگهای نسبتاً پر عیار متعلق بوده و بدلیل عدم امکان تهیه مقطع صیقلی از کانسنگ پراکنده (زونهای آلتره و مینرالیزه Si) ، مطالعه مربوطه در این مورد صورت نگرفته است ، لیکن مشاهدات صحرائی انجام گرفته در دیواره ترانشه ها حاکی از آن است که کانه ها عمدتاً سینابر هستند که بصورت پراکنده و کاملاً منفرد در متن سنگهای متخلخل و نرم سیلیسی جای گرفته اند .

ذیلاً نتایج مطالعات مقاطع صیقلی نمونه های برداشت شده از رگه های معدنی (حاوی

سینابر در مراحل نیمه تفصیلی و تفصیلی) توضیح داده میشود .

شرح مقطع صیقلی نمونه شماره Mp-OM-01

این نمونه از داخل چاه دستی اکتشافی BH10 واز رگه نازک ولی پرعیار سینابر برداشت شده است. کانیهای کدر شامل سینابر، کرومیت، مارکازیت و استینیت بوده لذا هیچ ارتباطی بین کرومیت و سه مورد مشروحه دیگر مشاهده نمی شود. بلکه کرومیت بشکل قطعات خرد شده وپراکنده بصورت مستقل در زمینه سرپانتین وجود دارد ولی مارکازیت و استینیت عمدتاً "ادخالهائی را در سینابر ایجاد نموده اند. سینابر نیز دارای بافت دیسمینه با اشکال نامنظم و در قطعات مختلف از نظر اندازه میباشد. ضمناً مواردی از پیریت یا مارکازیت بشکل ادخالهائی بسیار کوچک بحالت مجزا از سینابر در زمینه کانیهای گانگ وجود دارد.

سیلیس در مقطع به دو شکل وجود دارد. قطعات مدور وپر شدگی در فضاها میگو و فراکچر، مورد اول در ارتباط با رادیو لاریتها و مورد دوم احتمالاً در ارتباط با سیلیسیفیکاسیون سنگ میزبان سینابر است.

شرح مقطع صیقلی نمونه شماره T3-OM-02

محل برداشت این نمونه منطبق بر محل برداشت نمونه T2A-LG-02 (رخنمون اصلی کانی سازی سینابر) میباشد. در نمونه دستی و در محل رخنمون، کانی سازی شدید

سینابر مشاهده میشود. در مقطع میکروسکوپی کانیهای فلزی تشکیل دهنده این نمونه بشرح زیر گزارش شده است:

۱- سینابر: اجتماع بلورهای این کانی، لکه هائی بشکل گزنومورف در ابعادی بین ۵۰ تا ۸۰ میکرون را تشکیل داده اند. برخی از این بلورها حاوی انکلوزیونهای اولیژیست میباشند که نشان دهنده این است که بلورهای سینابر در فاز بعد از اولیژیست و در حرارت پائین تشکیل یافته است. سینابر حدود ۵ درصد نمونه را اشغال کرده است.

۲- کرومیت: این کانی بشکل لکه های نیمه اتومورف در ابعاد ۱۰ تا ۱۰۰ میکرون بندرت در نمونه تشکیل یافته اند و حداکثر ۱ درصد نمونه را اشغال میکنند.

۳- اولیژیست: کریستالهای این کانی کاملاً اتومورف و کشیده بوده و بین ۲ تا ۲۰ میکرون اندازه دارند. اغلب بشکل چند کریستال مجتمع دیده میشوند. اما بصورت منفرد نیز پراکندگی داشته و همراه با بلورهای پیریت دیده میشوند. برخی از بلورهای اولیژیست تحت تاثیر آلتراسیون قرار گرفته و به اکسیدهای آهن تبدیل شده اند. بلورهای اولیژیست در کانی سینابر بصورت انکلوزیون قرار دارند. تشکیل اولیژیست در این نمونه کم بوده و قابل توجه نیست.

۴- پیریت: بلورهای پیریت بشکل کاملاً اتومورف حداکثر به اندازه ۵۰ میکرون در نمونه پراکنده است. این بلورها اغلب در بخشهای تیره سنگ میزبان، کانی سازی کرده اند و درصد مهمی را تشکیل نمی دهند.

۵- اکسیدهای ثانویه آهن: اغلب در لکه هائی به ابعاد ۲ تا ۵۰ میکرون در فضاهای مناسب سنگ میزبان کانی سازی کرده اند.

۶- روتیل : کانی روتیل نیز حداکثر در اندازه ۱۰ میکرون قابل روئیت است و حداکثر میزان آن به ۱ درصد میرسد . بطور کلی از مطالعه این نمونه چنین بنظر میرسد که کانیهای فلزی در درجه حرارت پائین تشکیل یافته اند و در مجموع حداکثر ۸ تا ۱۰ درصد نمونه را به خود اختصاص داده اند . بافت کانی سازی نمونه Open space میباشد .

شرح مقطع صیقلی نمونه شماره T2A-OM-03 :

این نمونه نیز از محل رخنمون اصلی کانی سازی (T2A-LG-03) از رگه های اوپالی موجود برداشت شده است . همچنانکه قبلاً" به تفصیل ذکر شده است ، ذخیره سینابر را رگه های اوپالی که محصول آلتراسیون شدید سیلیسی است همراهی میکند . کانی سازی فلزی در این نمونه بشرح زیر است :

۱- کرومیت : این کانی بشکل لکه های درشت غیر هندسی و متمایل به ایدئومورف با ابعاد مختلف بین ۲۰۰ میکرون تا ۶۵۰ میکرون در سنگ میزبان پراکندگی دارد . ساخت کریستالهای کرومیت کاناکلاستیک است و بافت کانی سازی افشان میباشد .

۲- اولیژیست : کریستالهای این کانی ریز و کشیده ، اتومورف و حد اکثر ابعاد ۵۰ میکرون است . اغلب بشکل چند کریستال مجتمع مشاهده میشود ، اما بصورت منفرد نبوده و در مقطع مطالعه شده در قسمتی از نمونه همراه با پیریت است که منشاء اولیه دارد که در فاز



هیدروترمال بوجود آمده است ولیکن در این نمونه از اکسیدهای ثانویه آهن با منشاء ثانویه نیز موجود است .

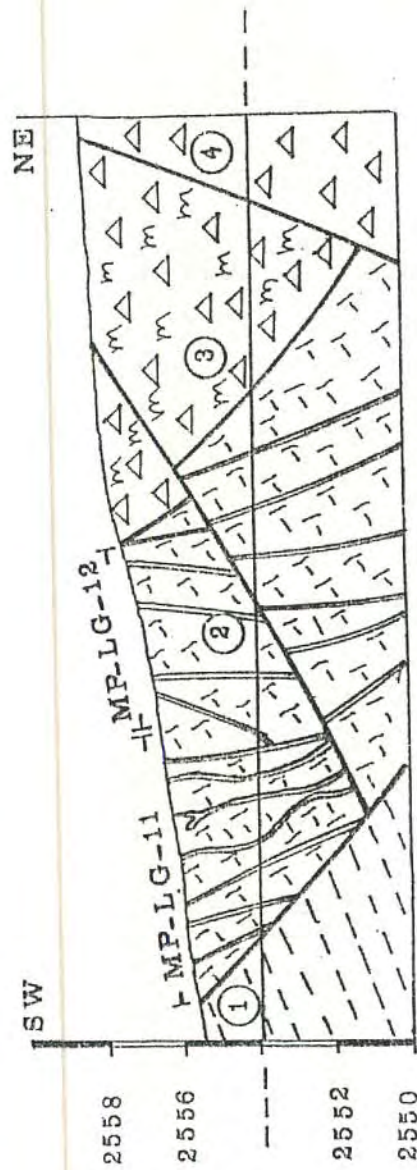
۳- مارکازیت : کریستالهای این کانی ریز دانه ، اتومورف و کشیده بوده و ابعاد آن بین ۱۰-۵۰ میکرون میباشد . بافت کانی سازی افشان است و نشانگر اولیه بودن منشاء آن است .
با توجه به ترکیب کانی شناسی زونهای مینرالیزه (اعم از کانیه های حاصل از آلتراسیون و کانه های معدنی) میتوان گفت که سیالات گرمایی از نظر عناصر H₂O, S, Hg, Si, Fe بسیار غنی بوده اند .

۴-۴- شرح مقاطع زمین شناسی ترانسه های اکتشافی

پس از احداث ترانسه های اکتشافی عمیق با استفاده از یک دستگاه بولدوزر که در شرایط بسیار نامناسب جوی و امنیتی صورت پذیرفت ، اقدام به برداشت مقاطع زمین شناسی آنها در مقیاس ۱/۲۰۰ گردید . مقاطع مزبور در اشکال ۱-۴ الی ۷-۴ ارائه شده است . در این مبحث به شرح مقاطع زمین شناسی ترانسه ها میپردازیم . ذکر چند نکته در مورد این اشکال ضروری است :

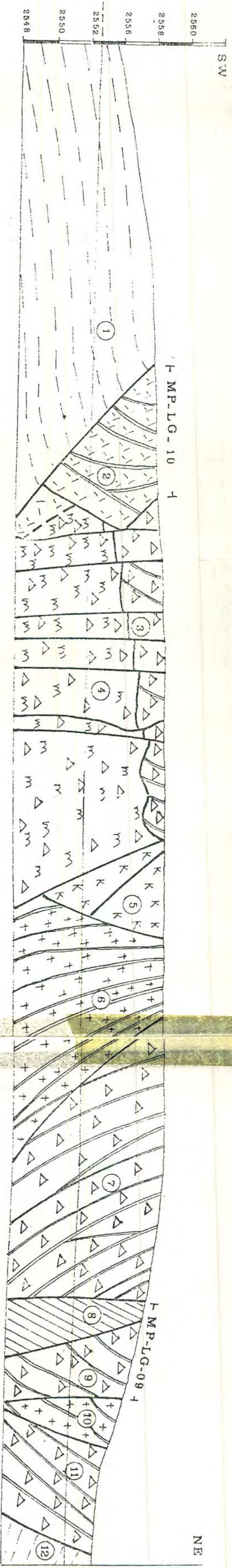
الف - در مقاطع ترسیم شده هر واحد با علائم سنگ شناسی و نیز شماره مخصوص بخود مشخص شده است .

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T2



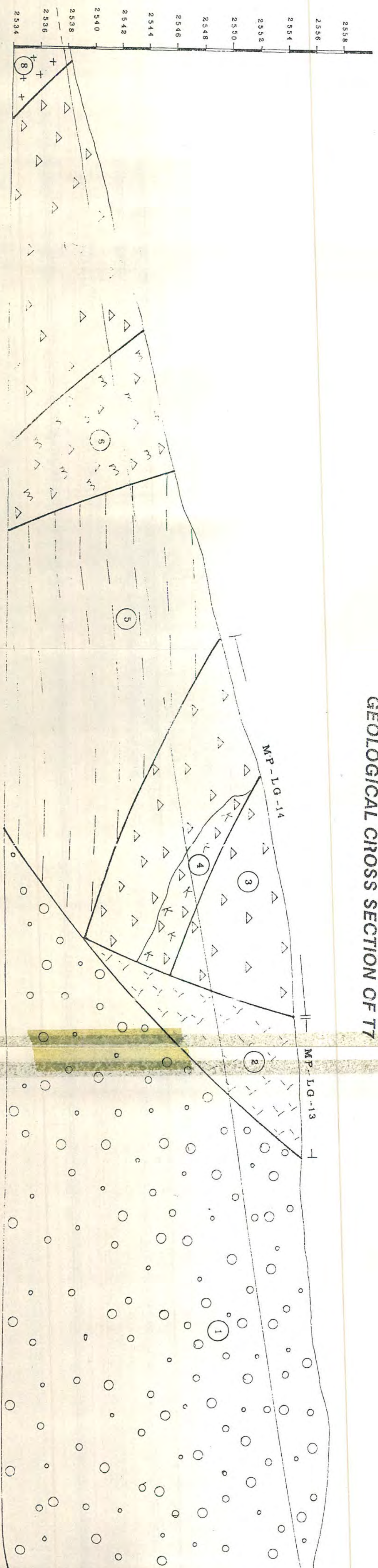
شکل ۲-۴ - مقطع زمین شناسی تراسه T2.

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T3



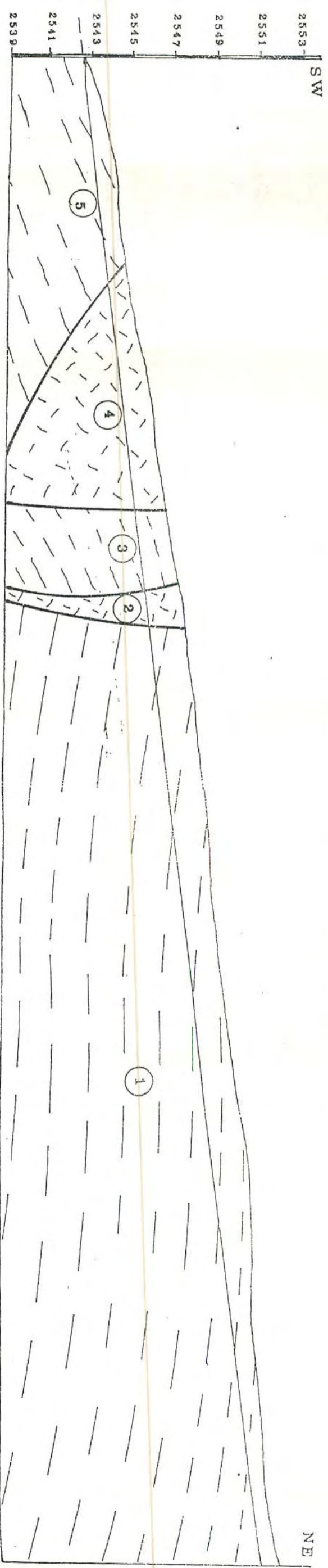
شکل ۳-۴- مقطع زمین شناسی ترائشه T3.

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T7



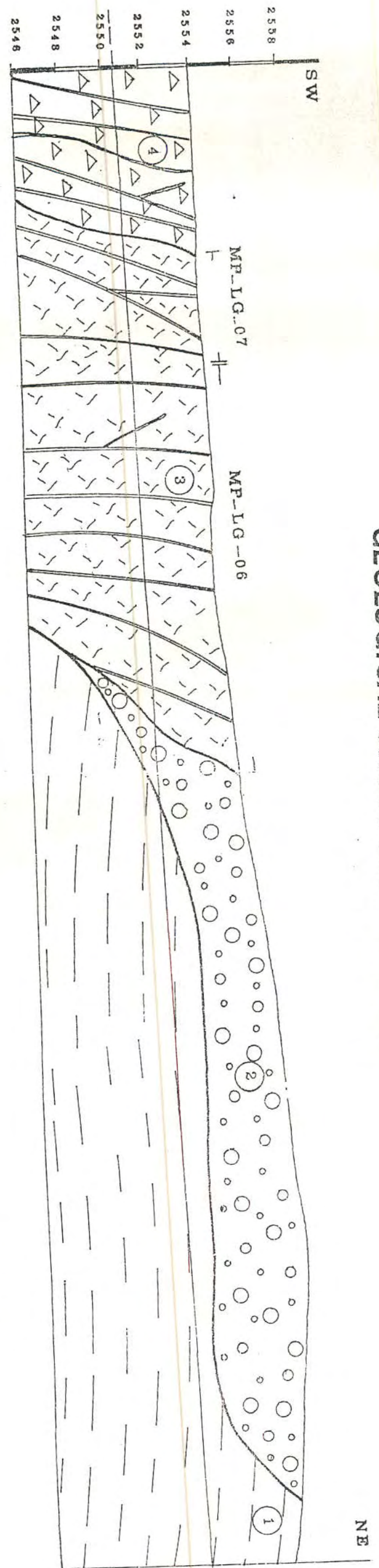
شکل ۷-۴- مقطع زمین شناسی ترائشه T7.

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T4



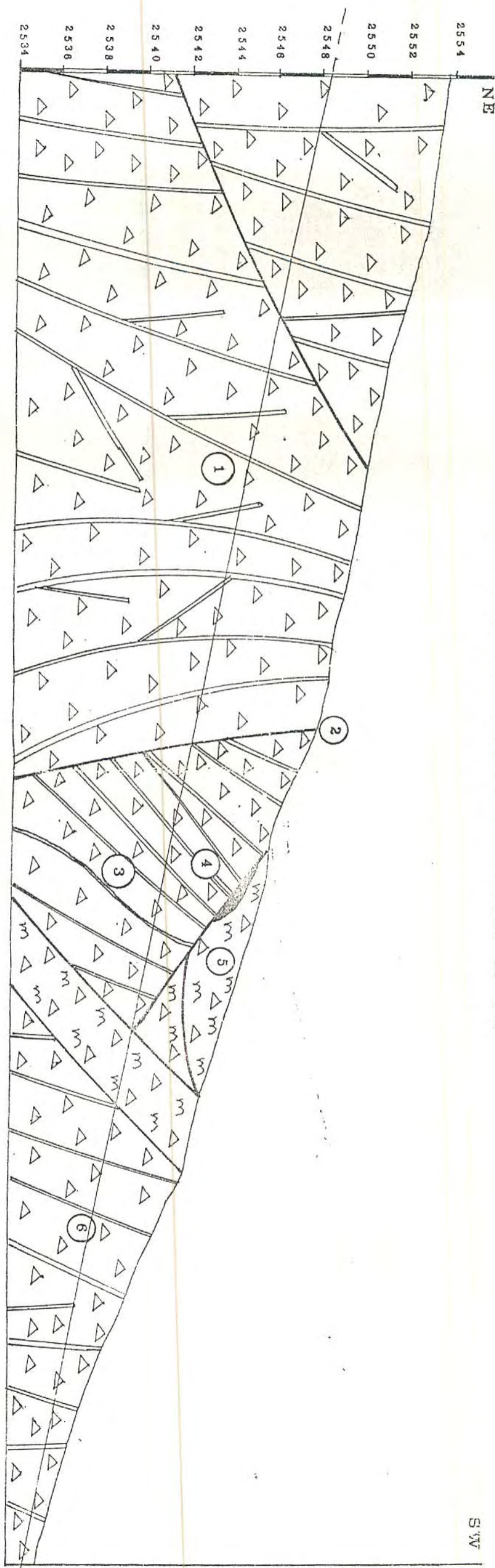
شکل ۴-۴ - مقطع زمین شناسی توالی T4.

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T5



شکل ۴-۰-۰-۰ مقطع زمین شناسی تراشیده T5.

GEOLOGICAL CROSS SECTION OF T6



شکل ۴-۲-۹- مقطع زمین شناسی تزانته T6.

ب- آن قسمت از واحدهای لیتولوژیکی که در دیواره ترانشه‌ها در معرض دید قرار گرفته‌اند، توسط یک خط افقی و یا شیب دار (بسته به توپوگرافی کف ترانشه‌ها)، مشخص شده است.

۴-۴-۱- ترانشه T1:

۱. شیل، مارن و ماسه سنگ برنگهای سبز، خاکستری و زرد با لایه بندی نازک.
۲. سنگهای سرپانتینیته شدیدا "آلتره و برشی که بصورت رگه سیلیسی متخلخل و نرم نمایان شده است. رگه های نازکی از سیلیس برنگ سفید زون آلتره را قطع نموده است، کانی زائی سینابر مشاهده نمیشود.
۳. سرپانتینیت برشی و شدیدا "آلتره که توسط اکسیدهای آهن و سیلیس جانشین شده است، این رگه بارنگ بسیار مشخص قهوه ای روشن قابل مشاهده است. رگه مزبور مینرالیزه بوده و در آن کانه های سینابر بخصوص در ۲۰ سانتی متری فوقانی آن تشکیل شده است. بافت کانه ها بصورت پرکردگی حفرات و فضاهای خالی و رگچه ای میباشد. کنتاکت رگه با واحدهای پائینی و بالائی آن از نوع گسله است. از این رگه دو نمونه Mp-LG-01 (بخش پائینی) و Mp-LG-02 (از ۲۰ سانتیمتری بخش بالائی) جهت آنالیز شیمیایی برداشت گردید. عیار جیوه در نمونه های یاد شده به ترتیب ۲۸/۵ و ۳۷۴ گرم در تن گزارش

از واحدهای شماره ۵ و ۶ مجموعاً یک نمونه (Mp-LG-04) برداشت گردید . که غلظت جیوه آن ۳۲ ppm بدست آمد .

۷. سرپانتینیت های برشی که توسط رگه های نازک سیلیسی و در مواردی اکسیدهای آهن قطع شده است ، بنظر میرسد که رگه های مزبور در مراحل نهائی فعالیت هیدروترمالی جایگزین شده باشند ، چرا که تمام شکستگی ها و درزه های موجود در توده سنگ برشی را پر نموده اند . شیب این رگه ها عموماً "بسمت SW" بوده و بنابراین در نهایت به گسل اصلی که واحد مزبور را بر روی سنگهای شیلی و مارنی رانده است ، ارتباط پیدا میکنند . کانی زائی سینابر در این واحد مشاهده نمیشود . (تصویر شماره ۴-۲)

۸. سنگهای شدیداً "آلتره و برشی" شده برنگ سفید (نظیر واحدهای ۴ و ۶) . این واحد در نتیجه فعالیت هیدروترمالی و جانشینی وسیع سیلیس در سرپانتینیت های برشی تشکیل شده و بصورت یک واحد سنگی نرم و متخلخل و بسیار سبک در آمده است ، رگه های نازک سیلیسی توده مزبور را قطع مینماید . کانی زائی پراکنده و عیار پائین سینابر در آن مشاهده میشود . کنتاکت آن با واحدهای کمر بالا و پائین خود از نوع گسله بوده و در حقیقت در یک زون گسله که در نتیجه آن سرپانتینیت ها بر روی سنگهای شیلی و مارنی رانده شده اند ، بوجود آمده است . نمونه Mp-LG-05 از این واحد برداشت گردید . عیار جیوه در نمونه مذکور ۱۷۷ ppm میباشد .

۹. شیلهای رسی و مارن برنگهای خاکستری و لایه بندی نازک ، لایه ها دارای شیب ملایمی به سمت SW میباشد . این رسوبات با کنتاکت گسله در مقابل سرپانتینیت های

برشی و آلتزه قرار گرفته اند. بخشی از این رسوبات به ضخامت ۱۲۰ سانتی متر در زون گسله شکسته شده و با شیب مخالف در برابر لایه های شیلی و مارنی واقع شده اند. تصویر ۴-۴ نمائی از ترانسه T1 را نمایش میدهد.

۴-۴-۲- ترانسه T2:

۱. شیل و مارن برنگهای خاکستری، سبز وزرد که در مجاورت گسل، تحت تاثیر سیالات گرمابی آلتراسیون کمی را متحمل شده اند.
۲. سنگهای شدیداً آلتزه، برشی و نرم برنگ سفید که رگه و رگچه های فراوانی از سیلیس سنگهای مزبور را قطع نموده اند. امتداد عمومی رگه های اخیر N170 S میباشد. اکسیدهای آهن و کانیهای رسی (کائولن) نیز کم و بیش مشاهده میشوند. واحد سنگی مزبور از سنگهای کمر بالا و پائین خودش توسط گسلها جدا میشود و در حقیقت ادامه واحد شماره ۸ از ترانسه T1 میباشد. کانی زائی سینابر بصورت پراکنده و عیار پائین صورت گرفته است. دو نمونه به شماره های Mp-LG-11, Mp-LG-12 از این واحد برداشت گردید. عیار جیوه در این نمونه ها به ترتیب ۳۵۹ ppm و ۱۲/۳ ppm گزارش شده است.
۳. مجموعه درهمی از سنگهای سرپانتینیتی، ولکانیکی و مارنی شدیداً آلتزه (سیلیسی - کائولینی) که بصورت ملائز افیولیتی در آمده اند. رگه ها و جانشینی هائی از اکسیدهای آهن



تصویر ۴-۳- نمائی از واحدهای شماره ۳ و ۴ در ترانشه T1.



تصویر ۴-۴- نمائی از ترانشه T1.

نیز بچشم میخورد . واحد مزبور توسط گسلها کنترل میشود . کانی زائی سینابر در آن مشاهده نمیشود .

۴ . سرپانتینهای برشی که توسط رگه های نازک سیلیسی قطع شده است .

۴-۴-۳- تراش T3 :

۱ . رسوبات شیلی ، مارنی و ماسه سنگی عموماً "خاکستری رنگ" .
 ۲ . سنگهای برشی ، نرم و شدیداً آتره (سیلیسی شده) برنگ سفید . رگه های نازک و رگچه های فراوانی از سیلیس مراحل تاخیری واحد سنگی فوق الذکر را قطع نموده است . مجموعه ای از کانیهای کوارتز و سیلیس آمورف (کریستوبالیت ، اوپال ، سرپانتین ، کانیهای رسی و تالک در آن وجود دارد . کانی زائی عیار پائین و پراکنده سینابر در این سنگها مشاهده میشود . نمونه Mp-LG-10 از این زون برداشت گردید . عیار جیوه در این نمونه ۲۳۶ ppm میباشد .

۳ . سرپانتینیت های برشی که با وضعیت رورانده (Over trusted) بر روی ملانژ افیولیتی واقع شده اند . رگه های نازکی از سیلیس سرپانتینیت ها را قطع نموده اند . گسله رورانده خود توسط گسله های موازی و پرشیب قطع شده و جابجائی قائمی در حدود ۵۰-۱۰ سانتیمتر در آن ایجاد شده است . تبدیل سرپانتینیت های برشی به سنگهای آتره سیلیسی (نرم) بوضوح در این سرپانتینیت ها قابل مشاهده است . همانطوریکه ملاحظه میشود واحد

- شماره ۲ بخشی از این سرپانتینیتهاست که تحت تاثیر فعالیت سیالات گرمابی و در مسیر گسل اصلی آتره شده است .
۴. ملانژ افیولیتی که اجزای آن را شیل رادیولاریتی برنگ قرمز ، مادستون ، سارن و سرپانتینیت (بطور جریبی) تشکیل میدهد . کانی زائی سینابر در آن به چشم نمیخورد .
۵. سنگهای شدیداً آتره که در آنها جانیشینی های وسیع کائولین و اکسیدهای آهن در امتداد یک زون گسلی روی داده است . تشخیص سنگ اولیه امکان پذیر نیست . کانی زائی سینابر وجود ندارد .
۶. ولکانیکهای نازک آتره ، رگه های نازک و فراوان سیلیس و اکسیدهای آهن آن را قطع نموده است . اکثر این رگه ها موازی بوده و دارای شیب تندی و بسمت شرق - جنوبشرق میباشند . کانی زائی سینابر در این واحد مشاهده نمیگردد .
۷. سرپانتینیت های برشی قطع شده توسط رگه های نازک سیلیس و اکسیدهای آهن که بر روی ولکانیکهای بازیک (واحد شماره ۶) رانده شده است . در پاره ای از رگه های سیلیسی یاد شده ، کانه های سینابر به مقدار بسیار کم قابل مشاهده است .
۸. زون گسله که توسط اکسیدهای آهن ، کانیهای رسی و سیلیسی (به مقدار فرعی) پر شده است . ضخامت رگه در سطح زمین ۱/۶۰ متر بوده و بسمت پائین افزایش پیدا میکند ، بطوریکه در کف ترانشه به ۳ متر میرسد . شیب رگه های سیلیسی در واحدهای شماره ۷ و ۹ بسمت این رگه میباشد و به نظر میرسد که سیالات نهشت کننده این رگه ها از طریق زون گسلی مزبور بالا آمده اند .

۹. سرپانتینیت های برشی که توسط رگه های نازک و فراوان سیلیسی برنگ سفید قطع شده است. این رگه ها موازی هم بوده و بسمت SW (زون گسله شماره ۸) شیب دارند. ذر تعدادی از رگه های سیلیسی مزبور کانه های سینابر بصورت پراکنده و منفرد یافت میشود. نمونه Mp-LG-09 از واحدهای شماره ۸ و ۹ بطور مشترک برداشت شده است. عیار جیوه در نمونه مذکور ۱۶۲ ppm بدست آمده است.

۱۰. ولکانیک های بازیک آلتره که با ضخامت کم و کنتاکت گسله در بین سرپانتینیت های برشی قرار گرفته است.

۱۱. سرپانتینیت های برشی که توسط رگه های نازک سیلیسی قطع شده است.

۱۲. رسوبات شیلی، مارنی و ماسه سنگی که در مجاورت زون گسله اصلی تا حدودی آلتره (سیلیسی و کائولینیتی) شده اند. تصویر ۴-۵ نمائی از ترانشه های T2, T3 را نشان میدهد.

۴-۴-۴- ترانشه T4:

۱. شیل، مارن و ماسه سنگ برنگهای خاکستری، سبز زرد
۲. سنگهای شدیداً آلتره و نرم برنگ سفید متشکل از سرپانتین، سیلیس (کوارتز و فازه های آمورف) تالک و کانیهای رسی
۳. نظیر واحد شماره یک

۴. نظیر واحد شماره دو

۵. نظیر واحد شماره یک

لازم بذکر است سنگ اولیه واحدهای آلتزه ۲ و ۴ بصورت یک بلوک اگزوتیک بزرگ در داخل رسوبات شیلی ، مارنی و ماسه سنگی بصورت تکتونیکی جای گرفته و در مراحل بعدی در نتیجه عملکرد سیالات گرمابی آلتزه شده است .
از سنگهای شدیداً آلتزه این واحدها یک نمونه جهت مطالعه کانی شناسی بروش XRD برداشت گردید . کانی اصلی نمونه مزبور هورنبلند (منیزیم دار) بوده و کانیهای فرعی آن کلریت و مونت موریلونیت میباشد .

۴-۴-۵- قرانسه T5:

۱ و ۲ . شیل و مارن نازک لایه برنگهای خاکستری ، سبز روشن و نخسودی ، بر روی این واحد رسوبات کنگلومرانی (واحد شماره ۲) با اجزاء افیولیتی رانده شده است (رورانگی) . اجزاء این کنگلومرا را قطعات سرپانتینی ، ولکانیکی ، و شیل رادیولاریتی تشکیل میدهد .

۳ . سنگهای شدیداً آلتزه و برشی با بافت متخلخل و نرم برنگ سفید ، متشکل از کانیهای سرپانتین ، سیلیس (فازهای مختلف) ، کانیهای رسی ، اکسیدهای آهن و بمقدار جزئی تالک . کانی زائی سینابر با بافت پراکنده و عیار پائین در این زون روی داده است .

