وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان قزوین

گزارش

عملیات اکتشاف و مطالعات معادن متروکه

در استان قزوین

معدن سرب لک

مجری طرح:

سازمان صنایع و معادن استان قزوین

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کتابخانه زمین شناسی و
شماره ۸۰۷۶۲

مشاور:

شرکت مهندسی کاوش کانسار

کاوش کانسار
KAVOSH KANSAR

تیر ماه ۱۳۸۱

وزارت صنایع و معادن سازمان صنایع و معادن استان قزوین	مجری طرح سازمان صنایع و معادن استان قزوین

گزارش عملیات اکتشاف و مطالعات معادن متروکه در استان قزوین

معدن سرب لک

مرحله: نهایی	شماره گزارش: Kav-Ghaz-9
تهیه کنندگان به ترتیب حروف الفبا: ۱- بهرام بضائی ۲- محمد رضا حسینی ۳- حجت رحمانی ۴- کیامرث شیرخانی ۵- محمود صادقیان ۶- هومن کریمی ۷- زینب کرمی ۸- مژگان هادی مصلح	کنترل: مهندس مسعود زاهدی مشاور طرح: مهندس صمیمی نمین مدیر پروژه: مهندس هومن کریمی تایپ: شادی ملاجعفر تاریخ: تیر ۱۳۸۱ کاوش کانسار KAVOSH KANSAR

تشکر و قدر دانی

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان قزوین جناب آقای مهندس اصغر حمزه ای ابراز می داریم.

همچنین سپاسگزاری خود را از معاونت محترم تولید جناب آقای مهندس مسعود صالحی که رهنمودهایشان در تحویل معادن، نحوه انجام و سرعت و صحت کار بسیار مؤثر بود اعلام و از مساعدت بیدریغ کلیه مدیران، کارشناسان و همکاران سازمان از جمله آقایان مهندس رامین میرصادقی، مهندس حسینی، مهندس قاسمی و مهندس علی امیری کارشناس محترم ناظر آقای مهندس سید ناصر موسوی و سایر عزیزانی که با راهنمایی و همکاریهای بی دریغ خود موجب تسهیل و تسریع امور گشتند و این مهندسین مشاور موفق شد که مسئولیت خود را به نحو شایسته ای به پایان برساند، ابراز می داریم.

مدیریت و کارشناسان

شرکت مهندسی کاوش کانسار

پیشگفتار

امروزه معدن بعنوان یکی از ستونهای اصلی اقتصاد در بسیاری از کشور های جهان می باشد و حتی در پاره ای از ممالک، معدن نقش تعیین کننده ای را در سیاستهای داخلی و خارجی آن کشور ها دارد و در تغییر و تحول دولتها نیز بدون تأثیر نیست. امروز در کشور پهناور ایران جا دارد که یک حرکت و عزم ملی با استفاده از فن آوری ها جدید و مدرن، تنگناها، مشکلات و موانع این صنعت را مرتفع سازد و از اقتصاد و صادرات تک محصولی نفت فاصله گرفته و سعی شود همگام و بموازات با استخراج مواد معدنی، صنایع فرآوری آن نیز در کشور راه اندازی گردد تا نه تنها احتیاجات داخلی را از مواد خام و فرآوری شده معدنی رفع نماید بلکه زمینه ای نیز برای صادرات مواد معدنی فرآوری شده حاوی ارزش افزوده مهیا گردد.

در راستای تحقق اهداف فوق الذکر و همچنین ایجاد فضای مناسب جهت اشتغال، سازمان صنایع و معادن استان قزوین مبادرت به اجرای عملیات اکتشاف و مطالعات معادن متروکه در استان نموده و در این راستا معادن سرب چنگوره و سرب لک مورد مطالعه قرار گرفت و راهکارهای محتمل ارزیابی شد و جهت راه اندازی آنها پیشنهاداتی ارائه گردید، در بعضی از معادن بسته به نیاز، ارزش ماده معدنی و همچنین موقعیت آنها از دیدگاه اشتغال زائی، ترانشه و سینه کار احداث گردید تا قابل واگذاری باشد و این مختصر که در پیش رو دارید جلوه ای از همت و تلاشی است که در راه تحقق اهداف فوق توسط شرکت مهندسی کاوش کانسار با همکاری سازمان صنایع و معادن استان قزوین و کارشناسان محترم آن سازمان صورت گرفته است، به امید آنکه این کوشش مثمر ثمر واقع شود.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول - کلیات منطقه	
۱-۱- مقدمه	۱-۲
۱-۲- تاریخچه فعالیت معدن	۱-۲
۱-۳- روش کار	۱-۳
۱-۴- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه	۱-۴
۱-۵- راههای دسترسی به منطقه	۱-۵
فصل دوم _ ژئوشیمی سرب و روی	
۲-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی	۲-۲
۲-۲- کانی شناسی سرب	۲-۳
- گالن Galena	۲-۴
- ژامزونیت $Pb_4FeSb_6S_{14}$	۲-۵
- بولانژریت $Pb_5Sb_4S_{11}$	۲-۶
-زینکیت $PbSb_2S_2$	۲-۶
- آنگلزیت $Pb[SO_4]$	۲-۶
- سروزیت $PbCO_3$	۲-۷
- پیرومرفیت $Pb_5[PO_4]_3Cl$	۲-۸
- میمتزیت(میمتیت) $Pb_5[Cl(AS,P)O_4]_3$	۲-۸
- وانادینیت $Pb_5[VO_4]_3\ Cl$	۲-۹
- دیسکلوزایت $Pb(OH)[VO_4](Zn,Cu)$	۲-۹
- ولفنیت $Pb[MoO_4]$	۲-۱۰
- مایسکوت PbO	۲-۱۱
- مینیوم Pb_3O_4	۲-۱۱
- پلانتریت PbO_2	۲-۱۱
- فسژنیت $Pb_2Cl_2[CO_3]$	۲-۱۲
- کوتونیت $PbCl_2$	۲-۱۲
۲-۳- انواع مختلف تیپهای کانی‌زایی	۲-۱۳
۲-۳-۱- کانسارهای گرمابی(هیدروترمال) سرب و روی	۲-۱۴
۲-۳-۲- کانسارهای دگرگونی و دگرگونی نوع اسکارنی	۲-۱۴
۲-۳-۳- کانسارهای رسوبی	۲-۱۴

۲-۴- تعیین کانیهای همراه و پاراژنز در ایران ۲-۱۵
۲-۴-۱- کانسارهای سرب و روی ناحیه اصفهان ۲-۱۵
۲-۴-۲- کانسارهای سرب و روی ناحیه یزد-انارک ۲-۱۵
۲-۴-۳- کانسارهای سرب و روی ناحیه طبس- فردوس ۲-۱۵
۲-۴-۴- کانسارهای سرب و روی زنجان و آذربایجان و رشته‌کوههای البرز ۲-۱۵
۲-۵- منابع و ذخایر در ایران ۲-۱۶
۲-۶- کانسارهای سرب و روی ناحیه یزد-انارک ۲-۱۸
۲-۶-۲- کانسار نخلک ۲-۱۸
۲-۶-۲- کانسار سیاه‌کوه ۲-۱۸
۲-۶-۳- کانسار مهدی‌آباد ۲-۱۸
۲-۶-۴- کانسار کوشک ۲-۱۸
۲-۶-۵- کانسار چاه میله ۲-۱۸
۲-۶-۶- کانسار تفت ۲-۱۹
۲-۶-۷- کانسار انجیره ۲-۱۹
۲-۷- خاک سرب و روی ناحیه طبس-فردوس ۲-۱۹
۲-۷-۱- کانسار ازبک کوه ۲-۱۹
۲-۷-۲- کانسار چاه سرب ۲-۲۰
۲-۷-۳- کانسار سه‌چنگی ۲-۲۰
۲-۷-۴- کانسار شورآب ۲-۲۰
۲-۸- کانسار انگوران ۲-۲۰
۲-۹- منابع وذخایر ۲-۲۱
۲-۱۰- وضعیت تولید و نیاز کشور ۲-۲۲
۲-۱۱- کاربردها ۲-۲۳
الف- مصارف فیزیکی و مکانیکی ۲-۲۳
ب- مصارف شیمیایی ۲-۲۴
۲-۱۲- دورنمای تولید و مصرف در ایران ۲-۲۵

فصل سوم ـ زمین شناسی عمومی

زمین‌شناسی عمومی معدن سرب لک ۳-۲

فصل چهارم ـ زمین‌شناسی محدوده معدن

۴-۱- زمین شناسی محدوده معدن سرب لک ۴-۲
۴-۲- مشخصات برخی از تونلهای معدن سرب لک ۴-۴
۴-۳- نتایج آنالیز نمونه‌های معدن سرب لک ۴-۶

۴-۳-۱- نمودار تغییرات Pb ۴-۷
۴-۳-۲- نمودار تغییرات Zn ۴-۷
۴-۳-۳- نمودار تغییرات Cu ۴-۷
۴-۳-۴- نمودار تغییرات Pb-Zn ۴-۷
۴-۳-۵- نمودار تغییرات Pb-Cu ۴-۸
۴-۳-۶- نمودار تغییرات Zn-Cu ۴-۸
۴-۴- تعیین ذخیره ۴-۸
۴-۵- توصیف مقاطع میکروسکوپی ۴-۳۰
الف- مقاطع نازک ۴-۳۰
۱- نمونه LAK-30 ۴-۳۰
۲- نمونه LAK-39 ۴-۳۰
۳- نمونه LAK-9 ۴-۳۰
۴- نمونه LAK-42 ۴-۳۴
۵- نمونه LAK-12- بازالت پورفیری-الیوین‌دار ۴-۳۴
۶- نمونه LAK-32 ۴-۳۵
۷- نمونه LAK-19 ۴-۴۰
۸- نمونه LAK-61 ۴-۴۰
۹- نمونه LAK-14 ۴-۴۰
ب- مقاطع صیقلی ۴-۴۵
۱- نمونه شماره LAK-71 ۴-۴۵
۲- نمونه شماره LAK-15/1 ۴-۴۷
۳- نمونه شماره LAK-43 ۴-۴۸
۴- نمونه شماره LAK-47/2 ۴-۴۹
۵- نمونه شماره LAK-39 ۴-۵۱
۶- نمونه شماره LAK-9 ۴-۵۳
۷- نمونه شماره LAK-55 ۴-۵۴
۸- نمونه شماره LAK-47 ۴-۵۶

فهرست اشکال و جداول

شماره صفحه

شکل۱-۱-کروکی ومشخصات معدن سرب لک ۱-۶
شکل۱-۲- بخشی از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ چسکین ۱-۷
شکل ۳-۱- بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه ۳-۴
شکل۴-۱- نمودار تغییرات مقادیر سرب در معدن لک ۴-۱۷
شکل۴-۲- نمودار تغییرات مقادیر روی در معدن لک ۴-۱۷
شکل۴-۳- نمودار تغییرات مقادیر مس در معدن لک ۴-۱۸
شکل۴-۴- نمودار مقایسه‌ای تغییرات فراوانی سرب وروی در معدن لک ۴-۱۸
شکل۴-۵- نمودار مقایسه‌ای تغییرات فراوانی سرب ومس در معدن لک ۴-۱۹
شکل۴-۶- نمودار تلفیقی تغییرات عناصر سرب ومس در معدن لک ۴-۱۹
شکل۴-۷- نمایی از قسمت شمالی مورد مطالعه معدن ۴-۲۰
شکل۴-۸- نمایی از دهانه تونلA ۴-۲۱
شکل۴-۹- تصویری از یک رگه معدنی ۴-۲۱
شکل۴-۱۰- قسمتی از یک رگه معدنی آرژیلی شده ۴-۲۲
شکل۴-۱۱- نمایی از دهانه تونلC ۴-۲۳
شکل۴-۱۲- نمایی از دهانه تونلD ۴-۲۴
شکل۴-۱۳- نمایی از دهانه تونلE ۴-۲۴
شکل۴-۱۴- نمایی از صفحه گسلی ۴-۲۵
شکل۴-۱۵- نمایی از دهانه تونلB پس از پاکسازی ۴-۲۶
شکل۴-۱۶- نمایی از یک رگه معدنی ۴-۲۷
شکل۴-۱۷- نمایی از یک صفحه گسلی ۴-۲۷
شکل۴-۱۸- نمایی از نفوذ رسوبات سیلیسی موجود در محلولهای گرمابی ۴-۲۸
شکل۴-۱۹- نمایی از یک رگه ماده معدنی ۴-۲۸
شکل۴-۲۰- نمایی دیگر از قسمت شمالی محدوده مورد مطالعه ۴-۲۹
شکل۴-۲۱-تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون شدیداً سیلیسی شده ۴-۳۱
شکل۴-۲۲-الف- تصویر میکروسکوپی تناوب لامینه‌های‌کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز ۴-۳۲
شکل۴-۲۲-ب- تصویر میکروسکوپی تناوب لامینه‌های کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز در نور عادی ۴-۳۲
شکل۴-۲۳-الف- تصویر میکروسکوپی یک نمونه الیوین بازالت پورفیری ۴-۳۳
شکل۴-۲۳-ب- تصویر میکروسکوپی بازالت پورفیری الیوین‌دار ۴-۳۳

شکل۴-۲۳-ج- تصویر میکروسکوپی بازالت پورفیری الیوین‌دار در نور عادی ۴-۳۴
شکل۴-۲۴-الف-تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی شده ۴-۳۶
شکل۴-۲۴-ب-تصویر میکروسکوپی بخشی از زون سیلیسی حاوی باریت ۴-۳۶
شکل۴-۲۵-الف- تصویر میکروسکوپی یک نمونه بازالت پورفیری الیوین‌دار ۴-۳۷
شکل۴-۲۵-ب- تصویر میکروسکوپی یک نمونه بازالت پورفیری ۴-۳۸
شکل۴-۲۶-الف-تصویرمیکروسکوپی بخشی‌از سنگهای‌بازالتی‌سیلیسی-آرژیلی شده ۴-۳۹
شکل۴-۲۶-ب- تصویر میکروسکوپی بخشی از سنگهای بازالتی دگرسان شده ۴-۳۹
شکل۴-۲۷-الف- تصویر بخشی از یک زون سیلیسی شده ۴-۴۲
شکل۴-۲۷-ب- تصویر میکروسکوپی یک زون بسیار سیلیسی دانه‌ریز ۴-۴۲
شکل۴-۲۸-الف- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک سنگ بشدت سیلیسی شده ۴-۴۳
شکل۴-۲۸-ب- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی برشی شده ۴-۴۳
شکل۴-۲۹-الف- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی ۴-۴۴
شکل۴-۲۹-ب- تصویر همان بخش نشان‌داده شده در شکل ۴-۲۹- الف ۴-۴۴
شکل۴-۳۰-الف- تصویر میکروسکوپی گالن در نور پلاریزه ۴-۴۵
شکل۴-۳۰-ب- تصویری از یک بلور کالکوپیریت که بافت غربالی نشان می‌دهند. ۴-۴۶
شکل۴-۳۱-تصویر میکروسکوپی یک بلور درشت کالکوپیریت ۴-۴۷
شکل۴-۳۲-تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده دانه‌های ریز و پراکنده کالکوپیریت ۴-۴۸
شکل۴-۳۳-الف-تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده کالکوپیریت و اسفالریت ۴-۴۹
شکل۴-۳۳-ب-تصویر میکروسکوپی یک کانی گالن ۵۰-۴
شکل۴-۳۳-ج-تصویرمیکروسکوپی نشان‌دهنده‌اشکال‌مثلثی‌بارز مشخصه‌کانی گالن ۵۰-۴
شکل۴-۳۴-الف-تصویری از بقایای کالکوپیریت ۵۱-۴
شکل۴-۳۴-ب-تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور بارز گالن ۵۲-۴
شکل۴-۳۵-تصویر میکروسکوپی کانی مگنتیت ۵۳-۴
شکل۴-۳۶-الف-تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور گالن ۵۵-۴
شکل۴-۳۶-ب-تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده وجود کالکوپیریت ۵۵-۴
شکل۴-۳۷-الف- تصویر میکروسکوپی یک نمونه مگنتیت ۵۶-۴
شکل۴-۳۷-ب- تصویر میکروسکوپی مبین حضور مگنتیت ۵۷-۴
شکل۴-۳۷-ج- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور بارز مگنتیت ۵۷-۴

عنوان | شماره صفحه

جدول شماره ۲-۱- مشخصات کانیهای مهم سرب ۲-۴
جدول شماره۲-۲- وضعیت ذخایر و استخراج در معادن سرب و روی کشور ۲-۱۷
جدول شماره۴-۱- نتایج آنالیز XRF مربوط به ۳۵ نمونه برداشت شده از معدن ۲-۱۴

فصل اول

کلیات منطقه

۱-۱-مقدمه

پروژه عملیات اکتشاف ومطالعات معادن متروکه در محدودهٔ استان قزوین دو هدف اصلی را پی‌گیری می نماید. یکی تهیه شناسنامه ای از اطلاعات گذشته و حال در مورد معدن فوق الذکر و دیگری بررسی زمین شناسی و تهیه نقشهٔ زمین شناسی به مقیاس ۱/۱۰۰۰ و تعیین ذخیره و کیفیت ماده معدنی برای این معدن می باشد.

به همین دلیل مهندسین مشاور کاوش کانسار طی قراردادی موظف گردید ضمن عملیات صحرایی و تهیه نقشهٔ زمین شناسی، کلیه رخنمونهایی که می تواند نشان دهنده نوع و کیفیت ماده معدنی باشد را بصورت اکتشاف چکشی و هم با نمونه برداری بصورت سیستماتیک تحت پی‌جوئی قرار دهد.

۱-۲-تاریخچه فعالیت معدن

مادهٔ معدنی اصلی این معدن، سرب(از نوع گالن) می‌باشد و باریت در درجه دوم اهمیت قرار دارد. البته مقداری اسفالریت، کالکوپیریت و کمی هم نقره در محل رخنمونها و حوالی رگه ها، همچنین آهن از نوع لیمونیت و سولفور از نوع پیریت نیز دیده می شود.

این معدن در محدودهٔ استان قزوین و در فاصلهٔ ۳۱ کیلومتری جنوب غرب شهرستان بوئین زهرا واقع شده است.

پروانهٔ بهره برداری از این معدن به شمارهٔ ۳۶۷۲۳- مورخهٔ ۱۳۳۵/۱۱/۱۰ برای مدت ۲۵ سال به نام شرکت سهامی لک از طریق گواهی کشف با حد اقل استخراج سه ساله اول برای هر سال ۵۰۰ تن واگذار گردید.

به موجب رأی جلسه مورخ ۱۳۴۲/۲/۱ شورایعالی معادن، این معدن برای مدت یکسال از تاریخ ۱۳۴۱/۱۱/۱ تعطیل بوده است. بر اساس رأی جلسهٔ مورخ ۱۳۴۴/۴/۱۳ شورایعالی معادن، پروانهٔ بهره برداری معادن به علت عدم پرداخت حقوقی دولتی لغو گردید.

در تاریخ ۱۳۴۴/۷/۲۷ شرکت سهامی معدنی لک ضمن تعهد نسبت به پرداخت حقوق دولتی معوقه تقاضای ابقاء پروانه بهره برداری را نموده است که در تاریخ ۱۳۴۴/۸/۳ بموجب مجوز شمارهٔ ۳۱۳۵۲ با ابقاء پروانه بهره برداری موافقت گردید و پروانهٔ بهره برداری در تاریخ ۴۵/۱۱/۱۸ به نام اصغر پیروی منتقل گردید.