نمونه های Mp-LG-07, Mp-LG-06 از این واحد برداشت گردید. پراکندگی سینابر در محل برداشت نمونه Mp-LG-07 بیشتر از محل برداشت نمونه Mp-LG-06 میباشد. آنالیز شیمیائی نمونه عیار پائین تری را نشان داده اند (به ترتیب ۲۰ و ۴۶/۵ گرم در تن).
 ۴. سرپانتینیت برشی که توسط رگه های نازک سیلیسی و اکسیدهای آهن قطع شده است. کانی زائی سینابر مشاهده نمیشود.

۴-۴-۶- تراشه T6:

۱. سرپانتینیت برشی، توسط تعداد زیادی رگه نازک سیلیسی قطع میشود.
۲. یکی از گسله های اصلی کنترل کننده کانی زائی بفاصله ۵ متری شرق این ترانشه در امتداد این گسله، کانی زائی پرعیار سینابر روی داده است. کانی زائی بفرم پرکننده حفرات و فضاهای خالی بوده و در سرپانتینیت برشی که شدیداً سیلیسی شده، جایگزین شده است البته در دیواره ترانشه در داخل این گسل کانی زائی مشاهده نمیشود. آنالیز نمونه اخذ شده از این رگه پرعیار در مرحله نیمه تفصیلی عیار جیوه را ۶/۴۲ درصد تعیین نموده است.
۳. سرپانتینیت برشی، توسط رگه های نازک سیلیسی قطع میشود. بر روی این واحد مجموعه درهم افیولیتی (ملانژ) با وضعیت رانده قرار میگیرد. در این گسل رانده، کانی زائی عیار بالا (توده ای) سینابر وجود دارد. شیب رگه های نازک سیلیسی (عموماً

36/95) نشان میدهد که جهت حرکت و صعود سیالات گرمایی از گسل (۲) بطرف محل کاننی زائی فوق الذکر بوده است .

۴. توده معدنی سینابر ، بصورت رگه ای به ضخامت متوسط ۵ سانتیمتر که در داخل گسله ای با مشخصات 33/250 تشکیل شده است . امتداد رگه بطرف پائین قطع میشود . نمونه شماره Mp-LG-08 از این رگه برداشت شده که عیار جیوه آن را ۴/۲ درصد نشان میدهد (تصویر ۴-۶) .

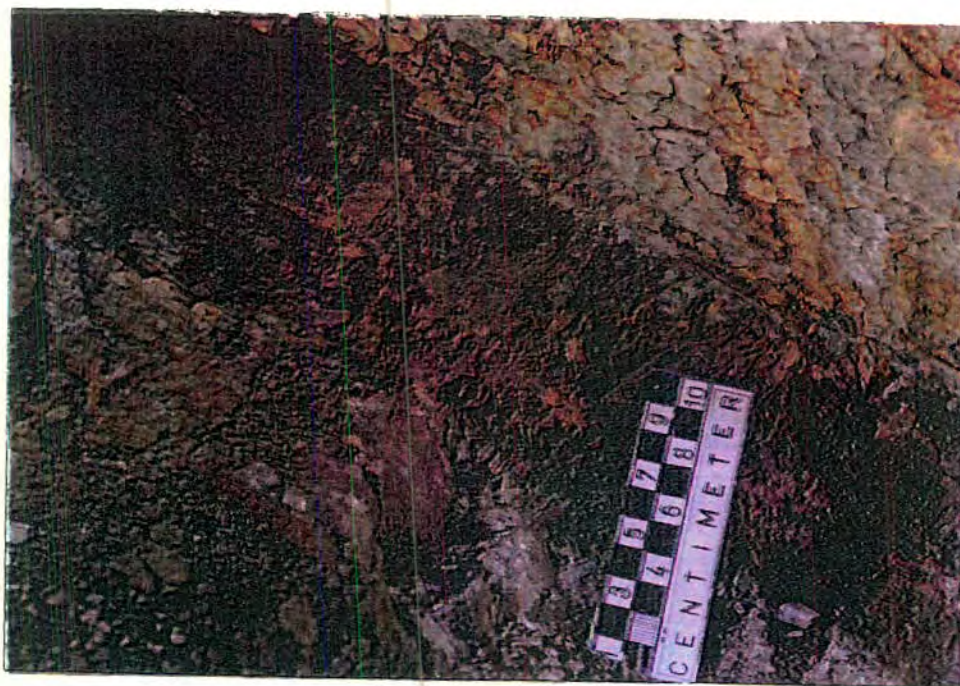
بفاصله حدود ۷ متری شمال شرق این رگه ، رگه مینرالیزه پرعیار دیگری وجود دارد که در داخل همین گسل جای گرفته است . نمونه شماره T2A-LG-03 در مرحله اکتشاف نیمه تفصیلی از این رگه برداشت گردید که عیار جیوه در نمونه مزبور ۶/۴۲ درصد می باشد .

چاه دستی اکتشافی BH10 جهت ردیابی امتداد رگه مزبور در کف ترانشه T6 حفر گردید . امتداد رگه مزبور بصورت کاننی زائی پرعیار جیوه (سینابر) در دیواره چاه مزبور شناسائی گردید . نمونه های Mp-OM-01 ، Mp-Pt-01 ، Mp-XR-02 ، BH10-LG-01 به ترتیب جهت انجام مطالعات مقاطع صیقلی ، پتروگرافی ، کاننی شناسی بروش XRD و آنالیز شیمیائی از رگه یادشده اخذ گردید . نتیجه مطالعه مقطع صیقلی مربوطه در بخش ۳-۴ ذکر گردید . مطالعه نمونه بروش XRD ، کاننیهای سینابر و کریستوبالیت را در آن تأیید کرده است آنالیز شیمیائی نمونه مزبور نیز عیار جیوه را ۵/۶۲ درصد گزارش کرده است

توصیف پتروگرافی نمونه مورد مطالعه به شرح زیر میباشد :



تصویر ۴-۵- نمائی از ترانشه های T2 , T3 .



تصویر ۴-۶- رگه مینرالیزه سیتابر واقع در دیواره ترانشه T6 .

شرح مقطع نازک نمونه شماره Mp-Pt-01 :

بافت شبه برشی کانه به حالت پراکنده مشاهده میشود و تشکیل آن به فضاهای شکستگیها ارتباطی ندارد. زمینه متشکل از کانیهای شفاف میکرو تا کریپتوکریستالین بوده و فقط قطعات با ابعاد بزرگتر که بشکل برشی وجود دارد، قابل شناسائی است. این قطعات از کانیهای سرپانتین عمدتاً "آنتی گوریت واحتمالاً" باسیت تشکیل شده اند.

علاوه بر این در فضاهای مدور و شکستگیها اسفرولیتهای سیلیسی بمقدار کمتر از ۵ درصد دیده میشود که احتمالاً مربوط به رسوبات رادیولاریتی میباشد واحتمالاً این بخش از محل کانی سازی فاصله دارد. زمینه ریز بلور بوده شامل فیلسیلیکاتها واحتمالاً کانیهای گروه زئولیت به شکل توجیه شده است. هیچ آثاری از کانیهای اولیه در متن سنگ وجود ندارد و تنها بر اساس کانیهای سرپانتین که تشکیل میونیت را داده میتوان به اولترا مافیک بودن سنگ اولیه مطمئن بود. علاوه بر سینابر قطعاتی با انعکاس داخلی نارنجی مشابه گوتیت نیز بحالت پراکنده دیده میشود.

۵. ملانژ افیولیتی، متشکل از قطعات بزرگ سرپانتینیتی، شیل قرمز و قطعات ولکانیکی شدیداً آتره.

۶. سرپانتینیت برشی قطع شده توسط رگه های سیلیسی نازک

۴-۴-۷- ترانسه T7:

۱. کنگلومرا بسا اجزاء افیولیتی متشکل از قطعات سرپانتینیت ، شیل رادیولاریتی و ولکانیکی .
۲. سنگهای شدیداً آتره و نرم برنگ سفید متشکل از سرپانتین ، فازهای مختلف سیلیس ، کانیهای رسی وبمقدار جزئی تالک . کانه های سینابر بمقدار کم وبصورت پراکنده یافت میشود . نمونه شماره Mp-LG-13 از این واحد برداشت گردید .
۳. سرپانتینیت برشی ، توسط رگه های فراوان ونازک سیلیسی قطع شده است .
۴. سنگهای شدیداً کائولیتی شده در طول یک گسل با مشخصات 23 / 60 ، ضخامت زون کائولینی بطرف عمق افزایش مییابد . نمونه Mp-LG-14 از رگه های سیلیسی قطع کننده سرپانتینیت برداشت گردید .
۵. شیل ، مارن وبمقدار کم ماسه سنگ
۶. مجموعه درهم از سنگهای مختلف افیولیتی (ملانژ) متشکل از سرپانتینیت ، شیل وولکانیک
۷. سرپانتینیت برشی نظیر واحد شماره ۳ .
۸. سنگهای ولکانیکی بازالتی تا آندزیتی - بازالتی

۴-۵- تغییرات عیار و ذخیره :

همانطوریکه قبلاً توضیح داده شد ، در این مرحله از مطالعات ، با توجه به نتایج بررسیهای لیتوژئوشیمیائی در مرحله اکتشاف نیمه تفصیلی و همچنین وضعیت رخنمون زونهای مینرالیزه ، جهت بررسی ساختمان زمین شناسی و انجام نمونه گیری اقدام به روبرداری و حفر ترانشه های عمیق در جهت عمود بر راستای گسترش زونهای مزبور گردید . پس از حفر ترانشه های مزبور اقدام به برداشت زمین شناسی مقاطع ترانشه ها و نمونه گیری از زونهای مینرالیزه گردید که شرح مفصل آن در بخش ۴-۴ ارائه شده است . علاوه بر ترانشه های اکتشافی ، جهت شناسائی وضعیت زونهای معدنی (در بخش کم عیار) که در واحد برشهای هیدروترمالی و سیلیسی (واحد Si) قرار دارند ، اقدام به حفر تعدادی چاهک اکتشافی عمق ۵-۱۵ متری گردید (بخش ۱-۷-۴) .

جهت تعیین عیار عناصر Cu , As, Ag , Au , Hg تعداد ۱۸ نمونه از رخنمون زونهای مینرالیزه در دیواره ترانشه های اکتشافی (اعم از بخش های کم عیار و پرعیار) تعداد ۳۴ نمونه از تعداد ۳ چاهک اکتشافی برداشت گردید . با احتساب تعداد ۶ نمونه کنترلی که به آزمایشگاه ارسال گردید ، تعداد نمونه های آنالیز شده برای عناصر یاد شده ۵۹ عدد میباشد . در زونهای مینرالیزه موجود (اعم از کانسنگ کم عیار یا کانی زائی پراکنده و کانسنگ رگه ای پرعیار) ، بیشترین عیار ثبت جیوه متعلق به نمونه T2A-LG-03 (آنالیز شده در مرحله نیمه تفصیلی) با میزان ۶/۴۲ درصد میباشد . مطالعه کانی شناسی بروش XRD این

نمونه مجموعه کانیهای سینابر ، کریستوبالیت ، کوارتز ، منیزیت و مونت موریلونیت را در آن نشان داده است . این نمونه از رگه ای واقع در ۵ متری شرق ترانشه T6 بصورت Chipp sampling برداشت شده است . بنافصله حدود ۲ متری رگه مزبور ، رگه دیگری وجود دارد که احتمالاً در ارتباط با هم تشکیل شده اند و عیار جیوه در نمونه برداشت شده از آن ۳/۸۷ درصد گزارش شده است . علاوه بر رگه های مزبور دو رگه پرعیار دیگر در محدوده اکتشافی شناسائی گردید که یکی در دیواره ترانشه T6 (محل برداشت نمونه های Mp-LG-08 ، BH10-LG-01) و دیگری در دیواره ترانشه T1 (محل برداشت نمونه Mp-LG-02) قرار دارد . عیار جیوه در سه نمونه مزبور به ترتیب ۴/۲ درصد ، ۵/۶۲ درصد و ۳۷۴ ppm گزارش شده است . با توجه به اینکه نمونه Mp-LG-08 از امتداد رگه نخست در داخل چاهک اکتشافی برداشت شده ، لذا میانگین جیوه در این رگه ۴/۶ درصد بدست می آید . در رابطه با نمونه Mp-LG-02 باید گفت که این نمونه از یک رگه نسبتاً پرعیار با کانه های فراوان سینابر و به ضخامت ۲۰ cm اخذ شده است و لذا بنظر میرسد که مقدار گزارش شده توسط آزمایشگاه ، مقدار واقعی جیوه موجود در نمونه مزبور نباشد (تصور بر آن است که عیار جیوه در این نمونه بیشتر از ۲۰۰۰ ppm باشد) از نظر عیار جیوه ، نمونه شماره BH1 که از عمق یک متر اول چاهک اکتشافی شماره یک اخذ شده ، با مقدار ۳۵۰۰ ppm جیوه و نمونه شماره Mp-LG-03 با مقدار ۱۳۰۰ ppm در درجه بعدی اهمیت قرار دارند . تغییرات عیار عناصر Cu ، Hg ، As ، Ag ، Au در چاهکهای اکتشافی BH1 ، BH3 که در زون مینرالیزه واقع در شمال محدوده اکتشافی حفر

شده اند در جدول ۴-۳ ارائه شده است. لازم به ذکر است که نمونه گیری از چاهکهای اکتشافی بروش شیاری - پیمپری واز هر یک متر یک نمونه صورت پذیرفته است.

در رابطه با سایر عناصر باید گفت که تمرکز خاصی ملاحظه نمیگردد.

مشخصات آماری نمونه های برداشت شده از دو زون مینرالیزه واقع در شمال محدوده اکتشافی در جدول ۴-۴ ارائه شده است. همچنانکه از این جدول برمی آید، میانگین عنصر جیوه براساس تعداد ۱۵ نمونه لیتوژئوشیمیائی که از دیواره ترانشه ها و چاهکهای اکتشافی (BH3, BH1) برداشت شده اند، $403/5$ گرم در تن (۰/۰۴ درصد) بدست آمده است.

در رابطه با میانگین مزبور ذکر یک مطلب ضروری است و آن اینکه میانگین یاد شده مربوط به نمونه های اخذ شده از ترانشه ها بوده و هنوز از ترازهای پائین تر اطلاعاتی در این زمینه وجود ندارد، در حالیکه بر اساس مقاطع و پروفیل های زمین شناسی رسم شده کانی زائی بفرم پراکنده تا اعماق ۳۰ متری ادامه داشته و پائین تر از عمق مزبور نیز بفرم رگه ای - رگچه ای با عیارهای بالاتر محتمل است. لذا در حال حاضر میانگین فوق الذکر را نمیتوان برای محاسبه ذخیره ماده معدنی بکار برد.

با توجه به نتایج حاصله از مطالعات آزمایشگاهی و پیمایش زمین شناسی رخنمون رگه های پرعیار سینابر، عیار متوسط این بخش از کانسار حدود ۵ درصد برآورد میشود. با دسترسی به اطلاعات فوق و با علم به این مطلب که با توجه به شکل پیچیده و تکتونیک شدید منطقه مناسبترین شیوه ادامه مطالعات اکتشافی، اکتشاف در حین استخراج خواهد بود. میتوان ذخیره افقهای مختلف استخراجی را با توجه به طرح بهره برداری کانسار از روی عیارهای متوسط ارائه شده تعیین نمود و پس از استخراج هر افق، با استفاده از شواهد زمین

جدول ۳-۴- تغییرات عیار عناصر در چاهکهای اکتشافی BH3, BH1.

<i>Sample No.</i>	<i>Au(PPb)</i>	<i>Ag(PPm)</i>	<i>As(PPm)</i>	<i>Hg(PPm)</i>	<i>Cu(PPm)</i>
BH3-LG-01	2.2	0.046	0.2	32.5	21.2
BH3-LG-02	2.8	0.05	1	155	18.6
BH3-LG-03	13.8	0.049	0.9	18.7	80.7
BH3-LG-04	2.2	0.053	5.6	44.3	61.7
BH3-LG-05	2	0.055	1.2	639	52.6
BH3-LG-06	1.4	0.068	0.2	290	48.3
BH3-LG-07	2.2	0.055	0.15	51.7	46.6
BH3-LG-08	1.5	0.074	2.7	92.8	220
BH1-LG-01	2.6	0.067	0.3	3500	10.1
BH1-LG-02	1.6	0.036	0.15	280	14.6
BH1-LG-03	4.6	0.054	0.15	42.4	12
BH1-LG-04	3.1	0.048	0.3	45.5	16.2
BH1-LG-05	1.4	0.055	0.5	701	16.1
BH1-LG-06	1.5	0.045	0.9	138	19.1
BH1-LG-07	2.3	0.035	11	22.2	63.9
<i>X</i>	<i>3.013333</i>	<i>0.052667</i>	<i>1.683333</i>	<i>403.54</i>	<i>46.78</i>
<i>S</i>	<i>2.993296</i>	<i>0.010486</i>	<i>2.849366</i>	<i>853.6837</i>	<i>51.24406</i>
<i>V</i>	<i>8.959822</i>	<i>0.00011</i>	<i>8.118889</i>	<i>728775.8</i>	<i>2625.954</i>
<i>N used</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>

جدول ۴-۴- مشخصات آماری نمونه های برداشت شده از دو زون مینرالیزه در شمال محدوده

Sample No.	Au(PPb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Hg(PPm)	Cu(PPm)
MP-LG-01	3.3	0.066	2.6	28.5	49.4
MP-LG-02	1.5	0.043	0.5	374	13.9
MP-LG-03	3.2	0.075	0.5	1300	11.5
MP-LG-04	2.4	0.161	2.6	32	31.1
MP-LG-05	2	0.076	0.3	177	55.4
MP-LG-10	2.8	0.048	1.4	236	81.6
MP-LG-11	1.6	0.044	0.5	359	15
MP-LG-12	1.9	0.061	3.9	12.3	109
BH3-LG-01	2.2	0.046	0.2	32.5	21.2
BH3-LG-02	2.8	0.05	1	155	18.6
BH3-LG-03	13.8	0.049	0.9	18.7	80.7
BH3-LG-04	2.2	0.053	5.6	44.3	61.7
BH3-LG-05	2	0.055	1.2	639	52.6
BH3-LG-06	1.4	0.068	0.2	290	48.3
BH3-LG-07	2.2	0.055	0.15	51.7	46.6
BH3-LG-08	1.5	0.074	2.7	92.8	220
BH1-LG-01	2.6	0.067	0.3	3500	10.1
BH1-LG-02	1.6	0.036	0.15	280	14.6
BH1-LG-03	4.6	0.054	0.15	42.4	12
BH1-LG-04	3.1	0.048	0.3	45.5	16.2
BH1-LG-05	1.4	0.055	0.5	701	16.1
BH1-LG-06	1.5	0.045	0.9	138	19.1
BH1-LG-07	2.3	0.035	11	22.2	63.9
X	2.778261	0.059304	1.632609	372.6913	46.46087
S	2.469106	0.024542	2.418345	729.127	45.7467
V	6.096484	0.000602	5.848393	531626.2	2092.761
N used	23	23	23	23	23

شناسی موجود و نیز حفر چاهک در سطح فوقانی ترازهای بعدی ، ذخیره افتهای بعدی استخراجی را تعیین و در صورت داشتن توجیه کافی فنی اقتصادی استخراج را ادامه داد .

۴-۶- ژنز ومدل کانی زائی :

در رابطه با ژنز ومدل کانی زائی در ناحیه خانگلی چالدران قبلاً بررسی های چندی صورت گرفته و پیک مدل هیدروترمالی (اپی ترمال یا درجه حرارت پائین) در بستره ای از سنگهای افیولیتی برای آن ارائه شده است (۱۰ و ۳۰) . در این مدل ، کانی زائی مورد بحث از نوع ذخایر جیوه " تیپ سرپانتینیتی " معرفی شده که در نتیجه باز کنش (Reactivation) کمپلکس افیولیتی توسط سیستم گرمایی حاصل از فعالیت ماگمائی اسید - حد واسط نشوژن در ناحیه سیه چشمه ، بوقوع پیوسته است (۳) .

شایان ذکر است که از دیدگاه متالورژی ، جالبترین ذخایر معدنی با خاستگاه ملانژ های افیولیتی ، در نتیجه واکنش چشمه های داغ ، با ملانژهای در سطح فوقانی پوسته زمین تشکیل شده اند . در حدود ۲۵ درصد ذخایر جیوه جهان دارای خاستگاه اولترامافیک های افیولیتی هستند . برای مثال دهها مورد از رخدادهای جوان سینابر (پلیوسن تا کوارترنری) از کمپلکس افیولیتی فرانسیسکن امریکا گزارش شده است . قسمت عمده ذخایر جیوه کالیفرنیا در سنگ میزبان سرپانتینیتی ویا در مجاورت سرپانتینیتها با ماسه سنگ وگل سنگهای فیلیشی گسلیده و خرد شده واقع شده اند (۱۹ و ۳۰) .

هندرسون (۱۹۶۹) در مورد ذخایر جیوه " تپ سرپانتینیتی " و آلتراسیون همراه آن تجدید نظر بعمل آورده است. مقطع نمونه این تپ از ذخایر جیوه، معدن جکسون (کالیفرنیا) میباشد. بزرگترین تولیدکننده جیوه کالیفرنیا، منطقه المعدن جدید (با ذخیره ۸۰۸۰ تن با عیار میانگین ۲/۲۱ درصد جیوه) است. ذخایر جدید سینابر با خاستگاه ملانژهای افیولیتی غنی از سرپانتینیت در مکانهای مختلف جهان از جمله پینچی لیک (کانادا)، میاکامز (امریکا)، آوالجا (یوگسلاوی) و کالشیک (ترکیه) شناخته شده است (جدول ۴-۵).

در نتیجه مطالعات اکتشافی انجام گرفته، وضعیت ساختمانی زونهای آلتره و مینرالیزه و ارتباط آنها با گسله های منطقه بخوبی شناخته شده و لذا با توجه به پاراژنز مجموعه کانیهای حاصل از آلتراسیون و کانه های فلزی میتوان مدل کانی زائی ارائه شده در گزارش مرحله نیمه تفصیلی را تکمیل نمود.

محدود بودن رگه های مینرالیزه و زونهای آلتره همراه آن به گسله ها و شکستگیهای موجود در محدوده اکتشافی، نقش مهم گسله ها را با کانی زائی به اثبات میرساند. با توجه به نقشه زمین شناسی (در مقیاس ۱/۵۰۰) و مقاطع زمین شناسی ترانشه های اکتشافی (اشکال ۴-۱۱ الی ۴-۷) بوضوح نشان میدهد که زونهای آلتره با کانی زائی های پراکنده و رگچه ای همراه آن (در شمال، جنوبغرب و شرق محدوده اکتشافی تماما " توسط گسل ها کنترل شده اند، بطوریکه کنتاکت پائین و بالای زونهای مزبور را عمدتاً " گسله های از نوع رانده تشکیل میدهند. سنگ میزبان کانی زائی از نوع سرپانتینیت های برشی بوده که با وضعیت تکتونیکی در مجاورت رسوبات شیلی، مارنی، ماسه سنگی و کنگلومرانی قرار گرفته است. عملکرد سیالات گرمابی بصورت آلتراسیون سیلیسی و ته نشست اکسیدهای آهن (شامل فازهای

جدول ۴-۵- ذخایر جدید سینابر یا خاستگاه ملائزهای افیولیتی غنی از سرپانتینیت در نقاط مختلف جهان .

مکان	سنگ میزبان	کانی سازی	آلتراسیون	مر اجم
بیلیچی- لیک کانادا	افیولیت ملائز، در موردی سنگهای دگرگونی	سینابر، پیرکننده فضاهای خالی نشوژن ۴/۲ اتن با عیار ۷۵٪ هزار	سیلیسی- کربناته	بترسون (۱۹۷۷) آرمسترانگ (۱۹۴۹)
المعدن جدید آمریکا	ملائز فرانسویکن : سرپانتینیت، کریو اکا، شیل	سینابر، بصورت رگچه ای و پیرکننده شکستگیها در سرپانتینیتها	سیلیسی- کربناته	بایلی و اورهارت (۱۹۶۴)
میاکامز آمریکا	ایضا "مثل قبلی"	سینابر، بصورت رگچه ای در طول کسل ۳۰۰ اتن جیوه	سیلیسی و سیلیسی کربناته	دیگسون و تونل (۱۹۶۸)
ویلیور آمریکا	مثل قبلی، "سرپانتینیتهای خرد شده" (ملائز ؟)	سینابر، بشکل جان شیبی ریزدانه و پیرکننده شکستگیها پایلیستوسن ۷۰۰ اتن جیوه	سیلیسی- کربناته	مویسیو (۱۹۶۸)
آو الجا، بایگراد یوگسلاوی	سرپانتینیتهای تکتو نیزه، افیولیت	سینابر بصورت پیرکننده و استوک- ورک میسوسن؟ ۲۹ اتن جیوه ۲۶ تا ۱٪ هزار	سیلیسی- کربناته	یانکوویچ (۱۹۸۲)
ایدربای جدید آمریکا	شیل در کنتاکت با سرپانتینیت	سینابر در زونهای شکستگی و برشی	سیلیسی- کربناته	لین (۱۹۶۸)
کالشیک ترکیه	ملائز افیولیتی، ولکانیکهای نشوژن	سینابر، پیریت بصورت انتشاری	سیلیسی	سوزون (۱۹۷۷)
خان گلی- ماکو ایران	افیولیت، ملائز (سرپانتینیتهای برشی و خرد شده)	سینابر، پیرکننده شکستگیها و فضاهای خالی پلیوسن پلیاستوسن	سیلیسی و بندرت آرژیلیک	خاکزاد سامانی امامعلی پور (۱۹۶۵)

آمورف) در کنتاکت سنگ میزبان کانی زائی با واحدهای لیتولوژیکی یاد شده، سبب آلتراسیون شدید سرپانتینیت ها شده است. نفوذ پذیری بسیار پائین نهشته های شیلی و مارنی، مانع از نفوذ سیالات گرمابی بداخل سنگهای مزبور شده، لیکن محلولها در حجم وسیعی از طریق سرپانتینیت‌های برشی و خرد شده (تکتونیک ها) بسمت بالا جریان پیدا کرده اند. وجود سیستمهای متراکم، درزه و شکستگی و نیز ماهیت برشی سرپانتینیتها باعث شده که سیالات گرمابی به آرامی در کانالهای یاد شده جابجا میشوند، لیکن هر از چند گاهی احتمالا" بدلیل تغییر در سیستم هیدرولیکی منطقه، انفجار هیدروترمالی نیز در شرایط سطحی رخ میداده و سبب تشکیل برشهای هیدروترمالی می شده است. مجموعه فرآیندهای مزبور سبب آلتراسیون شدید سرپانتینیتها شده و آنها را به سنگهای متشکل از سرپانتین، سیلیس، کانیهای رسی، کلسیت، تالک و اکسیدهای آهن تبدیل نموده است. این سنگها که به رنگهای سفید و خاکستری روشن و بسیار نرم در دیواره ترانشه ها رخنمون یافته اند، تحت عنوان واحد Si در نقشه زمین شناسی - معدنی تفکیک شده اند. در بخش ۲-۴ خاطر نشان شدیم که آلتراسیون سنگ میزبان کانی زائی طی دو مرحله صورت گرفته است و به این نتیجه رسیدیم که کانی زائی سینابر با مراحل نهائی آلتراسیون که همانا تشکیل رگه و رگچه های نازک سیلیسی در سنگ میزبان و همچنین محصولات آلتراسیونی مراحل قبلی، در ارتباط نزدیک میباشد. لذا آلتراسیون مرحله پیشین که منجر به تشکیل زونهای آتره سفید رنگ (واحد Si) در سرپانتینیت‌های برشی گردید، در واقع زمینه مناسبی را برای ته نشست کانه های معدنی فراهم نموده است. با توجه به کانی شناسی ذخیره (سینابر، پیریت، مارکازیت و استینیت)

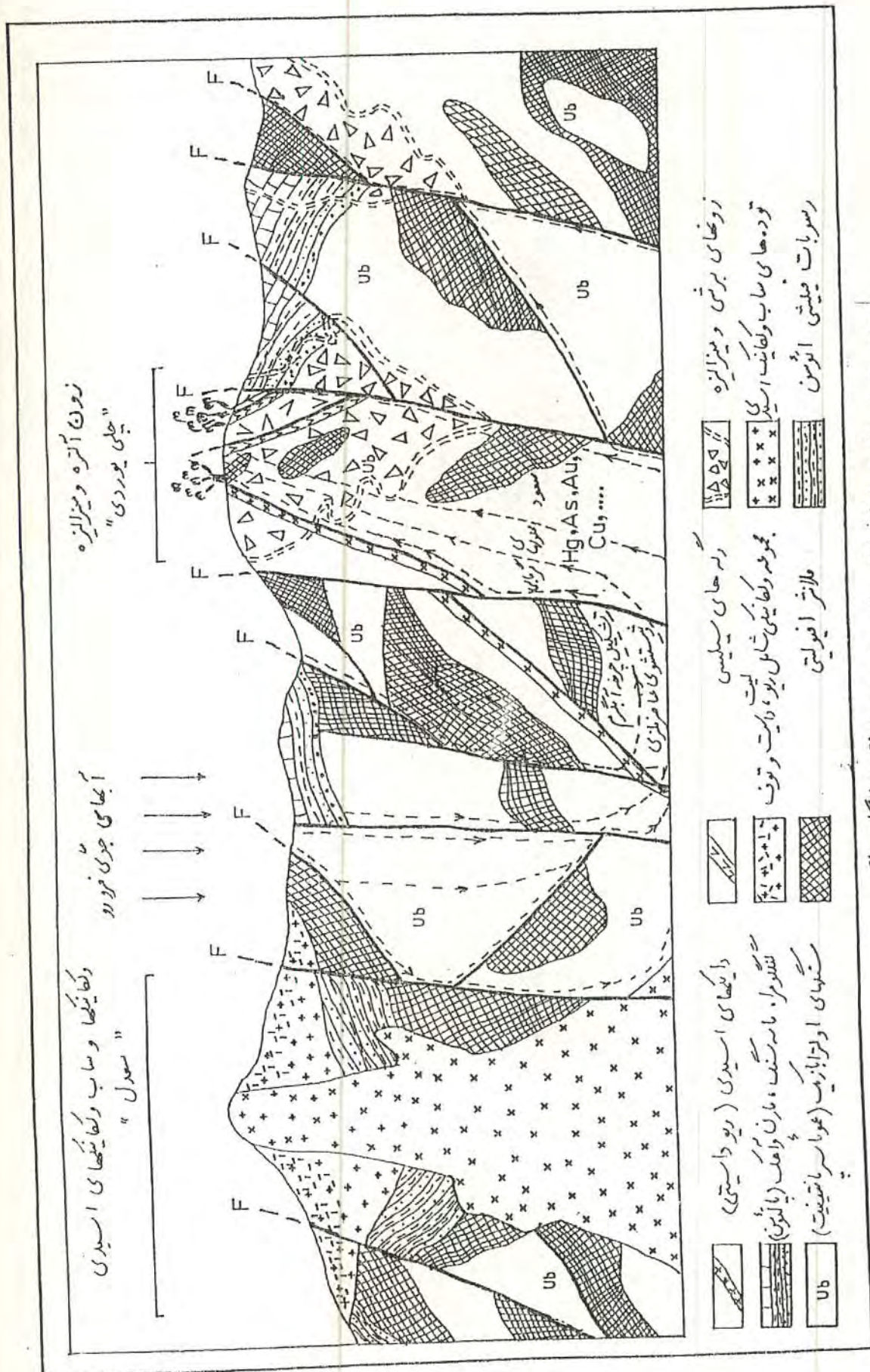
میتوان گفت که کانی زائی در یک سیستم هیدروترمالی درجه حرارت پائین (۱۵۰ تا حداکثر ۲۰۰ درجه سانتیگراد) صورت گرفته است .