بر اساس گزارشهای ثبت شده تا تاریخ ۱۳۴۹/۴/۲۴ مادهٔ معدنی به خارج از معدن حمل نشده است. به موجب رأی جلسهٔ شمارهٔ ۱۷۲۸/۵ مورخ ۱۳۶۰/۱/۶ شورایعالی معادن بر اساس درخواست اداره امور بهره برداری از معادن، پروانه این معدن بدلیل عدم ذخیره، باطل گردیده است.

شرح عملیات گذشته تا قبل از تعطیل شدن معدن به شرح زیر می‌باشد:

شروع عملیات استخراج معدن از سال ۱۳۵۱ به بعد میباشد، تعداد ۸ تونل در این معدن حفر شده که عملیات استخراج در تونلهای ۷،۳ و ۸ انجام گرفته است. ضخامت رگه های مادهٔ معدنی در تونل ها متفاوت بوده و از ۰/۴ تا ۰/۸ متر متغیر است. در تاریخ ۱۳۵۰/۱۲/۹ پروانهٔ تأسیس کارخانهٔ فلوتاسیون به شمارهٔ ۳۱۴۱۳۵ به نام شرکت ایران باریت با ظرفیت خوراک روزانه ۲۴۰ تن صادر گردید که در تاریخ ۱۳۶۰/۱/۶ به علت عدم وجود ذخیره کافی، باطل گردید.

۱-۳- روش کار

در راستای اجرای اکتشاف و مطالعات معادن متروکه در استان قزوین عملیات لازم انجام شده است که در ادامه ذکر خواهد شد.

مشخصات تمامی عوارض توسط اکیپ زمین شناسی (جهت تهیه نقشه زمین شناسی) و گروه نقشه بردار (جهت تهیه نقشه توپوگرافی) برداشت شده و در ادامه، عملیات نمونه برداری با نظارت نماینده محترم کارفرما به شکل سیستماتیک صورت گرفته است.

چگونگی عملیات

عملیات انجام شده در مناطق مشخص شده پروژه اکتشاف و مطالعات معادن متروکه قزوین به ترتیب زیر صورت گرفته است که عبارتند از :

۱-۳-۱- کارشناسان این مهندسین مشاور با هماهنگی کارفرما جهت تحویل گرفتن محدوده معدن اقدام نمودند که پس از بررسی پرونده های موجود در بایگانی کارفرما نسبت به تهیه تاریخچه معادن فوق اقدام شد

۱-۳-۲- کارشناسان مشاور، نقشه های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ معدن فوق الذکر را جهت شروع کار تهیه و نسبت به تهیه عکسهای هوائی به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ از این معدن اقدام نمودند.

۱-۳-۳- سپس با بررسی و تحلیل این اطلاعات و تعیین محدوده اطراف هر معدن با اکیپ نقشه برداری به منطقه اعزام و نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۱۰۰۰ از محدوده مورد مطالعه تهیه شد.

۱-۳-۴- در ادامه با بررسی نقشه توپوگرافی و سایر اطلاعات، اکیپ زمین شناسی به منطقه مربوطه اعزام و نسبت به بررسی و تهیه نقشه زمین شناسی و نمونه برداری سیستماتیک از محدودهٔ مورد نظر اقدام گردید.

قابل ذکر است که نمونه ها با هماهنگی کارفرما جهت آنالیز به آزمایشگاه ارسال گردید، پس از بررسی نتایج آنالیز ها، با استفاده از اطلاعات موجود و نتایج ازمایشگاهی، نقشه زمین شناسی تهیه و با تجزیه و تحلیل و تلفیق کلیه اطلاعات گزارش نهایی در مورد منطقه مورد نظر تکمیل و تدوین شد.

۱-۴ موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه

معدن سرب لک در قسمت غربی نقشهٔ ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه واقع شده است. این معدن در ۶۶ کیلومتری جنوب غرب اشتهارد و ۱۳۷ کیلومتری جنوب غرب کرج واقع است. مشخصات جغرافیایی محل معدن از طول ´۵۵ °۴۹ تا ´۰۰ °۵۰ شمالی و عرض ´۳۰ °۳۵ تا ´۳۵ °۳۵ شرقی

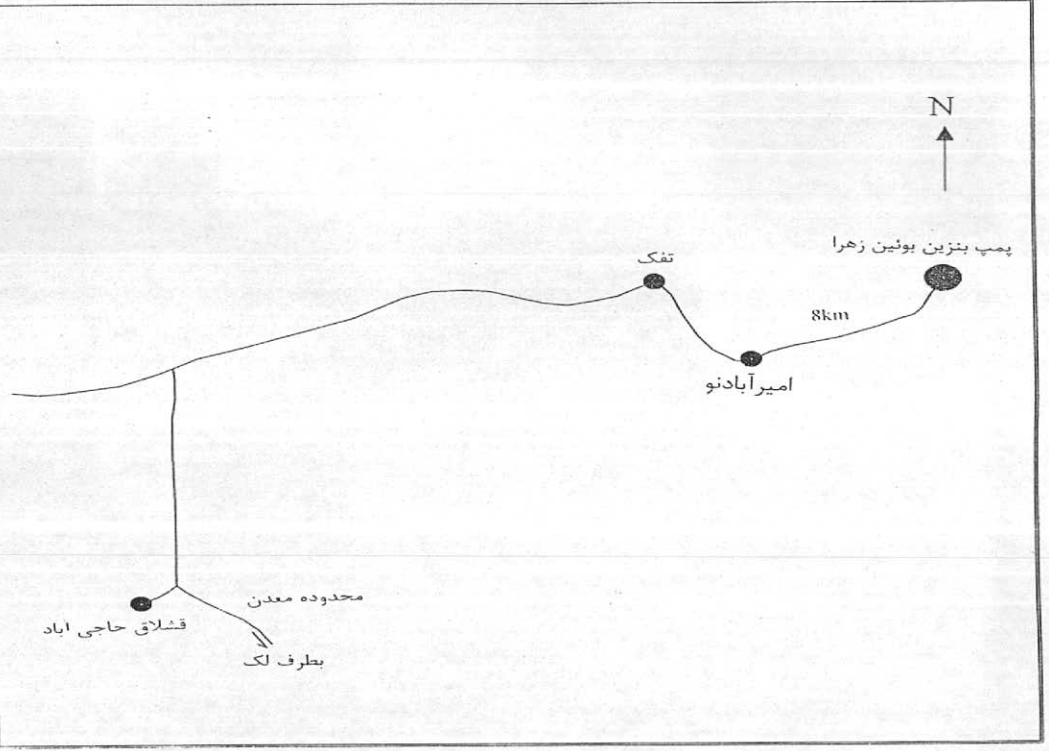
و ارتفاع متوسط ۱۸۵۰ متر از سطح دریا می باشد. این ارتفاع در دره ها ۱۷۰۰ متر و در مرتفع‌ترین قله منطقه ۲۰۰۰ متر است. توپوگرافی منطقه خشن است و دره ها و قله های فراوانی وجود دارد. وضعیت آب و هوای منطقه سرد و کوهستانی است. تابستانهای گرم، زمستان های سرد و پر برف و باران و وزش زیاد باد از مشخصات آب و هوائی منطقه است.جاده قزوین از ۳۶ کیلومتری معدن می گذرد و نزدیکترین ایستگاه راه آهن به معدن نیز ایستگاه قزوین در ۱۰۰ کیلو متری معدن می باشد. پوشش گیاهی در محل غنی نیست و شامل گیاهان بوته ای تنک و فاقد درخت است.

۱-۵ راههای دسترسی به منطقه

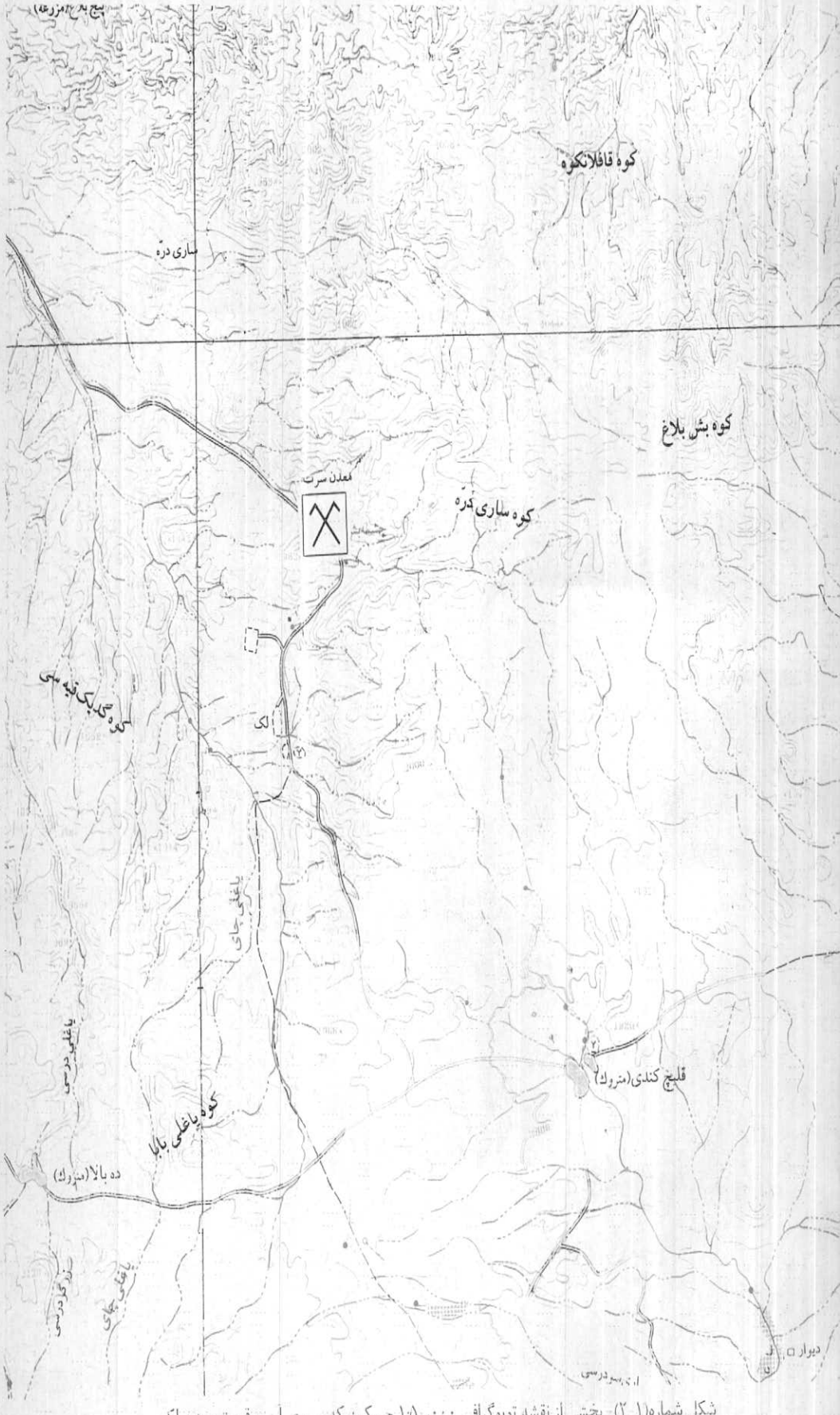
معدن سرب لک از طریق حرکت در جاده تهران- قزوین و خروج به سمت جاده بوئین زهرا و سپس حرکت از بوئین زهرا به سمت روستای قلیچ کندی، قابل دسترسی است. راه دسترسی برای رسیدن به معدن لک به این صورت است که پس از ورود به بوئین زهرا به سمت جنوب غرب حرکت می‌کنیم و پس از طی مسافتی ۸ کیلومتری در جادهٔ آسفالته به روستای امیرآبادنو می‌رسیم. از روستای امیرآبادنو تا روستای قشلاق حاجی آباد حدود ۲۲/۵ کیلومتر فاصله است که در این بین از روستای تفک نیز می گذریم، این جاده از نوع شنی- خاکی می‌باشد، نهایتاً از روستای قشلاق حاجی آباد تا معدن لک ۳/۵ کیلومتر جاده خاکی وجود دارد. کروکی مسیر در شکل صفحه بعد مشخص است(شکل۱-۱).

مشخصات عمومی منطقه مورد مطالعه	
طول جغرافیایی	N 049. 56. 061
عرض جغرافیایی	E 35. 34. 652
ارتفاع منطقه(متر)	ALT 1945 m
توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰	چسکین 5961 III
زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰	ساوه
فاصله، مسیر و نوع جاده دسترسی به منطقه مورد مطالعه	بوئین زهرا- روستای امیر آباد جاده آسفالته 8km امیرآباد-روستای تفک- حاجی آباد جاده شنی 25.5km حاجی آباد-معدن جاده خاکی 3/5 km
مقیاس	۱:۲۵۰،۰۰۰

کروکی مسیر



شکل شماره(۱-۱)- کروکی و مشخصات معدن سرب لک.



شکل شماره(۱-۲)- بخشی از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ چسکین که بر روی آن موقعیت معدن لک

مستند شده است

فصل دوم

ژئوشیمی سرب و روی

۲-۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی

سرب خالص دارای وزن مخصوص ۱۱/۳۵ گرم بر سانتیمتر مکعب (در ۲۰ درجه سانتیگراد)، وزن اتمی ۲۰۷/۹، عدد اتمی ۸۲، نقطه ذوب ۳۲۷/۵ درجه سانتیگراد، نقطه جوش ۱۷۴۴ درجه سانتیگراد، هدایت الکتریکی ۷/۹۸ (اگر در صفر درجه سانتیگراد برای مس ۱۰۰ در نظر بگیریم)، سختی ۱/۵ موهس، برنگ آبی خاکستری، شبکه کریستالی بصورت مکعبی با سطوح مرکزدار می باشد. فلز سرب در سیستم مکعبی و هگزا اکتائدرال متبلور می‌شود و ایزومورف مس است. عنصر سرب با وجود پایداری بسیار کم آن، گاهی در طبیعت بصورت خالص یافت می‌شود. بلورهای آن مکعبی یا اکتائدری ولیکن نادر هستند. این فلز اکثراً بصورت توده‌ای و یا میله‌ای تشکیل می‌شود.

سرب دارای جلای فلزی و رنگ خاکستری است و در طبیعت برنگ سیاه دیده می شود و یا بوسیله یک لایه سفید رنگ کربنات پوشیده می‌شود.

سرب در حالت طبیعی دارای وزن اتمی ۲۰۷/۲۱ است که شامل چهار ایزوتوپ، $Pb^{۲۰۷}$، $Pb^{۲۰۶}$، $Pb^{۲۰۴}$ و $Pb^{۲۰۸}$ می باشد و در نتیجه سرب را می‌توان جزء فلزات رادیو اکتیو قلمداد نمود.

یکی از خواص مهم سرب مقاومت آن در مقابل خوردگی است، بطوریکه در مجاورت هوا بر روی قطعات سربی، پوسته نازک کربنات سرب تشکیل می‌شود که از نفوذ اکسیژن هوا بداخل فلز جلوگیری بعمل می‌آورد.

اکسیداسیون سرب در هوا و در دمای معمولی بعلت وجود لایه اکسیدی و کربناتی نازک بر روی سطح سرب انجام نمی‌گیرد. سرب مذاب در دمای بیش از ۵۰۰ درجه سانتیگراد به سرعت اکسیده شده و به PbO تبدیل می‌شود که اصطلاحاً به اکسید سرب یا لیتارژ معروف است.

در حالت مذاب، لیتارژ با مواد قلیائی ترکیب شده و تولید پلومبیت (Plumbite) می‌نماید.

$$PbO + 2NaOH \rightarrow Na_2PbO_2 + H_2O$$

هنگامیکه اکسید سرب (لیتارژ) از روی سطح مذاب سرب کنار می‌رود با اکسیژن ترکیب شده و تولید مینیوم (Minium) یا برنج Pb_3O_4 می‌نماید.

سیلیکات سرب را میتوان با ذوب توأم سیلیسیم و اکسید سرب بدست آورد. از ترکیبات سیلیکاته سرب، دو ترکیب زیر نسبت به بقیه ترکیبات دارای نقطه ذوب پایین تری هستند.

نقطه ذوب	$Pb_3Si_2O_7$	۷۰۵
نقطه ذوب	Pb_2SiO_4	۷۴۰

اکسیدها و سیلیکاتهای سرب را به آسانی می‌توان توسط منو اکسید کربن در دمای حدود ۷۰۰-۶۰۰ درجه سانتیگراد احیا نمود.

املاح قابل حل سرب از قبیل کلرور، نیترات و استات سرب شدیداً مسموم کننده هستند. سرب بعلت وزن مخصوص و جرم اتمی بالا، در کاربردهای هسته‌ای بمنظور حفاظت در مقابل اشعه گاما (γ) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۲-کانی‌شناسی سرب

در طبیعت دو عنصر سرب و روی همواره با هم پدید می‌آیند و هر چند که در سنگهای معدنی یک عنصر بیش از عنصر دومی یافت می‌شود، لیکن هیچگاه بدون یکدیگر نخواهند بود.

از کانیهای با اهمیت سرب می‌توان از سروزیت (کربنات سرب $PbCO_3$) آنگلزیت (سولفات سرب $PbSO_4$) و ولفنیت (مولیبدنات سرب $PbMoO_4$) را نام برد. در جدول شماره (۲-۱) مشخصات کانیهای مهم سرب آمده است.

جدول شماره (۲-۱)- مشخصات کانیهای مهم سرب

نام کانی	فرمول شیمیایی	شکل ساختمانی بلور	وزن مخصوص	سختی (موهس)	رنگ ظاهری	عیار سرب ٪	مواد نا خالصی همراه
سروزیت	PbCO3	منشوری واغلب سوزنی	۶/۴-۶/۶	۳-۳/۵	سفیدتا خاکستری روشن	۷۷/۵	کلسیت و دولومیت وکوارتز واکسیدهای آهن
آنگلزیت	PbSO4	لوزی، قرینه‌های هرمی، ورقه‌ای	۶/۲-۶/۴	۲/۵-۳	پرنگ تاسفید	۶۸/۲	
گالن	PbS	مکعبی و با محورقرینه	۷/۴-۷/۶	۲-۳	خاکستری سربی	۸۶/۶	کوارتز، دولومیت، فلدسپات وسولفورهای آهن وکلسیت
ولفینت	PbMoO4	ورقه‌های کوچک مربع وبصورت هرمی شکل	۶/۵-۷	۳	خاکستری روشن	۶۱/۴	کوارتز وکلسیت و اکسیدهای آهن

-گالن (Galena)

گالن (سولفورسرب) و ترکیبات دیگری که از تجزیه آن در منطقه اکسیداسیون توده‌های این کانی حاصل می‌شوند، مهمترین کانی‌های سرب را تشکیل می‌دهند. در گالن خالص حدود ۸۶/۶ درصد سرب وجود دارد.

گالن در سایر حالات به شکل توده‌ای، دانه‌های درشت تا متراکم و گاهی بصورت پراکنده در داخل سایر سنگها و بندرت بشکل رشته‌ای، دانه‌ای ریز، خوشه انگوری تا استالاگتیتی و خاکی تشکیل می‌گردد. این کانی غالباً بصورت پسودومرف سایر کانی‌ها و همچنین بصورت ماده سنگواره در رسوبات یافت می‌گردد.

گالن دانه ریز و فلسی در اثر فشار طبقات بالاترتوده معدنی آن از بلورهای اصلی حاصل شده است. شبکه تبلور گالن شبیه نمک طعام است.

گالن به رنگ خاکستری تیره تا خاکستری روشن است. رنگ خاکه آن خاکستری تیره و جلای آن فلزی زنده بخصوص در سطوح شکست می‌باشد. همراه این جسم همیشه مقداری نقره در ترکیب وجود دارد. مقدار نقره از حدود ۰/۰۱درصد تا یک درصد می‌باشد. وجود همین فلز

موجب اهمیت بیشتر این کانی می‌گردد. سایر عناصر مانند روی، آهن، آنتیموان و مس نیز بصورت کانی‌های مختلف در ترکیب گالن وجود دارند.

برخی ارقام مربوط به خواص فیزیکی گالن بشرح زیر است:

سختی ۲/۵ در اشل موهس

وزن مخصوص ۷/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب

ضریب انکسار برای نور سدیم در حدود ۴/۳

بلور گالن دارای رخ بسیار کامل در جهت سطوح مکعبی است و بعضی مواقع گسیختگی در جهت سطوح اکتائدری را نشان می‌دهد. در روی سطوح رخ، غالباً خطوط ماکل مربوط به انواع مختلف آن دیده می‌شود.

گالن مهمترین کانی اولیه سرب محسوب می‌شود. این کانی در انواع توده‌های معدنی سرب تشکیل می‌گردد.

مهمترین ناخالصی‌های گالن نقره است که مقدار آن معمولا بین ۰/۰۱ تا ۰/۳ درصد و در برخی کانسارها تا چند درصد می‌رسد. از این نظر گالن جزو مهمترین کانیهای نقره‌دار نیز محسوب می‌شود. همچنین عناصر دیگری مانند آنتیموان، بیسموت و به ندرت آرسنیک در ترکیب آن وارد شده است.

در کانسارهای هیپوژن سرب، غالباً همراه کانی اصلی آن یعنی گالن، کانی‌های دیگری مانند ژامزونیت، بولانژریت و بورنونیت یافت می‌شود که مقدار آنها بندرت به حداقل قابل استخراج می‌رسد.

- ژامزونیت $Pb_4 Fe Sb_6 S_{14}$

در ترکیب این کانی حدود ۴۰ درصد سرب وجود دارد. این کانی در سیستم منوکلینیک متبلور میشود.

ژامزونیت بشکل رشته‌ای تا متراکم و گاهی نیز بصورت توده‌های نـرم و خردشـدنی بوجـود می‌آید. سختی این کانی بالاتـر از ۲ (در مقیـاس موهـس) و وزن مخصـوص آن در حـدود ۶/۶ است. این جسم برنگ خاکستری سـربی و دارای جلای شیشه‌ای و رنگ خاکه خاکستری است. در ترکیب این کانی غالباً مقداری آهن و همچنین نقره وجود دارد.

- بولانژریت $Pb_5Sb_4S_{11}$

در ترکیـب ایـن کـانی در حـدود ۵۸ درصـد سـرب وجـود دارد. بولانـژریت در سیسـتم منوکلینیک و رده پریسماتیک متبلور می‌شود و ظاهراً شـکل ارتورومبـیک دارد. ایـن کـانی غالبـاً بصورت توده‌ای و دانه‌ریز و رشته‌های ظریف تا متـراکم و شعاعـی تشـکیل مـی‌گردد. سختـی آن برابر ۲/۵ (در مقیـاس موهـس) و وزن مخصـوص آن در حـدود ۵/۸ اسـت. دارای جـلای فلـزی خاکستری و در حالـت رشـته‌ای جلای ابریشمی دارد. اثر خطی آن سیاه رنگ است.

- زینکیت $PbSb_2S_2$

زینکیت در سیستم اورتورومبیک متبلور می‌گـردد. بلورهای میله‌ای و شعاعی آن همـواره بصورت ماکل سه قلو در جهت [۱۰۳] با سطوح انتهایی هـرمـی پـهن تـشکیل می‌شـوند. سـختی آن سه (در مقیاس موهس) و وزن مخصوص آن ۵/۳ است. زینکیت به حالت تـرد اسـت و بـدون داشتن رخ به آسانی خرد می‌شود. دارای جلای فلزی و رنگ خاکستری تیره است و غالباً دو رنـگ متغیر سطحی (خاکستری-سیاه) نشان می‌دهد و رنگ خاکه آن قهوه‌ای مایل به سـرخ است.

- آنگلزیت $Pb[SO4]$

اکسیداسیون گالن در منطقه کلاهک آهنین توده‌هـای معدنـی سـرب منجـر بـه تشـکیل آنگلزیت می‌شود. در ترکیب این کانی حدود ۶۸ درصد سرب وجود دارد.

این کانی در سیستم اورتورومبیک و رده بـی پیرامیدال متبلور می‌شود و ایزومرف باریتین است و درکف حفره‌های سنگ معدنی سـرب (گالن) نمو می‌نماید.

بلور آنگلزیت دارای رخ خوب در جهت [۰۰۱] و [۱۱۰] می‌باشد. این کانی بی رنگ ، شفاف تا نیمه شفاف، دارای جلای چرب تا الماسی است. در ترکیب آن گاهی بجای یون سرب چند درصد یون باریم وارد شده است.

برخی از اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی این کانی بشرح زیر است:

سختی ۳ در مقیاس موهس

وزن مخصوص ۶/۳ گرم بر سانتی متر مکعب

از نظر خاصیت نورانی، مثبت است. این کانی نیز بصورت ماده حاصل از سوبلیماسیون در آتشفشانها تشکیل می‌گردد.

- سروزیت $PbCO_3$

این کانی ایزومرف آراگونیت بوده و در سیستم ارتورومبیک بی‌پیرامیدال (پسودوهگزاگونال) متبلور می‌شود. این کانی بصورت توده‌ای، دانه‌ریز تا متراکم و همچنین بصورت ساقه‌ای، رشته‌ای با جلای ابریشمی تشکیل می‌گردد. بحالت خاکی نیز دیده شده است، در چنین حالتی به خاک سرب مشهور است. در این شکل مقداری ناخالصی از نوع مواد رسی را نیز در بر دارد و بصورت کانی پسودومرف ، حاصل ازگالن نیز یافت شده است.

سروزیت دارای رخ بد درجهات [۱۱۰] و [۰۲۱] و واجد شکست صدفی است. این کانی ترد بوده، در صورت خلوص بی رنگ شفاف با جلای چرب و الماسی است و در صورت داشتن مواد خارجی به رنگ سفید، خاکستری و یا قهوه‌ای مایل به زرد و کدر می‌باشد. رنگ خاکه آن سفید است. خاک سیاه سرب نوعی سروزیت تیره تا سیاهرنگ است که در ترکیب آن مقداری گالن و مواد بیتومین دار وجود دارد.

برخی اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی آن بشرح زیر است:

- سختی: بالاتر از ۳ درمقیاس موهس

- وزن مخصوص: حدود ۶/۵ گرم بر سانتی متر مکعب

از نظر نورانی منفی، سطح محورهای نوری موازی [۰۱۰] و a موازی c است. در زغال گداخته بواسطه حرارت، نخست زرد رنگ می‌شود و بعد احیا شده و سرب را آزاد میکند در اسید نیتریک کاملاً حل می‌شود.

این کانی در منطقه تجزیه توده‌های معدنی سرب بمقدار زیاد ممکن است تشکیل گردد. کانی‌های دیگر سرب از نوع نمکهای مختلط (کمپلکس) مربوط به منطقه اکسیداسیون عبارتند از:

- پیرومرفیت $Pb_5[PO_4]_3Cl$

پیرومرفیت بر حسب رنگهای مختلف آن بنامهای کانی زرد رنگ، سبز رنگ و یا کانی رنگی سرب نامیده می‌شود و در ترکیب آن حدود ۷۶ درصد سرب وجود دارد. این کانی در منطقه فوقانی توده‌های معدنی سرب فراوان است.

برخی اطلاعات راجع به خواص فیزیکی آن بشرح زیر است:

سختی: ۴ در مقیاس موهوس

وزن مخصوص: ۷ گرم بر سانتیمتر مکعب

این کانی در توده‌های معدنی سرب گسترش زیاد دارد و بر اثر واکنشهای آثار حیاتی جانوران ایجاد می‌گردد.

کانی‌های آبی رنگ سرب، پیرومرفیت هایی هستند که از پسودومرف گالن تشکیل شده‌اند.

- میمتزیت (میمتیت) $Pb_5[Cl(AS,P)O_4]_3$

این کانی نیز گاهی به نام کانی سبز رنگ نامیده می‌شود. میمتزیت در سیستم هگزاگونال و رده بی پیرامیدال متبلور می‌شود و ایزومرف پیرومرفیت است. این کانی بصورت متراکم نیز تشکیل می‌گردد و از لحاظ سایر خواص بلورشناسی شبیه پیرومرفیت است.

این کانی برنگ توده قهوه‌ای، سبز و گاهی بیرنگ است و تقریباً همواره دارای رنگ خاکه سفید رنگ می‌باشد. اکثرا فقط بوسیله تجزیه شیمیائی از پیرومرفیت تشخیص داده می‌شود.

برخی اطلاعات مر بوط به خواص فیزیکی آن عبارتند از:

سختی : ۳/۵ در مقیاس موهس

وزن مخصوص: ۷/۱گرم بر سانتیمتر مکعب

این کانی در نقاطی دیده می‌شود که کانیهای سرب همراه کانیهای آرسنیک تشکیل می‌شوند.

- وانادینیت $Pb_5[VO_4]_3Cl$

در ترکیب وانادینیت غالباً یون وانادیوم بمقدار کم بوسیله یون فسفر و آرسنیک جانشین می‌شود. بلورهای مختلط که در آن نیمی از یونهای وانادیوم بوسیله یونهای آرسنیک جانشین شده‌اند اندلیشیت نامیده می‌شوند.

خواص وانادینیت بطور کلی شبیه خواص پیرومرفیت است و سختی آن کمی پایین تر از پیرومرفیت می‌باشد.

وزن مخصوص آن در حدود ۷ است و ضریب انکسار آن با زیاد شدن جانشینی وانادیوم بوسیله فسفر و آرسنیک پایین می‌آید.

وانادینیت برنگ زرد، قهوه‌ای و قرمز نارنجی بوده و غالباً دارای جلای الماسی است، به آسانی ذوب و در اسیدها بخوبی حل می‌گردد.

- دیسکلوزایت Pb(OH)[VO4](Zn,Cu)

این کانی در سیستم ارتورومبیک و رده بی پیرامیدال متبلور می‌شود. بلورهای آن غالباً نامشخص بوده، شکل آن منشوری و یا دو هرمی است که اکثراً به صورت دانه انگوری، پوسته‌ای یا بشکل استالاگتیتی مجتمع شده‌اند.

این کانی دارای جلای چرب تا جلای الماسی است. رنگ آن سرخ گیلاسی، قهوه‌ای مایل به سرخ تا قهوه‌ای تیره و یا سیاه است. دارای حالت نیمه شفاف بوده و نمونه‌های حاوی مس زیاد، برنگ سبز زیتونی تیره هستند. رنگ خاکه آن قهوه‌ای روشن و یا سبز روشن (در نمونه‌های مس دار) است.

برخی اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی آن بشرح زیر است:

سختی: ۳/۵ در مقیاس موهس

وزن مخصوص: بسیار متغیر و در حدود۶ است.

از نظر خاصیت نورانی مثبت یا منفی است. سطح محورهای نورانی آن موازی [۰۱۰] می‌باشد و به آسانی ذوب می‌شود.

دیسکلوزایت نیز مانند وانادینیت و غالباً همراه آن در منطقه اکسیداسیون توده‌های معدنی مس، سرب و روی تشکیل می‌گردد و در این میان، منشأ وانادیوم هنوز مشخص نشده است. در صورتیکه با حجم قابل ملاحظه‌ای پیدا شود، بعنوان کانی با ارزش وانادیوم محسوب می‌گردد.

- ولفنیت $Pb[MoO4]$

در ترکیب این کانی ۶۱/۴ درصد سرب وجود دارد. ولفنیت در سیستم تتراگونال و رده پیرامیدال و یا بی پیرامیدال متبلور می‌شود. بلورهای آن غالبا در سطح خارجی سنگ بصورت پهن و ریز تشکیل و بشکل غده‌ای مجتمع می‌شوند.

این بلورها بندرت بشکل هرمی و یا منشوری تشکیل می‌گردند. بلور ولفنیت علاوه بر فرم پدیون قاعده، دارای فرمهای ریز بشکل [۱۱۰] و [۱۱۱] و [۱۰۲] می‌باشند.

این کانی بصورت توده‌ای و یا پوسته‌های متخلخل و نیز پسودومرف کانی گالن نیز دیده می‌شود. ولفنیت دارای رخ مشخص در جهت [۱۱۱] و رخ نامناسب در جهت سطح قاعده است. این کانی نسبتاً ترد بوده و دارای جلای مومی و غالباً نیمه شفاف است. رنگ آن سفید مایل به زرد

و قهوه‌ای مایل به نارنجی و گاهی نیز خاکستری تیره است. در ترکیب این کانی یون سرب گاهی بوسیله مقداری کلسیم جانشین می‌گردد.

برخی اطلاعات مربوط به خواص فیزیکی آن بشرح زیر می‌باشد:

سختی: ۳ درمقیاس موهس

وزن مخصوص: ۹ /۶ گرم بر سانتی متر مکعب

از نظر نورانی منفی است.

- مایسکوت PbO

این کانی دارای ۹۳ درصد سرب می‌باشد و بصورت توده متشکل از فلسهای ریز و زرد رنگ تشکیل می‌گردد که ترکیب همگنی نداشته بلکه مقداری از آن از اکسید زرد رنگ ارتورومبیک و بخشی دیگر از اکسید قرمز رنگ تتراگونال تشکیل شده است.

- مینیوم Pb_3O_4

این کانی حاوی تقریبا ۹۱ درصد سرب می‌باشد و بطور پراکنده و یا بصورت پوسته نازک خاکی دیده می‌شود. بصورت پسودومرف کانی گالن و سایر کانیهای سرب نیز تشکیل می‌گردد. سختی آن برابر ۲/۵ و وزن مخصوص آن ۴/۶ است. رنگ این کانی قرمز نارنجی و رنگ خاکه آن زرد نارنجی می‌باشد.

- پلانتریت PbO_2

این کانی دارای ۷۸ درصد سرب است و در سیستم دی تتراگونال و رده بی‌پیرامیدال متبلور می‌شود و ایزومرف روتیل است. بلورهای کدر آن دارای جلای الماسی و رنگ خاکه آن قهوه‌ای رنگ است. این بلورها نادرند و غالباً کانی پلانتریت بصورت توده متشکل از دانه‌های ریز و یا زگیل مانند تشکیل می‌شوند.

در منطقه اکسیداسیون توده‌های معدنی سرب و روی بقایای صفحات سربی و کارهای هنری قدیمی و همچنین بقایای معادن سرب و بندرت در مناطق اگزالاسیون آتش فشانی، کلرورهای مختلف سرب نیز تشکیل می‌شوند.

در اینجا متذکر می‌گردد که اکسیدهای سرب اصولاً در طبیعت نادر هستند و مطالب فوق صرفاً جهت معرفی بوده است.

- فسژنیت $Pb_2Cl_2[CO_3]$

این کانی در سیستم تتراگونال و رده تراپزوهدرال متبلور می‌شود. بلور فسژنیت دارای رخ کامل در جهات [۱۱۰] و [۰۰۱]، ترد و شکننده ، جلای الماسی، رنگ سفید، خاکستری و شفاف تا نیمه شفاف است.

سختی آن حدود ۳ و وزن مخصوص آن حدود ۶/۲ می‌باشد.

- کوتونیت $PbCl_2$

این کانی در سیستم ارتورومبیک متبلور می‌شود. این کانی بصورت بلورهای ریز سوزنی و ترد تشکیل گردیده و در جهت [۰۰۱] دارای رخ کامل می‌باشد. کوتونیت دارای جلای الماسی، برنگ سفید تا مایل به سبز است. به آسانی ذوب می‌شود و حتی در آب گرم نیز حل می‌گردد.

این کانی از واکنشهای اگزالاسیون آتشفشانی در وزوو تشکیل شده است. کانیهای سرب اغلب محتوی ناخالصیهای قیمتی از قبیل طلا، نقره و مس می‌باشند و مهمترین ناخالصیهای فلزی کانیهای مخلوط سرب و روی، طلا، نقره، بیسموت، آنتیموان، آرسنیک، کادمیوم، قلع، گالیوم، تالیوم، ایندیوم، ژرمانیوم، سلنیوم، تلوریم، کبالت، نیکل، آهن و جیوه می باشند.

معمولترین ناخالصیهایی که در گانگ کانیهای سرب و روی موجود است عبارتند از سیلیس، اکسید آهن، اکسید کلسیم، پیریت، سولفات باریم، روی، آنتیموان و آرسنیک.

۲-۳- انواع مختلف تیپ‌های کانی زایی

سرب عنصر کالکوفیلی است که در ترکیب پوسته جامد زمین با فراوانی نسبی ۰/۰۰۲ درصد وجود دارد. ترکیبات این فلز در فاز سولفوری پنوماتولیتی و مخصوصاً گرمابی به اشکال رگه‌ای، اشباعی و بویژه دگرسانی جانشینی ظاهر می‌شود. اگر چه توده‌های سینژنتیک سرب در داخل رسوبات نیز یافت گردیده، ولی منشأ رسوبی آن کاملا تأیید نشده است. مهمترین کانه‌های هیپوژن و سوپرژن سرب و روی بشرح زیر است:

الف: کانی‌های هیپوژن	ترکیب	درصد فلز	وزن مخصوص
گالن (گالنیت)	PbS	۸۶ درصد سرب	۷/۵
بلاند (اسفالریت)	ZnS	۶۷-۶۰ درصد روی	۴
ب : کانی‌های سوپرژن			
سروزیت	$PbCO_3$	۷۷ درصد سرب	۶/۵
آنگلزیت	$PbSO_4$	۶۸ درصد سرب	۶/۳
اسمیت زونیت	$ZnCO_3$	۵۲ درصد روی	۴/۳
کالامین	$Zn4[(OH)_2Si_2O_2].H_2O$	۵۴ درصد روی	۳/۵

طبقه‌بندی معتبری در مورد کانسارهای سرب و روی ارائه شده است که فقط جهت آشنائی، نام آنها بشرح زیر ذکر می‌گردد:

۱- کانسارهای گرمابی با منشأ آذرین درونی و بیرونی

۲- کانسارهای دگرگونی و دگرگونی نوع اسکارنی

۳- کانسارهای رسوبی

۲-۳-۱- کانسارهای گرمابی (هیدروترمال) سرب و روی

اکثر کانسارهای سرب و روی دنیا از منشأ گرمابی و به اشکال و انواع مختلف تشکیل شده است. کانسارهای سرب و روی از نظر نحوه پیدایش، شکل و پاراژنز آنها به صورت زیر تقسیم‌بندی گردیده است. (اشنایدرون ۱۹۶۲)

الف: کانسارهای رگه‌ای سرب و روی

ب : کانسارهای دگرسانی سرب و روی در سنگهای آهکی

۱- کانسارهای دگرسانی پنوماتولیتی مجاورتی - گرمابی

۲- کانسارهای دگرسانی کاتاترمال تا مزوترمال

۳- کانسارهای دگرسانی اپی ترمال تا تله ترمال

ج : کانسارهای اشباعی سرب و روی (رگه ای)

۲-۳-۲- کانسارهای دگرگونی و دگرگونی نوع اسکارنی

این کانسارها که از دگرگونی کانسارهای اولیه تشکیل شده اند بر دو نوعند: گروه اول کانسارهایی هستند که در اثر دگرگونی کانسار قبلی تشکیل شده‌اند، گروه دوم آنهائی هستند که کانسار اولیه آنها بواسطه دگرگونی آلومینیک از نظر مواد تشکیل دهنده آن تغییر یافته است. کانسارهای دگرگون شده اکثراً در مناطق کریستالین و بخصوص در سپرهای قدیمی زمین تشکیل می‌شوند. از نظر ژنتیک هر یک از کانسارهای دگرگونی به تیپ اولیه خاصی تعلق دارند که در هر حال شناسائی ساختمان و ترکیبات اولیه تشکیل دهنده آنها متناسب با شدت دگرگونی مشکلتر می‌گردد.