مدل کانی زائی جیوه در منطقه خانگلی بطور شماتیک در شکل ۴-۱/ نشان داده شده است . پارامترهائی راکه در این مدل نقش اساسی داشته اند ، بشرح ذیل میتوان خلاصه نمود :

۱- وجود کمپلکس افیولیتی در ناحیه ، سنگهای افیولیتی وبخصوص سرپانتینیت‌های آن از دو جهت حائز اهمیت میباشد . یکی اینکه بعنوان سنگ منشاء جیوه عمل نموده وموضوعی برای شستشوی جیوه وسایر عناصر توسط سیستم گرمایی بوده است ودیگر آنکه بعنوان سنگ میزبان مناسبی جهت ته نشست کانه ها عمل نموده است . بررسیهای ژئوشیمیائی (در مرحله نیمه تفصیلی) نشان داده است که مقدار عنصر جیوه در سرپانتینیت های (غیر مینرالیزه) منطقه حدود ۶ ppm می باشد این مقدار برای عنصر جیوه زمینه بالائی را برای آن نشان میدهد . این امر سنگهای سرپانتینیتی موجود در ملانژ افیولیتی منطقه را بعنوان منشاء فلز جیوه بطور جدی مطرح مینماید (۳) .

۲- رخداد ولکانیسم اسیدی تا حد واسط طی الیگومیوسن تا نئوژن که بفاصله حدود ۸ کیلومتری جنوبشرق خانگلی قابل مشاهده است . این رخداد سبب بالا رفتن درجه زمین گرمایی ودر نتیجه ایجاد سیستم های هیدروترمالی در ناحیه شده است .

۳- وجود زونهای برشی وسیع در مسیر گسله ها (سنگ میزبان کانی زائی خود سرپانتینیت برشی میباشد) .



شکل ۴-۸-مدل شماتیک کانی زائی جیوه در منطقه خانگی ماکو.

در ناحیه خانگلی ماکو نهشته های تخریبی پالئوسن شامل کنگلومرا ، ماسه سنگ ، مارن و آهک بصورت دگرشیب بر روی سنگهای افیولیتی قرار گرفته اند . سکانس رسوبی فوق الذکر تا ائوسن میانی در این ناحیه ادامه داشته است . در زمان الیگومیوسن فعالیت شدید ماگمایی بصورت فورانهای آتشفشانی بوقوع پیوسته و سنگهای افیولیتی ناحیه را قطع نموده است . این ولکانیسم طبیعت اسیدی تا حد واسط داشته و سنگهای تشکیل شده حاصل از آن از نوع ریولیتی - داسیتی تا آندزیتی میباشد . بخشهایی از این ماگما از توده اصلی جدا شده و در امتداد گسله ها و شکستگیهای بزرگ بداخل سنگهای افیولیتی تا مساحتهای دور تزریق شده است . در مرحله نهائی ، فعالیت ماگمایی یاد شده بصورت نفوذی بوده و نتیجه آن تشکیل توده های ساب ولکانیک اسیدی تا حد واسط است . این توده های نیمه عمیق ولکانیکی مرحله قبلی را قطع نموده اند ، با توجه به این امر سن آخرین فعالیت ماگمایی را میتوان با احتمال به پلیوسن نسبت داد (۳) . در نتیجه فعالیتهای ماگمایی فوق الذکر ، درجه زمین گرمائی منطقه بالا رفته و این توده ها خود بعنوان یک منبع حرارتی برای گرم شدن آبهای فرورو و تشکیل آبهای هیدروترمال عمل کرده اند . به این ترتیب آبهای سطحی از شکستگیهای فراوان موجود در ناحیه بطرف پائین حرکت کرده و تحت تاثیر حرارت آزاد شده از این منبع حرارتی گرم شده و در نتیجه اختلاف فشار حاصل شده مجدداً بطرف بالا صعود کرده و چرخه آب گرم را تشکیل داده اند . این آبهای گرم و فعال در مسیر گذر خود از میان سنگهای سرپانتینی (و سایر سنگهای ملانژ افیولیتی) گذشته و در نتیجه واکنش با این سنگها سبب شستشوی عناصر فلزی نظیر Cu , As , Hg و از این سنگها شده اند . محلولهای گرمابی از لحاظ Si , Fe , H₂S , Co₂ غنی بوده و در مسیر خود سبب دگرسانی

سنگهای محل گذر خود نیز شده اند . محلولهای یاد شده در مسیر گسله ها ، شکستگیها وزونهای برشی به حرکت خود بسمت بالا ادامه داده وبصورت چشمه های جوشان بسطح زمین رسیده اند . در ناحیه خان گلی ، گسترش سطحی منطقه ای که تحت تاثیر فعالیت گرمایی فوق الذکر قرار گرفته است ، به ۳۰ هکتار میرسد .

با توجه به اینکه کانی زائی متعاقب فعالیت ماگمایی الیگومیوسن تا پلیوسن ودر نتیجه کنش وری (Raectvation) کمپلکس افیولیتی ناحیه توسط فرآیندهای حاصل از این فعالیت ماگمایی صورت گرفته است ، لذا سن این کانی زائی را میتوان به اواخر پلیوسن ویا پلیستوسن (؟) نسبت داد (۳) .

۵- شناسائی سنگ معدنی

۵-۱- مقدمه

مهمترین مینرال جیوه سینابر (Hgs) بوده که ۹۰٪ تولید جهانی جیوه در حال حاضر از آن بدست می آید .

در گذشته رومی ها به منظور استخراج جیوه با علم به نقطه تبخیر پائین جیوه (۳۵۷ C) از میعان بخار جیوه حاصل از حرارت دادن سنگ معدن آن استفاده میکردند . اما امروزه در صورتیکه عیار سنگ معدن کم باشد هزینه ساخت کوره اقتصادی نبوده و لذا بایستی عملیات فرآوری بر روی سنگ معدن جیوه انجام گیرد .

به همین منظور با توجه به اینکه کانی سینابر دارای وزن مخصوص نسبتاً زیادی (۸/۱) است ، روش خردایش ثقلی (جیگ یا میز) یکی از روش های منطقی برای آرایش آن بنظر میرسد .

در ایالات متحده امریکا کمپانی . Cat mining co برای فرآوری سینابر از سنگ معدن از میز نرمه استفاده کرده است .

مراحل کار شامل سنگ شکنی ، سرند کردن و در نهایت استفاده از میز نرمه بوده که حداکثر تا ۱۰۰ تن در روز با ۸۵٪ بازیافت جیوه انجام گرفته است .

با توجه به سهولت فلوتته شدن سینابر بنظر میرسد روش دیگری که برای فرآوری جیوه مورد نظر قرار گیرد فلوتاسیون باشد. ولی بنظر میرسد مشکلات زیر می بایست در حین عملیات فلوتاسیون مورد توجه قرار گیرد:

- بعلت تمایل سینابر به ریز دانه شدن در حین عملیات خردایش، در زمان نرمه گیری ممکن است مقادیر زیادی از ذرات سینابر وارد باطله گردد.
- در حین خردایش با توجه به اینکه سینابر به دانه های ریز تبدیل میشود ممکن است ایجاد لجن کند.
- غالباً سینابر با مینرالهای رسی (مونت موریلونیت وغیره ...) موجود در گانگ مخلوط میشود.
- غالباً سینابر بفرم ذخیره های اوپال تشکیل شده ومینرالهای آن با دانه بندی ۶۵ تا ۱۰۰ مش آزاد نمیگردد.

یک مورد عمل فلوتاسیون موفق در سال ۱۹۶۶ در ایالات متحده امریکا توسط Jackson Mountain Mining Co. بشکل زیر در معدن glass butt گزارش شده است.

کلکتور	Aero Xanthale 301 or Dow Z-12	0.30 lb/ton
	Aero Flot 3 /	0.07 lb/ton
فعال کننده	سولفات مس	0.27 -0.41 lb/ton
کف ساز	Aero Froth 15 or Dou Foth 250	0.71 lb/ton

سنگ معدن فوق دارای عیار ۱ پوند جیوه در تن بوده وکل بازیافتی بطور متوسط ۸۵٪ میباشد.

درمدار فلوتاسیون از دانه بندی ۹٪ زیر ۶۵ مش استفاده شده وعیار کنسانتره در نهایت به ۳۵۰ تا ۴۵۰ پوند در تن رسیده است.

مرحله نهائی تهیه فلز جیوه خواه مستقیماً سنگ معدن جیوه به کوره انتقال یابد یا فرآوری گردد میعان بخار جیوه میباشد. در صورتیکه به خلوص خیلی بالا نیاز باشد دو تا سه مرتبه تقطیر کردن تکرار میگردد.

در سالهای اخیر روش لیچینگ مورد توجه قرار گرفته اما این روش در مقیاس صنعتی تا بحال گزارش نشده است. از ۲۵۰ سال پیش این مسئله که محلول سولفورهای قلیائی قادر خواهند بود سینابر را در خود حل کنند شناخته شده بود. به منظور فرآوری سولفور جیوه را در یک محلول سولفور قلیائی (اکثراً سولفور سدیم) حل نموده ودر نهایت با اضافه کردن آلومینیوم به محلول فوق فلز جیوه رسوب میکند.

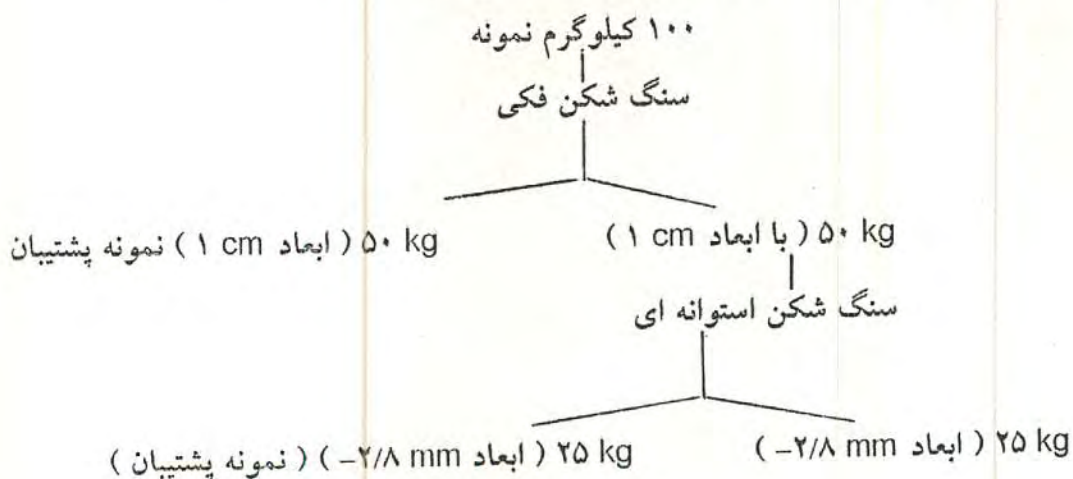
۵-۲- آماده سازی نمونه و تهیه نمونه معرف

جهت آماده سازی نمونه و اخذ نمونه معرف برای مطالعات میکروسکپی و آزمایشهای شیمیائی و تعیین درجه آزادی در سرپانتینیت و برش های هیدروترمالی کانسار جیوه ماکو اقدامات ذیل صورت پذیرفته است:

- تهیه حدود ۱۰۰ کیلوگرم نمونه از هر یک از واحدهای سریانتینیت و برشهای هیدروترمالی
مینرالیزه .

- خردایش نمونه های گرفته شده تا ابعاد حدود ۳ تا ۴ سانتیمتر توسط سنگ شکن فکی ،
بدیهی است نمونه تهیه شده از برش های هیدروترمالی ، احتیاج به چنین پروسه ای ندارد .

- خردایش نمونه های ۱۰۰ کیلوگرمی مطابق نمودار زیر :



- تقسیم نمونه ۲۵ کیلوگرمی به ۲۵ نمونه یک کیلوگرمی .

- خرد کردن نمونه یک کیلوگرمی توسط آسیای میله ای .

- تجزیه سرندي نمونه خرد شده توسط سرندهای ۱۲ ، ۲۰ ، ۳۰ ، ۶۰ ، ۱۰۰ ، ۲۰۰ ، ۲۷۵ ،

۳۲۵ ، بروش تر و سپس خشک کردن و توزین هر یک از آنها و ارسال برای تهیه مقاطع نازک

وصیقلی ، بمنظور دستیابی به نوع کانه ها و نحوه درگیری آنها و در نهایت تعیین درجه آزادی .

نتایج حاصل از تجزیه سرنندی نمونه های معرف در جداول شماره ۱-۵ و ۲-۵ ارائه شده است .

جدول ۱-۵- نتایج بدست آمده از تجزیه سرنندی نمونه برش هیدروترمالی :

ملاحظات	وزن تجمعی		وزن		شماره نمونه	دهانه سرنند	شماره سرنند
	عبور کرده	باقیمانده	درصد	گرم			
	۸۹/۴۵	۸/۷۱	۸/۷۱	۶۳	B+۱۲	۱۷۰۰	۱۲
	۸۰/۷۴	۲۹/۴۵	۲۰/۷۴	۱۵۰	B+۲۰	۸۵۰	۲۰
۶۰	۳۹/۹۶	۱۰/۵۱	۱۰/۵۱	۷۶	B+۳۰	۶۰۰	۳۰
	۳۳/۷۳	۶۶/۲۳	۲۶/۲۷	۱۹۰	B+۶۰	۲۵۰	۶۰
	۲۴/۱۹	۷۵/۷۷	۹/۵۴	۶۹	B+۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰
	۱۳/۵۴	۸۶/۴۲	۱۰/۶۵	۷۷	B+۲۰۰	۷۵	۲۰۰
	۱۰/۲۳	۸۹/۷۳	۳/۳۱	۲۴	B+۲۷۰	۵۳	۲۷۰
	۸/۰۲	۹۱/۹۴	۲/۲۱	۱۶	B+۳۲۵	۴۵	۳۲۵
.		۱۰۰	۸/۰۲	۵۸	B-۳۲۵	-۴۵	-۳۲۵

جدول ۵-۲- نتایج بدست آمده از تجزیه سرندي نمونه سريانتيانيت مينراليزه

ملاحظات	وزن تجمعی		وزن		شماره نمونه	دهانه سرندي (m)	شماره سرندي
	عبور کرده	باقیمانده	(%)	(گرم)			
	۸۷/۷۴	۱۲/۲۶	۱۲/۲۶	۹۴	A+۸	۲۳۶۰	۸
	۶۲/۹۷	۳۷/۰۳	۲۴/۷۷	۱۹۰	A+۱۲	۱۷۰۰	۱۲
	۳۲/۹۹	۶۷/۰۱	۲۹/۹۹	۲۳۰	A+۲۰	۸۵۰	۲۰
	۲۷/۱۲	۷۲/۸۸	۵/۸۷	۴۵	A+۳۰	۶۰۰	۳۰
	۱۴/۸۶	۸۵/۱۴	۱۲/۲۶	۹۴	A+۶۰	۲۵۰	۶۰
	۱۰/۸۱	۸۹/۱۹	۴/۰۴	۳۱	A+۱۰۰	۱۵۰	۱۰۰
	۶/۳۸	۹۳/۶۲	۴/۴۳	۳۴	A+۲۰۰	۷۵	۲۰۰
	۵/۰۸	۹۴/۹۲	۱/۳۰	۱۰	A+۲۷۵	۵۳	۲۷۰
	۴/۱۷	۹۵/۸۱	۰/۹۱	۷	A+۳۲۵	۴۵	۳۲۵
	۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۴/۱۷	۳۲	A+۳۲۵	-۴۵	-۳۲۵
			۱۰۰	۷۶۷			جمع

۵-۳- مطالعات میکروسکپی

مطالعات میکروسکپی بر روی کانسنگ معدنی در دو مرحله انجام شده است. در مرحله نخست قبل از خردایش و تجزیه سرندي نمونه ها، ۷ نمونه مقطع صیقلی و ۲ نمونه مقطع نازک از کانسنگ معدنی تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت. در مرحله دوم نیز نمونه های اخذ شده از کانسار پس از تقسیم و خردایش توسط آسیای میله ای پودر شد و محصول فرآیند در سری سرندي های آزمایشگاهی دانه بندی شده و از هر دانه بندی، نمونه هایی برای مطالعه مقاطع صیقلی و مقاطع نازک تهیه و با میکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفت.

۵-۳-۱- مطالعه مقاطع صیقلی و نازک کانسنگ اولیه معدنی (سرپانتینیت های مینرالیزه)

نمونه G1 مقطع صیقلی:

تشکیل دهنده ها: سینابر، کرومیت، اکسید وئیدروکسیدهای آهن، پیریت - مارکاسیت، کانیهای شفاف
فراوانترین کانی کدر سینابر است که بصورت قطعات بی شکل پراکنده، توزیع نامتجانس مشاهده میشود. مقدار کانی در قسمتهای با بافت خرد شده افزونتر شده است و در

مناطق برشی عیار بالاتر است. اندازه قطعات سینابر حداکثر ۴۰۰ میکرون و اندازه قطعات فراوان ۲۰۰ میکرون است. قطعات با ابعاد کمتر از ۵۰ میکرون، خاص مناطق خرد شده می باشد. در قطعات سینابر انکلوژیونهای ریزی از پیریت - مارکاسیت دیده میشود. اندازه این ادخالها عموماً از ۵۰ میکرون کمتر بوده و عموماً بین ۱۰ تا ۳۰ میکرون تغییر میکنند. مقدار پیریت - مارکاسیت در حد دهم درصد است.

سولفورهای آهن علاوه بر ادخالهای داخل سینابر با ابعاد کوچک و مشابهی در زمینه برخی کانیهای شفاف نیز مشاهده میشود. قطعات سولفوری بعضاً دگرسان گردیده و اکسید وئیدروکسیدهای آهن ایجاد شده است. مقدار این کانی در مقطع از ۱٪ تجاوز نمیکند.

کرومیت بشکل قطعات نیم شکل دار تا بی شکل با بافت کاتا کلاستیک، قطعات پراکنده و مستقل از سینابر ایجاد نموده است. اندازه قطعات کرومیت حدود ۱۰۰ میکرون و مقدار آن حداکثر ۵٪ است (تصاویر ۱-۵ و ۲-۵).

نمونه G2 مقطع صیقلی :

تشکیل دهنده ها : سینابر، کرومیت، پیریت، مارکاسیت، کانیهای شفاف سینابر قطعات بی شکل پراکنده ای را با اندازه حداکثر ۸۰۰ میکرون و ابعاد متوسط فراوان حدود ۶۰۰ میکرون ایجاد نموده است. در این نمونه بافت میلونیتی وجود نداشته و قطعات ریز سینابر نیز مشاهده نمیشود. در قطعات بزرگ کانی مذکور ادخالهای کانیهای گانگ و بلورهای

منشوری مارکاسیت اغلب وجود دارد که مقدار آن ناچیز و در حد دهم درصد است. اندازه ادخالهای مذکور عموماً از ۵۰ میکرون کوچکتر است.

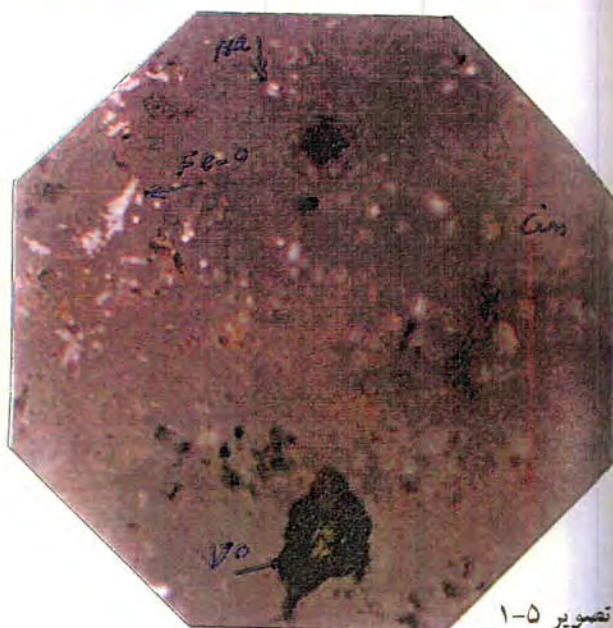
مارکاسیت بعلاوه به شکل بلورهای بسیار کوچک با ابعاد میکرونی در برخی قسمتهای گانگ وجود دارد. از کانیهای دیگر، قطعات خرد شده کرومیت قابل ذکر است. این کانی با سینابر هیچگونه درگیری و ارتباطی نشان نمیدهد. اندازه قطعات کرومیت بطور متوسط ۳۰۰ میکرون و مقدار آن ۲-۳٪ است (تساویر ۳-۵ و ۴-۵).

نمونه G3 مقطع صیقلی :

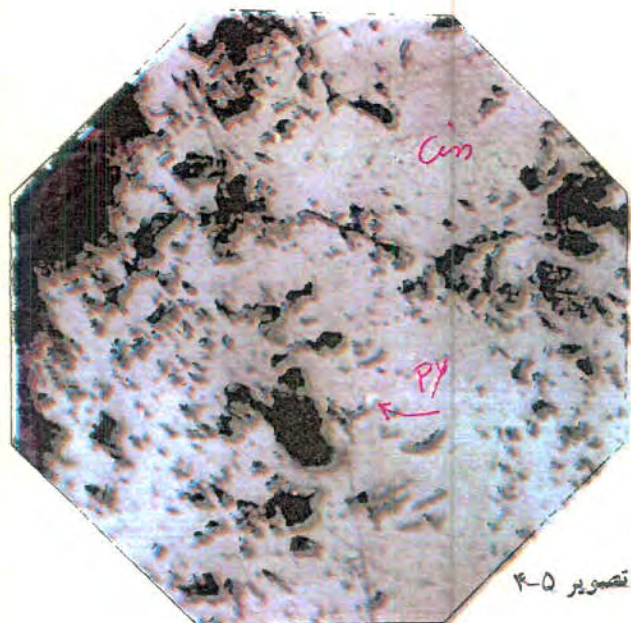
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف سینابر که فراوانترین کانی کدر است به مقدار حداقل ۵٪ وجود داشته و به صورت پراکنده و عمدتاً بی شکل هم اندازه دیده میشود. اندازه قطعات فراوان این کانی حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ میکرون است. کرومیت به مقدار یک تا دو درصد دارای توزیع نسبتاً یکسان بوده و بلورهای شکل دار پراکنده ایجاد کرده است. حداکثر اندازه قطعات کرومیت ۲۰۰ میکرون و حداقل آن در قطعات خرد شده (کاتاکلاستیک) ۲۰ تا ۳۰ میکرون است. سینابر و کرومیت هیچگونه ارتباطی نشان نمیدهند. کرومیت فاقد ادخال است ولی سینابر ادخالهای متعددی از کانیهای شفاف و مارکاسیت دارا میباشد. اندازه ادخالهای مارکاسیت که بصورت مقاطع شکیل و بعضاً مربعی میباشد حدود چند میکرون است. مقدار



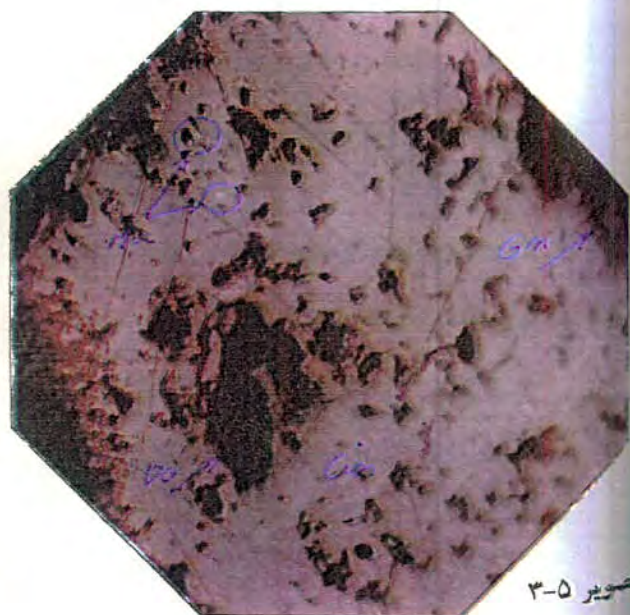
تصویر ۲-۵



تصویر ۱-۵



تصویر ۴-۵



تصویر ۳-۵

تصویر ۱-۵ - اکسید ویدروکسیدهای آهن با اشکال پseudomorphic FeO در زمینه کانیهای شفاف T.M سینابر
Cin و فضاهای خالی Vo

تصویر ۲-۵ - سینابر Cin ، کانیهای شفاف (گانگ) Gn (x 100)

تصویر ۳-۵ - سینابر حاوی ادخالهای ریز مارکاسیت Ma در مجاورت کانیهای شفاف (گانگ) T.M

تصویر ۴-۵ - ادخالهای پیریت - مارکاسیت Py در زمینه سینابر Cin (x 200)

مارکاسیت در حد دهم درصد میباشد. مارکاسیت با اشکال مشروح فوق در زمینه برخی کانیهای شفاف نیز دیده میشود. کانیهای گانگ دو نوع است (تصویر ۵-۵).

نمونه G4 مقطع صیقلی :

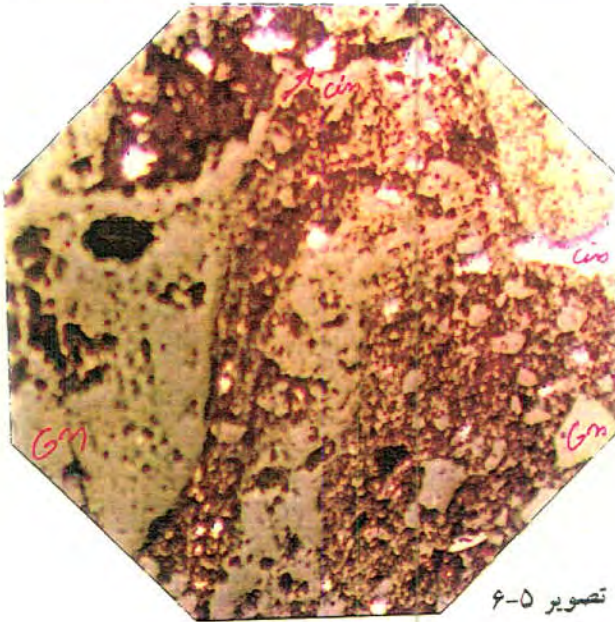
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف عمده ترین کانی کدر سینابر میباشد که بصورت قطعات پراکنده با توزیع نامتجانس و بدون شکل حداقل حدود ۱۰٪ نمونه را تشکیل داده است. حداقل اندازه قطعات فراوان این کانی حدود ۵۰ میکرون است. در سینابر معمولاً "ادخالهای گانگ و کمتر ادخالهای مارکاسیت وجود دارد. مارکاسیت بصورت باورهای سوزنی - منشوری است و اندازه قطعات آن عموماً ۱۰ تا ۲۰ میکرون میباشد. مارکاسیت به علاوه در زمینه کانیهای گانگ نیز مشاهده میشود ولی توزیع آن محدود به بخش های خاص بوده و در این حالت ادخالها دارای ابعاد میکرونی میباشند. مقدار مارکاسیت از یک درصد کمتر است. کرومیت کانی کدر دیگر است که با توزیع تقریباً متجانس بصورت قطعات نیم شکل دار پراکنده و بدون ارتباط سایر کانیهای کدر دیده میشود. اندازه قطعات متوسط کرومیت حدود ۲۰۰ میکرون و مقدار آن کمتر از ۰.۵٪ است. آثار سیلیسی شدن بسیار جزئی است (تصاویر ۵-۶ و ۵-۷).

نمونه G5 مقطع سیقلی :

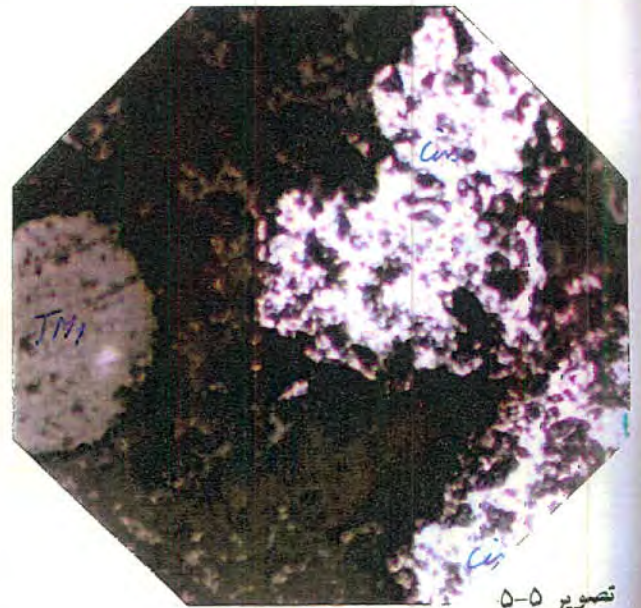
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت ، مارکاسیت ، تیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف .

سینابر فراوانترین کانی کدر بوده و قطعات پراکنده بی شکل را ایجاد نموده است که به لحاظ توزیع ، وضعیت نامتجانسی دارد . اندازه قطعات آن حداکثر ۵۰۰ میکرون و حداقل فراوان آن ۵۰ میکرون و قطعات متوسط فراوان آن ۲۰۰ تا ۲۵۰ میکرون است . در زمینه این کانی ادخالهائی از کانیهای گانگ و مارکاسیت دیده میشود . اندازه قطعات مارکاسیت که عموماً ایدیومورف است از ۲۰ میکرون تجاوز ننموده و مقدار آن جزئی میباشد . مقاطع ریز و مربعی این کانی به علاوه در برخی قسمتها در زمینه کانیهای شفاف نیز دیده میشود که در این حالت اندازه آنها از چند میکرون تجاوز نمیکند .