۲-۳-۳- کانسارهای رسوبی

کانسارهای رسوبی سرب و روی شناخته شده نیستند. فقط در برخی رسوبات مناطق خشک مقدار کمی سرب و روی پیدا می‌شود که مقدار فلز آن ممکن است حداکثر به ۱ درصد

برسد. غنی‌ترین سنگهای رسوبی سرب و روی دار، رسوبات پلیتی با رخساره شیست‌های مس دار است که ذخیره آن نیز هرگز به حد قابل استخراج نمی‌رسد.

۲-۴ - تعیین کانیهای همراه و پاراژنز در ایران

کانسارهای سرب و روی به لحاظ جغرافیائی به چهار منطقه عمده تقسیم می‌شوند که به تفکیک هر منطقه به بررسی کانیهای همراه سرب و روی در این مناطق می‌پردازیم.

۲-۴-۱- کانسارهای سرب و روی ناحیه اصفهان

کانیهای همراه عمده در کانسارهای واقع در این ناحیه عبارتند از گالن، سروزیت، فلورین، باریتین، اسفالریت، میسیکل، پیروتین، پیریت، کالکوپیریت، هماتیت، مارکاسیت، اسمیت زونیت، کوولین، مالاکیت و آزوریت، همی مورفیت، پلانتریت، فوزونیت، پیرومورفیت، مگنتیت، سیدریت، آنگلزیت، فورونیت، بورفونیت.

۲-۴-۲- کانسارهای سرب و روی ناحیه یزد- انارک

کانیهای همراه عمده در کانسارهای واقع در این ناحیه عبارتند از گالن، سروزیت، باریتین، ولفنیت، پلانتریت، پیریت، اسفالریت، ژامزونیت، هیدروزنسیت، همی مورفیت، لیمونیت، مالاکیت، آزوریت، ملینکویت، اسمیت زونیت، مایسکوت، مارکاسیت، روزاریت، پیرومورفیت، کوولین، آدامیت، لیمونیت.

۲-۴-۳- کانسارهای سرب و روی ناحیه طبس- فردوس

کانیهای عمده همراه در کانسارهای واقع در این ناحیه عبارتند از مارکاسیت، گالن، پیریت، اسفالریت، سروزیت، کوولین، همی مورفیت، هیدروزنسیت، ولفنیت، کالکوزیت، دنابونیت، فسژنیت، مایسکوت، کالکوپیریت، تراندریت، بورنیت، سیدریت.

۲-۴-۴- کانسارهای سرب و روی زنجان و آذربایجان و رشته کوههای البرز

کانیهای همراه عمده در کانسارهای واقع در این ناحیه عبارتند از گالن، پیریت، سروزیت، کالکوپیریت، مالاکیت، آزوریت، کوولین، اسمیت زونیت، هماتیت، نقره، اسفالریت.

۲-۵ - منابع و ذخایر در ایران

بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که در ایران ۶۰۰ واحد معدنی سرب و روی وجود دارد که از این تعداد ۱۶ واحد دارای مجوز بهره‌برداری هستند که بین آنها فقط ۸ واحد معدن فعال بوده و سنگ معدنی را پس از استخراج فرآوری می‌نمایند.

جمع ذخایر قطعی این معادن ۹۴/۴۸ میلیون تن و ذخیره احتمالی آنها حدود ۲۳۰ میلیون تن می‌باشد. توضیح اینکه عیار متوسط بر اساس ذخیره قطعی محاسبه شده است.

تمرکز عمده معادن مهم سرب کشور را می‌توان در مناطق و محدوده‌های استانهای اصفهان و مرکزی، یزد، خراسان، زنجان و آذربایجان مشاهده نمود. این تمرکز در کانسارهای خاصی دسته‌بندی شده است. لازم به ذکر است که در زیر فقط به کانسارهای مهم ناحیه یزد اشاره شده و غیر از کانسارهای ذکر شده ، کانسارهای دیگری نیز وجود دارند.

جدول شماره (۳-۲)- وضعیت ذخایر و استخراج درمعادن سرب و روی کشور

ردیف	نام معدن	استان	میزان ذخیره (میلیون تن)		عیار (درصد)		میزان استخراج (تن)
			قطعی	احتمالی	سرب	روی	
۱	انگوران	زنجان	۲۵	۴۰	۴-۷	۲۵-۳۵	۲۷۶۳۳۷
۲	ایرانکوه	اصفهان	۱۰	۳۰	۴	۸	۲۸۰۵۴۱
۳	کوشک	یزد	۳/۴	۵	۳	۱۲	۲۲۴۲۶۲
۴	نخلک	اصفهان	۰/۶	۱/۲	۶	-	۱۹۳۲۸
۵	عمارت	مرکزی	۵۰	۱۰	۳	۸	۲۹۲۴۰
۶	راونج	مرکزی	۱/۵	۰/۴	۶	-	۵۶۴۲۵
۷	دونا	مازندران	۵	-	۴	-	۴۴۷۶۴
۸	آهنگران	همدان	۰/۲۵	-	۴	-	۸۲۰
۹	شاکین	زنجان	۰/۰۷۴	-	۵	۸	-
۱۰	ناصرآباد	مازندران	۰/۳۳	-	۴	-	-
۱۱	منصورآباد	یزد	۰/۳	۰/۵	۵	۱۲	-
۱۲	نمار	مازندران	۰/۵	۱	۴	۵	-
۱۳	صالح پیغمبر	اصفهان	۰/۰۲۶	۱/۲	۳	۵	-
۱۴	آغوزکی	مازندران	۰/۷	-	۱۰	-	-
۱۵	مهدی آباد	یزد	۴۵	۱۴۰	۳	۹	-
۱۶	کوشه سرمه	فارس	۰/۰۶	۰/۸۴	۱۶/۹۶	۱۷/۶	-
۱۷	دره لاوه دار	سمنان	۰/۲۵	-	-	-	-
			۹۴/۴۸	۲۲۹/۱۴	۳/۸	۱۴/۵	

۲-۶- کانسارهای سرب و روی ناحیه یزد، انارک

۲-۶-۱- کانسار نخلک

این کانسار در ۴۰ کیلومتری شهر انارک و درحاشیه کویر نمک و در قاعده ضلع شمالی یک برجستگی قرار گرفته و شامل کانه‌های گالن، سروزیت، باریتین، کلسیت، ولفنیت و پلانتزیت است.

۲-۶-۲- کانسار سیاه کوه

این کانسار در حاشیه کویر نمک و ۵۳ کیلومتری انارک در منطقه آهکی قرار گرفته و شامل کانه‌های اولیه گالن، پیریت، بلاند، ترامزونیت و کانه‌های ثانویه سروزیت، هیدروزنسیت، همی مورفیت، پلانتزیت و کانه‌های گانگ کلسیت، کوارتز و باریتین است.

۲-۶-۳- کانسار مهدی‌آباد

این کانسار در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرق یزد و ۲۴ کیلومتری جاده یزد-کرمان قرار گرفته و شامل کانه های گالن، سروزیت، انگلزیت، همی مورفیت، هیدروزنسیت، لیمونیت، پلانتریت، مالاکیت و آزوریت، باریتین و کلسیت است.

۲-۶-۴- کانسار کوشک

این کانسار یکی از مهمترین کانسارهای ایران بوده و در ۵۰ کیلومتری شمالغرب بافق و در ۱۶۰ کیلومتری یزد در یک سری برجستگی واقع شده است. این کانسار شامل کانه‌های اولیه پیریت، ملینکویت، بلاند، گالن و کانه‌های ثانویه سروزیت، اسمیت زونیت، مایسکوت و کانه‌های گانگ کلسیت و کوارتز است.

۲-۶-۵- کانسار چاه میله

این کانسار در ۵۰ کیلومتری غرب کانسار کوشک و در یک سری سنگهای رسوبی آتشفشانی قرار دارد. در کانسنگ حداکثر ۳۰ درصد فلز موجود بوده و مقدار روی آن تقریباً دو برابر

۲-۷-۲- کانسار چاه سرب

این کانسار در ۵۰ کیلومتری شمال طبس واقع گردیده و در یک طاقدیس آهکی قرار داشته و دارای دو رگه اصلی است که رگه اول شامل گالن، بلاند، سروزیت و رگه دوم شامل گالن، همی مورفیت، هیدروزنسیت و ولفنیت می‌باشد.

۲-۷-۳- کانسار سه چنگی

این کانسار در ۲۰۷ کیلومتری شرق طبس و ۵۵ کیلومتری شمال غربی نایبند و در یک ناحیه بیابانی با برجستگی‌های کم ارتفاع واقع شده است. این کانسار از کانه‌های اولیه گالن، بلاند، کالکوپیریت، بورنیت و کانه‌های ثانویه سروزیت، کالکوزیت، کوولین، ولفنیت، دنابونیت، فسژنیت، مایسکوت و گانگ کوارتز و کلسیت تشکیل شده است.

۲-۷-۴- کانسار شورآب

این کانسار در جنوب شرق طبس و بفاصله شصت کیلومتری در منطقه‌ای متشکل از شیست و ماسه سنگ قرار گرفته و شامل کانه‌های پیریت، بلاند، گالن، کالکوپیریت، بورنیت، سروزیت، سیدریت، کوارتز و دولومیت می‌باشد.

د- کانسارهای سرب و روی زنجان و آذربایجان و رشته کوه البرز

۲-۸- کانسار انگوران

این کانسار مهمترین کانسار سرب و روی ایران بوده و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری و به فاصله ۱۸۰ کیلومتری راه زنجان در یک منطقه کوهستانی واقع گردیده است. این کانسار بشکل توده‌ای در داخل آهکهای دولومیتی در بین دو لایه شیست‌های میکادار و کالکوپیریت از پایین به بالا قرار گرفته است. کانه‌های تشکیل دهنده این کانسار عبارتند از بلاند و گالن، گانگ کوارتز در منطقه زیرین و سروزیت، هیدروزیسیت، اسمیت زونیت و همی مورفیت در منطقه بالائی.

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۲-۹- منابع و ذخایر

سرب بطور متوسط حدود ۱۳×۱۰^{-۴} درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. مهمترین کشورهایی که امروزه سرب از معادن آنها استخراج می‌شوند با درصد مهم تولید بشرح زیر می‌باشند.

۱. شوروی سابق ۱۵ درصد
۲. استرالیا ۱۳ درصد
۳. کانادا ۱۱ درصد
۴. امریکا ۱۱ درصد
۵. مکزیک ۶ درصد
۶. پرو ۶ درصد
۷. یوگسلاوی سابق ۴ درصد
۸. آلمان غربی سابق ۱/۷ درصد
۹. سایر کشورها ۳۲ درصد

تا پایان سال ۱۹۹۴، تعداد ۳۳۸ معدن سرب و روی با استخراج روزانه حدود ۵ میلیون تن فعال بوده‌اند. از این تعداد ۲۶۹ معدن زیرزمینی، ۳۲ معدن روباز و ۱۴ معدن روباز زیرزمینی می‌باشند. نحوه استخراج ۲۳ معدن باقیمانده مشخص نشده است. حدود ۸۰ درصد این معادن مربوط به کشورهای غربی است که نیمی از این معادن در کشورهای آمریکای شمالی متمرکز هستند.

ذخیره جهانی فلز سرب بر اساس برآورد سال ۱۹۹۷ مرکز مطالعات جهانی سرب و روی حدود ۱/۵ میلیارد تن می‌باشد. چون استخراج سنگ معدنی در جهان با عیارهای گوناگون صورت می‌پذیرد، بهمین دلیل و جهت احتراز از هر گونه اشتباه، استخراج سنگ معدنی را بر

اساس فلز محتوی اعلام می‌نمایند. بر همین اساس میزان استخراج سنگ معدنی سرب و روی بر پایه فلز سرب محتوی در طی سالهای ۱۹۹۶-۱۹۹۰ بشرح زیر می‌باشد.

واحد: هزارتن

سال	۱۹۹۰	۱۹۹۱	۱۹۹۲	۱۹۹۳	۱۹۹۴	۱۹۹۵	۱۹۹۶
تولید	۳۲۸۲	۳۲۸۸	۳۲۲۳	۲۷۰۰	۲۷۰۸	۲۷۴۹	۲۷۸۳

۲-۱۰- وضعیت تولید و نیاز کشور

تولید شمش سرب در ایران از سال ۱۳۷۲ در کارخانه ذوب سرب زنجان آغاز شد. ظرفیت اسمی این کارخانه ۴۰ هزار تن در سال بوده که پس از راه‌اندازی و تهیه گزارش تولید ظرفیت آن حدود ۲۷ هزار تن اعلام گردید.

میزان تولید سرب در این کارخانه از ابتدا تا سال ۷۷ بشرح زیر می‌باشد:

واحد: تن

سال	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷
تولید	۱۵۴۵۶	۶۷۴۷	۶۲۱۵	۸۴۹۶	۱۰۶۵۲	۱۵۵۰۰

تعدادی واحدهای تولید سرب از کنسانتره سولفوره که عمدتاً بدون مجوز بوده و در اطراف شهرهای تهران، قزوین و زنجان مستقر هستند وجود دارند که مجموع تولید آنها را می‌توان بر اساس فروش کنسانتره سرب سولفوره در داخل کشور، حدود ۳۰۰۰ تن برآورد نمود.

از طرفی کارخانه‌های باتری سازی نیرو سالانه حداکثر ۴۰ هزار تن سرب از قراضه‌های باتری‌های مستعمل بازیابی می‌نمایند. بنابراین ظرفیت تولید سرب در کشور بشرح زیر خلاصه می‌گردد:

کارخانه ذوب سرب زنجان حدود ۱۵ هزارتن

واحدهای متفرقه حدود ۳ هزارتن

باتری سازی نیرو حدود ۴۰ هزارتن

جمع ۵۸ هزارتن

میزان مصرف سرب در ایران در شرایط فعلی بشرح زیر خلاصه می‌گردد:

سه واحد مجتمع باتری سازی نیرو سالانه ۵۵ هزارتن

باتری سازی برنا سالانه ۱۱ هزارتن

مهمات سازی سالانه ۱ هزارتن

سایر مصارف سالانه ۳ هزارتن

جمع ۷۰ هزارتن

بدین ترتیب علیرغم اعلام گمرک کشور، سالانه کمبودهای معادل ۱۲ هزار تن از خارج از کشور تأمین و وارد می‌گردد.

۲-۱۱- کاربردها

مصارف سرب و ترکیبات آنرا میتوان به دو گروه تقسیم بندی نمود:

الف: مصارف فیزیکی و مکانیکی

ب: مصارف شیمیایی

الف-مصارف فیزیکی و مکانیکی

سرب و ترکیبات آن در حال حاضر جهت آلیاژسازی، وسایل تسلیحاتی، غلاف پوششهای کابلها، ورق، پروفیل، یاتاقان سازی، پوششهای اسپری، لوله های نرم لحیم کاری، صنعت چاپ، نوار و سیم کاربردهای وسیعی را دارا می باشند.

مهمترین آلیاژهای سرب عبارتند از:

۱- آمیزه های سرب و آنتیموان و قلع و آرسنیک و کلسیم که دارای خواص مکانیکی مناسبی هستند.

۲- آمیزه های سرب و قلع جهت استفاده در لحیم کاری.

۳- آمیزه های سرب و قلع و آنتیموان با ۸ تا ۲۰ درصد آنتیموان بمنظور استفاده در صنعت باتری سازی.

۴- آمیزه های سرب و قلع و آنتیموان با ۸ تا ۱۲ درصد قلع که در ساخت حروف چاپی در صنعت چاپ مورد استفاده قرار می گیرند.

۵- آمیزه های سرب و برلیم که در ساخت پریزهای برق مورد استفاده قرار می گیرند.

ب: مصارف شیمیائی

سرب و ترکیبات آن در صنایع شیمیائی مصارف عمده‌ای را دارا هستند که عبارتند از:

۱- سفیدآب شیخ $2(PbCO_3)Pb(OH)_2$ که ماده اولیه رنگسازی است.

۲- اکسید سرب قرمز یا منو اکسید سرب که در درجه حرارتهای پایین ذوب می‌شود و بعنوان کمک ذوب برای MgO و Al_2O_3 استفاده می‌گردد و اکسید کننده‌ای قوی نیز می‌باشد.

۳- PbO_2 که اکسید کننده‌ای قوی است و در صنایع کبریت سازی کاربرد دارد.

۴- $Pb(C_2H_5)_4$ ترا اتیل سرب که باعث بهتر مشتعل شدن نفت و بنزین می‌گردد و کاربرد وسیعی در صنایع نفت و پتروشیمی دارد. البته با توجه به آلوده کردن محیط زیست از ترکیبی دیگر بنام رانوم (Ranenomn) استفاده می‌شود. لیکن بعلت گرانی این ماده ترا اتیل سرب هنوز ارزش خود را حفظ نموده است.

۵- PbO و Pb_3O4 در صنایع باتری سازی و ساخت باتری های سربی کاربردی عمده دارند.

۶- استفاده از فلز سرب بعنوان محافظت در مقابل خوردگی در صنایع گوناگون.

۷- Pb_3O_4 و PbO در صنایع لعابکاری برای تولید لعاب.

۲-۱۲- دورنمای تولید و مصرف در ایران

جهت برآورد مصرف سرب در کشور از روش مصرف سرانه استفاده گردیده است. مصرف سرب در سال ۷۷ معادل ۷۰ هزار تن و جمعیت کشور در همین سال معادل ۶۹ میلیون نفر و در نتیجه مصرف سرانه برابر با ۱/۰۳ کیلوگرم بوده است. با توجه به نرخ اعلام شده، رشد جمعیت (حدود یک درصد در سال) پیش‌بینی مصرف در طی سالهای ۸۲ - ۷۸ بشرح زیر می‌باشد:

واحد: هزارتن

سال	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲
مصرف	۷۰	۷۰/۷	۷۱/۴۱	۷۲/۱۶	۷۲/۸۸

واحدهای مصرف کننده شمش سرب در کشور نیز عبارتند از:

- سه واحد مجتمع باتری سازی نیرو	سالانه	حدود	۵۵ هزارتن
- باتری سازی برنا	سالانه	حدود	۱۱ هزارتن
- مهمات سازی	سالانه	حدود	۱ هزارتن
- سایرمصارف	سالانه	حدود	۳ هزارتن
		جمع	۷۰ هزارتن

از نظر تولید، میزان تولید سرب در سال ۷۷ معادل ۵۸ هزار تن بوده است. در نتیجه در حال حاضر سالانه حدود ۱۲ هزار تن شمش سرب بمنظور تأمین نیاز داخلی از خارج از کشور توسط وزارت دفاع، وارد می‌گردد. میزان ظرفیت تولید شمش سرب در کشور حدود ۸۳ هزارتن است. واحدهای تولید کننده شمش سرب در کشور بشرح زیر است:

- کارخانه ذوب سرب زنجان	حدود	۱۵ هزارتن در سال
- واحدهای متفرقه (از طریق بازیافت)	حدود	۳ هزارتن در سال

- باتری سازی نیرو (از طریق بازیافت) حدود ۴۰ هزارتن در سال

جمع ۵۸ هزارتن

میزان ظرفیت کارخانه ذوب سرب زنجان حدود ۴۰ هزارتن در سال است که بعلت عدم تطبیق کنسانتره‌های اکسیدی کشور، ۱۵ هزارتن در سال ۷۷ عملکرد تولید داشته است. در صورت تأمین کنسانتره مناسب و یا تأمین باتریهای مستعمل و قراضه‌های سرب از خارج از کشور، می‌توان در جهت افزایش ظرفیت این کارخانه از ۱۵ هزارتن به ۴۰ هزارتن گام برداشت. ورود باتریهای مستعمل و قراضه‌های سرب توسط کارخانه ذوب سرب زنجان مستلزم داشتن اعتبار ارزی حدود ۸ میلیون دلار در سال است که تهیه آن در یک مرحله امکانپذیر نیست. لذا افزایش تولید از ۱۵ به ۴۰ هزار تن در طی یک دوره پنج ساله ۸۲ - ۷۸ در نظر گرفته شده است.

با مفروضات فوق وضعیت تولید درطی دوره ۸۲ - ۷۸ بشرح زیر پیش بینی می‌گردد:

واحد: هزارتن

سال	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲
مصرف	۵۸	۶۴/۲۵	۷۰/۵	۷۶/۷۵	۸۳

فصل سوم

زمین شناسی عمومی

زمین شناسی عمومی معدن سرب لک

محدوده مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی جزء زون ارومیه - دختر است و در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه قرار می گیرد(شکل ۳-۱).

سنگهای ولکانیکی و گدازه های آتشفشانی مربوط به دوران سوم بیشترین رخنمون را در منطقه دارند و سنگهای قدیمی‌تر مربوط به کرتاسه و ماقبل آن در جنوب غرب منطقه یافت می‌شود. سیستم حاکم بر منطقه تا اواخر دوران دوم، رسوبی دریایی بوده و بیشتر از آهک های ضخیم لایه، شیل، مارن وکنگلومرا تشکیل شده است. اما از اواخر دوران دوم سیستم ولکانیکی زیر دریایی در منطقه حاکم گردیده که همین امر باعث شده است، لیتولوژی عمومی سنگهای منطقه از بازالت، ریولیت، داسیت، توف و ایگنیمبریت تشکیل شود.

واحد مورد نظر ما که ذخیره معدنی را درخود جای داده نیز در داخل لایه ایگنیمبریت داسیتی (E_1^{12}) با سن ائوسن پایانی قرار دارد.

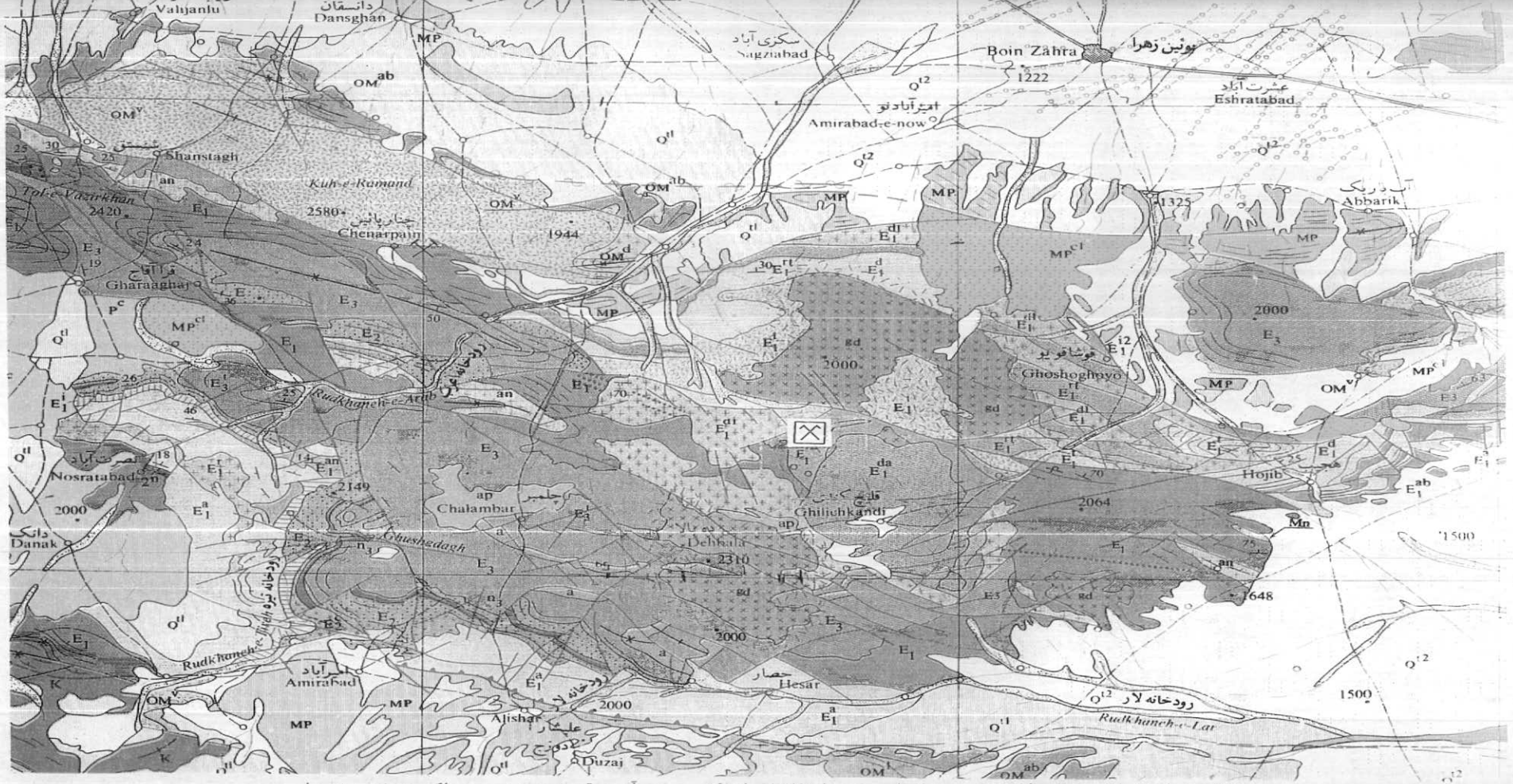
مجدداً از ائوسن میانی به بعد سنگهای رسوبی در منطقه ظاهر شده اند که شامل ماسه سنگ، کنگلومرا، آهک بوده و در نهایت به آبرفتهای عهد حاضر ختم می شوند.

فعالیت آتشفشانی در این منطقه از کرتاسه زیرین با گدازه های اسیدی شروع می شود و در ائوسن به اوج خود می رسد. به نحوی که در ائوسن فورانهای اولیه، کالکو آلکالن و زیر دریایی بوده و سپس انواع سنگهای آتشفشانی مانند آندزیت، ریولیت، لاتیت، ریوداسیت، توف و ایگنیمبریت که گاهی آلکالن و گاهی کالکو آلکالن بوده اند با حجم های مختلف و بدون نظم و ترتیب خارج شده اند. در ائوسن فوقانی ترکیب گدازه ها به طرف آلکالن و پر آلکا لن میل می‌کند. در منطقه قم - آران(ایران مرکزی) ابتدا ولکانیسم اسیدی فراوان(ایگنیمبریت، ریولیت، سری های سبز) و سپس ولکانیسم بازالت آلکالن(در آغاز فعالیت های آتشفشانی ائوسن) و بعد از آن

آتشفشانی های آلکالن و کالکو آلکالن دیر تر به ظهور رسیده کـه سـر انجـام در پایـان ائوسـن بـا ولکانیسم شوشونیتی همراه بوده است.

در منطقه ساوه، در آغاز فعالیت آتشفشانی ائوسن، ولکانیسم ریولیتی و بازالت تولئیتی بـه ظهور می‌رسد و مانند حالت قبل، بعداً اختلاطی از آلکالن و کـالکو آلکـالن و سـر انجـام در پایـان ائوسن از نوع شوشونیتی است. بطور کلی آتشفشانهای ترشیر ایران مرکزی بیشتر انفجاری بوده و از نظر شیمیایی غالباً اسید با MgO ناچیز و سرشار از CaO هستند. وجـود فورانـهای زیـر دریـایی، رسوبات کم عمق، رخساره های قاره‌ای و قرمزرنگ نشانه تنـاوب پیشـروی و پسـروی دریـای کـم عمقی است که روی مواد آتشفشانی را می‌پوشـاند و سـری هـای قرمـز تحتـانی و فوقـانی معـرف فرسایش این سنگها در محیط قاره ای و گرم هستند.

گسلهای اصلی منطقه بیشتر با روند شمال غرب - جنوب شرق می باشند که از نوع عادی و معکوس هستند وگسلهای فرعی فعال و غیر فعال با روند شرقی - غربی و شمال شرق - جنـوب غرب بیشتر از نوع امتداد لغز و ترانسفورم هستند.



شکل شماره(۳-۱)- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰ ساوه که بر روی آن موقعیت معدن سرب لک مشخص شده است.

فصل چهارم

زمین شناسی محدوده

معدن

۴-۱- زمین شناسی محدوده معدن سرب لک

این معدن در سنگهای ولکانوژنیک متشکل از گدازه آندزیتی، توف های آندزیتی و... جای گرفته است. وسعت این منطقه در حدود ۱۰۰ کیلومترمربع بوده و رگه‌های معدنی در این محدوده قابل پی‌گیری می‌باشند. این سنگها خود بخشی از یک مجموعه ولکانیک و ولکانوسدیمنتری می‌باشد، که متعلق به دوره ائوسن می‌باشد. این سنگها تنوع وسیعی از سنگهای آتشفشانی، آتشفشانی رسوبی و گدازه های آندزیتی- داسیتی را شامل می‌شود. لازم به ذکر است که در چند نقطه توده‌های نفوذی دیوریتی- گرانودیوریتی به درون این مجموعه نفوذ کرده‌اند که در نتیجه آن کانسارسازی در منطقه لک بوقوع پیوسته است. در شمال این معدن و در فاصله چند کیلومتری آن گسل فعال بوئین زهرا قرار دارد که شکستگیهای موجود در این منطقه را می‌توان در حقیقت بخشی از زون گسله فوق دانست و عرض گسل فوق(گسل بوئین زهرا شرقی- غربی است) منطقه را پوشش می‌دهد.

این شکستگیها می‌توانند بستر مناسبی را جهت رگه‌سازی در این منطقه آماده سازند. این معدن یک استوک ورک عظیم است که رگه های ناشی از آن در سنگ میزبان تا چند کیلومتر قابل پی‌گیری می‌باشد، چنانکه این معدن از نظر وسعت و طول رگه ها یکی از بزرگترین معادن ایران می‌باشند. همانطورکه بیان شد در این معدن کانسارسازی عمدتاً از نوع رگه‌ای است که در زون برشی و در امتداد گسلها کانه‌زایی صورت گرفته است. همراه با کانه‌زایی، دگرسانی آرژیلی و از نوع سیلیسی سنگهای میزبان را تحت تأثیر قرار داده است، شدت آرژیلی شدن و سیلیسی شدن به حدی است که به ترتیب سنگهای کائولینیتی و رگه‌های کوارتزی بوجود آمده است. ضخامت زون‌های سیلیسی به ۳ تا ۴ متر می‌رسد. این رگه‌ها در جهات مختلف همدیگر را قطع می کنند.

در این معدن و در طول رگه ها تعداد زیادی تونل حفر گردیده، مدخل پاره‌ای از این تونلها در اثر مرور زمان و نزولات جوی و نیز در اثر دستکاری توسط افراد محلی به نحوی که عمدتاً

تراورسهای درون تونلها کنده شده و در نتیجه این تونلها یا در بخشهای میانی ریزش کرده و یا ورودی آنها مسدود می‌باشد، تعدادی از این تونلها که در محدودهٔ مطالعاتی ما قرار داشت را در طول عملیات اکتشافی پاکسازی نمودیم و این تونلها را با حروف لاتین نامگذاری کردیم. حال به ذکر مشخصات پاره‌ای از تونلهای مذکور که امکان ورود به آنها بود می‌پردازیم.

۴-۲- مشخصات برخی از تونلهای معدن سرب لک

در نمونه های این معدن کانه‌های حاوی روی در نمونه‌های دستی قابل تشخیص نیستند ولی وجود آنها در نمونه‌های آنالیز شده مشاهده می‌شود. با وجود پاراژنزهای ذکر شده و وجود رگه‌های سیلیسی احتمال وجود عناصری مانند طلا و نقره زیاد بود که بعد از آنالیز چند نمونه وجود آنها در برخی نمونه ها به اثبات رسید که به آن نیز اشاره خواهیم نمود. در این معدن سه سیستم گسلی با امتدادهای تقریبی شرقی- غربی N45 وN130 وجود دارد که کانه‌زایی در امتداد آنها صورت گرفته است. در محل تلاقی این سه سیستم، زون کانه‌زایی گسترش یافته است. همانطور که قبلاً گفتیم طول بعضی از رگه‌ها به بیش از یک کیلومتر می رسد، کانه‌های این معدن با توجه به ترکیب و موقعیت، بافتهای متنوعی از جمله تیغه‌ای، کله‌ای، کندوئی، یاخته‌ای، قشری و... را به نمایش می گذارند. با توجه به مورفولوژی منطقه در امتداد تراورس موجود کانی های سولفیدی را بیشتر در افقهای پائین مشاهده می کنیم و در ارتفاعات تنها اثر دگرسانی و پس‌مانده‌های سیلیس و هیدروکسید آهن را مشاهده می‌کنیم، که به علت تأثیر شدید شستشو(Leaching) در ارتفاعات و تأثیر خفیف آن در نقاط پائین دست است که می توان کانی‌هایی مانند باریت که یکی از کانی هایی است که می‌تواند به فراوانی در سیالات پس ماگمایی وجود داشته باشد را مشاهده نمود. لذا در زمان جایگزینی و شرایط اکسیداسیون، آنجایی که یون S آزاد می‌شود، بنیان SO_4^{2-} را ایجاد می کند و با وجود یونBa با آن واکنش داده و بصورت سولفات باریم در کنار گانگ کوارتز نهشته می‌شود. در اثر بالاآمدن سطح آب زیرزمینی شرایط احیاء بوجود می‌آید. زمانی که در برخی نقاط این معدن ما عنصر طلا را در نمونه‌ها و در شبکه سولفیدی مشاهده می‌کنیم، نشانه این است که PH محیط کم بوده و محیط اسیدی است، پدیدهٔ لیچینگ در PH پائین اتفاق می افتد و باعث از بین بردن شبکه سولفید می‌شود. در نتیجه طلا باقی می‌ماند و ممکن است که طلا در بین هیدروکسیدهای آهن دیده شود. پدیده برشی شدن که

در دهانه اکثر تونلها ملاحظه می‌شود عمدتاً در اثر حرکت جانبی گسلها بوجود می‌آید. در ادامه این شکستگیها که جایگزینی گانگ همراه با کانه‌زایی صورت گرفته است، رگه‌های باریت بـه ضخـامت ۳۰ سانتیمتر بوضوح دیده می‌شود که نشانه‌ای بر وجود غنی‌شدگی یون بـاریم در داخـل سـیالات پس ماگمایی است در همین منطقه اگر خوب دقت کنیم. زون کانه‌زایی در حدود ۵ متر است کـه میزبان آن همانطور که قبلاً گفتیم سنگهای آندزیتی ائوسن است ولـی در کنتـاکت اثـر دگرسـانی آنچنانی دیده نمی‌شود. چون که دمای تشـکیل آندزیـت میزبـان بـه طـور حتـم از سـیالات پـس ماگمایی بیشتر است، پس در نتیجه واکنش دگرسانی صورت نمی‌گیرد. علاوه بر نمونه LAK-A-1 که در آن مقدار طلا در حد ۸/۹ppm و نقره ۴۵۰ppm است ما تعدادی نمونه پلاسری با توجـه بـه گستردگی شبکه هیدروگرافی و آبراهه‌ای برداشت نمودیم و شروع آن را از مبدأ معدن و تـا فاصلـه بیش از چند کیلومتر پیش رفتیم و در مکانهایی که از نظر شرایط نمونـه‌بردای مناسـب تشـخیص داده شد و در نقشه ۱:۵۰/۰۰۰ نقاط آن مشخص گردیده است، نمونه برداری صورت گرفت.

۴-۳- نتایج آنالیز نمونه های معدن سرب لک

از معدن سرب لک تعداد ۳۵ نمونه به روش XRF آنالیز گردیده است که نتایج آن در جدول ۴-۱ ارائه گردیده است. مقدار سرب این نمونه ها بین ۸۷ و ۱۵۳۲۹۶ پی پی ام متغیر است، این مقدار سرب با حضور بارز گالن در این معدن توجیه می‌شود و همانطور که از نام معدن استنباط می‌شود سرب مادهٔ اصلی استخراج شده از این معدن است. کانسارسازی عمدتاً از نوع رگه‌ای می‌باشد. با توجه به نتایج آنالیز XRF، روی و مس به ترتیب در درجات دوم و سوم اهمیت قرار دارند. مقدار روی از ۲۵ تا ۷۶۲۶۲ پی پی ام متغیر می‌باشد. احتمالاً روی در کانی‌های همی‌مورفیت و اسمیت زونیت متمرکز شده است ولی نمونه های دستی کانه های حاوی روی قابل تشخیص نیستند. مس در اکثر نمونه ها کمتر از ۲۰۰۰۰ پی پی ام می‌باشد. البته مقدار مس در یک نمونه به حدود ۶۰۰۰۰ پی پی ام نیز رسیده است. قابل ذکر است که در مطالعات صحرایی کالکوپیریت، آزوریت و مالاکیت مشاهده می‌گردد. به منظور تبیین و درک بیشتر توضیحات مذکور و نیز بررسی ارتباط بین عناصر سرب، روی و مس نمودارهایی در شکل‌های ۴-۱ تا ۴-۶ ارائه شده است. قبل از ارائه این نمودارها قابل ذکر است که مقدار SiO_2 این نمونه ها بین ۲۰ تا ۹۲ درصد متغیر است. مقادیر اکسیدهای اصلی نوسانات قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند که ناشی از بروز دگرسانی آرژیلی و سیلیسی و شستشوی سنگ اولیه می‌باشد. مقادیر Cl, Ba, Sr, Rb,Y و Zr در برخی موارد قابل ملاحظه می‌باشند هرچند نقشی در ارزش افزودهٔ کانسار ایفا نمی‌نمایند.

۴-۳-۱- نمودار تغییرات Pb

مطابق شکل ۴-۱ بیشترین مقدار سرب در نمونهٔ شمارهٔ ۱۴(نمونهٔ LAK-27 در جدول نتایج آنالیز شیمیایی) مشاهده می شود که بیش از ۱۵۰۰۰۰پی پی ام سرب در آن وجود دارد. کمترین مقدار سرب در نمونه های برداشت شده نیز حدود ۸۷ پی پی ام می‌باشد.