کرومیت کانی کدر دیگر بصورت قطعات پراکنده ولی با توزیع متجانس مشاهده شده و اندازه قطعات آن حداکثر ۲۰۰ میکرون و حداقل ۳۰ میکرون بوده و بافت مشخصه آن قطعات نیمه شکل دار و بعضاً کاتاکلاستیک است . مقدار این کانی حدود ۲-۳٪ است . هیچ ارتباطی بین قطعات کرومیت و سینابر مشاهده نمیشود . علاوه بر کانیهای مذکور مقادیر کمی ترکیبات اکسید آهن با اشکال پسودو مورف پیریت - مارکاسیت دیده میشود (تصاویر ۵-۸ و ۵-۹) .



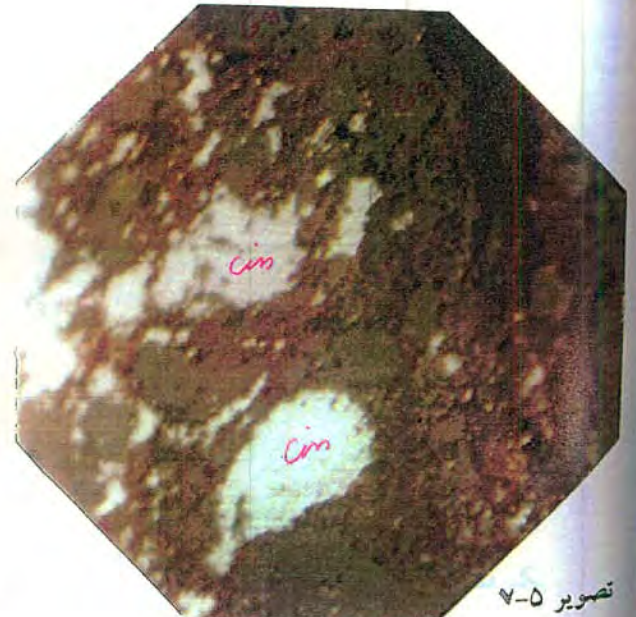
تصویر ۵-۶



تصویر ۵-۵



تصویر ۵-۸



تصویر ۵-۷

تصویر ۵-۵- قطعات سینابر Cin ، کانیهای شفاف T.M ، قطعات مدور رادیولاریت
تصویر ۵-۶- سینابر Cin بصورت قطعات ریز پراکنده در زمینه کانیهای شفاف (گانگ) Gn مربوط به
بخشهای میلونیتی شده (۱۰۰×)

تصویر ۵-۷- قطعات پراکنده وهم اندازه سینابر Cin در زمینه کانیهای شفاف Gn (۲۰۰×)

تصویر ۵-۸- سینابر Cin مستقل از کرومیت Ch در زمینه گانگ T.M

نمونه G6 متطع صیقلی :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، نیدروکسیدهای آهن ، پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف .

در بین کانیهای کدر سینابر فراوانترین بوده وبصورت قطعات پراکنده وپی شکل از ابعاد چند میکرون تا حداکثر حدود چند میلیمتر دیده میشود . قطعات ریز این کانی مربوط به مناطق میلونیتی شده است . در این قسمتها همراه با آن ، کانیهای شفاف غیر سرپانتین دیده میشود .

در زمینه سینابر وهم در زمینه قطعات کانیهای شفاف ، ادخالهای شکل دار مارکاسیت با مقاطع منشوری وجود دارد . اندازه این ادخالها چند میکرون تا حداکثر ۵۰ میکرون و مقدار آن در حد دهم درصد است . مقدار سینابر در نمونه حدود ۱۵٪ میباشد . کرومیت بصورت قطعات نیم شکل دار تا شکل دار ودر برخی قسمتها با بافت خرد شده و کاتاکلاستیک به مقدار ۲-۳٪ وجود دارد .

اندازه قطعات کرومیت حداقل ۵۰ میکرون است . علاوه بر کانیهای مذکور نیدروکسیدهای آهن با اشکال پسودومورف مربوط به پیریت - مارکاسیت بعضاً" به حالت مجموعه ای ، تمرکزهای کوچکی را ایجاد نموده است . مقدار این کانیها نیز در حد یک درصد است . یک قطعه کوچک زرد رنگ مشابه کالکوپیریت یا طلا؟ در نمونه مشاهده میشود . بافت خرد شده و میلونیتی بعضاً" دیده میشود (تصاویر ۵-۱۰ و ۵-۱۱) .

نمونه G7 مقطع صیقلی :

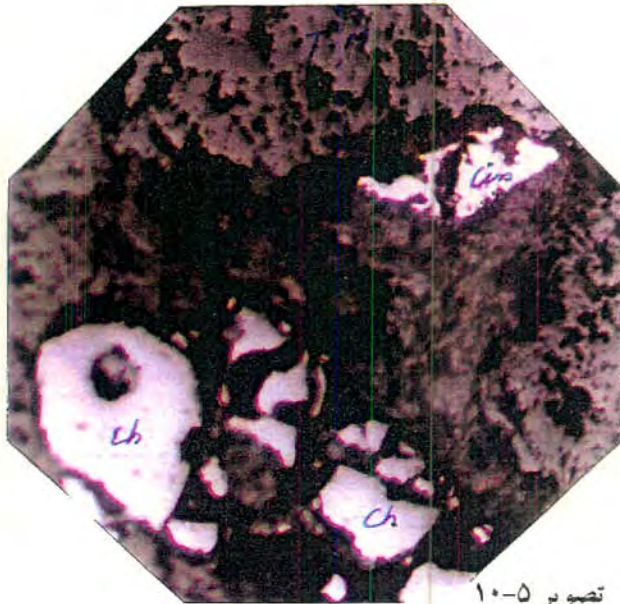
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت ، پیریت - مارکاسیت ، استینیت ؟ ،
نیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف .

سینابر فراوانترین کانی کدر بوده و مقدار آن حدود ۱۰ درصد است . بافت سینابر بصورت
قطعات بی شکل پراکنده و اندازه قطعات فراوان آن حدود ۴۰۰ میکرون است . قطعات سینابر
بعضاً با چشم غیر مسلح قابل رویت است . حداقل اندازه قطعات فراوان سینابر حدود ۵۰
میکرون میباشد . در زمینه سینابر، ادخالهای متعددی از کانیهای گانگ و به مقدار جزئی
مارکاسیت وجود دارد . اندازه ادخالهای گانگ حدود ۵۰-۴۰ میکرون و ادخالهای
مارکاسیت در مقاطع عرضی ۲-۳ میکرون و در مقاطع طولی تا حدود ۳۰ میکرون است .
مارکاسیت بعلاوه با ابعاد مشابه در کانیهای گانگ نیز دیده میشود .

کرومیت بصورت قطعات شکل دار به مقدار ۲-۳ درصد مستقل از سینابر دیده شده و
اندازه قطعات آن ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرون میباشد . قطعات مشکوک به استینیت با اندازه ۱۰۰
میکرون مجزا از سایر کانیهای کدر دیده میشود (تصویر ۵-۱۲) .

تیغه نازک شماره ۱ :

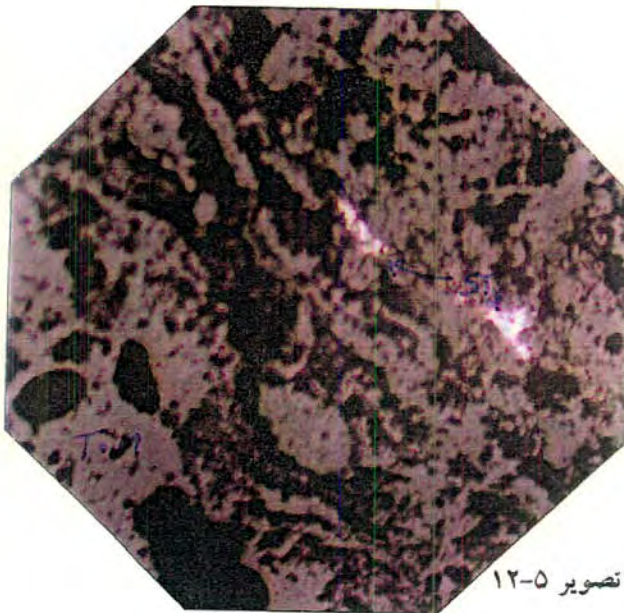
بافت برشی میلونایت تا ملاتی



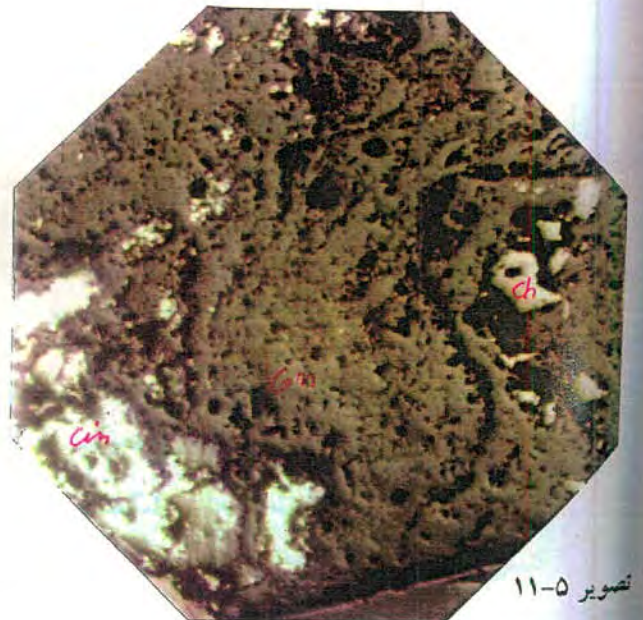
تصویر ۵-۱۰



تصویر ۵-۹



تصویر ۵-۱۲



تصویر ۵-۱۱

تصویر ۵-۹- کرومیت Ch ، سینابر Cin بحالت مستقل از یکدیگر در زمینه کانیهای شفاف (۱۰۰ ×)

تصویر ۵-۱۰- کرومیت با بافت کاتاکلاستیک در مجاورت سینابر Cin ومستقل از آن در زمینه کانیهای

شفاف T.M

تصویر ۵-۱۱- کرومیت Ch ، سینابر Cin وکانی شفاف Gn (۱۰۰ ×)

تصویر ۵-۱۲- قطعات مشکوک به استینیت St در زمینه گانگ T.M

تشکیل دهنده ها: کانیهای شفاف شامل کانیهای گروه سرپانتین، کانیهای گروه سیلیس، کانیهای نیمه شفاف شامل انواع با انعکاسات داخلی قرمز و انعکاسات داخلی قهوه ای، کانیهای کدر.

- زمینه عمدتاً متشکل از کانیهای سرپانتین بوده که از نظر نوع، کریپتوکریستالین و میکروکریستالین است. بخشی از این مواد احتمالاً تبدیل یافته و به رسهای مونت موریلونیتی تغییر شکل داده است. مواد مذکور مخفی بلور بوده و به ترکیبات خاکی آهن آغشتگی دارد.

بخش ریز بلور شامل انواع الیافی و صفحه ای سرپانتین و به مقدار کمتر قطعات درشت بلور که از نوع باستیت بوده و پسدومورف کانیهای پیروکسن است، میباشد. کانیهای سیلیس بدو صورت در مقطع مشاهده میشوند:

۱- قطعات مدور اسفرولیتی که مربوط به رادیولرها بوده و همراه با سنگهای سرپانتینیتی دیده میشود.

۲- سیلیس از نوع میکروکریستالین که مربوط به کانی سازی هیدروترمال در مرحله اپی ترمال است.

مقدار سیلیس از ۱۰ درصد تجاوز نمیکند.

- کانیهای کدر بصورت قطعات شکلدار پراکنده با ابعاد کوچک مشاهده شده و مقدار آن کمتر از ۵ درصد بوده و مربوط به کانیهای اکسیدی سنگهای اولترامافیک، شامل کرومیت میگردد. بعضی از این قطعات اشکال کاملاً مدور نشان میدهند.

بین کانیهای کدر و نیمه شفاف درگیری وجود ندارد و این دو با یکدیگر مرتبط نیستند.

کانیهای نیمه شفاف از دو نوع در مقطع مشاهده میگردد یک مورد مقاطع نیمه شفاف قرمز رنگ مرتبط به سینابر که حداقل اندازه قطعات سینابر فراوان ۵۰ میکرون و حداکثر اندازه قطعات حدود یک میلیمتر است .

اندازه قطعات کدر حدود حداقل ۱۰۰ میکرون میباشد (کرومیت) مقدار سینابر در نمونه حداقل ۵ درصد است .

مورد دیگر کانی نیمه شفاف و قهوه ای رنگ میباشد که شناسائی نشد . برای مشخص شدن این کانی نیمه شفاف نیاز است با XRD مطالعه شود (تصویر ۵-۱۳) .

تیغه نازک شماره ۲ :

بافت برشی زمینه دارای فولیاسیون

تشکیل دهنده ها : کانی های سرپانتین ، کانیهای سیلیس ، کانیهای کدر ، کانیهای نیمه شفاف حداقل دو نوع .

بخش اعظم نمونه متشکل از کانیهای شفاف بوده که دارای بافتهای کریستوکریستالین و میکروکریستالین و بعضاً " کاتاکلاستیک هستند .

در بخش ریز بلور کانیهای سرپانتین به حالت توجیه شده و موجی مشاهده میشوند .

قطعات بزرگتر باسیت بوده که در این قطعات آثار تغییر شکل مشهود است .

کانیهای کدر بشکل قطعات شکلدار و نیمه شکلدار و بحالت مستقل از کانیهای نیمه شفاف

وجود داشته و ذاتی سنگ اولیه میباشد . اندازه قطعات فراوان این کانیها ۱۰۰ میکرون است .

کانیهای سیلیس عمدتاً با اشکال مدور و بافت اسفرولیتی مشاهده شده مربوط به بقایای رادیولرها هستند که مقدار سیلیس از ۵ درصد کمتر است. کانیهای نیمه شفاف از دو نوع در نمونه مشاهده میشوند: بخش قطعات قرمز رنگ که فاقد شکل بوده و اندازه آنها بطور متوسط ۱۰۰ میکرون میباشد سینابر است و مقدار آن از ۵ درصد تجاوز نمیکند. بخشی از کانیهای نیمه شفاف نیز با رنگهای نارنجی و زرد (مانند نمونه قبل) مشاهده میشوند که شناسائی نشده اند. نام سنگ سرپانتینیت است (تصاویر ۵-۱۴ و ۵-۱۵).

۵-۳-۲- مطالعه مقاطع صیقلی و نازک نمونه های حاصل از تجزیه سرندي

۵-۳-۲-۱- ویژگیهای عمومی مقاطع مطالعه شده :

تشکیل دهنده ها و بافت آنها :

نمونه های گرفته شده ، شامل کانیهای شفاف ، نیمه شفاف و کدر بوده که کانیهای شفاف تشکیل دهنده به ترتیب فراوانی عبارتند از : کانیهای سرپانتین شامل باستیت ، آنتیگوریت ، کریزوتیل (با اشکال الیافی و صفحه ای) به همراه مجموعه کانیهای رسی و بخش کمی نیز از کانیهای سیلیسی تشکیل شده است . لازم به ذکر است که کانیهای سیلیسی به دو صورت زیر در مقاطع مشاهده گردیده است :

۱- قطعات مدور اسفرولیتی که مربوط به رادیولرها بوده و همراه با سنگهای سرپانتینیتی دیده میشود .

۲- سیلیس های میکروکریستالین که مربوط به کانی سازی هیدروترمال در مرحله اپی ترمال میباشد .

کانیهای نیمه شفاف و کدر بترتیب فراوانی عبارتند از سینابر ، کرومیت ، پیریت ، مارکاسیت ، اکسید و هیدروکسیدهای آهن (گوتیت ، لپیدوکروسیت) و در نهایت استینیت به مقدار بسیار جزئی (درحد ۰/۱ درصد) که از این میان فراوانترین کانی کدر سینابر بوده که بصورت قطعات بی شکل وبا توزیع نامتجانس و پراکنده در سنگ دیده میشود . شایان ذکر است که تعداد سینابر در قسمتهای با بافت خرد شده سرپانتینیتهای مینرالیزه افزون بر مناطق دیگر بوده اما میزان متوسط آن در نمونه های سنگی بین ۲ تا ۴ درصد و اندازه قطعات فراوان آن ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرون است . اما میزان سینابر در نمونه گرفته شده از برشهای هیدروترمالی بسیار کم (در حد دهم درصد) است . کرومیت دیگر کانی کدر موجود در سنگ بشکل قطعات نیم شکل دار تا بی شکل با بافت کاتا کلاستیک می باشد . قطعات کرومیت بصورت پراکنده و مستقل از سینابر بوده و حداکثر میزان کانی فوق در سرپانتینیت ها از ۲٪ تجاوز نمیکند ولی در نمونه برشهای هیدروترمالی حداکثر به ۵٪ میرسد . پیریت بهمراه بلورهای منشوری مارکاسیت در ابعاد میکرونی در برخی قسمتهای گانگ و همچنین در ادخالهای سینابر دیده میشوند . میزان کانیهای فوق در مجموع درحد دهم درصد میباشد . اکسید و هیدروکسیدهای آهن نیز از دهم درصد تجاوز نکرده و بعضاً بصورت پراکنده دیده میشوند .

لذا با توجه به موارد ذکر شده و ذکر این نکته که بخش اعظم سنگ متشکل از کانیهای شفاف (سرپانتین) با بافت کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین و بعضاً "کاتا کلاستیک" است. نام سنگ سرپانتینیت تعیین میگردد.

در نهایت میبایست نکته زیر مورد توجه قرار گیرد که بافت برشسی زمینه سنگ فوق دارای فولیاسیون بوده بعبارت دیگر در بخش ریز بلور کانیهای سرپانتین به حالت توجیه شده و موجی مشاهده میشوند.

۵-۳-۲-۲- مطالعه مقاطع تیغه نازک اخذ شده از برشهای هیدروترمالی

نمونه B+12 :

تشکیل دهنده ها: کانیهای سرپانتین، کانیهای سیلیسی و کانیهای کدر، اکسید وئیدروکسیدهای آهن، کانیهای نیمه شفاف، کانیهای کدر. بخش اعظم قطعات سرپانتین بوده و بخش کمتر آن (حدود ده درصد) کانیهای سیلیسی از نوع کالسدونی و کوارتز میکروکریستالین است. چند نمونه قطعات کلسیت نیز در نمونه وجود دارد.

کانیهای کدر هم به صورت درگیر با کانیهای سرپانتین و هم جدا از آن مشاهده میشوند. دو مورد نیز کانی نیمه شفاف مشاهده میشود که یک مورد آن مشخصاً "سیناپر" است. اندازه

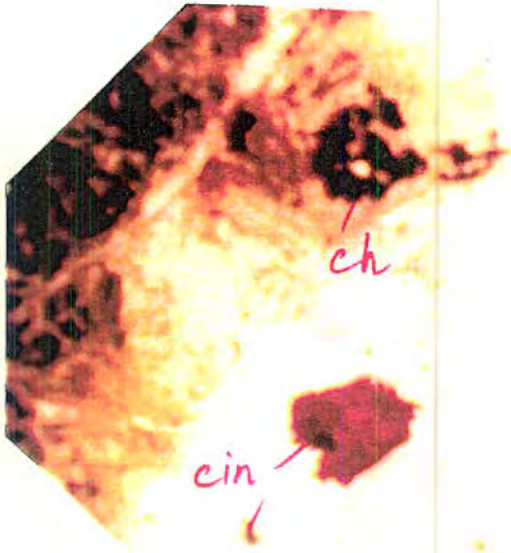
این قطعه حدود ۶۰ میکرون است. نمونه دیگر دارای ساخت ناحیه ای بسوده که احتمالاً سیدریت یا انکریت است. مقدار سینابر بسیار جزئی است (تصویر ۵-۱۶).

نمونه B+30 :

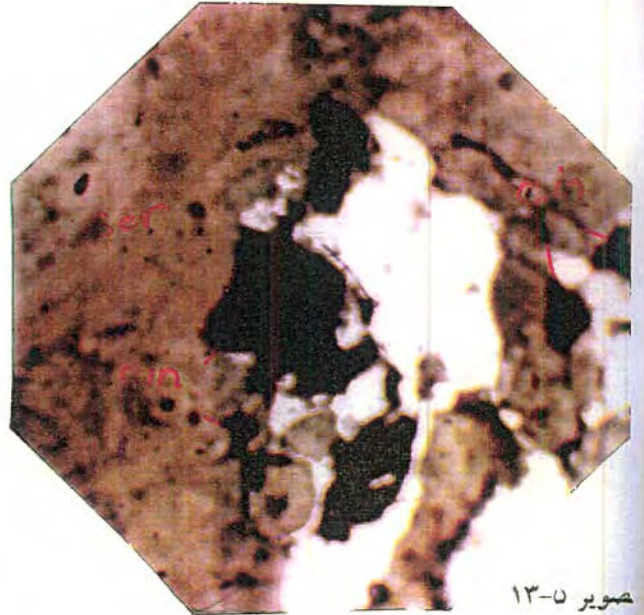
تشکیل دهنده ها: کانیهای سرپانتین، کانیهای سیلیس، کانیهای کدر، کربناتها. کانیهای سرپانتین تشکیل دهنده غالب بوده و کانیهای سیلیس اقلیت را تشکیل داده اند. در این نمونه کانیهای نیمه شفاف بالاخص سینابر مشاهده نشده و در صورت وجود مقدار آن بسیار جزئی است ولی تعدادی قطعات هم بعد مشکوک به کرومیت دیده میشود که هم بصورت آزاد وهم درگیر با کانیهای سرپانتین مشاهده میشود (تصویر ۵-۱۷).

نمونه B+60 :

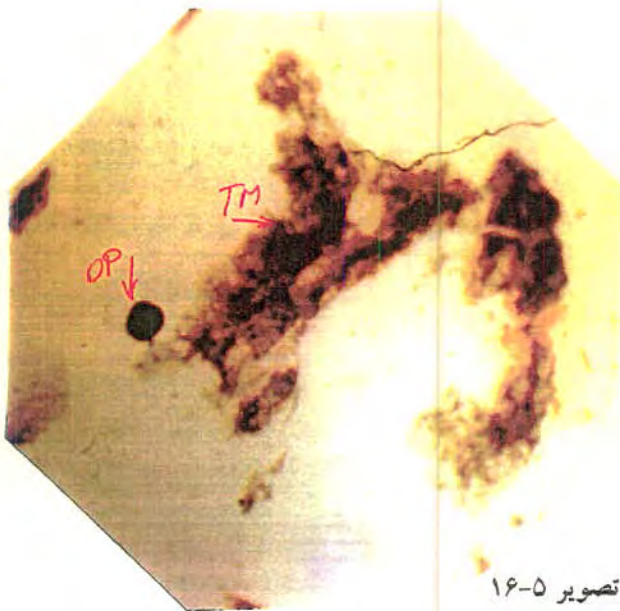
تشکیل دهنده ها: کانیهای شفاف، کانیهای نیمه شفاف و کانیهای کدر. بخش اعظم قطعات تشکیل دهنده از کانیهای شفاف بوده عمدتاً شامل کانیهای سرپانتین و کمتر شامل کانیهای سیلیسی است. سرپانتین با اشکال صفحه ای والیافی دیده شده و حداقل متشکل از دو کانی است. کانیهای سیلیسی از نوع کوارتز میکروکریستالین بوده و قطعات با ساخت مرکب ایجاد نموده است.



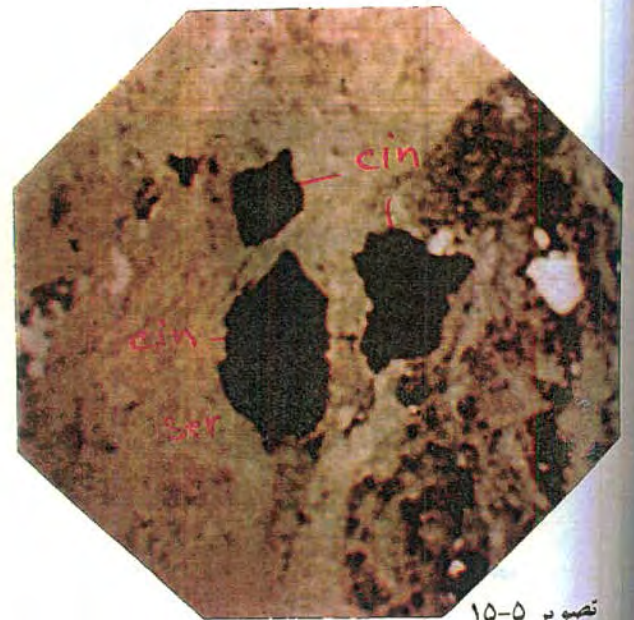
تصویر ۱۴-۵



تصویر ۱۳-۵



تصویر ۱۶-۵



تصویر ۱۵-۵

تصویر ۱۳-۵- سینابر در فضاهاى خالى (قطعـات کدر) (۳۳ ×)

تصویر ۱۴-۵- کرومیت (کدر) ، سینابر (نیمه شفاف قرمز) در زمینه کانیهای سرپانتین (۳۳ ×)

تصویر ۱۵-۵- قطعـات سینابر (کدر) در مجاورت نواحى برشى شده (۳۳ ×)

تصویر ۱۶-۵- قطعـات کانه Op ، کانیهای شفاف T.M (۳۳ ×)

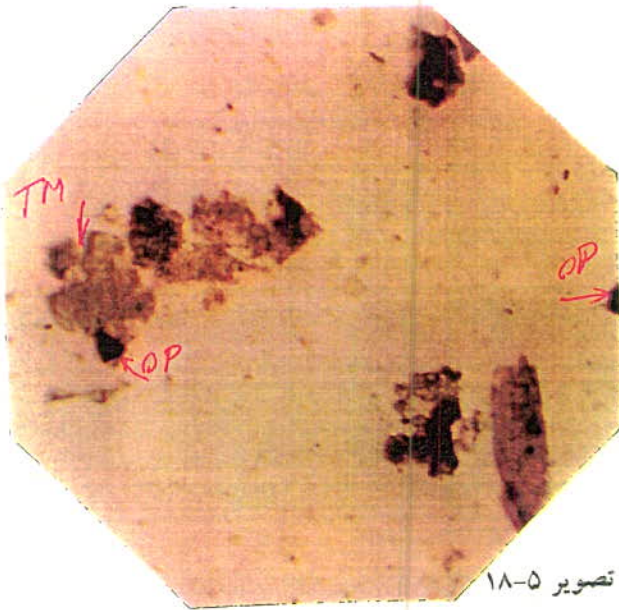
چند مورد قطعات کربناتی از نوع کلسیت نیز وجود دارد. قطعات سینابر (بصورت نیمه شفاف) هم بصورت مستقل وهم بصورت درگیر با کانیهای سرپانتین مشاهده میشود، بطریقی که قطعات قرمز رنگ محصور در این کانیها متمایز است. کانیهای کدر که احتمالاً " کرومیت است هم بصورت آزاد وهم بصورت درگیر مشاهده شده و کانیهای درگیر با آن از نوع سرپانتین میباشد (تصویر ۵-۱۸).

نمونه B+100 :

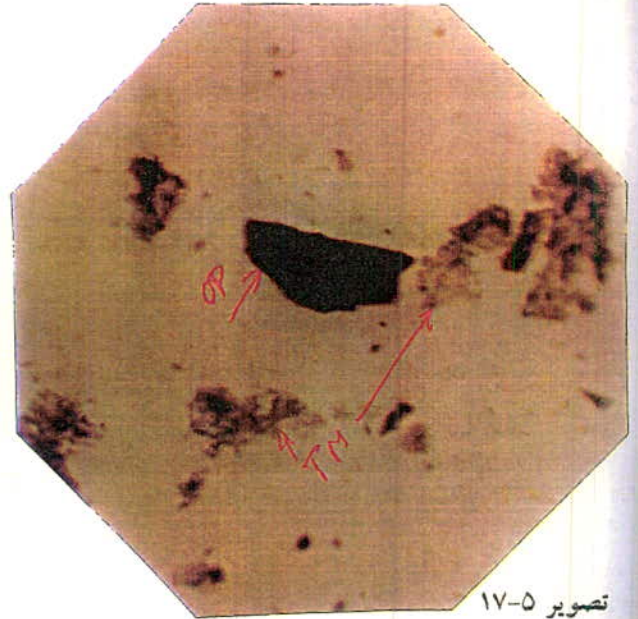
تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، کوارتز ، کربناتها ، کانیهای کدر ، کانیهای نیمه شفاف .

کانیهای سرپانتین شامل انواع الیافی و صفحه ای بوده که در ارتباط نزدیک با یکدیگر بخش اعظم قطعات موجود را تشکیل داده است . کوارتز و کالسدونی نیز قطعات مستقلی را ایجاد نموده است و با کانیهای سرپانتین درگیری ندارد . کربناتها کمترین مقدار را در بین کانیهای شفاف دارا بوده و مقدار کانیهای سیلیس نیز از ۵٪ تجاوز نمیکند .

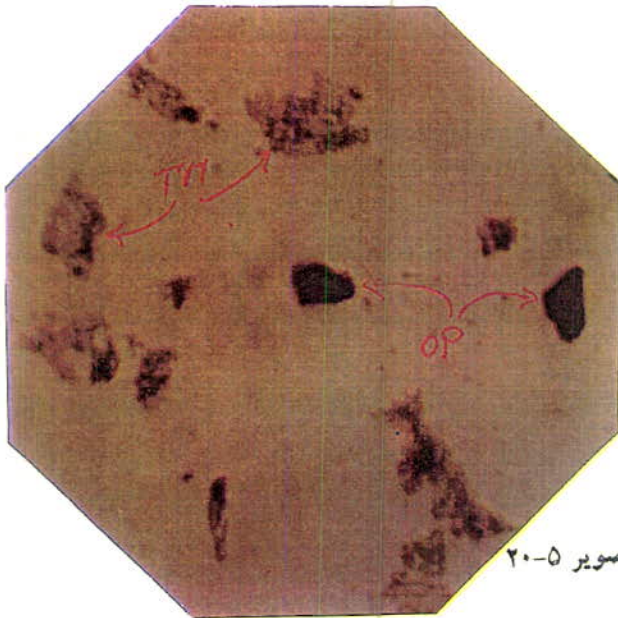
از دیگر کانیهای موجود انواع نیمه شفاف و کدر است . قطعات مذکور نیز هم به حالت آزاد وهم بصورت درگیر مشاهده میشوند و کانیهای درگیر با آنها کانیهای سرپانتین میباشد . مقدار کانیهای نیمه شفاف که سینابر را شامل میشود در حد بسیار جزئی است (تصاویر ۵-۱۹ و ۵-۲۰) .



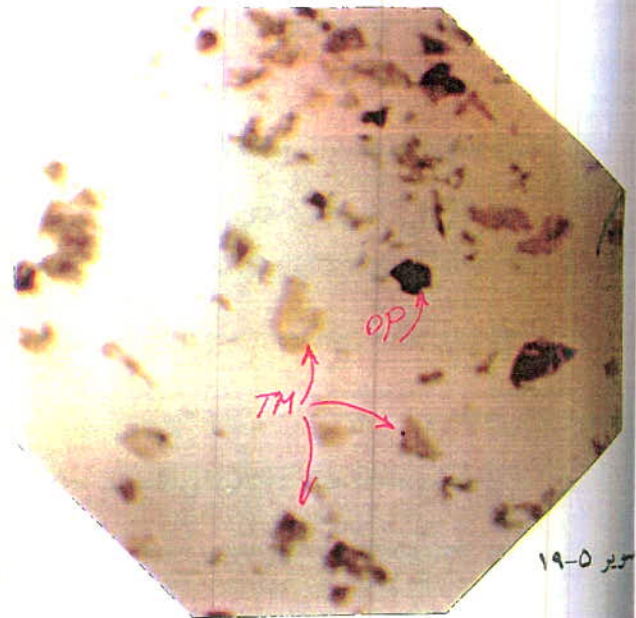
تصویر ۱۸-۵



تصویر ۱۷-۵



تصویر ۲۰-۵



تصویر ۱۹-۵

تصویر ۱۷-۵ - قطعات کانه Op ، کانیهای شفاف T.M (× ۸۵)

تصویر ۱۸-۵ - قطعات کانیهای کدر هم بصورت آزاد وهم بحالت درگیر با کانیهای شفاف T.M (× ۸۵)

تصویر ۱۹-۵ - قطعات کانیهای شفاف شامل سرپانتین T.M و قطعات کدر شامل کرومیت Op (× ۸۵)

تصویر ۲۰-۵ - قطعات کانه Op ، کانیهای شفاف T.M (× ۸۵)

نمونه B+200 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، کانیهای سیلیس ، میکاها ، کانیهای کدر و کانیهای نیمه شفاف .

بخش اعظم کانیهای شفاف مربوط به کانیهای سرپانتین بوده انواع باستیت ، آنتیگوریت و کریزوتیل دیده میشود . قطعات سیلیسی از نوع کوارتز با ساخت مرکب و ندرتا" الیافی به مقدار حدود ۵٪ وجود دارد . کربناتهها از نوع کلسیت نیز حضور داشته و مقدار آن در حد یک درصد است . ندرتا" نیز قطعات پراکنده مشکوک به میکا (فلوگوپیت ؟) و آمفیبولها دیده میشود . مقدار سینابر (از کانیهای نیمه شفاف) نسبت به مورد قبل افزونتر بوده و قطعات آن عمدتا" متشکل از کانیهای شفاف میباشد . تعدادی نیز قطعات کدر به حالت مستقل و آزاد وجود دارد که نسبت به سینابر افزونتر است (تصویر ۵-۲۱) .

نمونه B+275 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای شفاف ، کانیهای نیمه شفاف ، کانیهای کدر در این دانه بندی تقریبا" تمامی قطعات کانه شامل کدر ، نیمه شفاف بصورت آزاد مشاهده شده و با کانیهای شفاف هیچگونه درگیری ندارد . کانیهای نیمه شفاف با انعکاسات قرمز رنگ مشخصا" سینابر بوده و مورد دیگر با انعکاسات داخلی زرد و نارنجی احتمالا"

گویت ؟ است. بعضی قطعات نیز کاملاً کدر بوده و مشکوک به کرومیت میباشند. مقدار کانیهای شفاف زرد در این نمونه افزایش نشان میدهد. کانیهای شفاف که قطعات مجزائی ایجاد کرده، شامل انواع کانیهای سرپانتین و کمتر کانیهای سیلیس و کلسیت میباشد غیر از همراهی کانیهای سرپانتین هیچگونه درگیری بین کانیهای شفاف مشهود نیست (تصویر ۵-۲۲).

نمونه B+325 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای شفاف (کانیهای سرپانتین، کانیهای سیلیس، کربناتها، کانیهای مافیک)، کانیهای نیمه شفاف (سینابر، گویت، ترکیبات خاکی آهن)، کانیهای کدر (کرومیت، ...).

در این دانه بندی اندازه قطعات تا حدودی نسبت به یکدیگر متفاوت بوده و با اشکال طویل و ترانسه مانند زیاد دیده میشود. در بین کانیهای شفاف حداقل ۹۰٪ آنها مربوط به کانیهای سرپانتین است. کانیهای سیلیس به مقدار حدود ۵٪ و کربناتها به مقدار کمتر دیده میشوند. کانیهای کدر و نیمه شفاف بصورت جدا از کانیهای مذکور دیده شده و هیچگونه درگیری وجود ندارد. موارد درگیری خاص اکسیدهای خاکی آهن به کانیهای سرپانتین است که در آنها آغستگی ایجاد نموده است.

نمونه B-325 :

تشکیل دهنده ها: کانیهای سرپانتین، کانیهای سیلیس، کربناتها، کانیهای نیمه شفاف، کانیهای کدر .

در این دانه بندی عمده کانیهای شفاف بشکل قطعات بسیار ریز (نرمه) مشاهده شده وندرتاً قطعات سرپانتین از نوع باستیت و تعداد کمی قطعات سیلیسی از نوع کوارتز با اندازه های بزرگتر و حالت متمایز مشاهده میشوند .

کانیهای کدر و نیمه شفاف در مقایسه با کانیهای موجود دارای ابعاد بزرگتری میباشند و قطعات سینابر در مقایسه با قطعات کدر (کرومیت) دارای ابعاد کوچکتری میباشند و هیچگونه درگیری مشاهده نمیشود (تصویر ۵-۲۳) .

۵-۳-۲-۳- مطالعه مقاطع صیقلی نمونه اخذ شده از برش های هیدروترمالی

نمونه شماره B+12 :

بخش اعظم کانیهای کدر موجود کرومیت بوده و مقدار آن حدود ۷٪ تعیین شده است . سینابر بصورت قطعات با ابعاد کوچک تنها دو مورد دیده میشود و مقدار آن جزئی است .

اندازه قطعات کرومیت که زیاد دیده میشود حدود ۷۰ میکرون و اندازه قطعات سینابر در حد ۴۰ میکرون میباشد .

علاوه بر کانیهای فوق مواردی از قطعات بسیار ریز پیریت ، مارکاسیت قابل ذکر است که بصورت ادخالهای کوچک زرد رنگ ، شکل دار ، با مقاطع منشوری و اندازه کمتر از ۳۰ میکرون در بعضی قطعات گانگ وجود دارد که مقدار آن در حد دهم درصد است . لازم به تذکر است که یک مورد قطعه زرد درخشان با مشخصات کالکوپیریت یا طلا نیز وجود دارد .

نمونه شماره B+20 :

زوج های دیگر شامل کرومیت بعلاوه گانگ ، پیریت ، مارکاسیت بعلاوه گانگ ، استتینیت بعلاوه گانگ میباشد . سینابر مشاهده نشده و در صورت وجود مقدار آن جزئی میباشد . اندازه کانیهای کدر فراوان (کرومیت) حدود ۵۰ میکرون و در مورد قطعات پیریت - مارکاسیت از این کوچکتر است . مقدار کانیهای کدر حدود ۸-۷ درصد است که بخش اعظم آنرا کرومیت تشکیل داده است (تصاویر ۵-۲۴ و ۵-۲۵) .

نمونه B+30 :

تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، استینیت ، پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

زوجهای درگیر شامل : کرومیت بعلاوه گانگ ، پیریت ، مارکاسیت بعلاوه گانگ .
 کرومیت فراوانترین کانی کدر بوده مقدار آن حدود پنج درصد و اندازه قطعات فراوان آن ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون میباشد . در این دانه بندی بخش اعظم قطعات محصور در کانیهای گانگ است و از حدود ۱۳۰ مورد قطعه شمارش شده ۱۲۵ مورد گانگ و ۵ مورد کرومیت درگیر با گانگ میباشد .

قطعات سولفوروی آهن (پیریت - مارکاسیت) ادخالهای ریزی را در زمینه کانیهای گانگ تشکیل داده که اندازه این قطعات عموماً از ۲۰ میکرون کوچکتر بوده و در شمارش این قطعات در نظر گرفته نشده است .

لازم بتذکر است که قطعه سینابر و استینیت نیز یک قطعه به حالت آزاد مشاهده گردید که اندازه قطعات مذکور در حدود ۲۰ میکرون تعیین شده است . علاوه بر این یک قطعه سینابر و همچنین یک قطعه استینیت آزاد مشاهده گردیده که اندازه قطعات مذکور در حدود ۲۰ میکرون تعیین شده است (تصاویر ۲۶-۵ و ۲۷-۵) .

نمونه B+60 :

تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، استینیت ، پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

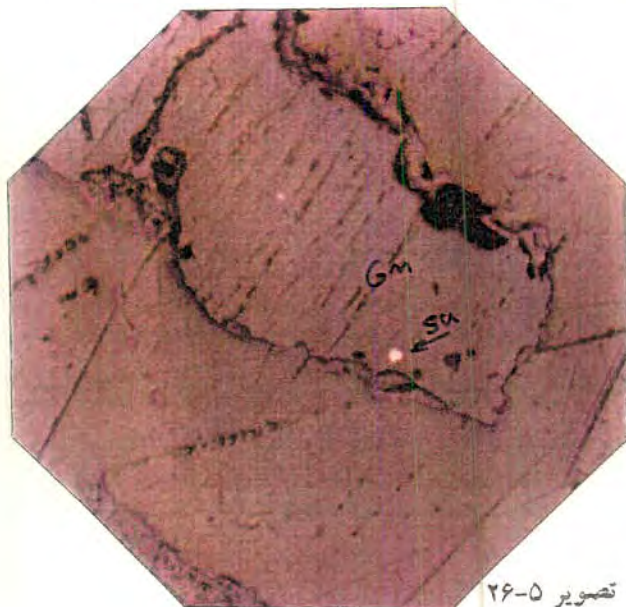
زوجهای درگیر شامل : کرومیت بعلاوه گانگ ، پیریت - مارکاسیت بعلاوه گانگ می باشد .

اندازه قطعات کرومیت حدود ۱۵۰ میکرون بوده و حدود ۲۰٪ قطعات آن آزاد می باشد .
اندازه قطعات سولفور آهن کمتر از ۲۰ میکرون و مقدار آن کمتر از یک درصد است .
علاوه بر موارد فوق یک قطعه سینابر با ابعاد کوچکتر حدود ۵۰ میکرون و یک قطعه استینیت آزاد نیز در مجموعه رویت گردیده و بر این اساس مقدار این کانیها در حد دهم درصد است (تصویر ۵-۲۸) .

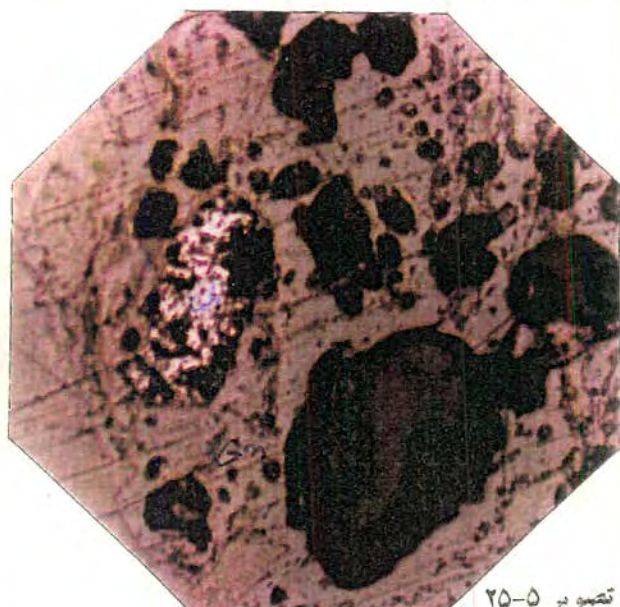
نمونه B+100 :

تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، پیریت - مارکاسیت ، گوتیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

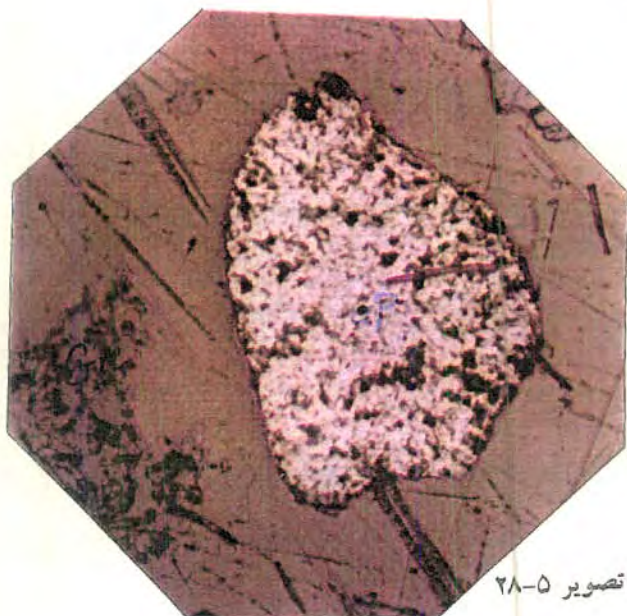
کرومیت فراوانترین کانی کدر بوده بمقدار کمتر از ۰.۵٪ مشاهده میشود که بخش کمی از آن هنوز بحالت درگیر با کانیهای گانگ مشاهده میشود . اندازه قطعات این کانی ۱۵۰ تا ۲۰۰



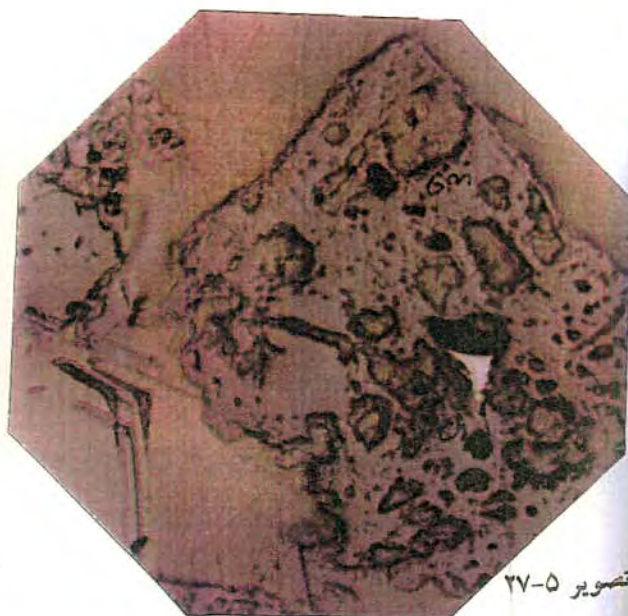
تصویر ۲۶-۵



تصویر ۲۵-۵



تصویر ۲۸-۵



تصویر ۲۷-۵

تصویر ۲۵-۵ - کرومیت Ch درگیر با گانگ (x ۱۰۰)

تصویر ۲۶-۵ - کانی سولفوری Su درگیر با گانگ Gn (x ۱۰۰)

تصویر ۲۷-۵ - کرومیت Ch درگیر با گانگ Gn (x ۱۰۰)

تصویر ۲۸-۵ - کانیهای کدر Op بصورت آزاد در زمینه گانگ Gn (x ۱۰۰)

میکرون است . در شمارش ۷۰۰ قطعه یک، مورد سینابر مشاهده میشود و بر این اساس مقدار سینابر در نمونه در حد دهم تا صدم درصد میباشد .
اندازه قطعات سینابر نیز ۲۰۰ میکرون است . کانیهای سولفوری آهن به مقدار جزئی با ابعاد چند میکرونی در بخشی از قطعات گانگ مشاهده میشود که بعضاً در اثر دگرسانی به گوتیت تبدیل شده است . یک قطعه سفید رنگ با اندازه ۲۰ میکرون مشکوک به استینیت نیز وجود دارد (تصاویر ۵-۲۹ و ۵-۳۰) .

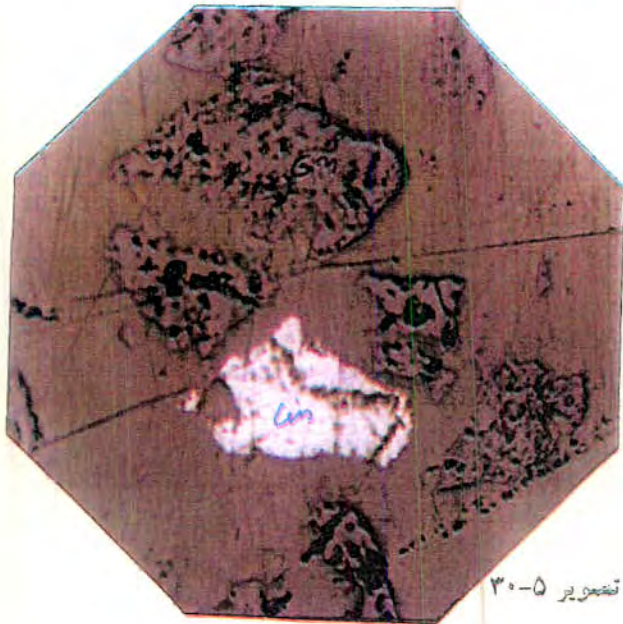
نمونه B+200 :

تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، گوتیت ، لپیدوکروسیت ، پیریت ، مارکاسیت ، استینیت ، کانیهای گانگ
کرومیت فراوانترین کانی کدر بوده و مقدار آن حدود ۷٪ تعیین شده است . بخشی از قطعات کرومیت هنوز با گانگ درگیر بوده و مقدار درگیر آن کمتر از ۳۰٪ می باشد . در برخی قطعات کرومیت هم رشدی از اکسیدهای آهن مشاهده میشود .
سینابر بصورت قطعات با ابعاد ۴۰ تا ۲۰۰ میکرون مشاهده شده و اندازه قطعات متوسط آن حدود ۱۰۰ میکرون است . مقدار سینابر در حد ۰/۳٪ تعیین گردید . استینیت قطعات کوچکتری را تشکیل داده و اندازه قطعات آن حدود ۳۰ میکرون و مقدار این کانی نیز در حد ۰/۲ درصد تخمین زده میشود . پیریت از دو نسل در نمونه وجود دارد نسل دانه درشت که بعضاً هاله های گوتیت ناشی از دگرسانی آنرا احاطه کرده است و نسل دانه ریز

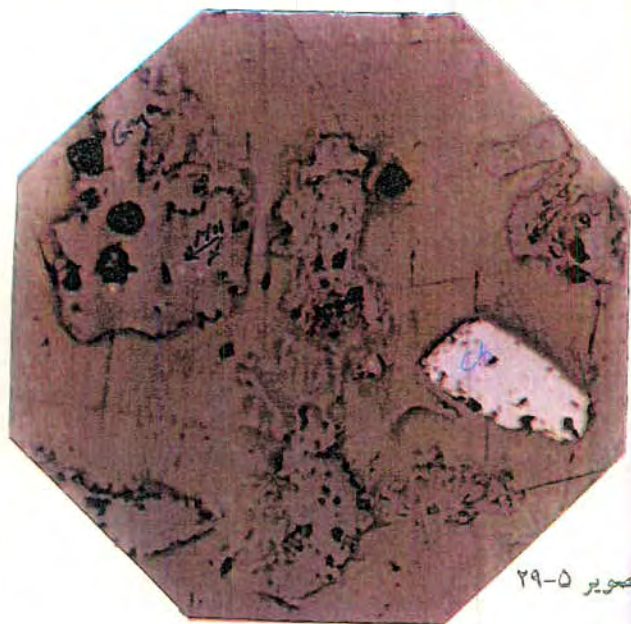
(مارکاسیت) بصورت ادخالهای ریز که در کانیهای گانگ وجود دارد . مقدار سولفورهای آهن نیز در حد دهم درصد است . لپیدوکروسیت یک مورد مشاهده میشود (تصویر ۵-۳۱) .

نمونه B+275 :

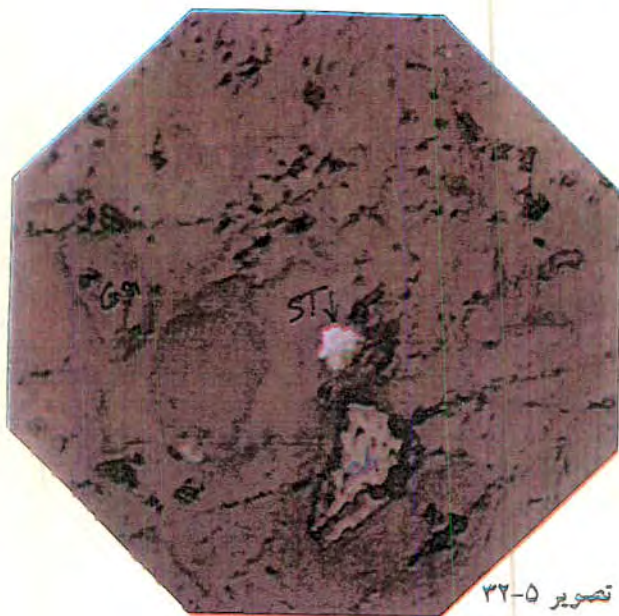
تشکیل دهنده ها : کرومیت ، استینیت ، سینابر ، اکسید وئیدروکسیدهای آهن (گوتیت ، لپیدوکروسیت) پیریت ، مارکاسیت ، کانیهای گانگ .
 کرومیت فراوانترین کانی کدر بوده و مقدار آن حدود ۵٪ است . اندازه قطعات کرومیت در حد ۱۰۰ میکرون میباشد . بخشی از قطعات کرومیت در کانیهای گانگ محصور میباشد . پیریت از دو نسل در نمونه وجود دارد . نسل دانه درشت با ابعاد حدود ۸۰ میکرون و نسل دانه ریز (بیشتر از نوع مارکاسیت) با ابعاد کمتر از ۲۰ میکرون که مورد اخیر بحالت درگیر مشاهده میشود . پیریت دانه درشت بعضاً " دگرسان و بسه ئیدروکسیدهای آهن عمدتاً " گوتیت تبدیل شده است . مقدار این کانیها از یک درصد کمتر است . سینابر (کانه اصلی) با ابعاد حدود ۸۰-۱۰۰ میکرون مشاهده شده و مقدار آن در حد دهم درصد میباشد . استینیت با ابعاد کوچکتر در حد ۱۰ تا ۲۰ میکرون بوده و نیمی از قطعات آن هنوز با گانگ درگیر است . مقدار استینیت حداقل در حد سینابر میباشد (تصاویر ۵-۳۲ تا ۵-۳۳) .



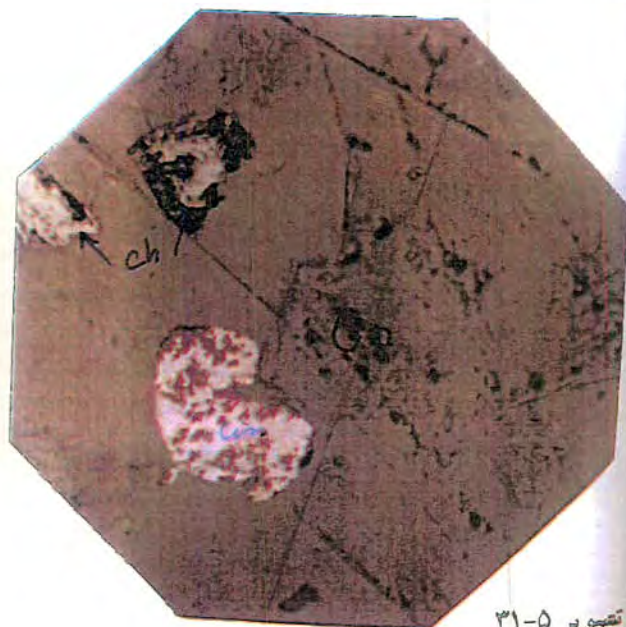
تصویر ۲۹-۵



تصویر ۳۰-۵



تصویر ۳۱-۵



تصویر ۳۲-۵

تصویر ۲۹-۵ - کرومیت Ch ، گانگ Gn بحالت آزاد ، مارکاسیت Ma در زمینه گانگ ($\times 100$)

تصویر ۳۰-۵ - سینابر Cin ، گانگ Gn بحالت آزاد ($\times 100$)

تصویر ۳۱-۵ - سینابر Cin ، کرومیت Ch ، گانگ Gn ($\times 200$)

تصویر ۳۲-۵ - استیبنیت St ، کرومیت Ch ، گانگ Gn ($\times 200$)

نمونه B+325 :

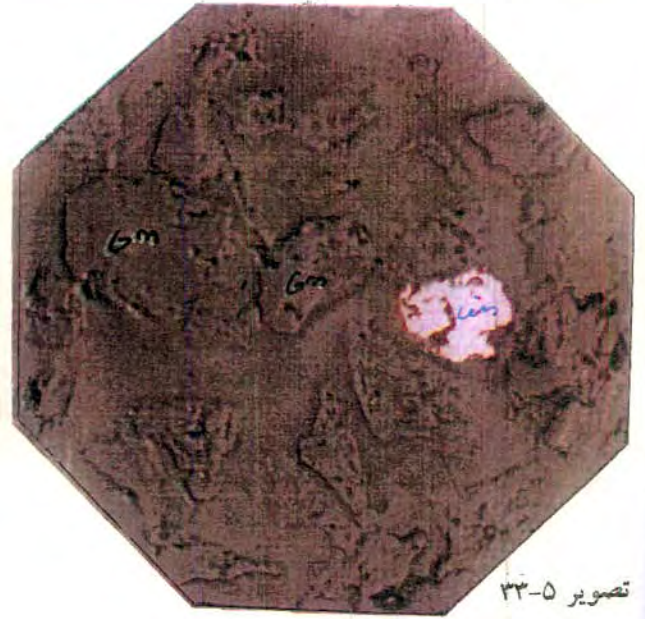
تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، استینیت ، گوتیت ، پیریت ، کانیهای گانگ .
 در این دانه بندی تمامی قطعات کرومیت ، سینابر ، استینیت ، گوتیت ، ونسل دانه درشت پیریت به حالت آزاد و مستقل از کانیهای گانگ مشاهده میشود . تنها مورد درگیر مشهود ادخالهای ریز مارکاسیت با ابعاد چند میکرون در برخی قطعات گانگ میباشند . مقدار کرومیت در حد ۰.۵٪ ، مقدار سولفورهای آهن در حد کمتر از درصد مقدار سینابر در حد دهم درصد و مقدار استینیت در حد دهم تا صدم درصد است (تصاویر ۵-۳۴ تا ۵-۳۵) .

نمونه B-325 :

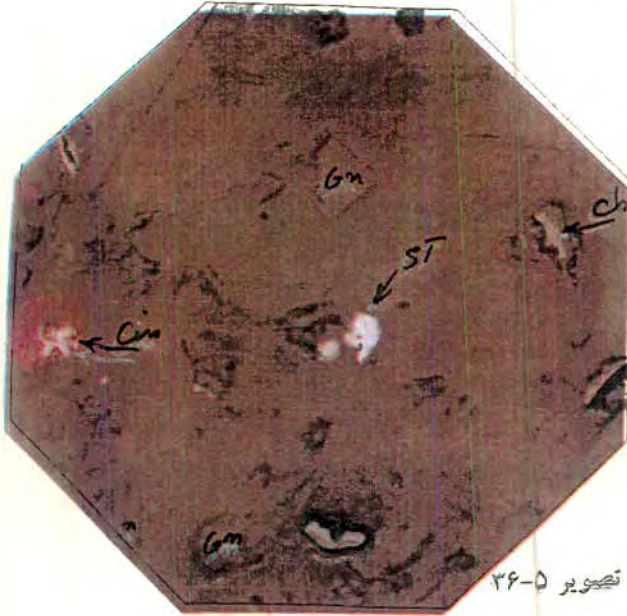
تشکیل دهنده ها : کرومیت ، سینابر ، استینیت ، پیریت ، مارکاسیت ، اکسید وئیدروکسیدهای آهن ، کالکوپیریت ، کانیهای گانگ ، قطعات زرد رنگ ؟ .
 در این دانه بندی تمامی کانیهای تشکیل دهنده به حالت مستقل از یکدیگر مشاهده شده و استثناء ادخالهای میکرونی مارکاسیت در زمینه کانیهای گانگ میباشد . اشکال ترانشه مانند زیاد مشاهده شده و اندازه قطعات تا حدودی نامتجانس است . تفاوت مشهود تغییر مقدار استینیت در این دانه بندی میباشد . بدین ترتیب که قطعات آن فراوانتر است (تصاویر ۵-۳۶) .



تصویر ۳۴-۵



تصویر ۳۳-۵



تصویر ۳۶-۵



تصویر ۳۵-۵

- تصویر ۳۳-۵ - قطعات سینا پر Cin ، گانگ Gn بحالت آزاد ($\times 200$)
 تصویر ۳۴-۵ - قطعات استینیت St ، کرومیت Ch ، گانگ Gn بحالت آزاد ($\times 200$)
 تصویر ۳۵-۵ - قطعات سینا پر Cin ، کرومیت Ch ، گانگ Gn بصورت آزاد ($\times 100$)
 تصویر ۳۶-۵ - قطعات سینا پر Cin ، استینیت St ، گانگ Gn به حالت آزاد ($\times 200$)

۵-۳-۲-۴- مطالعه مقاطع تیغه نازک نمونه اخذ شده از سرپانتینیت‌های مینرالیزه

نمونه A+12 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای شفاف ، کانیهای نیمه شفاف ، کانیهای کدر
در بین کانیهای شفاف بخشی از قطعات میکرو تا کریستوکریستالین بوده و دارای بافت برشی
است که مربوط به نواحی دارای تنش میباشد . کانیهای مذکور از نوع کانیهای رسی بوده
و در همراهی با این قطعات کانیهای سرپانتین با اشکال الیافی و صفحه ای دیده میشود .
کانیهای سرپانتین بعلاوه بصورت قطعات مجزا نیز وجود داشته و مقدار آن نسبت به بقیه
قطعات افزونتر است . بخش کمی از قطعات نیز کوارتزی از نوع میکروکریستالین با
اشکال مجموعه ای و بعضاً الیافی از نوع کالسدونی است . در این قطعات آغشتگی به
کانیهای نیمه شفاف از نوع گوتیت مشاهده میشود . دیگر کانی نیمه شفاف یعنی سینابر
و قطعات کدر (کرومیت) به حالت درگیر مشاهده میشوند (تصویر ۵-۳۷) .