۴-۳-۲- نمودار تغییرات Zn

مطابق شکل ۴-۲ بیشترین مقدار روی در نمونهٔ شمارهٔ ۳۳(نمونهٔ LAK-65 در جدول نتایج آنالیز شیمیایی) مشاهده می‌شود که در حدود ۷۶۰۰۰ پی پی ام می‌باشد. نمونه های ۲۰،۲۳،۲۸ و۱۴ نیز از مقادیر قابل ملاحظه‌ای روی برخوردارند.

۴-۳-۳- نمودار تغییرات Cu

به طور کلی مطابق شکل ۴-۳ می‌توان اظهار داشت که میزان مس در اکثر نمونه ها کمتر از ۲۰۰۰۰ پی پی ام می باشد، البته نمونه شمارهٔ ۳۲ با حدود ۶۰۰۰۰۰ پی پی ام سرب، مستثنی است.

۴-۳-۴- نمودار تغییرات Pb - Zn

با توجه به شکل ۴-۴ که تغییرات سرب و روی را توأماً در نمونه های برداشت شده از معدن سرب لک نشان می‌دهد، می‌توان اظهار داشت که یک هماهنگی نسبی در روند تغییرات سرب و روی وجود دارد. این هماهنگی در نمونه های شماره ۲۳،۱۴ و۳۳ قابل مشاهده است. در ضمن میزان روی نمونه ها نسبت به میزان سرب خیلی کمتر است.

۴-۳-۵- نمودار تغییرات Pb - Cu

مطابق شکل ۴-۵ که تغییرات عناصر سرب و مس برداشت شده از معدن سرب لک را نشان می‌دهد، می‌توان اظهار داشت که هماهنگی چندانی در روند تغییرات این عناصر مشاهده نمی‌شود. در ضمن مقدار مس نسبت به سرب در نمونه های مذکور بسیار پائین تر می‌باشد.

۴-۳-۶- نمودار تغییرات Zn - Cu

با توجه به این نمودار که در شکل ۴-۶ ارائه شده است، می‌توان اظهار داشت که به جز در نمونه‌های ۳،۲۸ و ۱ انطباق چندانی در روند تغییرات این دو عنصر مشاهده نمی شود. در ضمن از این نمودار و مقایسهٔ آن با نمودارهای قبلی استنباط می شود که این دو عنصر در نمونه های برداشت شده تقریباً نزدیک به هم بوده و در ضمن نسبت به سرب از اهمیت چندانی برخوردار نیستند.

قابل ذکر است که در انتهای این فصل تصاویری مربوط به معدن سرب لک(مورفولوژی، زون‌های دگرسانی، سنگهای میزبان، تونل ها، رگه های معدنی، پدیده های زمین شناسی و...) ارائه گردیده اند.

۴-۴- تعیین ذخیره

در محدودهٔ مورد مطالعه (بخش شمالی معدن سرب لک) سنگهای آندزیتی، گاه همراه با مقداری سنگهای توفی- سیلستونی، لیتیک توف و ... رخنمون دارند. این سنگها بخشی از سنگهای آتشفشانی و آتشفشانی تخریبی سنوزوئیک زون ارومیه دختر می‌باشند. این سنگها در گستره‌ای وسیع‌تر(مثلاً در مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰) توسط تعدادی توده‌های نفوذی گرانودیوریتی قطع گردیده‌اند. نحوهٔ توزیع رخنمون این توده‌های گرانیتوئیدی طوری است که به صورت هاله‌ای معدن سرب لک را در بر می‌گیرند. همانطورکه بعداً نتیجه‌گیری خواهد شد، این توده‌های گرانیتوئیدی در امر کانه‌سازی نقش بارزی را ایفاء نموده‌اند. با توجه به نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰

ساوه(شکل ۳-۱) مشاهده می‌گردد که محدودهٔ مورد نظر و مناطق اطراف آن توسط گسلهای زیادی قطع گردیده‌اند. این گسلها غالباً دارای راستای شرقی- غربی و شمال‌غربی- جنوب شرقی می‌باشند. بخش عمده شکستگیهایی که در محدودهٔ مورد مطالعه مشاهده می‌شوند با صعود توده‌های نفوذی به سمت بالا و فشارهای ناشی از تمرکز مواد سیال حاصل از تفریق ماگمایی در ارتباط می‌باشد. فشارهای وارده شکستگیهایی را ایجاد نموده‌اند که به عنوان معبری برای حرکت سیالات کانه‌ساز عمل کرده‌اند و باعث شده‌اند که سیالات کانه‌ساز تا ارتفاع زیاد صعود نموده و متناسب با ترکیب و شرایط دما و فشار، کانسارسازی کنند. شکستگیها و گسلهای موجود در منطقه لک غالباً شرقی- غربی و شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشند. کانه‌زایی در امتداد این گسلها صورت گرفته است. البته گسلها با کانه‌زایی همراه نیستند و در ضمن شدت کانه‌زایی متناسب با طول گسل و شدت و ضعف گسل متغیر می‌باشد. در امتداد غالب گسلها، دگرسانی سیلیسی و آرژیلی صورت گرفته است. دگرسانی سیلیسی غالباً در محور گسل و مناطق نزدیک به آن معطوف می‌شود در حالی که دگرسانی آرژیلی در مناطق دورتری نسبت به گسل واقع می‌باشد و از نظر وسعت، از گسترش بیشتری برخوردار است. در محلهایی که گسلهای دارای امتدادهای مختلف با همدیگر تلاقی پیدا می‌کنند، بر شدت سیلیسی شدن و آرژیلی شدن سنگها افزوده می‌گردد. اگرچه از این معدن به عنوان معدن سرب یا گاه معدن باریت نام برده می‌شود ولی آنچه مسلم است نحوه کانه‌زائی و ظهور رگه‌های کوارتزی و زونهای سیلیسی و همچنین تعدادی نمونه‌های سنگی و پلاسری برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای این محل و همچنین سنگهای خارج شده از تونلها نشان می‌دهد که این معدن، دارای پتانسیل بالقوه‌ای از طلا می‌باشد. از آنجائیکه طلا همراهی بسیار نزدیکی با رگه کوارتزی گرمابی دارد، شاید بتوان خود رگه‌های کوارتزی را نیز بخشی از کانسار یا ماده معدنی مفید در نظر گرفت، نه به عنوان گانگ و باطله. در هر حال اثبات

این مدعا به شواهد و دلایل بیشتری نیاز دارد. شواهد و پدیده‌های مرتبط با سیلیسی شدن و کانسارسازی در بخش توصیف مقاطع میکروسکوپی ارائه شده‌است.

جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی معدن لک، علاوه بر نقشه برداری توپوگرافی، از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ نیز استفاده گردید. ابتدا عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ خریداری شد و سپس عکسهای دربرگیرنده محدوده از میان آنها انتخاب و در سازمان نقشه‌برداری کشور تغییر و تبدیل مقیاس آنها انجام گردید و عکسهای با مقیاس ۱:۵۰۰۰ آماده گردید. از این عکس‌ها جهت شناخت زون‌های دگرسانی، روندهای گسلی زون‌های برشی استفاده شده است.

پس از تهیه نقشه زمین‌شناسی طول تمام رگه‌ها اندازه‌گیری و در حدود ۲۸۰۰ متر محاسبه گردید. عرض رگه‌ها از چند میلی‌متر تا حد متر متغیر است. حداکثر ضخامت گزارش شده در مناطق معدنکاری شده قبلی ۲/۵ متر می‌باشد. البته ضخامت زون دگرسانی سیلیسی و آرژیلی همراه رگه‌ها ممکن است به چند متر نیز برسد. با توجه به حجم کار پروژه و امکان دسترسی به اطلاعات، اظهارنظر دربارهٔ ذخیره این کانسار در بخش مورد مطالعه بسیار مشکل است. لذا با توجه به مشاهدات صورت گرفته و جمع‌بندی اطلاعات حاصل از بخش‌های معدنکاری شده قبلی به نظر می‌رسد که ضخامت رگه‌ها به طور میانگین حدود ۰/۵ متر باشد. ضخامت‌های گزارش شده از رگه‌های داخل تونل عبارتند از: ۴۰Cm، ۵۰Cm، ۸۰Cm، ۱۰۰Cm، ۱۵۰Cm، ۲۵۰Cm.

عیار سرب اندازه‌گیری شده از این معدن، در نقاط مختلف متغیر می‌باشد(۴،۸،۱۰،۱۱/۸،۱۲/۲،۱۵ و ۲۰ درصد سرب)، مقدار روی نیز حداکثر ۰/۵ درصد می‌باشد. در نمونه‌برداریهای صورت گرفته عیار سرب از چند پی‌پی‌ام تا حداکثر حدود ۱۶ درصد متغیر می‌باشد. مقدار روی حداکثر ۸ درصد گزارش شده است ولی غالباً به مناطق سطحی محدود می‌شوند. از آنجائیکه ماده معدنی رخنمون جالب توجهی در سطح ندارد، تونلهایی هم که در این قسمت حفر شده‌اند یا به مادهٔ معدنی برخورد نکرده‌اند و یا به علت نداشتن استحکام سقف و

دیواره‌ها قابل دسترسی نیستند. تمامی این عوامل باعث شده‌اند که کسب اطلاعات از داخل تونل‌ها با مشکلات زیادی روبرو شود. در ادامه خلاصه‌ای از وضعیت تونلها آمده است.

ابتدای تونلA، در سنگهای آندزیتی و در ادامه در امتداد زون سیلیسی شده حفر گردیده است. این تونل ۱۴/۵ متر طول دارد و ۷ متر آن دارای رگه‌هایی از باریت می‌باشد که ضخامت آن به ۲۰ سانتیمتر می‌رسد. البته در مواد دپو شده مالاکیت و گالن نیز به طور پراکنده دیده می‌شود. دهانه این تونل پس از برداشت سنگهای تخریب شده باز گردید.

دهانه تونلB یا تونل شماره ۵ قبلی نیز مسدود بود که به زحمت باز گردید. این تونل، ۵۰ متر طول دارد و در سنگ‌های آندزیتی فاقد کانه‌سازی حفر گردیده است.

تونل C یا تونلی که قبلاً تحت عنوان تونل شماره هفت نامگذاری شده است دارای دهانه‌ای بسیار سست و در حال تخریب می‌باشد و کف این تونل ۲۰ سانتیمتر آب دارد. لازم به ذکر است که دهانه تونل نیز مسدود بود و توسط چند نفر کارگر باز گردید. در بخش ورودی تونل سنگهای بزرگی به حالت معلق از سقف تونل مشاهده می‌شوند که ورود به تونل را مشکل و خطرناک نموده‌اند. طبق گزارشات قبلی طول این تونل به ۲۱۰ متر می‌رسد و در آن کانیهای سرب و روی همراه با کوارتز و کلسیت یافت می‌شوند. ضخامت رگه‌ها در حدود ۷۰ سانتیمتر و عیار سرب و روی آن در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد می‌باشد.

تونل D در درون رگه بزرگی حفر گردیده است که از سمت غرب، تونل شماره هفت در آن احداث گردیده است. با توجه به فاصله این تونل از تونل شمارهC یا شماره هفت قبلی، احتمالاً این تونل تا حدود ۲۰ متر به سمت شرق ادامه دارد و در واقع نوعی تونل دسترسی به حساب می‌آید. در مواد خارج شده از این تونل، کانه‌زایی حاوی مالاکیت، آزوریت، کالکوپیریت، پیریت، گالن، باریت و احتمالاً اسفالریت دیده می‌شوند.

تونل شماره E دارای ۱۴ متر طول می‌باشد و در امتداد یک زون سیلیسی استوک‌ورکی متشکل از رگه‌های کوارتزی متقاطع حفر گردیده است. در این تونل آثاری از ماده معدنی دیده نمی‌شود ولی در مواد دپو شده در جلو دهانه ورودی تونل آثاری از باریت، اسفالریت و گالن مشاهده می‌گردد.

تونل F، تونلی است که در جنوب غرب منطقه مطالعه شده حفر گردیده است. این تونل قبلاً به نام تونل شماره ۴ معرفی گردیده است. مطابق اسناد و مدارک موجود، این تونل ۸۵ متر طول دارد. که در فاصله ۷۳ متری از دهانه، رگه شماره ۹ را قطع کرده است. ضخامت سنگهای حاوی آثار سرب و روی در این قسمت حدود ۶۰ سانتیمتر است و قرار بوده است که این تونل را ادامه دهند تا رگه ای را که آثار آن در سطح توپوگرافی در طول ۲ کیلومتر قابل مشاهده است، قطع نماید. در حال حاضر دهانه این تونل به طور کامل مسدود شده است و بازگشایی آن به برداشت مقدار زیادی سنگ و خاک احتیاج دارد.

آنچه از این مطالب نتیجه می‌شود این است که دسترسی به اطلاعات کافی برای تخمین و ذخیره این بخش معدن بسیار مشکل می‌باشد و علیرغم این مشکلات ۳۵ نمونه که از قسمتهای مختلف معدن آنالیز گردیده است، این تعداد نمونه‌ها برای محاسبه ذخیره رگه‌های با گستردگی فوق الذکر کافی نمی‌باشند. لذا باید محاسبات ذخیره بصورت تقریبی و احتمالی انجام شده است.

با درنظر گرفتن مجموع طول رگه‌ها (۲۸۰۰ متر)، ضخامت میانگین تقریبی رگه‌ها(۰/۵ متر)، و عیار میانگین و تقریبی ۱۰ درصد، وزن مخصوص سرب (۱۱/۳۵) و ذخیره تقریبی کانسار تا عمق ۱۰۰ متر به قرار زیر می باشد. برای ترازهای ۲۰۰،۱۵۰،۱۰۰،۵۰ متر به قرار زیر می باشد.

- طول رگه‌ها = ۲۸۰۰ متر
- ضخامت میانگین‌رگه‌ها = ۰/۵ متر
- عیار میانگین = ۱۰ درصد
- وزن مخصوص سرب = ۱۱/۳۵

عمق قابل پیش بینی برای دستیابی به ذخیره قطعی = ۱۰۰ متر

وزن مخصوص سرب × عیار سرب × عمق ماده معدنی × ضخامت میانگین رگه ها × طول کل رگه ها = میزان ذخیره تا عمق مورد نظر.

تن ۱۵۸۹۰۰ = ۱۱/۳۵×۰/۱× ۱۰۰ ×۰/۵ ×۲۸۰۰

تن ۵۱۱۷ = ۱۱/۳۵ ×۰/۰۰۵ × ۱۰۰ × ۰/۵ × ۲۸۰۰

با در نظر گرفتن تمامی جوانب احتیاط و با توجه به اینکه تیپ کانسارهای گرمابی تا اعماق بیش از ۲۰۰ متر رخنمون دارند(نظیر معدن سرب نخلک)، با اطلاعات موجود می‌توان حد قابل قبول عمق پیش‌بینی را برای معدن سرب لک حدود ۲۰۰ متر در نظر گرفت و در صورتی که بتوان فرض کرد مشخصات اولیه تا حد قابل قبولی تا عمق ۲۰۰۰ متر صادق باشد ذخیره احتمالی معدن نیز حدود ۱۶۰۰۰۰ تن تخمین زده می‌شود. البته همراه سرب می‌توان از باریت، مس، طلا، روی و نقره به عنوان محصول جانبی نام برد که ارزش افزوده کانسار را افزایش دهد، برای مثال با توجه به عیار ۰/۵ درصد برای روی، ذخیره روی ۵۱۱۷ تن تخمین زده می شود

این مهندسین مشاور بر این نکته واقف است که ضخامت کانسارهای رگه‌ای در دو بعد افقی و قائم شدیداً تغییر می‌کند و محاسبهٔ حجم چنین کانسارهایی به داده‌های بسیار بیشتری از جمله اطلاعات کامل تونل‌های اکتشافی و استخراجی موجود و اطلاعات حفاری گمانه‌ها نیاز می‌باشد. در اینجا متذکر می‌شود با توجه به اینکه رگه‌های موجود در این بخش، طول نسبتاً قابل ملاحظه‌ای دارند، از تنوع کانی‌شناسی زیادی برخوردار می‌باشند. این مهندسین مشاور پیشنهاد می‌نمایند، در کل محدودهٔ معدن متروکه شبکه گمانه طراحی و حفر شود و با اطلاعات مستند حاصله اظهار نظر در مورد شکل کانسار و ذخیره واقعی آن حاصل خواهد شد.همچنین پیشنهاد می شود کارهای اکتشافی در محدوده معدن لک و اطراف آن در گستره وسیعتری انجام شود، با توجه به شواهد صحرایی اکتشاف ذخایر قابل توجهی از سرب و روی در این منطقه دور از انتظار نمی باشد.