نمونه A+20 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای شفاف (سرپانتین ، کوارتز) ، کانیهای نیمه شفاف (شامل گوتیت و سینابر) ، کانیهای کدر .

بخشی از قطعات کانیهای شفاف بصورت مجموعه های ریز بلور و میکرو کریستالین بوده در این قطعات میکرو فراکچر های متعدد که توسط کانیهای سرپانتین پر شده است مشاهده شده و این کانیها احتمالا " رسهای منیزیم دار میباشند . بخش دیگر از کانیهای شفاف شامل کانیهای سرپانتین (باستیت و انواع دیگر) میباشند . ندرتا " نیز قطعات کوارتزی بصورت مستقل از کانیهای سرپانتین وجود دارد . کانیهای نیمه شفاف شامل اکسید ، ئیدروکسیدهای آهن و سینابر میباشد . سینابر مشخصا " با کانیهای سرپانتین ارتباط نزدیک داشته و در زمینه کانیهای مذکور محصور است و بصورت آزاد از این کانی دیده نمیشود . ترکیبات اکسید آهن نیز در قطعات شفاف آغشتگی ایجاد نموده و بخشی از آن گوتیت میباشد . هیچ موردی از کانیهای نیمه شفاف (شامل سینابر) و کدر به حالت آزاد مشاهده نمیشود (تصویر ۵-۳۸) .

نمونه A+30 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، قطعات مجموعه ای میکرو کریستالین ، کانیهای سیلیس ، سینابر ، کانی زرد رنگ ؟ ، اکسید و ئیدروکسیدهای آهن ، کانیهای کدر

قطعات سرپانتینیتی به‌خس اعظم کانیها را تشکیل داده و حداقل متشکل از دو کانی میباشند . در برخی قطعات ، باسیت بوضوح قابل تشخیص است . دیگر کانیهای سرپانتین شامل نوع صفحه ای است در قطعات میکروکریستالین بافت برشی مشاهده شده و قطعات مخفی بلور توسط کانیهای سرپانتین پیوند شده است . کانیهای سیلیس به‌حالت مجزا به تعداد کم مشاهده میشوند که معمولاً در قطعات آن ساخت مرکب دیده میشود . کانیهای نیمه شفاف حداقل شامل سینابر و کانیهای زرد رنگ ؟ میگردد . بخشی از قطعات نیمه شفاف آزاد و بخشی نیز به حالت درگیر وجود دارد . درگیری قطعات زرد رنگ بیشتر بوده و کانی همراه آن سرپانتین است (تصویر ۵-۳۹) .

نمونه A+60 :

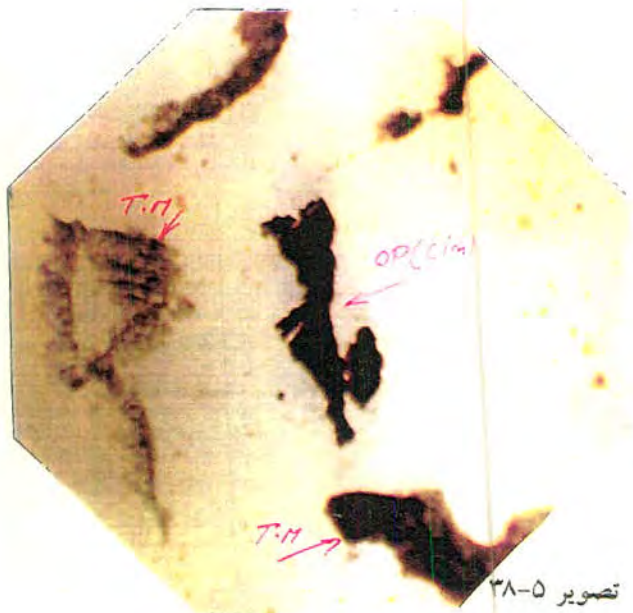
تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، قطعات میکروکریستالین (احتمالاً رسهای Mg دار ؟) کانیهای سیلیس (شامل کوارتز ، میکروکریستالین و کالسدون) ، کانیهای نیمه شفاف (شامل سینابر ، کانی زرد رنگ ؟ ، ترکیبات خاکی آهن) ، کانیهای کدر . از کانیهای مشروح فوق تنها کانیهای سرپانتین و کانیهای مشکوک به رسهای Mg دار با یکدیگر درگیر بوده و قطعات مذکور از کانیهای سیلیسی مجزا و مستقل میباشند . قطعات سیلیسی متشکل از مجموعه های ریز بلور دانه ای (کوارتز میکروکریستالین) و نوع الیافی (کالسدون) میباشند . این قطعات با کانیهای کدر و نیمه شفاف نیز رابطه ای ندارند . کانیهای نیمه شفاف عمدتاً سینابر بصورت آزاد و جدا از کانیهای شفاف مشاهده شده و

ضمناً هیچگونه درگیری با کانیهای کدر (کرومیت ؟) نشان نمیدهد . از دیگر کانیهای نیمه شفاف قطعات زرد و نارنجی رنگ است که شناسائی نشد (تصویر ۵-۴۰) .

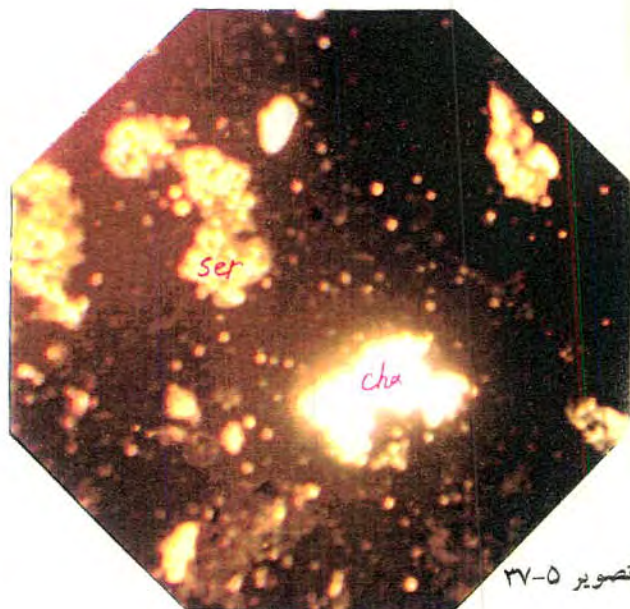
نمونه A+100 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، قطعات شفاف میکروکریستالین ، کانیهای سیلیس ، کانیهای نیمه شفاف (از سه نوع) ، کانیهای کدر .

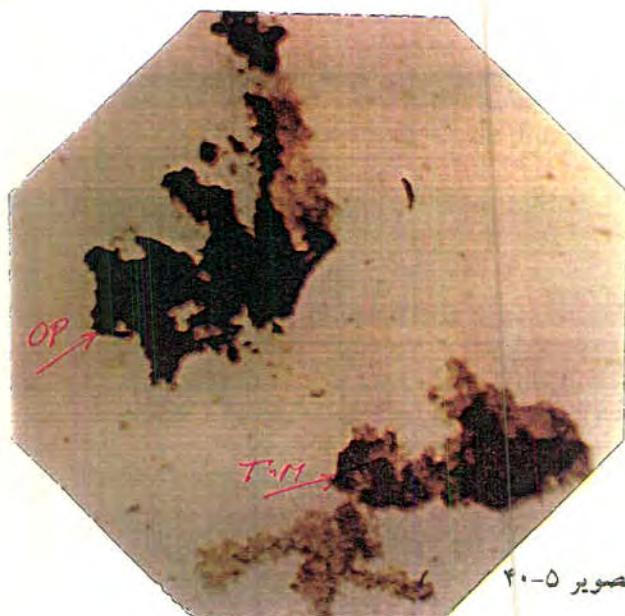
بخش اعظم قطعات متشکل از کانیهای سرپانتین و قطعات مجموعه ای مخفی بلور بوده که با یکدیگر در ارتباط بوده و در برخی قطعات ، مجموعه آنها متشکل از سه فاز بلورین و مواد میکروکریستالین (آمورف ؟) میباشد . از دیگر کانیهای شفاف قطعات سیلیسی متشکل از کوارتز ریز بلور است که مستقل از کانیهای شفاف دیگر هستند . کانیهای نیمه شفاف از انواع قرمز رنگ ، نارنجی و زرد و همچنین انواع خاکی میباشد که نوع قرمز مشخصاً سینابر بوده و بخش اعظم قطعات آن جدا از کانیهای شفاف (گانگ) و به حالت آزاد مشاهده میشوند . در موارد دیگر سینابر با کانیهای سرپانتین همراه است . کانیهای نیمه شفاف دیگر نیز با کانیهای سرپانتین مخفی بلور درگیر بوده و سبب آغشتگی قطعات مذکور شده اند (تصویر ۵-۴۱) .



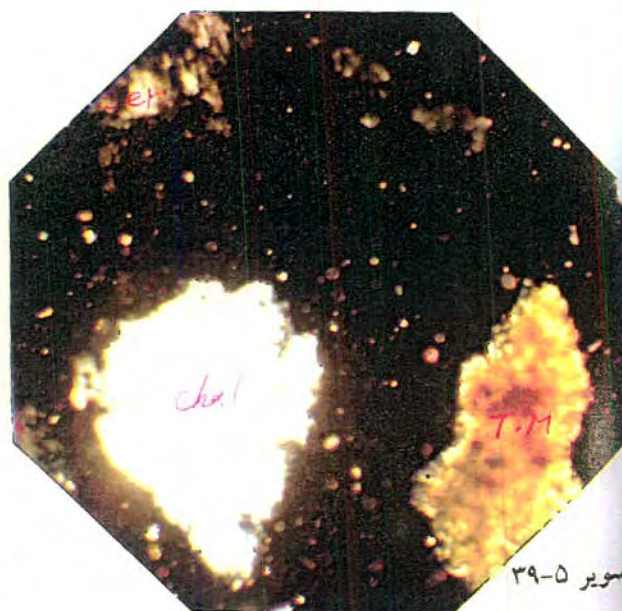
تصویر ۳۸-۵



تصویر ۳۷-۵



تصویر ۴۰-۵



تصویر ۳۹-۵

تصویر ۳۷-۵ - قطعات سیلیس از نوع کالسدونی Cha ، قطعات سرپانتین Ser بصورت آزاد و مستقل از یکدیگر ($\times 100$)

تصویر ۳۸-۵ - کانیهای شفاف T.M بصورت مخفی بلور و کریستالین ، سینابر بحالت درگیر Cin ($\times 33$)

تصویر ۳۹-۵ - قطعات کانیهای شفاف T.M ، کالسدونی Chal ، سرپانتین Ser ($\times 85$)

تصویر ۴۰-۵ - قطعات کانه Op درگیر با کانیهای شفاف T.M ($\times 85$)

نمونه A+200 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، مجموعه های میکرو کریستالین مشکوک به کانیهای رسی ، کانیهای سیلیس (کوارتز کالسدونی) ، کانیهای نیمه شفاف .
در بین کانیهای شفاف نوع سرپانتینی و رسی فراوانترین و کانیهای سیلیسی در اقلیت میباشند . قطعات مذکور هیچگونه در گیری با یکدیگر نشان نمیدهند . در بین کانیهای نیمه شفاف سینابر نسبت به بقیه افزونتر بوده و کمتر از سی درصد آن به حالت درگیر با کانیهای سرپانتین مشاهده شده و بقیه قطعات به حالت آزاد دیده میشوند . در مورد کانیهای کدر نیز بخش اعظم قطعات آن بصورت مستقل مشاهده میشوند (تصویر ۵-۴۲) .

نمونه A+275 :

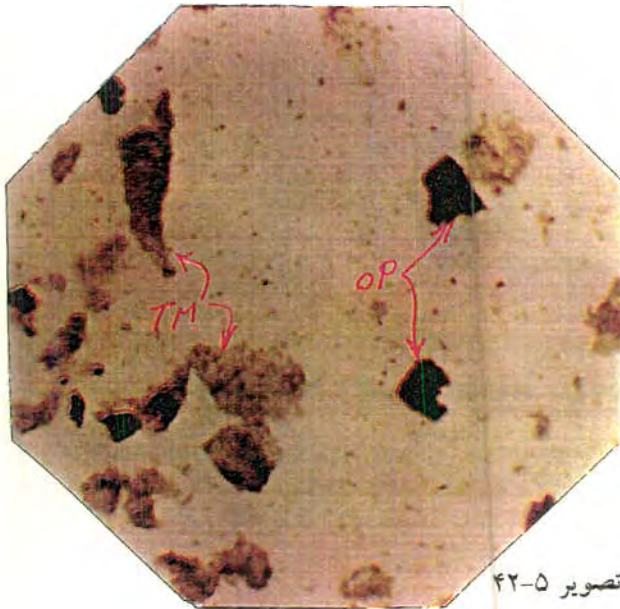
تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، کانیهای رسی ، کانیهای سیلیس ، کربناتها ، میکاها ، کانیهای نیمه شفاف و کدر .
کانیهای سرپانتین و رسی فراوانترین کانیهای تشکیل دهنده بوده و به مقدار کمتر از آن قطعات کوارتزی و کربناتی دیده میشود . کانیهای سرپانتین متنوع بوده و بعضاً با قطعات رسی همراهی دارند . ولی قطعات کوارتز وضعیت مستقلی نشان میدهند . در بین کانیهای نیمه شفاف سینابر فراوانترین بوده و به مقدار کمتر قطعات زرد رنگ ؟ و ترکیبات خاکی آهن

وجود دارد ، کمتر از بیست درصد سینابر به حالت درگیر با کانیهای سرپانتین رویت شده و بقیه قطعات آن آزاد است . بخش اعظم کانیهای کدر نیز آزاد بوده و در مورد قطعات زرد رنگ نیز وضعیت مشابهی وجود دارد (تصویر ۵-۴۳) .

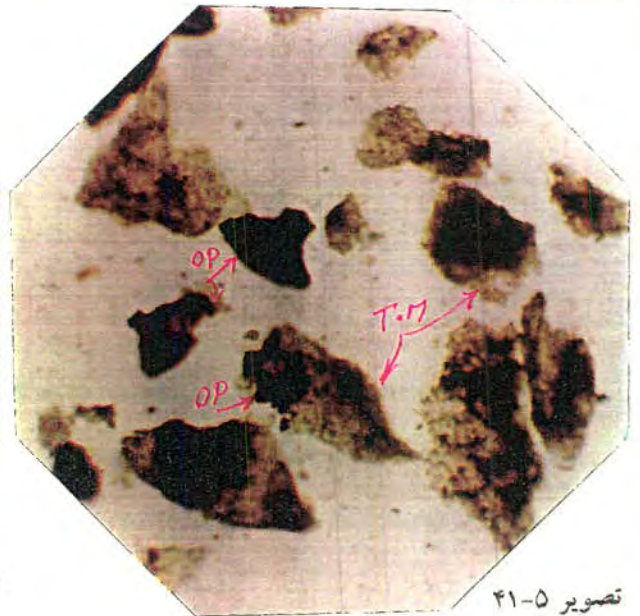
نمونه A+325 :

تشکیل دهنده ها : کانیهای سرپانتین ، کانیهای رسی ، کانیهای سیلیس ، کربناتها ، کانیهای نیمه شفاف ، کانیهای کدر

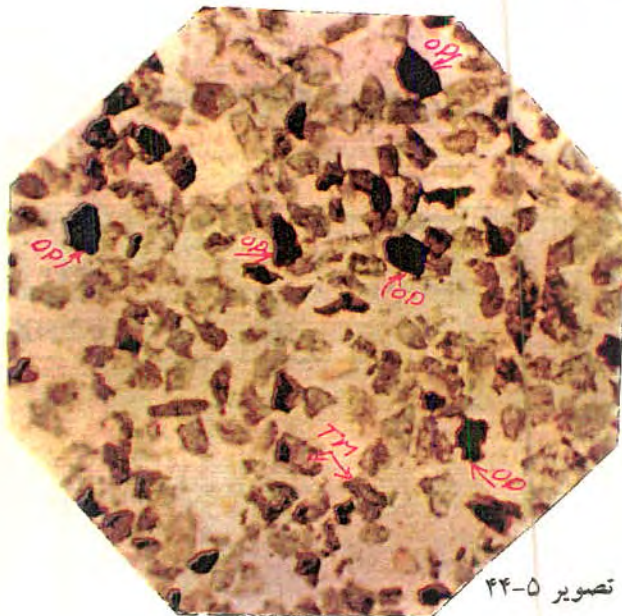
در این دانه بندی بخش اعظم قطعات متشکل از سرپانتین و کانیهای رسی بوده و کمتر قطعات کوارتز و کربناتها وجود دارد . قطعات مذکور جدا از یکدیگر و به حالت آزاد مشاهده میشود . خصوصا" در مورد کانیهای سرپانتین قطعات مجزای باستیت دیده میشود . در مورد سینابر ، بخش اعظم قطعات آن آزاد بوده و موارد درگیر کمتر از ده درصد میباشد . درگیری ، با کانیهای سرپانتین و رسهای ناشی از آن میباشد . مورد دیگر درگیری ، با کانیهای زرد و ترکیبات خاکی آهن با کانیهای سرپانتین و آغشته نمودن قطعات آن میباشد (تصویر ۵-۴۴) .



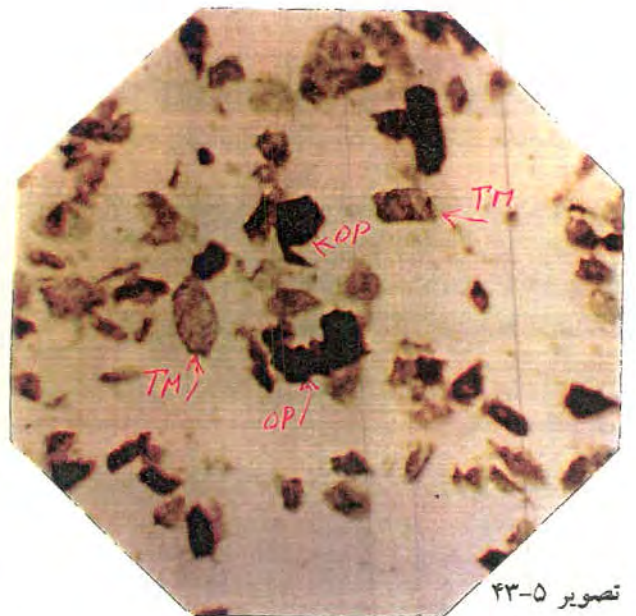
تصویر ۴۲-۵



تصویر ۴۱-۵



تصویر ۴۴-۵



تصویر ۴۳-۵

تصویر ۴۱-۵- قطعات کانه Op بحالت کدر ونیم شفاف ، قطعات کدر درگیر بوده وقطعات نیمه شفاف آزاد هستند (کرومیت درگیر ، سینابر آزاد) (۸۵ ×)
 تصویر ۴۲-۵- قطعات کانه Op ، کانیهای شفاف T.M. ، قطعات کانه عمدتاً بصورت آزاد مشاهده میشوند .
 تصویر ۴۳-۵- قطعات کانه Op ، قطعات گانگ (شفاف) T.M بحالت آزاد (۸۵ ×)
 تصویر ۴۴-۵- تقریباً تمامی قطعات کانه Op بحالت آزاد مشاهده شده وهیچگونه درگیری با کانیهای شفاف T.M وجود ندارد (۸۵ ×)

نمونه A-325 :

تشکیل دهنده ها : باستیت ، سرپانتین ، کانیهای رسی ، کانیهای سیلیس ، کربناتها ، کانیهای نیمه شفاف ، کانیهای کدر .

دانه ها مختلف الی اندازه بوده و نرمه زیادی ایجاد شده است . کانیهای سرپانتین و رسی تشکیل دهنده غالب هستند . قطعات سینابر بوضوح از بقیه تشکیل دهنده ها متمایز و مستقل میباشند .

علاوه بر این قطعات کدر و قطعات کانی زرد و همچنین قطعات کوارتزی بصورت آزاد مشاهده میشوند . کانیهای سرپانتین جز موارد محدود که بصورت قطعات باستیت است بقیه موارد به قطعات ترانسه ای ، الیافی و خاکی تبدیل شده است (تصویر ۵-۴۵) .

۵-۳-۲-۵- مطالعه مقاطع صیقلی نمونه اخذ شده از سرپانتینیت های مینرالیزه

نمونه A+12 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ)

کانیهای درگیر شامل: سینابر درگیر با مارکاسیت ، سینابر درگیر با گانگ ، مارکاسیت درگیر با گانگ ، کرومیت درگیر با گانگ .

اندازه ها : اندازه قطعات سینابر حداکثر ۱/۸ میلمتر ، در مورد مارکاسیت اندازه قطعات عموماً کوچکتر از ۱۰۰ میکرون و در مورد کرومیت اندازه قطعات عموماً کوچکتر از ۲۵۰ میکرون .

نتایج شمارش : قطعات آزاد کانه مشاهده نشده و ۵ مورد درگیر و ۶۳ مورد فقط قطعه گانگ شمارش شده است (تصویر ۵-۴۶) .

نمونه A+20 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، مارکاسیت ، نیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف (گانگ) .

کانیهای درگیر شامل : سینابر بعلاوه مارکاسیت ، سینابر بعلاوه گانگ ، مارکاسیت بعلاوه گانگ ، کرومیت بعلاوه گانگ ، نیدروکسیدهای آهن بعلاوه گانگ .

اندازه ها : اندازه قطعات کرومیت از ۲۰۰ میکرون کوچکتر است . در مورد مارکاسیت و ترکیبات اکسید آهن ناشی از دگرسانی مارکاسیت ، اندازه قطعات از ۱۰۰ میکرون تا حدود چند میکرون میباشد .

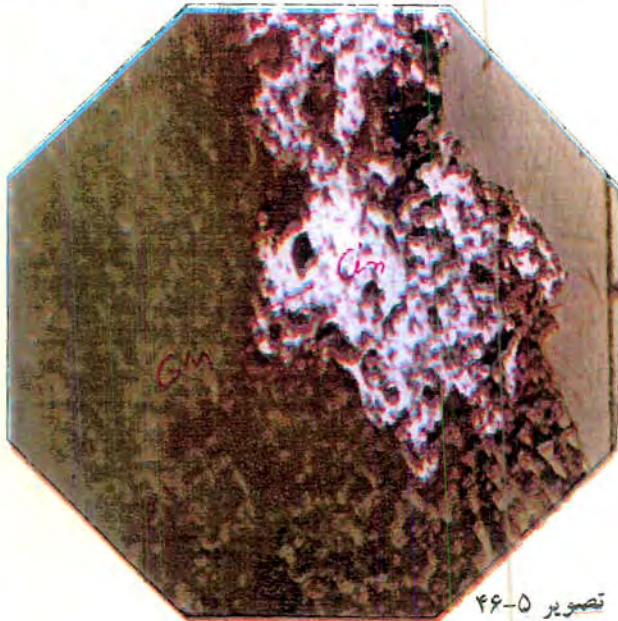
نتایج شمارش : دو مورد از قطعات کانه آزاد ، ۱۸ مورد درگیر با گانگ و تعداد قطعات گانگ ۷۰ مورد است (تصویر ۵-۴۷) .

نمونه A+30 :

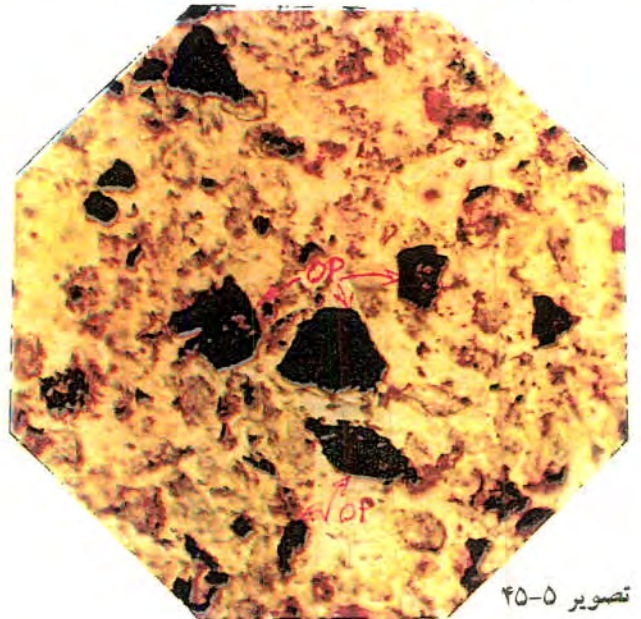
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت ، مارکاسیت ، اکسید و ئیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف (گانگ) .
 کانیهای درگیر شامل : (سینابر + مارکاسیت) ، (سینابر + گانگ) ، (کرومیت + گانگ) ، (مارکاسیت + گانگ) ، (ئیدروکسیدهای آهن + گانگ) .
 نتایج شمارش : در شمارش انجام شده تعداد قطعات فقط گانگ ۱۶۵ مورد ، قطعات آزاد کانه ۱۰ مورد و قطعات کانه درگیر با گانگ ۳۳ مورد است (تصویر ۵-۲۸) .

نمونه A+60 :

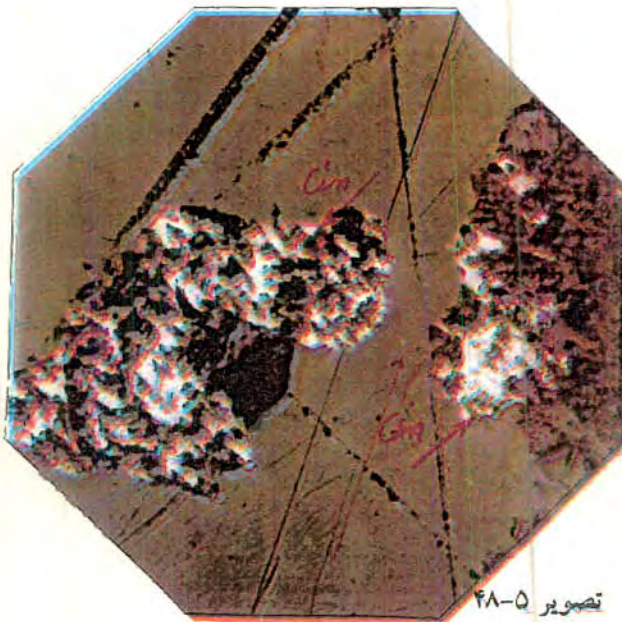
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، پیریت - مارکاسیت ، ئیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف (گانگ) .
 کانیهای درگیر شامل : (سینابر + گانگ) ، (مارکاسیت + گانگ) ، (اکسیدهای آهن + گانگ) ، (سینابر + مارکاسیت) .
 اندازه ها : اندازه قطعات مارکاسیت مشهود از ۲۰۰ میکرون کوچکتر بوده و بخش اعظم قطعات آن ابعادی تا حدود ۱۰ میکرون دارند . اندازه قطعات کرومیت و سینابر درگیر حدود ۱۰۰ میکرون است .



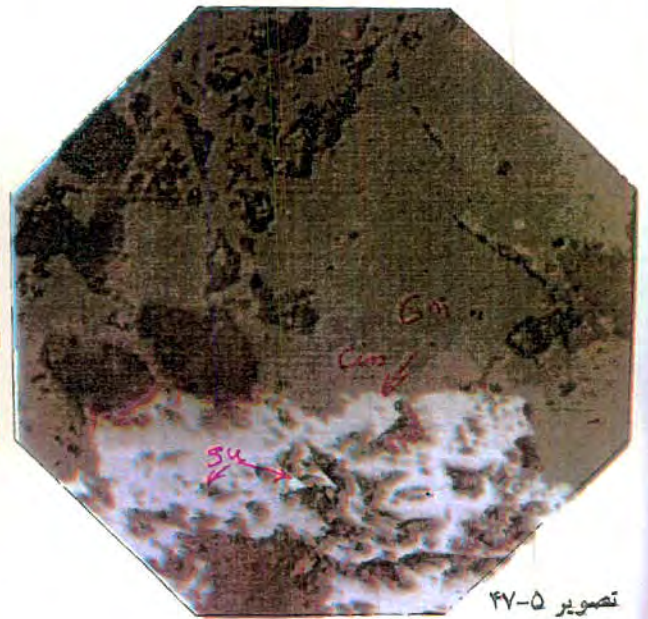
تصویر ۴۶-۵



تصویر ۴۵-۵



تصویر ۴۸-۵



تصویر ۴۷-۵

تصویر ۴۵-۵ - قطعات کانه Op (سینابر رنگ قرمز در مرکز تصویر ، اندازه قطعات متفاوت و نرمه زیادی

ایجاد شده است . ($\times 200$)

تصویر ۴۶-۵ - قطعات شامل سینابر درگیر با گانگ Gn به علاوه Cin ($\times 100$)

تصویر ۴۷-۵ - ادخالهای پیریت - مارکاسیت Py (Su) در زمینه سینابر Cin درگیر با گانگ Gn ($\times 200$)

تصویر ۴۸-۵ - درگیر سینابر با گانگ (کانی گانگ دو نوع است) ($\times 100$)

نتایج شمارش : در شمارش انجام شده ۲۹۲ مورد فقط قطعات گانگ ، ۲۸ مورد قطعات درگیر کانه و گانگ و ۱۹ مورد قطعات آزاد کانه میباشد (تصویر ۵-۴۹) .
 قطعات آزاد شمارش شده بعضاً حاوی ادخالهای مارکاسیت میباشد .
 قطعات درگیر شمارش شده حاوی قطعات کرومیت نیز میباشد .
 درگیری سینابر و گانگ عموماً بصورت پوششی (Coating) است .

نمونه A+100 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، استینیت ، پیریت - مارکاسیت ،
 اکسیدوئیدروکسیدهای آهن ، کانیهای شفاف .
 کانیهای درگیر شامل : (سینابر + گانگ) ، (کرومیت + گانگ) ، (پیریت - مارکاسیت +
 گانگ) ، (اکسید وئیدروکسیدهای آهن + گانگ) .
 اندازه ها : اندازه قطعات درگیر فراوان سینابر حدود ۱۰۰ میکرون ، اندازه قطعات کرومیت
 درگیر حدود ۵۰ میکرون و اندازه قطعات مارکاسیت درگیر کمتر از ۵۰ میکرون است .
 نتایج شمارش : در شمارش انجام شده ۳۲۷ مورد قطعات گانگ ، ۱۱ مورد قطعات درگیر
 کانه با گانگ و ۲۲ مورد قطعات آزاد کانیهای کدر مشاهده میشود که یک مورد آن کرومیت
 و یک مورد آن نیز استینیت است (تصاویر ۵-۵۰ و ۵-۵۱) .

نمونه A+200 :

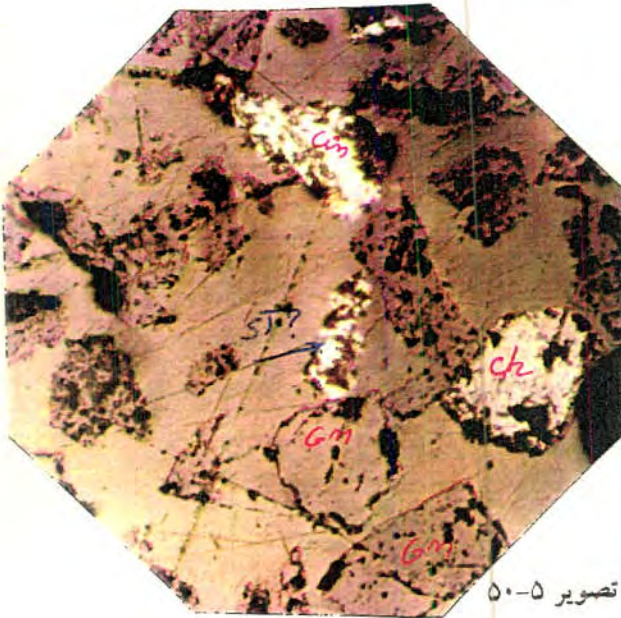
تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، استینیت ، پیریت - مارکاسیت ، ترکیبات آهن (شامل گوتیت) گانگ .

قطعات درگیر : (سینابر + گانگ) ، (سینابر + مارکاسیت) ، (مارکاسیت + گوتیت) ، (مارکاسیت + گانگ) .

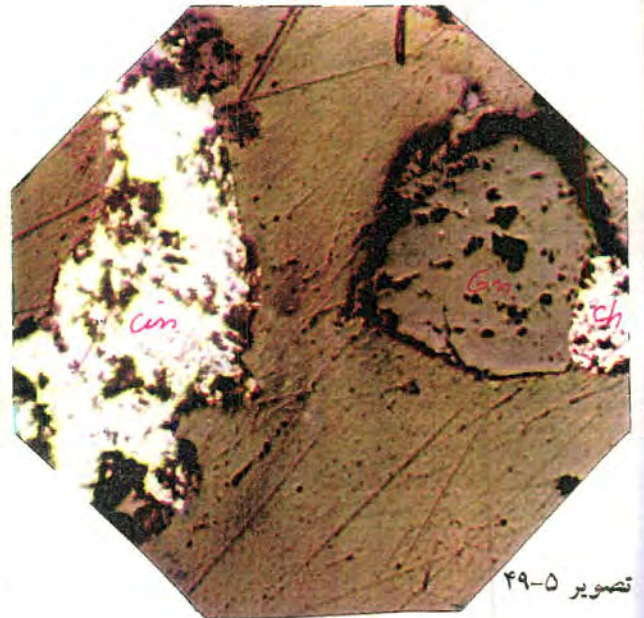
اندازه ها : اندازه قطعات درگیر کانیهای کدر عمدتاً شامل سینابر حدود ۴۰ میکرون است .
 نتایج شمارش : در شمارش انجام شده ۳۵۳ مورد قطعات گانگ ، ۶ مورد قطعات درگیر با گانگ که یک مورد آن مربوط به پیریت درگیر با گانگ است و ۳۸ مورد قطعات آزاد از کانیهای کدر که ۳۳ مورد آن سینابر ، ۲ مورد آن پیریت و ۳ مورد آن استینیت است .
 استینیت درگیر مشاهده نمیشود .

سینابر حاوی ادخالهای ریز مارکاسیت است .

کرومیت در این دانه بندی تماماً آزاد بوده و قطعات آن شمارش نشده است (تصویر ۵-۵۲) .



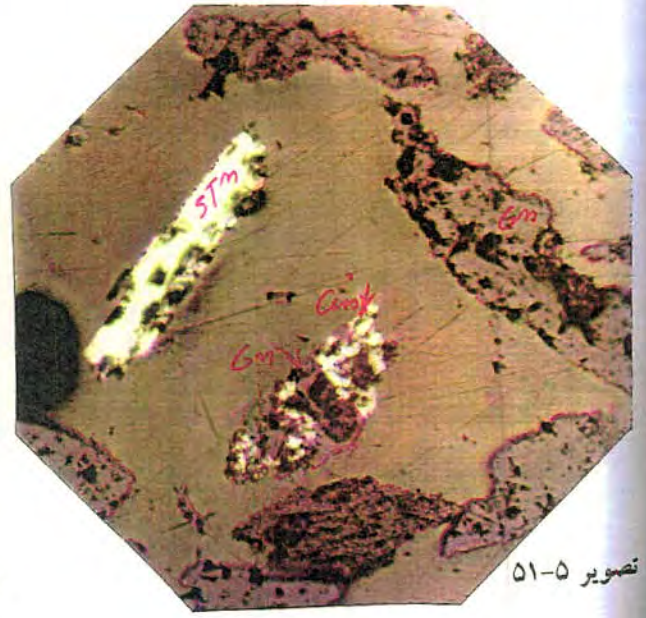
تصویر ۵-۵۰



تصویر ۵-۴۹



تصویر ۵-۵۲



تصویر ۵-۵۱

تصویر ۵-۴۹- سینابر آزاد ، کرومیت Ch درگیر با گانگ Gn (× ۱۰۰)

تصویر ۵-۵۰- کرومیت Ch ، سینابر Cin ، استینیت St ؟ بحالت آزاد ومستقل از گانگ Gn (× ۱۰۰)

تصویر ۵-۵۱- استینیت بحالت آزاد Stn ، سینابر درگیر با گانگ Gn+Cin (× ۱۰۰)

تصویر ۵-۵۲- سینابر Cin ، استینیت Stn و کرومیت Ch بحالت آزاد ومستقل از گانگ Gn (× ۱۰۰)

نمونه A+275 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، استینیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

کانیهای درگیر شامل : (سینابر + مارکاسیت) ، (سینابر + گانگ) .

اندازه ها : اندازه قطعات درگیر عمدتاً سینابر حدود ۴۰-۳۰ میکرون است .

نتایج شمارش : ۳۱۳ مورد گانگ ، ۳ مورد درگیر (یسک مورد آن مارکاسیت است) ، ۱۹ مورد قطعات کدر آزاد (۱۵ مورد سینابر ، ۳ مورد استینیت ، ۱ مورد کرومیت) (تصویر ۵-۵۳) .

نمونه A+325 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، استینیت ، کرومیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

کانیهای درگیر شامل : (سینابر + مارکاسیت)

نتایج شمارش : ۳۲۴ مورد گانگ ، ۹ مورد سینابر آزاد ، ۷ مورد استینیت آزاد

پیریت و کرومیت شمارش نشدند .

اندازه قطعات متفاوت است .

مقدار استینیت افزایش نشان میدهد .

تمامی قطعات سینابر و استینیت آزاد میباشند (تصویر ۵-۵۴) .

نمونه A-325 :

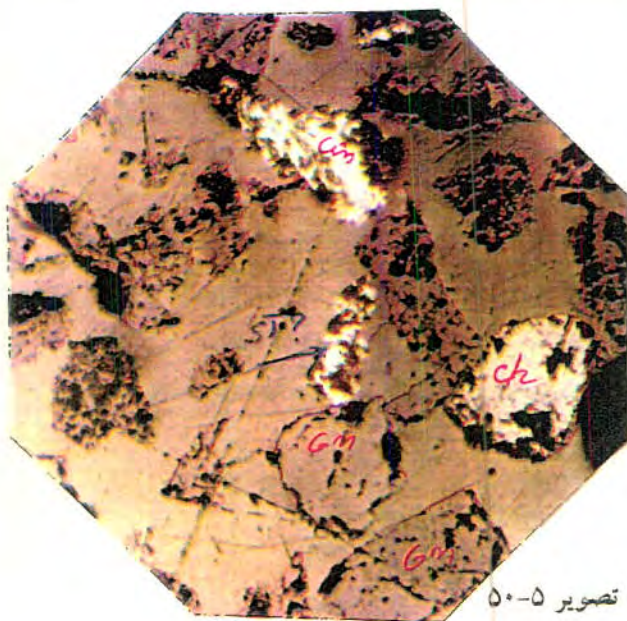
تشکیل دهنده ها : سینابر ، استینیت ، کرومیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

قطعات دارای ابعاد نسبتاً متفاوتی بوده و نرمه زیادی تشکیل شده است . اشکال ترانشه مانند زیاد دیده میشود . در این نمونه استینیت بخوبی قابل تشخیص بوده و مستقل از قطعات سینابر است . جز درگیری پیریت با کانیهای گانگ و احتمالاً پیریت - مارکاسیت با سینابر مورد دیگری وجود ندارد (تصاویر ۵-۵۵ و ۵-۵۶) .

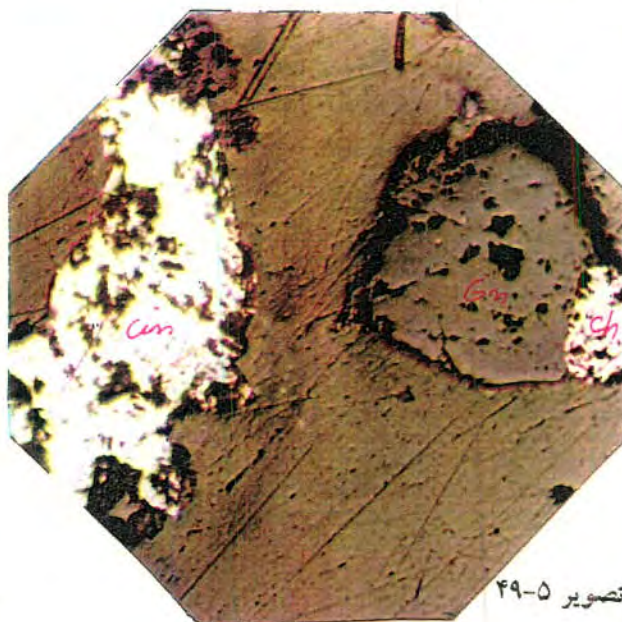
۵-۴- تعیین درجه آزادی سینابر :

بمنظور تعیین درجه آزادی سینابر همانطور که قبلاً ذکر گردید ۱۸ مقطع صیقلی و ۱۸ مقطع نازک حاصل از تجزیه سرنندی دانه بندی شده سرپانتینیتها و برش های هیدروترمالی آسیا شده توسط آسیای میله ای مورد مطالعه دقیقی قرار گرفت که نتایج حاصل از مطالعات فوق بشرح زیر است :

- زونهای درگیر در مقاطع یاد شده شامل سینابر با گانگ ، کرومیت با گانگ ، پیریت با مارکاسیت با گانگ ، استینیت با گانگ .



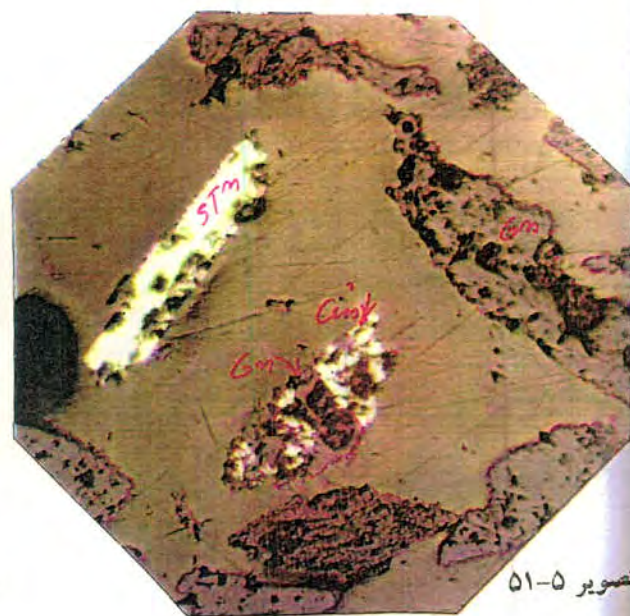
تصویر ۵-۵۰



تصویر ۵-۴۹



تصویر ۵-۵۲



تصویر ۵-۵۱

- تصویر ۵-۴۹- سینابر آزاد ، کرومیت Ch درگیر با گانگ Gn ($\times 100$)
 تصویر ۵-۵۰- کرومیت Ch ، سینابر Cin ، استینیت St بحالت آزاد ومستقل از گانگ Gn ($\times 100$)
 تصویر ۵-۵۱- استینیت بحالت آزاد Stn ، سینابر درگیر با گانگ Gn+Cin ($\times 100$)
 تصویر ۵-۵۲- سینابر Cin ، استینیت Stn و کرومیت Ch بحالت آزاد ومستقل از گانگ Gn ($\times 100$)

نمونه A+275 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، کرومیت ، استینیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

کانیهای درگیر شامل : (سینابر + مارکاسیت) ، (سینابر + گانگ) .

اندازه ها : اندازه قطعات درگیر عمدتاً سینابر حدود ۳۰-۴۰ میکرون است .

نتایج شمارش : ۳۱۳ مورد گانگ ، ۳ مورد درگیر (یک مورد آن مارکاسیت است) ، ۱۹ مورد قطعات کدر آزاد (۱۵ مورد سینابر ، ۳ مورد استینیت ، ۱ مورد کرومیت) (تصویر ۵-۵۳) .

نمونه A+325 :

تشکیل دهنده ها : سینابر ، استینیت ، کرومیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

کانیهای درگیر شامل : (سینابر + مارکاسیت)

نتایج شمارش : ۳۲۴ مورد گانگ ، ۹ مورد سینابر آزاد ، ۷ مورد استینیت آزاد

پیریت و کرومیت شمارش نشدند .

اندازه قطعات متفاوت است .

مقدار استینیت افزایش نشان میدهد .

تمامی قطعات سینابر و استینیت آزاد میباشند (تصویر ۵-۵۴) .

نمونه A-325 :

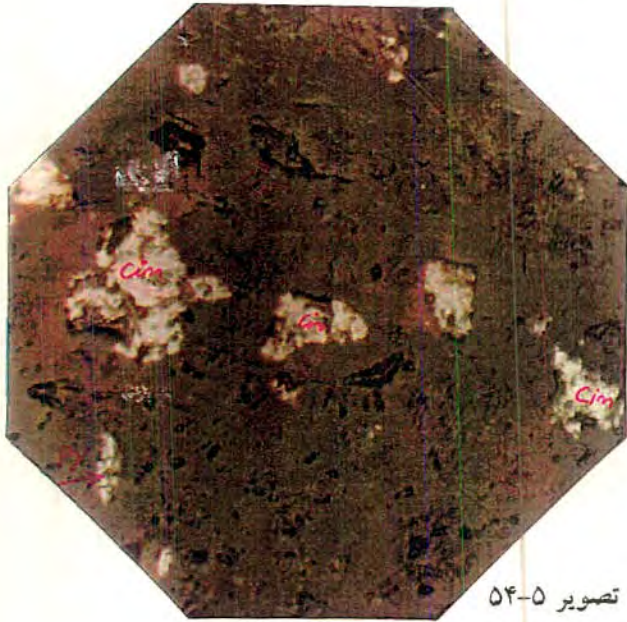
تشکیل دهنده ها : سینابر ، استینیت ، کرومیت ، پیریت - مارکاسیت ، کانیهای شفاف (گانگ) .

قطعات دارای ابعاد نسبتاً متفاوتی بوده و نرمه زیادی تشکیل شده است . اشکال ترانشه مانند زیاد دیده میشود . در این نمونه استینیت به خوبی قابل تشخیص بوده و مستقل از قطعات سینابر است . جز درگیری پیریت با کانیهای گانگ و احتمالاً پیریت - مارکاسیت با سینابر مورد دیگری وجود ندارد (تصاویر ۵-۵۵ و ۵-۵۶) .

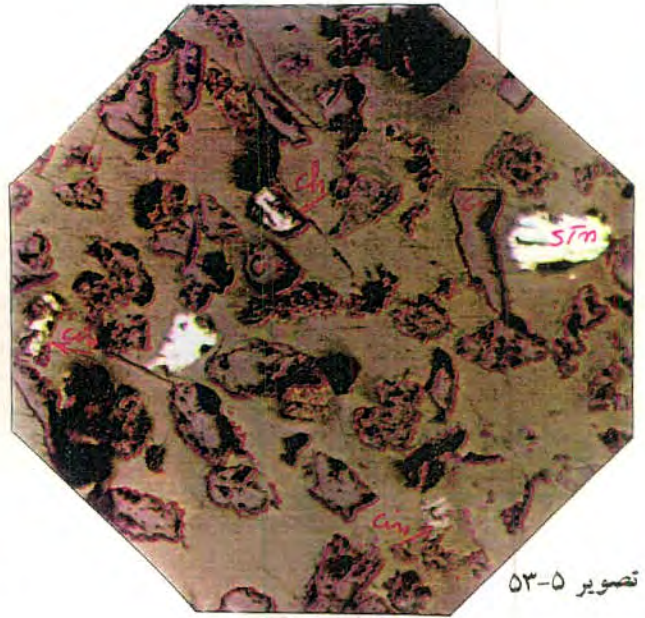
۵-۴- تعیین درجه آزادی سینابر :

بمنظور تعیین درجه آزادی سینابر همانطور که قبلاً ذکر گردید ۱۸ مقطع صیقلی و ۱۸ مقطع نازک حاصل از تجزیه سرنندی دانه بندی شده سرپانتینیتها و برش های هیدروترمالی آسیا شده توسط آسیای میله ای مورد مطالعه دقیق قرار گرفت که نتایج حاصل از مطالعات فوق بشرح زیر است :

- زونهای درگیر در مقاطع یاد شده شامل سینابر با گانگ ، کرومیت با گانگ ، پیریت با مارکاسیت با گانگ ، استینیت با گانگ .



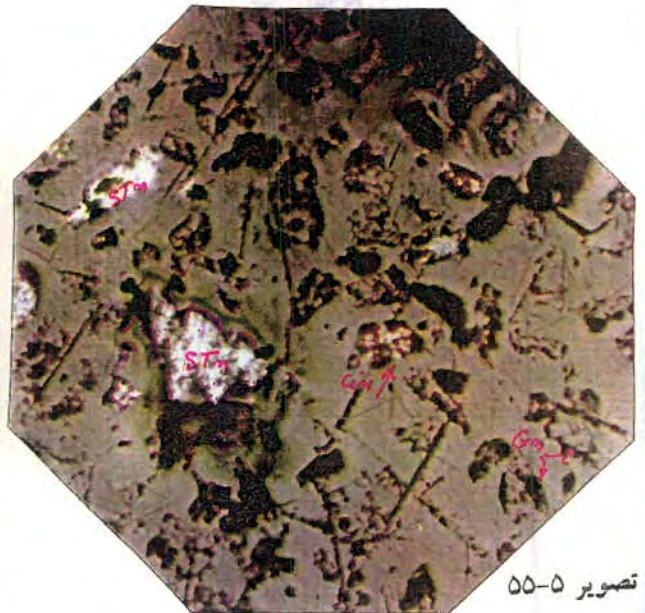
تصویر ۵۴-۵



تصویر ۵۳-۵



تصویر ۵۶-۵



تصویر ۵۵-۵

تصویر ۵۳-۵- قطعات کدر شامل سینابر Cin ، استینیت Stn ، کرومیت Ch مستقل از گانگ Gn
(× ۱۰۰)

تصویر ۵۴-۵- کانیهای کدر شامل سینابر و کمتر پیریت بحالت آزاد ومستقل از کانیهای گانگ (× ۲۰۰)

تصویر ۵۵-۵- قطعات سینابر Cin و استینیت Stn بصورت مجزا ومستقل از کانیهای گانگ (× ۲۰۰)

تصویر ۵۶-۵- قطعات سینابر و استینیت جدا ومستقل از کانیهای گانگ (× ۱۰۰)

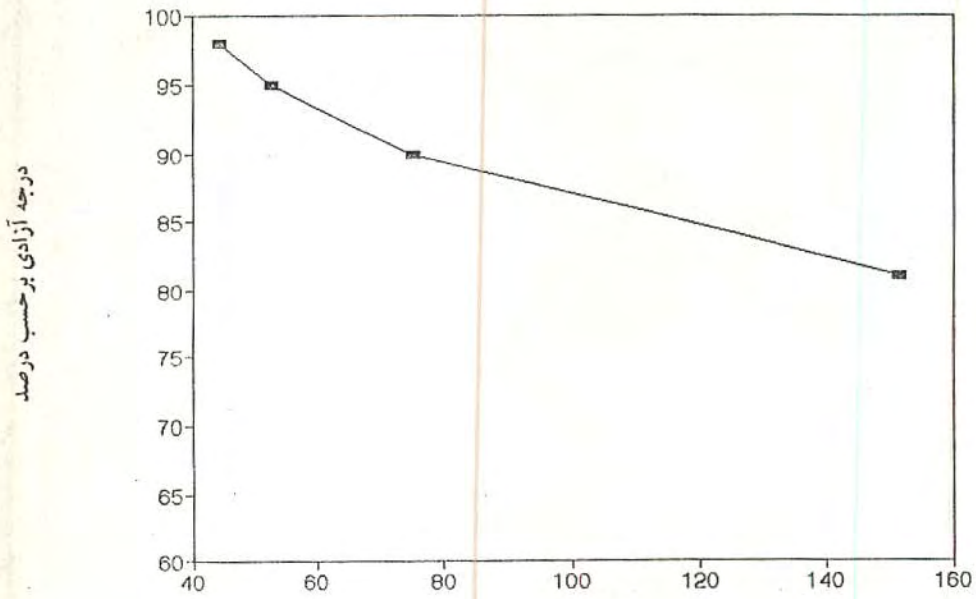
- میزان درجه آزادی در نمونه های سرپانتینیت مینرالیزه در دانه بندی های مختلف پس از شمارش قطعات درگیر و آزاد مشخص گردیده که نتایج حاصل از مطالعات فوق در جدول شماره ۳-۵ و شکل ۱-۵ ارائه شده است. بر اساس این نتایج، به منظور دستیابی به درجه آزادی حدود ۱۰۰٪ برای سینابر، خردایش نمونه سنگ معدنی میبایست تا حد ۱۵۰ میکرون (۲۰۰ مش) ادامه پیدا کند.

- میزان درجه آزادی در نمونه برش های هیدروترمالی به علت کمی عیار سینابر چندان قابل استفاده نمیباشد ولی بطور کلی در ابعاد ۱۵۰ میکرون تمامی کانه های کدر بصورت آزاد بوده و هیچگونه درگیری خاص مشاهده نشده است.

جدول ۳-۵- ارتباط درجه آزادی با دانه بندی های مختلف در سرپانتینیت مینرالیزه ۵۷-۵

درجه آزادی	اندازه به میکرون	اندازه به مش	شماره نمونه
۰	۱۶۸۰	۱۲	A-۱۲
۱۸	۸۴۰	۲۰	A-۲۰
۳۸	۶۰۰	۳۰	A-۳۰
۵۸	۲۵۰	۶۰	A-۶۰
۸۰	۱۵۰	۱۰۰	A-۱۰۰
۹۰	۷۵	۲۰۰	A-۲۰۰
۹۵	۵۳	۲۷۵	A-۲۷۵
۹۸	۴۴	۳۲۵	A-۳۲۵

نسبت درجه آزادی به اندازه قطعات



اندازه قطعات به میکرون

شکل ۵-۱- ارتباط بین درجه آزادی و اندازه ذرات

۵-۵- آزمایشهای انجام شده :

بر مبنای نتایج حاصل از مطالعات میکروسکپی برای دستیابی به درجه آزادی مناسب لازم است سنگ معدنی تا ابعاد کوچکتر از ۱۵۰ میکرون خرد شود . لذا نمونه های متعددی در زمانهای مختلف توسط آسیای میله ای خرد شد و محصول خرد شده توسط سرند ۱۵۰ میکرون طبقه بندی شد . نتایج این آزمایشها در جدول ۵-۴ نشان داده شده است .

با توجه به نتایج حاصل از آزمایشها ملاحظه میشود حدود ۶۳٪ دانه های کانسنگ معدنی پس از ۱۰ دقیقه آسیا توسط آسیای میله ای از سرند ۱۵۰ میکرون عبور میکنند . افزایش زمان آسیا راندمان عملیات را بهبود میدهد ولی مقدار نرمه تولید شده در خلال فرآیند را افزایش میدهد . بطوریکه ملاحظه میشود برای رساندن ابعاد کلیه دانه های کانسنگ معدنی به ۱۵۰ میکرون حدود ۲۱ دقیقه زمان لازم است ولی در این حالت مقدار نرمه تولید شده نیز بنحو چشمگیری افزایش می یابد . با توجه به نتایج حاصل از یافته های این مرحله از مطالعات ملاحظه میشود افزایش زمان آسیا در مراحل پایانی تاثیر چندانی بر راندمان عملیات نداشته بطوریکه افزایش زمان آسیا از ۱۸ دقیقه به ۲۱ دقیقه فقط حدود ۰/۱ درصد حجم دانه های عبور کرده را افزایش داده است که این امر از نظر اقتصادی توصیه پذیر نیست .

زمان تهیه لازم برای خردایش کانسنگ معدنی زمانی است که حدود ۸۵ درصد دانه ها از سرند ۱۵۰ میکرون عبور کنند . این زمان با توجه به نتایج مطالعات اولیه بین ۱۰ تا ۱۵ دقیقه خواهد بود که در ادامه مطالعات طرح و در مراحل پیشرفته تر مطالعات فرآوری تعیین خواهد شد .

جدول ۴-۵: ارتباط بین درجه آزادی ومدت زمان خردایش

عبور از سرنده ۱۵۰ میکرون		باقیمانده روی سرنده ۱۵۰ میکرون		زمان خردایش (دقیقه)
وزن (گرم)	(%)	وزن (گرم)	(%)	
۶۳۲	۶۳/۲	۳۶۸	۳۶/۸	۱۰
۹۸۰	۹۹/۸	۲۰	۰/۲	۱۸
۹۹۹	۹۹/۹	۱	۰/۱	۲۱

بمنظور بررسی قابلیت جدایش سینابر از گانگ همراه نمونه های عبور کرده از سرند ۱۵۰ میکرون مجدداً توسط سری سرندهای آزمایشگاهی دانه بندی شد تا طیف دانه بندی نمونه عبور کرده از سرند ۱۵۰ میکرون و درصد وزنی هر دانه بندی در نمونه مادر مشخص شود .

در ادامه مطالعات هر یک از طبقات دانه بندی محدود تر تحت آرایش قرار گرفتند . با توجه به وزن مخصوص کانسنگ معدنی و باطله همراه آن نخستین شیوه برای آرایش کانسنگ معدنی استفاده از روشهای ثقلی انتخاب شد و با توجه به مایعات سنگین موجود در بازار و بررسی چندین نمونه از آنها نهایتاً مسایع سنگین برموفرم با چگالی ۲/۸۹ جهت ادامه مطالعات انتخاب و طبقات مختلف دانه بندی شده کانسنگ با این مسایع تحت آرایش قرار گرفت . بعلاوه وجود نرمه در بخشهای دانه ریز طبقات مختلف دانه بندی این بخش از کانسنگ معدنی توسط هیدروسیکلون نرمه گیری شد . حد جدایش دانه ها در این فرآیند ۱۵ میکرون بود . در بخش های مختلف تجزیه سرندهای نیز بخش عبور کرده از سرند ۴۰۰ مش (۳۸ میکرون) با توجه به اینکه حاوی مقدار قابل توجهی نرمه بود از آزمایشهای مسایع سنگین حذف شد . در این مرحله از مطالعات طبقات مختلف دانه بندی تحت آرایش قرار گرفت . جدول ۵-۵ نتایج حاصل از تجزیه سرندهای نمونه معرف و جداول ۵-۶ الی ۵-۹ نتایج حاصل از مطالعات فرآوری را نشان میدهد . بطوریکه ملاحظه میشود عیار جیوه در خلال این بخش از مطالعات از حدود ۳ درصد متجاوز از ۷۳ درصد افزایش یافته است که این امر بیانگر کارآرایی بسیار مفید و مؤثر روشهای ثقلی برای فرآوری کانسنگ معدنی است . با توجه به جمع بندی نتایج حاصل از مطالعات فرآوری (جدول شماره ۵-۱۰) ملاحظه میشود با استفاده از روش واسطه سنگین میتوان ۸۳ درصد جیوه محتوی کانسنگ معدنی

را با موفقیت و با صرف هزینه کم فرآوری نمود و عیار ماده معدنی از حدود ۳ درصد به ۶۴ درصد افزایش داد. و این در حالی است که عیار جیوه در بخش باطله فقط ۰/۵ درصد خواهد بود. با توجه به نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی بنظر میرسد روش ثقلی بعنوان یک روش اقتصادی در فرآوری کانسنگ جیوه خانگلی ماکو مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۵-۵: نتایج حاصل از تجزیه سرنندی نمونه معرف

درصد وزنی	وزن (گرم)	ابعاد دانه ها	ردیف
۱۳/۵۱	۱۳۵/۱	-۱۵۰+۱۰۰	۱
۳۱/۹۷	۳۱۹/۷	-۱۰۰+۷۵	۲
۱۴/۱۱	۱۴۱/۱	-۷۵+۴۵	۳
۴۰/۴۱	۴۰۴/۱	-۴۵+۳۸	۴

۱۰۰

۱۰۰۰

جمع

جدول ۵-۶- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۱۰۰+۱۵۰-
میکرون سرپانتینیت مینرالیزه

ردیف	شرح	واحد	نمونه اولیه	محصول شناور شده	محصول غوطه ور شده
۱	وزن	گرم	۱۳۵/۱	۱۳۰/۶	۴/۵
۲	عیار جیوه	درصد	۱/۸۸	۰/۱۹	۵۰/۹۴
۳	توزیع جیوه	درصد	—	۰/۸۵	۷/۸۴

جدول ۵-۷- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۷۵+۱۰۰-
میکرون سرپانتینیت مینرالیزه

ردیف	شرح	واحد	نمونه اولیه	محصول شناور شده	محصول غوطه ور شده
۱	وزن	گرم	۳۱۹/۷	۳۰۸/۵	۱۱/۲
۲	عیار جیوه	درصد	۲/۱۱	۰/۱۴	۵۶/۴۳
۳	توزیع جیوه	درصد	—	۱/۴۸	۲۱/۶۱

جدول شماره ۵-۸- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۷۵+۴۵-
میکرون سرپانتینیت مینرالیزه

ردیف	شرح	واحد	نمونه اولیه	محصول شناور شده	محصول غوطه ور شده
۱	وزن	گرم	۱۴۱/۱	۱۳۵/۱	۶
۲	عیار جیوه	درصد	۳/۲۳	۰/۵۱	۶۴/۵۹
۳	توزیع جیوه	درصد	—	۲/۳۶	۱۳/۲۵

جدول ۵-۹- نتایج حاصل از فرآوری دانه بندی ۴۵+۳۸-
میکرون کانسنگ معدنی

ردیف	شرح	واحد	نمونه اولیه	محصول شناور شده	محصول غوطه ور شده
۱	وزن	گرم	۴۰۴/۱	۳۸۸	۱۶/۱
۲	عیار جیوه	درصد	۳/۸۱	۰/۹۲	۷۳/۳۹
۳	توزیع جیوه	درصد	—	۱۲/۲۱	۴۰/۴

جدول ۵-۱۰- جمع بندی نتایج حاصل از مطالعه فرآوری
بروش ثقلی

ردیف	شرح	واحد	نمونه اولیه	محصول شناور شده	محصول غوطه ور شده
۱	وزن	گرم	۱۰۰۰	۹۶۲/۲	۳/۷۸
۲	عیار جیوه	درصد	۲/۹۲	۰/۵۱	۶۴/۳
۳	توزیع جیوه	درصد	—	۱۶/۹	۸۳/۱

با تعمیم نتایج حاصل از مطالعات فرآوری مایعات سنگین استفاده از سایر روشهای ثقلی نظیر میز و جیگ نیز در فرآوری این کانسار میتواند مورد بررسی قرار گیرد. اساس همه این روشها بر مبنای اختلاف وزن مخصوص کانسنگ و باطله پسی ریزی شده است. عملیات فرآوری انجام شده برای نمونه اخذ شده از برش هیدروترمالی نیز با توجه به درجه آزادی آن که کاملاً مشابه نمونه اخذ شده از توده سنگی بود نتایج تقریباً مشابهی را حاصل نمود. با این تفاوت که چون عیار کانه در نمونه اولیه کم بود عیار محصول فرآوری شده نیز به همان نسبت کم میباشد. بدیهی است در ادامه مطالعات فرآوری در مقیاس Pilot scale و Bench scale، با اخذ نمونه های حجیم تر و انجام مطالعات با کلیه

روشهای ثقلی و حتی روش فلوتاسیون بایستی ارزیابی اقتصادی در بین روشهای مختلف بعمل آید و از میان آنها مناسبترین و اقتصادی ترین روش که با طبیعت کانسار در مقیاس صنعتی نیز همخوانی داشته باشد انتخاب شود .