جدول شماره(۴-۱)- نتایج آنالیز XRF مربوط به ۳۵ نمونه برداشت شده از معدن سرب لک

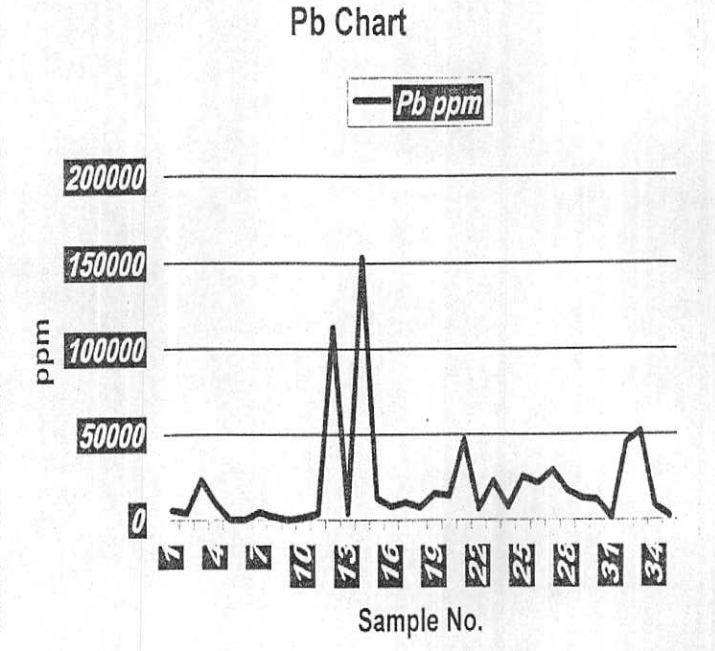
Sample	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	Na2O %	K2O %	MgO %	MnO %	TiO2 %	P2O5 %
LAK.1	28.28	2.84	9.89	0.08	0.29	0.05	0.04	1.267	0.044	0.07
LAK.3	91.75	0.83	2.55	0.41	0.01	0.01	0.002	0.148	0.006	0.03
LAK.5	54.16	3.24	14.07	0.41	0.12	0.07	0.022	0.546	0.002	0.044
LAK.7	52.54	14.32	9.54	0.77	0.28	8.99	0.263	2.471	0.776	0.258
LAK.9	45.17	15.55	8.8	7.49	2.2	1.86	2.856	0.285	0.937	0.299
LAK.11	48.09	14.35	8.44	5.56	3.43	2.84	3.347	0.336	0.93	0.308
LAK.13	68.63	6.87	10.74	0.14	0.08	0.1	0.017	1.356	0.242	0.112
LAK.15	55.11	14.73	15.14	0.86	0.13	7.21	0.152	1.199	0.8	0.287
LAK.17	46.37	14.82	9.1	7.16	2.36	2.35	3.543	0.221	0.891	0.297
LAK.19	49.45	17.16	11.97	0.44	0.19	3.79	0.245	2.698	0.843	0.233
LAK.21	68.45	8.72	7.59	0.36	0.09	4.15	0.069	0.47	0.377	0.167
LAK.23	61.65	0.49	0.87	0.02	0.04	0.01	0.001	0.063	0.006	0.026
LAK.25	68.51	8.43	8.82	0.77	0.11	1.63	0.064	0.509	0.338	0.119
LAK.27	22.27	1.18	1.2	2.14	0.87	0.06	0.135	0.103	0.046	0.033
LAK.29	79.42	3.39	2.3	0.07	0.09	0.08	0.036	0.054	0.166	0.049
LAK.31	91.71	1.29	1.94	0.03	0.02	0.03	0.001	0.031	0.013	0.022
LAK.33	83.64	2.92	3.68	0.15	0.03	0.06	0.002	0.054	0.097	0.066
LAK.35	31.36	1.57	2.78	2.29	0.4	0.91	2.261	0.3	0.004	0.089
LAK.37	80.14	1.94	0.83	0.1	0.58	0.02	0.001	0.041	0.029	0.031
LAK.39	63.6	1.37	1.93	0.26	0.63	0.05	0.005	0.083	0.001	0.081
LAK.41	32.39	4.49	8.76	2.06	1.96	0.15	0.576	1.001	0.092	0.046
LAK.43	29.89	2.51	5.55	0.08	4.46	0.01	0.104	0.296	0.005	0.022
LAK.45	36.28	6.08	23.56	0.25	0.9	0.01	1.273	1.693	0.014	0.023
LAK.47	48.81	2.55	4.97	0.22	2.85	0.01	0.296	0.363	0.003	0.24
LAK.49	30.42	3.61	6.63	0.15	3.39	0.02	0.384	0.551	0.075	0.043
LAK.51	40.44	2.37	2.74	0.08	3.2	0.08	0.032	0.088	0.01	0.024
LAK.53	33.75	6.99	12.22	0.23	1.8	0.16	0.468	1.006	0.163	0.058
LAK.55	43.62	9.34	22.34	1.1	0.41	0.03	1.359	1.719	0.363	0.108
LAK.57	32.69	8.32	10.04	2.48	3.44	1.76	1.995	0.646	0.39	0.149
LAK.59	61.42	3.34	7.1	0.78	0.17	0.08	0.048	0.958	0.095	0.061
LAK.61	51.45	11.95	8.78	0.32	0.1	4.37	0.238	0.596	0.588	0.137
LAK.63	70.17	1.83	3.08	0.07	0.1	0.07	0.065	0.174	0.056	0.04
LAK65	44.69	2.56	11.25	0.14	1.89	0.1	0.35	0.683	0.015	0.024
LAK.67	58.61	9.05	6.22	0.17	0.11	0.4	0.117	0.276	0.453	0.12
LAK.69	50.15	14.8	8.31	3.02	3.1	4.92	2.346	0.782	0.847	0.323

ادامه جدول شماره(۴-۱)

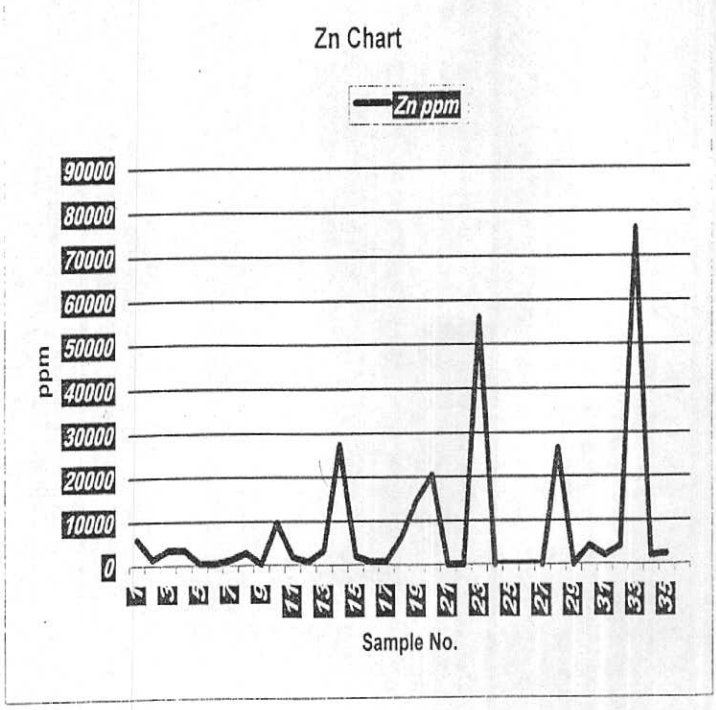
Sample	SO3 %	BaO %	Cl ppm	V ppm	Cr ppm	Co ppm	Ni ppm	Cu ppm	Zn ppm	Rb ppm
LAK.1	18.34	33.64	90	34	50	22	25	2275	6022	46
LAK.3	141.58	0.8	149	55	284	86	8	213	1387	7
LAK.5	8.31	14.05	141	46	16	19	9	2186	3497	65
LAK.7	2.3	3.47	263	92	22	23	8	130	3544	327
LAK.9	1.9	3.71	46	135	24	20	3	53	486	55
LAK.11	2.01	3.95	47	85	28	15	7	22	374	99
LAK.13	3.22	5.72	82	33	71	19	8	232	1255	17
LAK.15	0.46	0.63	79	95	40	21	14	43	2810	284
LAK.17	1.76	3.46	64	117	29	19	10	60	324	69
LAK.19	3.28	6.07	82	180	44	36	16	40	9664	211
LAK.21	2.39	4.04	97	19	115	8	8	422	1869	143
LAK.23	11.72	13.71	337	15	17	11	10	390	807	239
LAK.25	2.59	4.96	83	98	128	18	10	1149	3324	66
LAK.27	20.01	27.92	312	16	18	34	24	4050	27346	322
LAK.29	3.66	6.34	442	14	164	18	7	10003	2007	34
LAK.31	0.81	0.97	76	13	235	10	7	3559	638	16
LAK.33	2.37	3.95	163	22	176	5	9	567	706	24
LAK.35	17.74	32.38	161	26	42	11	22	412	6361	68
LAK.37	3.95	6.91	117	27	142	12	8	1015	14717	32
LAK.39	8.66	16.21	138	19	89	26	13	1227	20321	42
LAK.41	15.27	26.34	139	24	15	20	9	425	45	83
LAK.43	18.78	34.12	64	33	67	44	12	709	33	5
LAK.45	6.1	8.05	56	37	72	48	8	403	56195	62
LAK.47	12.89	23.37	62	29	110	26	9	274	26	4
LAK.49	17.97	31.77	97	34	14	25	11	239	34	32
LAK.51	16.68	30.5	116	20	12	20	8	296	29	19
LAK.53	13.93	24.17	107	18	10	27	9	1769	35	49
LAK.55	4.16	6.17	75	109	149	29	3	18286	26425	50
LAK.57	11.66	20.24	78	15	8	29	12	136	25	42
LAK.59	7.77	12.98	80	16	108	18	15	758	4251	36
LAK.61	6.39	1183	55	89	45	17	16	1128	1971	143
LAK.63	4.43	5.38	867	33	1073	26	5	60716	4197	95
LAK65	9.58	10.45	108	24	11	23	14	1646	76265	115
LAK.67	6.87	12.15	165	29	70	12	7	1676	2013	44
LAK.69	2.3	4.12	60	145	42	19	6	148	2339	169

ادامه جدول شماره(۴-۱)

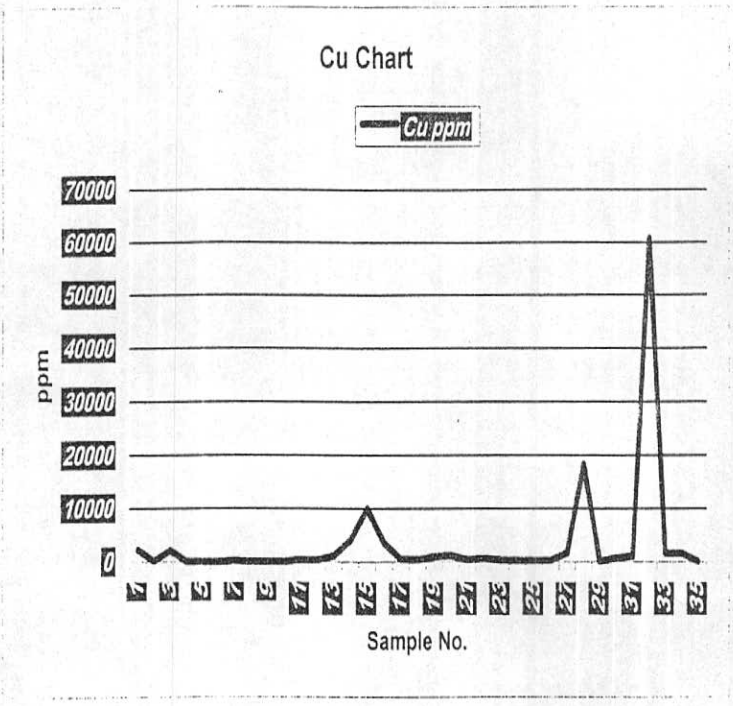
Sample	Sr ppm	Y ppm	Nb ppm	w ppm	Pb ppm	Th ppm	U ppm	Zr ppm		
LAK.1	7649	36	2	1	5889	9	3	35		
LAK.3	12	30	1	36	4170	6	6	12		
LAK.5	520	183	1	15	23643	6	6	46		
LAK.7	15	85	9	10	9820	9	1	94		
LAK.9	480	25	8	3	275	8	1	105		
LAK.11	445	22	6	1	112	7	1	113		
LAK.13	104	47	3	2	4676	9	2	44		
LAK.15	56	26	9	10	2008	8	1	105		
LAK.17	486	26	8	1	87	8	1	110		
LAK.19	655	24	7	32	1296	8	1	94		
LAK.21	196	36	5	16	3871	6	1	51		
LAK.23	84	878	9	15	112377	9	1	25		
LAK.25	92	38	3	26	4001	6	1	48		
LAK.27	68	1149	6	51	153296	14	1	10		
LAK.29	811	75	2	1	12819	4	1	41		
LAK.31	110	59	1	11	7823	6	1	15		
LAK.33	164	76	2	39	10588	8	1	22		
LAK.35	8007	43	3	6	7563	7	1	37		
LAK.37	115	117	2	67	15512	9	1	14		
LAK.39	2163	101	4	47	14322	11	1	31		
LAK.41	125	352	6	180	46947	13	1	28		
LAK.43	163	46	8	458	6613	12	1	33		
LAK.45	134	172	1	118	23098	11	1	46		
LAK.47	128	56	8	327	7636	13	1	43		
LAK.49	129	189	8	301	25495	8	1	38		
LAK.51	134	154	8	330	21703	12	2	40		
LAK.53	156	211	7	182	29251	13	2	16		
LAK.55	142	136	4	36	17314	8	1	68		
LAK.57	19	100	8	244	12840	10	1	12		
LAK.59	991	97	3	12	11936	7	1	48		
LAK.61	2184	11	6	3	1252	7	1	63		
LAK.63	119	293	2	1	45697	7	1	45		
LAK65	144	392	4	185	51985	9	1	44		
LAK.67	1668	49	5	5	8279	8	1	75		
LAK.69	206	37	8	8	2556	14	6	126		



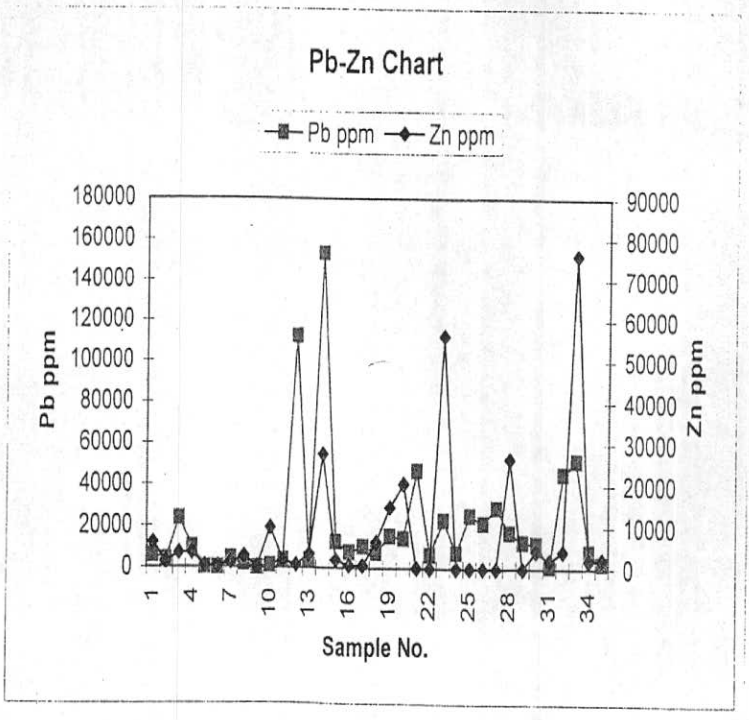
شکل شماره(۴-۱)- نمودار تغییرات مقادیرسرب در معدن لک. همانطور که مشاهده می‌شود طیف تغییرات سرب از مقادیر کم تا بیش از ۱۵۰۰۰۰ پی پی ام(در نمونهٔ ۱۴) متغیر است.



شکل شماره(۴-۲)- نمودار تغییرات مقادیر روی در نمونه های برداشت شده از معدن لک. همانطور که مشاهده می‌شود میزان روی در نمونه ها تفاوت بارزی نشان می‌دهند. بیشترین مقدار روی در نمونهٔ شمارهٔ ۳۳(بیش از ۷۰۰۰۰ پی پی ام) وجود دارد.

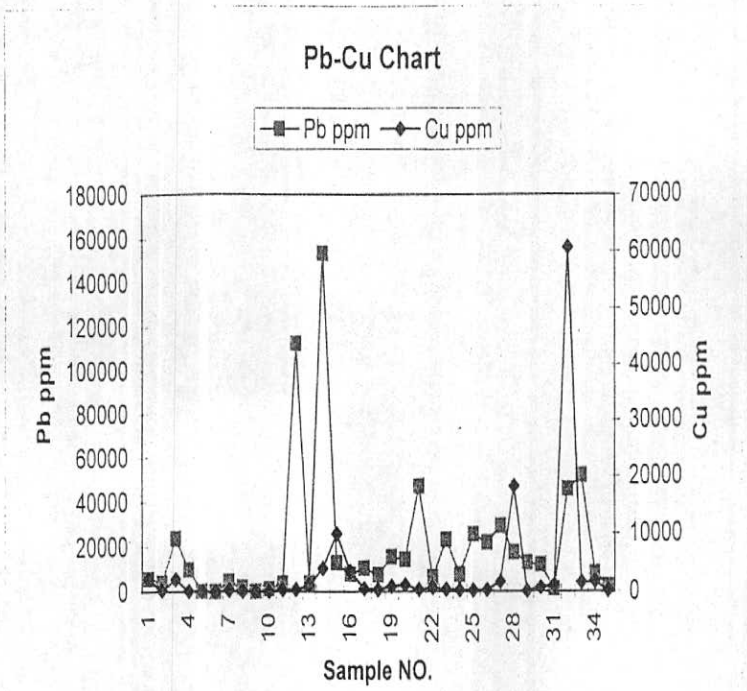


شکل شماره(۴-۳)- در این شکل نمودار تغییرات مس در نمونه های برداشت شده از معدن سرب لک به نمایش گذاشته شده است. بیشترین مقدار مس در نمونهٔ شماره ۳۲ (بیش از ۶۰۰۰۰ پی پی ام) وجود دارد.

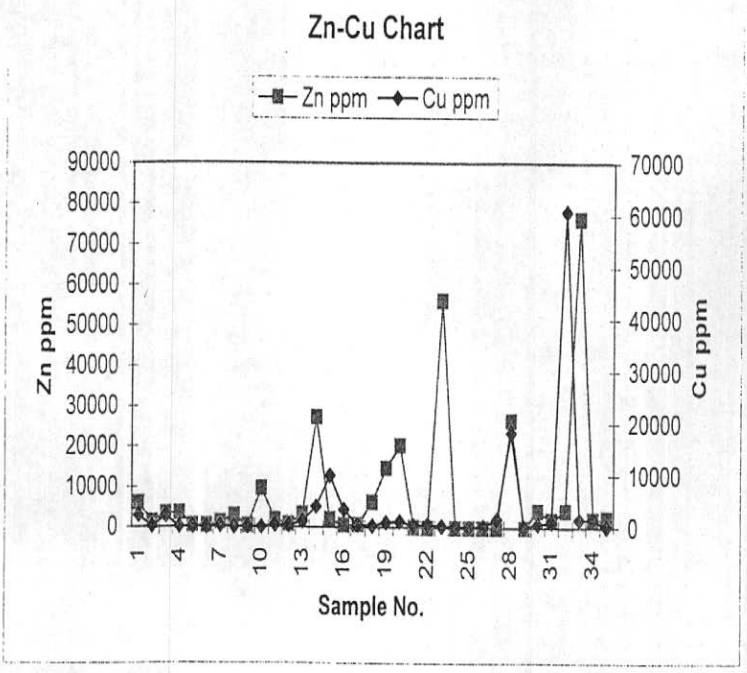


شکل شماره(۴-۴)- نمودار مقایسه ای تغییرات فراوانی سرب و روی در نمونه های برداشت شده از معدن لک.

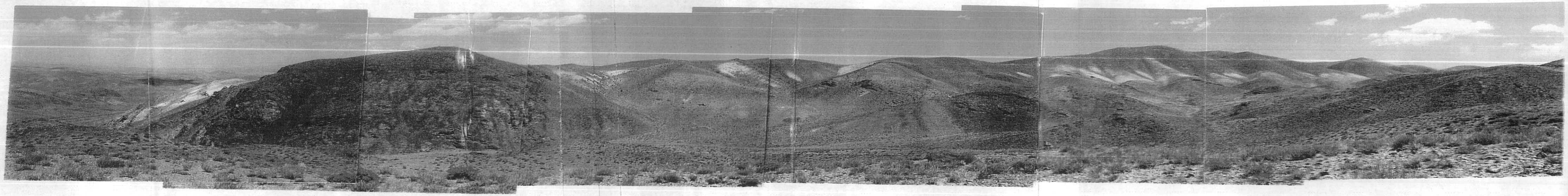
همان‌طور که مشاهده می‌شود یک هماهنگی تقریبی به ویژه در نمونه های شماره ۱۴،۲۳ و ۳۳ قابل مشاهده است.



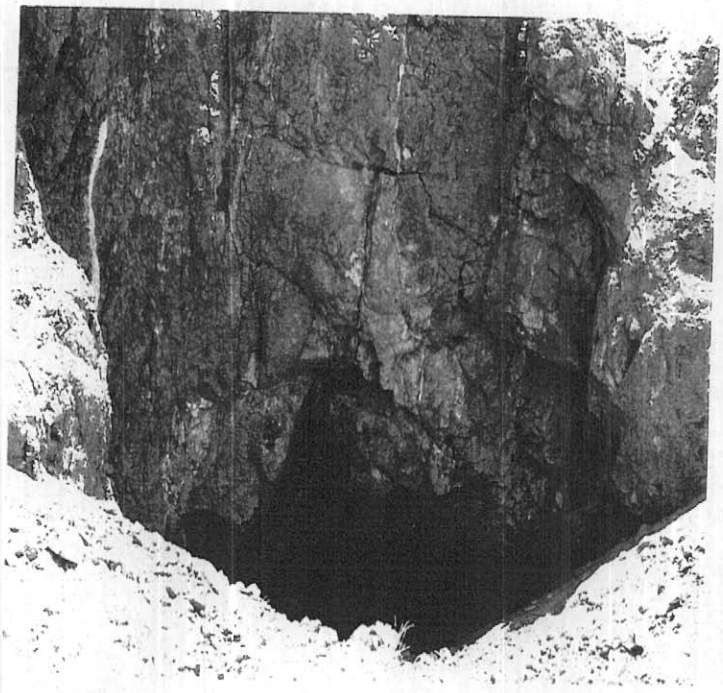
شکل شماره(۴-۵)- نمودار مقایسه ای تغییرات سرب و مس در نمونه های برداشت شده از معدن سرب لک. همان طور که مشاهده می شود انطباق چندانی در تغییر روندهای این دو عنصر مشاهده نمی شود.