۵-۶: نتایج حاصل از مطالعه فرآوری کانسار پیشنهاد برای ادامه

مطالعات

- حداکثر درجه آزادی کانسنگ معدنی در دانه بندی ۱۵۰ میکرون است در صورت ادامه خردایش کانسنگ معدنی به منظور افزایش درصد وزنی بخش عبور کرده از سرند ۱۵۰ میکرون مقدار نرمه افزایش یافته و مشکلاتی را در خلال فرآیند ایجاد میکند .
- نتیجه حاصل از تجزیه سرنندی نمونه های عبور کرده از سرند ۱۵۰ میکرون نشان میدهد که قسمت اعظم دانه های عبور کرده از سرند ۴۰۰ مش نرمه بوده و بسایستی از مقدار فرآوری خارج شوند .
- استفاده از هیدروسیکلون بمنظور نرمه گیری و افزایش راندمان عملیات بخصوص در دانه بندیهای ریز توصیه میشود :
- با استفاده از روشهای ثقلی به راندمان مطلوبی (۸۳ درصد) برای جدایش کانه از باطله همراه آن میتوان دست یافت .
- با توجه به پیشرفتهای موجود در زمینه فرآوری کانسارهای جیوه استفاده از میز نرمه بمنظور افزایش درصد بازیابی ماده معدنی و افزایش راندمان میتوان امیدوار بود .

- در خلال مطالعات فرآوری انجام شده در مقیاس آزمایشگاهی عیار سنگ معدنی از حدود سه درصد به ۶۴ درصد افزایش یافت . انجام این فرآیند با استفاده از روشهای ثقلی که هزینه کمی نیز دارند امکان پذیر است .

- مطالعات انجام شده نشان میدهد که فرآوری کانسار جیوه خانگلی در مقیاس آزمایشگاهی با راندمان مطلوب امکان پذیر است ولی برای تضمین اقتصادی ترین شیوه آرایش سنگ معدنی بایستی در مطالعات مرحله bench و pilot روشهای موجود مورد ارزیابی اقتصادی قرار گرفته و روش تهیه فرآوری از میان آنها انتخاب شود .

فصل ششم

نتیجه گیری و پیشنهادها



۶- نتایج و پیشنهادات

همچنانکه در فصل اول ذکر گردید تاکنون مجموعه مطالعات اکتشافی وزمین شناسی در مراحل پتانسیل یابی و آثار یابی مواد معدنی ، اکتشاف مقدماتی ، اکتشاف نیمه تفصیلی و اکتشاف تفصیلی در محدوده اکتشافی خان گلی ماکو انجام گرفته و اطلاعات کاملی در خصوص ساختار زمین شناسی ، ژنز و نحوه تشکیل ذخیره جیوه ، ژئوشیمی و تفسیرات عیار در رخنمون های سطحی (ترانسه های اکتشافی حفر شده در مراحل نیمه تفصیلی و تفصیلی) بدست آمده است ، لیکن کاستی هائی نیز از نظر اطلاعات عمقی نظیر گسترش عمقی ذخیره و شکل کانسار در ترازهای پائین تر وجود دارد .

بطور کلی نتایج حاصل از مطالعات اکتشافی وزمین شناسی در مراحل نیمه تفصیلی و تفصیلی بشرح زیر میباشد :

۱- محدوده اکتشافی در زون افیولیتی خوی - ماکو واقع شده است . این افیولیتها در جایگاه تکتونیکی کمربند آلپ - هیمالیا قرار دارند . واحدهای لیتولوژیک موجود در این محدوده شامل سرپانتینیتهای برشی ، ولکانیک کنگلومرای آندزیتی ، شیلهای رادیولاریتی ، کنگلومرا ، شیل - مارن و ماسه سنگ میباشد که مجموعاً تحت تاثیر تکتونیک شدید و محلولهای گرمابی آتزه شده اند . عملکرد سیالات گرمابی و آلتراسیون در روندهای گسله به اوج خود رسیده بطوریکه سنگهای دگرسانی با ماهیتی بسیار متفاوت از سنگ اولیه ایجاد کرده است . سه سیستم شکستگی به ترتیب با راستاهای شمالغربی - جنوبشرقی ، شمالی - جنوبی و شرقی - غربی شناخته شده که سیستم اصلی (با گسل های معکوس و

رانده خود) کانی زائی و آلتراسیون را کنترل میکند. در این میان گسلهایی که دارای شیب بسمت SW میباشند، حائز اهمیت زیادی هستند.

۲- کانی زائی مورد بحث در یک سیستم اپی ترمال (درجه حرارت پائین و فشار کم) صورت گرفته و بلحاظ متالوژنی در گروه ذخایر جیوه "تیپ سرپانتینیتی" قرار میگیرد. آلتراسیون شدید سیلیسی با اختصاصات ژاسپی این کانی زائی را همراهی میکند. بطور کلی مجموعه کانیهای کوارتز، کریستوبالیت، فازهای آمورف سیلیس، اکسیدهای آهن (عمدتاً گوتیت، لیمونیت و بندرت هماتیت) کانیهای رسی (مونت موریلونیت و کائولن)، کلریت، هورنبلند و تالک در زونهای آتره یافت میشود که در حقیقت کانیهای کانگ ماده معدنی محسوب میشوند کانه های معدنی تشکیل دهنده ذخیره شامل سینابر، پیریت، مارکازیت و بمقدار جزئی استیبنیت و اولیژیست میباشد. استیبنیت بصورت ادخالهائی داخل سینابر بجای دارد. علاوه بر کانه های یاد شده، کانه های کرومیت، روتیل و اکسیدهای آهن نیز حضور دارند. کانه های کرومیت و روتیل مربوط به لیتولوژی سنگ درونگیر ماده معدنی بوده و هیچ ارتباطی با کانی زائی ندارند.

۳- کانی زائی جیوه در ناحیه خان گلی ماکو متعاقب فعالیت ماگمایی الیگومیوسن تا پلیوسن و در نتیجه کنش وری (Reactivation) کمپلکس افیولیتی ناحیه توسط فرآیندهای حاصل از این فعالیت ماگمایی در روندهای گسله و شکستگیها روی داده است. لذا سن کانی زائی را میتوان به اواخر پلیوسن و یا پلیئستوسن (?) نسبت داد.

۴- بر اساس اطلاعات بدست آمده از ترانشه های عمیق اکتشافی میتوان گفت که تمرکز و کانی زائی سینابر به دو فرم کلی در محدوده اکتشافی صورت گرفته است:

الف- بصورت پراکنده در متن رگه های نازک سیلیسی و برش های هیدروترمالی (واحد Si) ، این بخش از کانسنگ ، بخش عیار پائین کانسنگ را تشکیل میدهد .
 ب- بصورت توده ای (Massive) و پرکننده فضاهای خالی در امتداد گسله های از نوع معکوس و رانده که از نوع کانسنگ پرعیار محسوب میشود . تعداد ۵ رگه از فرم اخیر کانی زائی شناخته شده است . از ۵ رگه مزبور ، ۴ رگه در ارتباط نزدیک با هم بوده و در جنوبغرب محدوده اکتشافی واقع هستند . این رگه ها در همبری سرپانتینیت برشی با شیل و مارن های پالتوسن و واحد درهم افیولیتیسی (ملانژ) تشکیل شده اند . رگه چهارم در شمال محدوده اکتشافی و در همبری گسل اصلی منطقه با زون برشی هیدروترمالی (واحد Si) قرار دارد .

۵- آنالیز شیمیائی جیوه یکی از مشکلات اساسی در پروژه اکتشافی حاضر میباشد و این مسئله در مورد تمام پروژه هائی که با سنجش و اندازه گیری جیوه سروکار دارند ، صادق است . اصولاً " جیوه عنصری است که به دلیل ماهیت شیمیائی و فیزیکی خاص بخود ، تعیین عیار و سنجش آن در نمونه ها با خطای بالائی همسراه است . بخشی از این خطاها مربوط به مرحله آماده سازی نمونه ، بخش دیگر مربوط به خطای آنالیز دستگاهی میباشد . با توجه به تجربه این مهندسین مشاور در زمینه ارسال نمونه به آزمایشگاههای مختلف ، علاوه بر مشکلات موجود در زمینه دقت آنالیز (تکرار آزمایش با نتایج مشابه) ، رسیدن به صحت آنالیز (مقدار واقعی جیوه موجود در نمونه) نیز همواره مسورد تردید است . این مسائل در هر سه مرحله اکتشاف مقدماتی ، نیمه تفصیلی و تفصیلی بنوعی یک عامل منفی در پیشبرد برنامه اکتشافی بوده است . بطوریکه تعدادی از آزمایشگاههای معتبر داخلی از

قبول آنالیز جیوه سرباز زدند و در بقیه موارد هم که نمونه ها مورد آنالیز قرار گرفتند ، خطاهای بالائی (بخصوص در مرحله اکتشاف مقدماتی و نیمه تفصیلی) بروز کرد . علاوه بر مشکلات یاد شده ، عدم تجربه کافی آزمایشگاههای داخلی در زمینه آنالیز جیوه نیز مزید بر علت است .

۶- در رابطه با عیار کانسنگ ها باید گفت که در بخش کم عیار ذخیره (فرم پراکنده کانی زائی) متاسفانه مقادیر گزارش شده با شواهد قابل مشاهده در ترانشه ها مطابقت نمیکنند . برای مثال عیار جیوه در نمونه های Mp-LG-01 , Mp-LG-02 , Mp-LG-03 , Mp-LG-04 که از زون مینرالیزه واقع در شمال محدوده اکتشافی (ترانشه T1) برداشت شده اند به ترتیب : ۲۸/۵ ، ۳۷۴ ، ۱۳۰۰ و ۳۲ گرم در تن گزارش شده است . در حالیکه کانه های سینابر در تمام نمونه های فوق الذکر بخوبی قابل مشاهده است ، علی الخصوص در نمونه شماره Mp-LG-02 که از یک رگه نسبتاً پرعیار برداشت شده است . در رابطه با رگه های پرعیار ، آنالیز چهار نمونه BH10-LG-01 , Mp-LG-08 , T2A-LG-03 و T2A-LG-02 به ترتیب عیارهای ۵/۶۲ درصد ، ۴/۲ درصد و ۶/۴۲ درصد و ۳/۸۷ درصد را بدست داده است که عیارهای قابل توجهی محسوب میشوند .

۷- مطالعات فرآوری سینابر در مقیاس آزمایشگاهی بر روی نمونه اخذ شده از رگه های پرعیار انجام گرفت که حاکی از بازیابی سینابر به میزان ۸۴٪ به روش ثقلی میباشد .

۸- علیرغم اطلاعات بدست آمده در زمینه زمین شناسی کانسار ، شکل گسترش و پراکندگی ماده معدنی ، متاسفانه در حال حاضر محاسبه ذخیره ماده معدنی بنا به دو دلیل عمده امکان پذیر نیست . دلیل اول ماهیت ماده معدنی از نظر شکل و گسترش آن میباشد .

همانطوریکه قبلاً بطور مفصل بحث گردید کانی زائی بدو فرم پراکنده و کم عیار و رگه - رگچه ای (پرعیار) تشکیل شده است . گسترش سطحی کانی زائسی پراکنده بخوبی قابل مشاهده بوده و نقشه برداری شده است . بسا توجه به اینکه این زونها توسط گسله ها محدود شده و مشخصات تکتونیکی گسله های یاد شده نیز برداشت شده است ، لذا گسترش و شکل عمقی آن قابل محاسبه است ، چنانچه در پروفیل های ترانشه های اکتشافی نشان داده شده است ، لیکن بدلیل اینکه حفاری گمانه های اکتشافی در این مرحله میسر نگردید ، لذا اطلاعاتی در زمینه تغییرات عیار در ترازهای پائین تر وجود ندارد . بخصوص اینکه بر طبق مدل کانی زائی ارائه شده وجود رگه - رگچه های پرعیار در ترازهای پائین این زونها محتمل است . نکته قابل ذکر دیگر اینکه این زونها از برشهای هیدروترمالی نرم و متخلخل تشکیل یافته است که مغزه گیری با ضریب بازیافت مناسب در آن بسختی امکان پذیر است . در مورد رگه های پرعیار نیز با توجه به ضخامت کم (عموماً " ۲۰-۵ سانتیمتر) و کنترل آنها با گسلهائی که خود شدیداً تغییر جهت میدهند ، امکان ردیابی آنها در عمق بسا حفاری گمانه اکتشافی بسیار بعید بنظر میرسد . علاوه بر آن وضعیت رگه ها بگونه ای است که در بعضی موارد قبل از رسیدن به سطح زمین بسته میشوند ، بنابراین تمام رگه ها در سطح زمین رخنمون نداشته و برای شناسائی آنها نیاز به ادامه عملیات روبرداری واحداث ترانشه در محدوده اکتشافی میباشد .

با توجه به نتایجی که تاکنون بدست آمده موارد زیر پیشنهاد میگردد :

۱- اجرای عملیات اکتشافی در گستره طرح همواره بسا مسائل و مشکلات امنیتی ، سیاسی و اجتماعی همراه بوده است . بدیهی است بدون رفع مشکلات مزبور امکان ادامه عملیات

اکتشافی فراهم نخواهد شد. بطوریکه در مقاطعی از اجرای طرح بعلت بروز مسائل امنیتی و اجتماعی عملیات متوقف و با تاخیرهای زمانی طولانی مجدد آغاز شده است. لذا اتخاذ تدابیر لازم در مورد رفع مزاحمت های ایجاد شده از سوی عشایر و همچنین همراهی و همگامی ارگانهای انتظامی مستقر در منطقه با تیمهای اکتشافی از ضروریات ادامه مطالعات مهندسی طرح است.

۲- راه دسترسی به محدوده اکتشافی از ابتدای جاده خاکی خان گلی (از آبادی شاه بنده لو تا محدوده اکتشافی) نیاز اساسی به مرمت و در مواردی بازسازی دارد. در حال حاضر تردد در محور مزبور بخصوص در فصول بارندگی به سختی صورت میپذیرد.

۳- در بخش هایی از محدوده اکتشافی با توجه به نقشه زمین شناسی ۱/۵۰۰ وزیر نظر کارشناس اکتشاف عملیات ترانسه زنی و روبرداری جهت آشکار سازی رگه های احتمالی سینابر انجام پذیرد.

۴- در حال حاضر بنظر میرسد که مناسبترین و بهترین روش اکتشافی، اکتشاف حین استخراج میباشد. به این ترتیب که استخراج سینابر از رگه های پرعیار با در نظر گرفتن دیدگاههای اکتشافی وزیر نظر مهندس اکتشاف صورت بگیرد. ماده معدنی استخراج شده میتواند در محل مناسبی دپو گردد و از پیشرفت حاصل از باطله برداری در امتداد رگه ها، میتوان در مورد وضعیت امتداد، تغییر ضخامت و تغییر عیار رگه ها اطلاعاتی را بدست آورد.

فهرست منابع

الف - منابع فارسی :

- ۱- اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان غربی ، ۱۳۷۱ : طرح پی جوئی مقدماتی مواد معدنی منطقه سیه چشمه ماکو .
- ۲- افتخار نژاد ، جمشید ، ۱۳۵۹ : تفکیک بخشهای مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه های رسوبی ، نشریه انجمن نفت شماره ۸۲ .
- ۳- امامعلی پور ، علی ، ۱۳۷۳ : بررسی زمین شناسی ، ژئوشیمی و کانی سازی جیوه و عناصر وابسته در منطقه سیه چشمه ماکو ، رساله کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید بهشتی ، دانشکده علوم زمین .
- ۴- پارسائی ، حیدر وهمکاران ، ۱۳۶۸ : طرح اکتشاف جیوه صائین دژ - تکاب ، گزارش نهائی مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران .
- ۵- پدرامی ، منوچهر ، ۱۳۶۵ : نظری اجمالی برسن بازالت های ماکو ، سازمان زمین شناسی کشور ، تهران ، گزارش داخلی .
- ۶- تدین اسلامی ، ابوالحسن ، ۱۳۵۸ : استفاده از روشها و محاسبات آماری در ژئوشیمی کاربردی ، سازمان زمین شناسی کشور .
- ۷- حسنی پاک ، علی اصغر ، ۱۳۶۲ ، اصول اکتشافات ژئوشیمیائی ، مرکز نشر دانشگاهی .

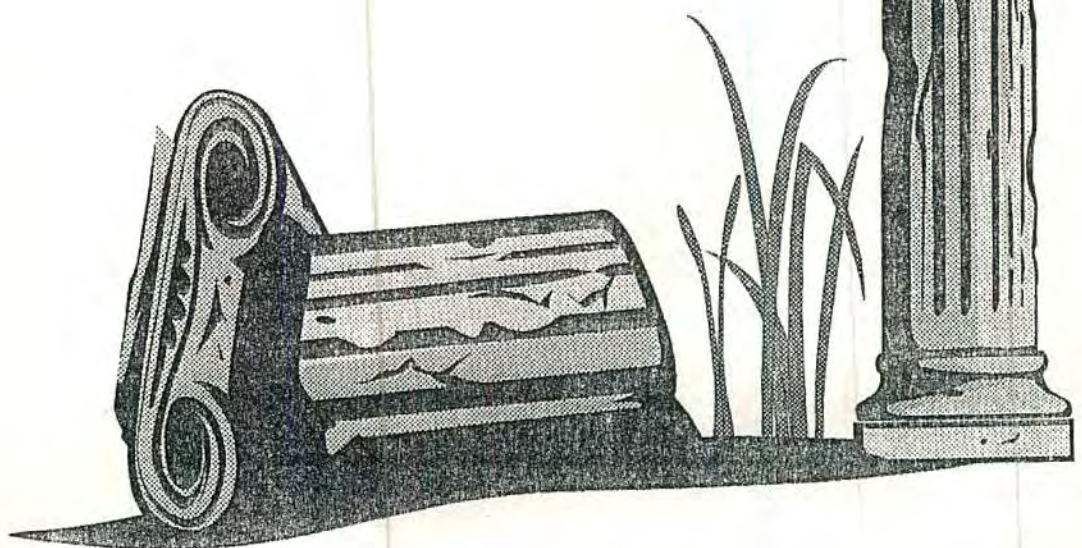
- ۸- دفتر مطالعات بازار شرکت مینرال اکسپورت ، نشریه بازار جهانی فابزات غیر آهنی (ترجمه مجله Metal Bulttin).
- ۹- سازمان برنامه و بودجه ، استان آذربایجان غربی ، ۱۳۷۴ ، آمارنامه استان آذربایجان غربی .
- ۱۰- کاوشگران ، مهندسین مشاور ، ۱۳۶۸ : مطالعه پتانسیل یابی مواد معدنی در منطقه جنوبغربی ماکو .
- ۱۱- کاوشگران ، مهندسین مشاور ، ۱۳۷۲ : گزارش طرح اکتشاف مقدماتی جیوه سیه چشمه ماکو .
- ۱۲- کاوشگران ، مهندسین مشاور ، ۱۳۷۳ : گزارش اکتشاف نیمه تفصیلی جیوه وعناصر وابسته در منطقه خانگلی ماکو .
- ۱۳- کریم پور ، محمد حسن ، ۱۳۶۸ : زمین شناسی اقتصادی کاربردی ، انتشارات جاوید .
- ۱۴- مدنی ، حسن ، ۱۳۷۳ : مبانی زمین آمار ، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر
- ۱۵- مر ، فرید وهمکار (ترجمه از میسون) ، ۱۳۷۱ : اصول ژئوشیمی انتشارات دانشگاه شیراز

ب - منابع لاتين :

- 16) Barnes, H.L., 1979, Geochemistry of Hydrothermal ore deposits , Wiley Interscience , Newyork.
- 17) British Geological survey , 1996 , World Mineral Statistics , 1990 -1995 .
- 18) Linda , C. C., 1985, Mineral Facts and Problems , Bureau of Mines , Newyork .
- 19) Laznicka , P., 1985 , Empirical Metallogeny - Depositional Environments , Lithologic association and Metallic ores , vol . , 1, Elsevir pub .
- 20) Roskill Information servies ltd , 1990 , the economics of seventh Edition , London . Mercury
- 21) Smirnov , V.L., And others , 1983 , studies of Mineral deposits , Mir publisher , Moscow .

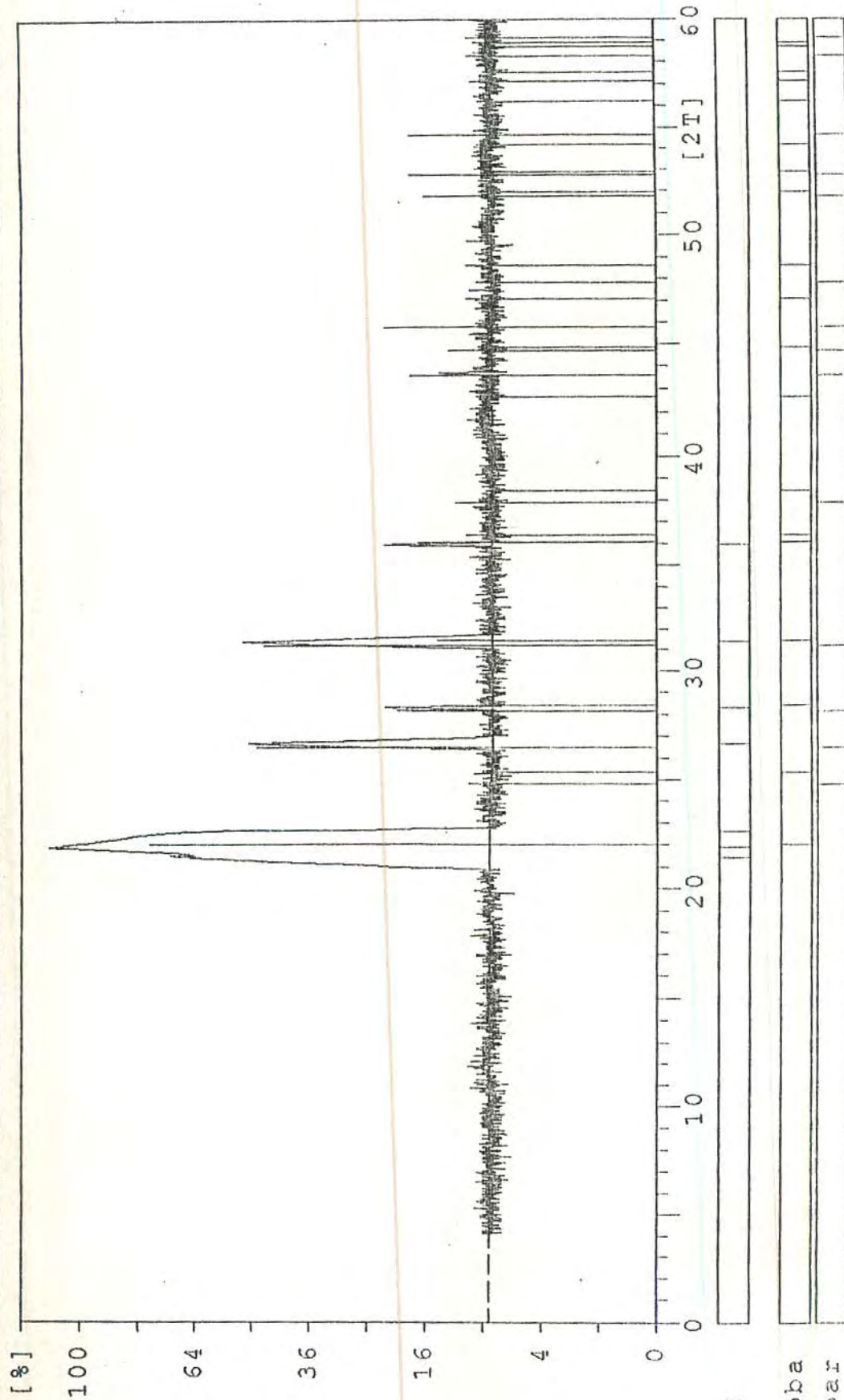
پیوست گزارش

نتایج مطالعات آزمایشگاهی



Sample ident.: MP-XR-02

1-jun-1998 8:25



MPXR02

Cristoba

Cinnabar

SAMPLE = BH10-LG-01

SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	K2O %	MgO %	TiO2 %
90.95	0.99	0.7	0.19	0.03	0.23	0.001

Na2O %	P2O5 %	MnO %	Hg %	Zr PPm	Sr PPm	Rb PPm
0.106	0.018	0.006	5.62	7	20	44

Pb PPm	Zn PPm	Cu PPm	Ni PPm	Co PPm	W PPm	F PPm
9	36	12	423	46	nd	1206

V PPm	Cr PPm	S PPm	Hf PPm	Cl PPm
96	2997	8942	2	25

<i>Sample No.</i>	<i>Au(PPb)</i>	<i>Ag(PPm)</i>	<i>As(PPm)</i>	<i>Hg(PPm)</i>	<i>Cu(PPm)</i>
MP-LG-01	3.3	0.066	2.6	28.5	49.4
MP-LG-02	1.5	0.043	0.5	374	13.9
MP-LG-03	3.2	0.075	0.5	1300	11.5
MP-LG-04	2.4	0.161	2.6	32	31.1
MP-LG-05	2	0.076	0.3	177	55.4
MP-LG-06	1.5	0.046	0.2	35.7	20
MP-LG-07	2	0.056	0.15	40	46.5
MP-LG-08	4.3	0.047	1.7	42000	12.5
MP-LG-09	3.3	0.052	4.4	162	104
MP-LG-10	2.8	0.048	1.4	236	81.6
MP-LG-11	1.6	0.044	0.5	359	15
MP-LG-12	1.9	0.061	3.9	12.3	109
MP-LG-13	1.2	0.04	0.15	55.3	11.9
MP-LG-14	1	0.082	2.2	13.6	57.9
MP-LG-15	2.2	0.03	0.9	9.6	6
MP-LG-16	2.4	0.056	0.15	16.8	4.4
MP-LG-17	1.8	0.047	0.2	31.5	6
BH3-LG-01	2.2	0.046	0.2	32.5	21.2
BH3-LG-02	2.8	0.05	1	155	18.6
BH3-LG-03	13.8	0.049	0.9	18.7	80.7
BH3-LG-04	2.2	0.053	5.6	44.3	61.7
BH3-LG-05	2	0.055	1.2	639	52.6
BH3-LG-06	1.4	0.068	0.2	290	48.3
BH3-LG-07	2.2	0.055	0.15	51.7	46.6
BH3-LG-08	1.5	0.074	2.7	92.8	220
BH3-LG-09	2.2	0.038	3.9	31.4	584
BH3-LG-10	2.5	0.052	4.8	22.1	295
BH3-LG-11	3.3	0.043	7.5	7.9	53.4



Sample No.	Au(PPb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Hg(PPm)	Cu(PPm)
BH3-LG-12	3.7	0.08	8.2	5.2	81
BH3-LG-13	3.9	0.07	6	3.5	75.8
BH1-LG-01	2.6	0.067	0.3	3500	10.1
BH1-LG-02	1.6	0.036	0.15	280	14.6
BH1-LG-03	4.6	0.054	0.15	42.4	12
BH1-LG-04	3.1	0.048	0.3	45.5	16.2
BH1-LG-05	1.4	0.055	0.5	701	16.1
BH1-LG-06	1.5	0.045	0.9	138	19.1
BH1-LG-07	2.3	0.035	11	22.2	63.9
BH1-LG-08	3.9	0.035	9.5	13.8	208
BH1-LG-09	2.6	0.065	12.1	19.2	232
MP-CN-01	4.5	0.063	2	43000	12.2
MP-CN-02	1.4	0.034	0.9	280	50.3
MP-CN-03	2.6	0.052	1.9	30.5	52.1
MP-CN-04	3.8	0.1	9.5	1.2	80.5
MP-CN-05	0.9	0.077	0.7	48.6	5.5
MP-CN-06	2.2	0.121	1.4	36.3	30.9
BH4-LG-01	3.1	0.079	9.2	18.7	471
BH4-LG-02	2.7	0.065	4.9	18.2	917
BH4-LG-03	6.5	0.066	15.3	3.7	342
BH4-LG-04	4	0.076	4.1	2.4	486
BH4-LG-05	3.1	0.099	4.3	2.4	78
BH4-LG-06	4.6	0.096	7.7	1.2	80
BH4-LG-07	4	0.045	10	2.3	78.1
BH4-LG-08	3.3	0.122	4.1	1.2	83.2
BH4-LG-09	4.4	0.072	2.9	0.4	87.8
BH4-LG-10	4.9	0.094	3.4	1.2	84.6
BH4-LG-11	3.5	0.058	1.5	0.5	86.4
BH4-LG-12	3.1	0.088	1.5	0.6	72.8