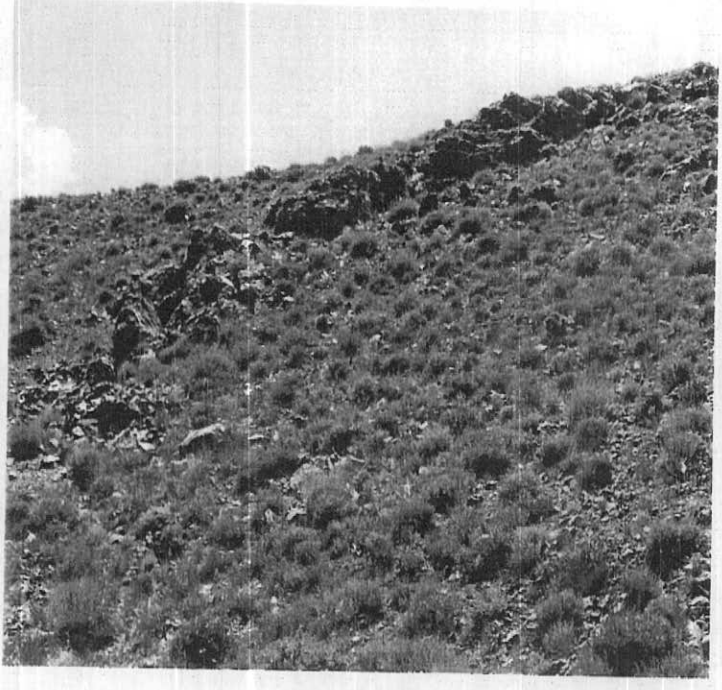
شکل شماره(۴-۶)- نمودار تلفیقی تغییرات عناصر روی و مس در نمونه های برداشت شده از معدن لک. به جز در نمونهٔ شمارهٔ ۳،۲۸ و ۱ انطباق چندانی در روند تغییرات عناصر مذکور مشاهده نمی‌شود.



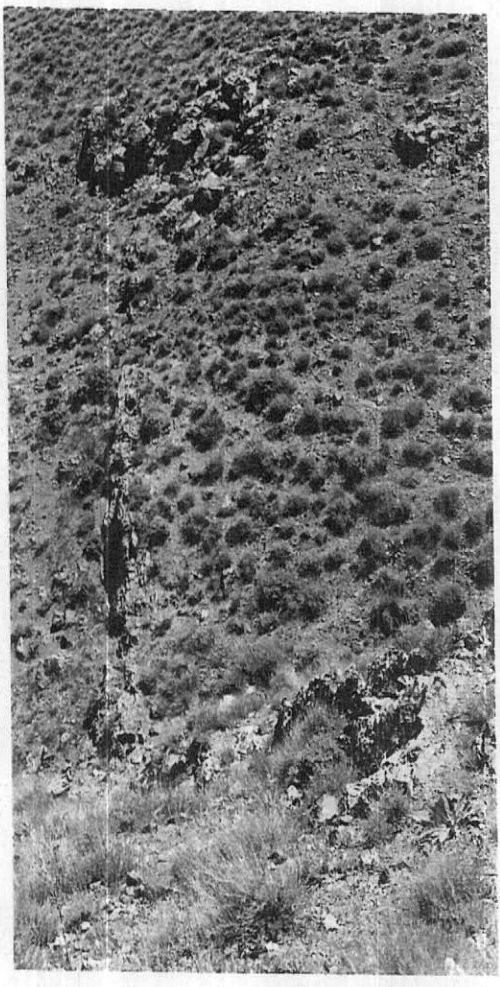
شکل شماره(۴-۷)- این تصویر نمایی از قسمت شمالی محدوده مورد مطالعه معدن را نشان می‌دهد. در این تصویر میتوان گستردگی رگه های معدنی را مشاهده کرد، همچنین گسترش زون دگر سانی موجود در منطقه را میتوان به وضوح ملاحظه نمود.



شکل شماره (۴-۸)- نمایی از دهانه تونل A را در این تصویرمی بینید. در این شکل می توان وجود رگچه های سیلس را در قسمت بالایی و چپ دهانه مشاهده نمود.

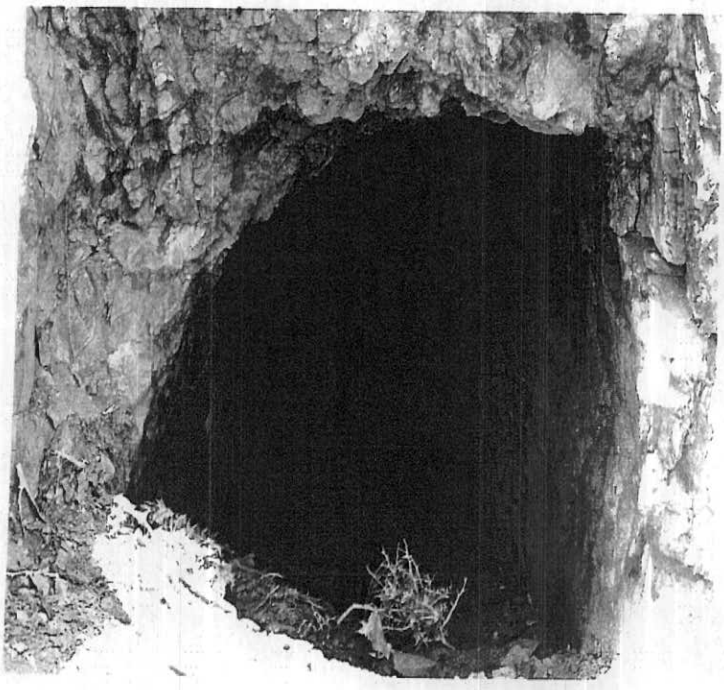


شکل شماره (۴-۹)- در این شکل تصویری از یک رگهٔ معدنی را که رخنمون دارد مشاهده می کنید. امتداد این رگه شمال شرق- جنوب غرب است و جهت عکس از شرق به سمت غرب است.

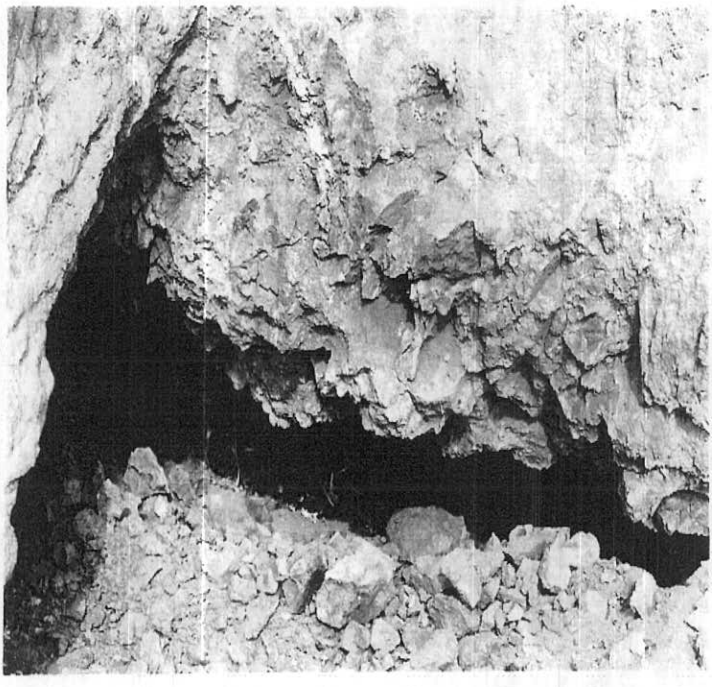


شکل شماره(۴-۱۰)- در این شکل قسمتی از یک رگه معدنی را مشاهده میکنید که آرژیلی شده است. محدوده زون آرژیلی مشخص و مرز بین این زون و سنگ مادر آندزیتی به صورت تدریجی مشخص است.

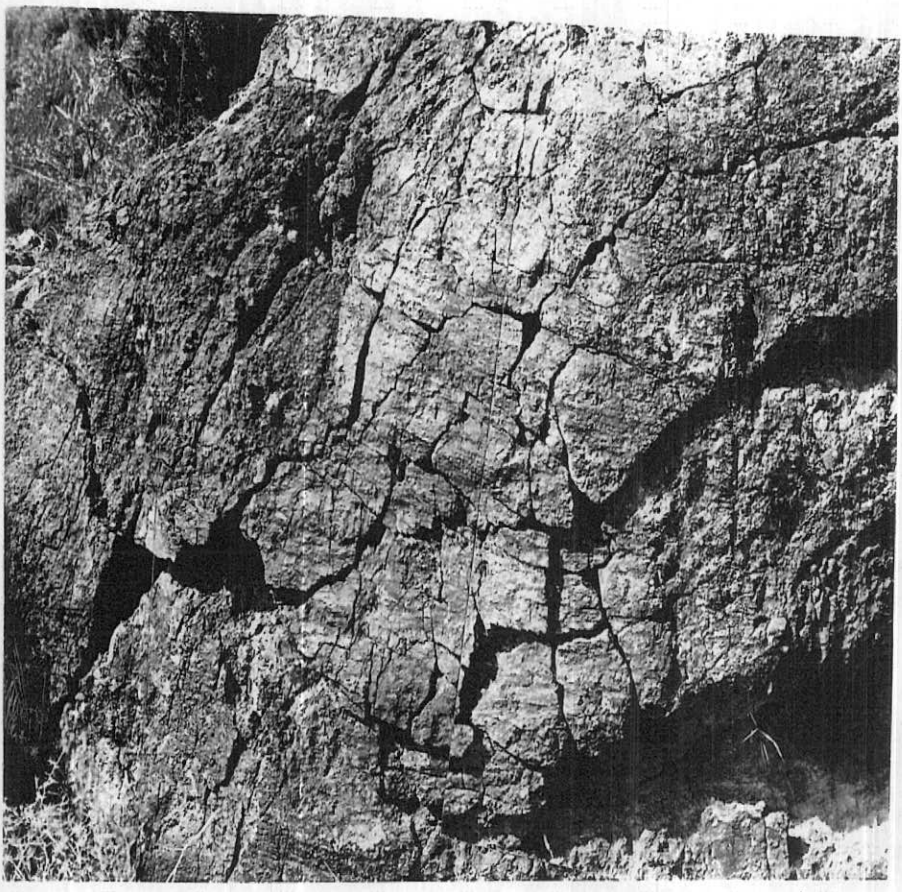
شکل شماره (۴-۱۱)- نمایی از دهانه تونل C را مشاهده می کنید. زون آرژیلی و برشی شده در اطراف دهانه تونل بخوبی مشخص میباشد. همچنین میتوان پدیده استوک ورک را به خوبی مشاهده نمود. نفوذ آبهای گرمابی به درون شکستگیها با بر جای گذاشتن رسوبات آهن و سیلیس دار در داخل شکستگیها همراه است. نفوذ این محلولها به درون شکستگیها باعث دگرسان شدن سنگ میزبان و انتشار اکسیدهای آهن به درون سنگ میزبان می شود.



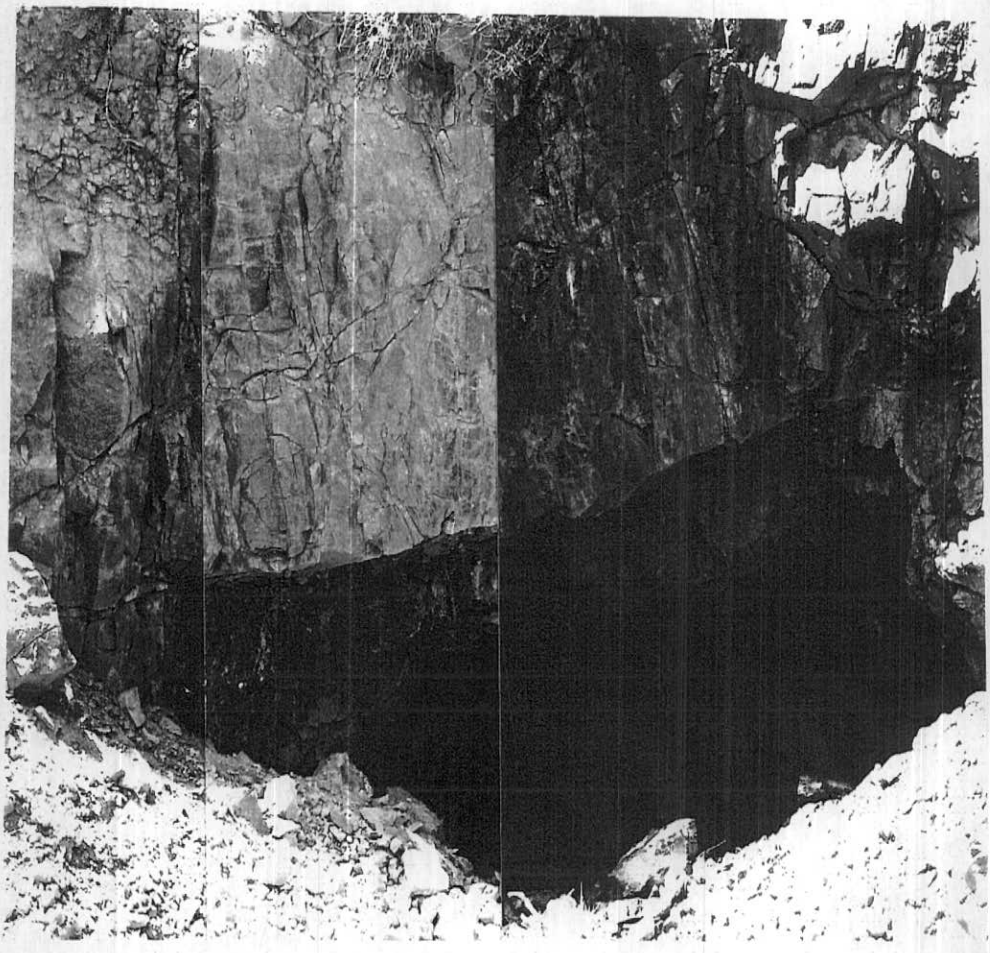
شکل شماره(۴-۱۲)- نمایی از دهانه تونل D را در این تصویر مشاهده میکنید. به قسمتهای آرژیلی و برشی شده در حاشیه دهانه تونل دقت کنید .در سمت راست تصویر میتوانید قسمتی از صفحه گسل را به خوبی ببینید.



شکل شماره(۴-۱۳)- نمایی از دهانه تونل E را در این تصویر مشاهده میکنید. پدیده برشی شدن بخوبی در اطراف دهانه تونل مشاهده میشود. ریزش دهانه تونل هم به دلیل برشی شدن و هم بر اثر فرسایش میباشد.

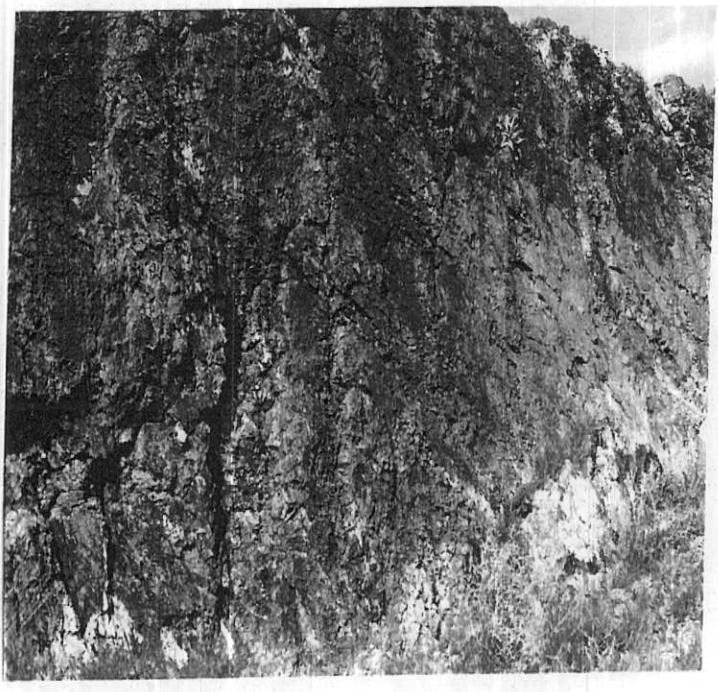


شکل شماره(۴-۱۴)- نمایی از صفحه گسلی در تصویرمشاهده میشود، در این تصویرمی‌توان اثرات شکستگی و هوازدگی را در سنگ مشاهده کرد. همچنین اثراتی از اکسیدهای‌آهن، منگنز و ترکیبات مس دراین‌تصویردیده می‌شود.

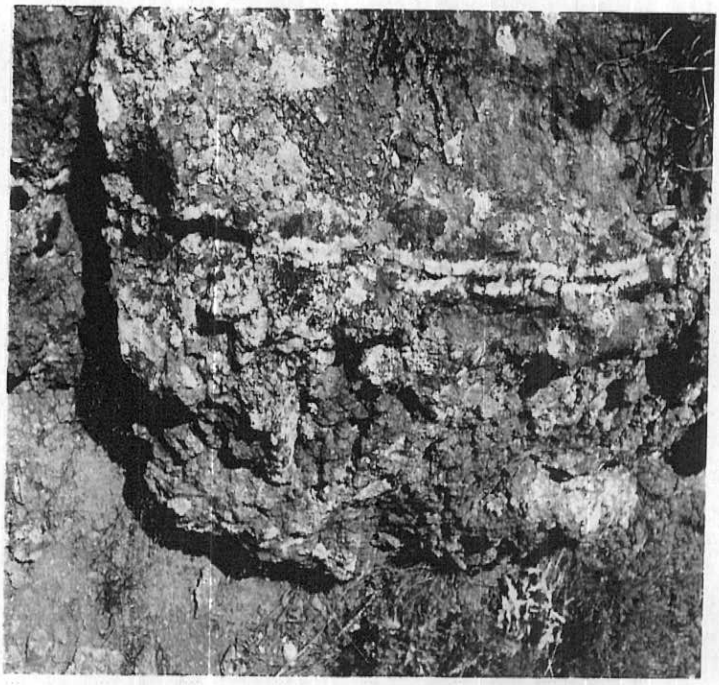


شکل شماره (۴-۱۵)- این تصویر نشان دهنده دهانه تونل B پس از پاکسازی می باشد. به بخش آرژیلی شده در بالای دهانه تونل توجه کنید.

شکل شماره (۴-۱۶)- در این تصویر نمایی از یک رگه معدنی را مشاهده می کنید که در قسمت میانی تصویر اثراتی از صفحه گسل بر جای مانده است. رگه علاوه برماده معدنی(گالن)، حاوی باریت، مالاکیت، آزوریت و سیلیس می‌باشد.

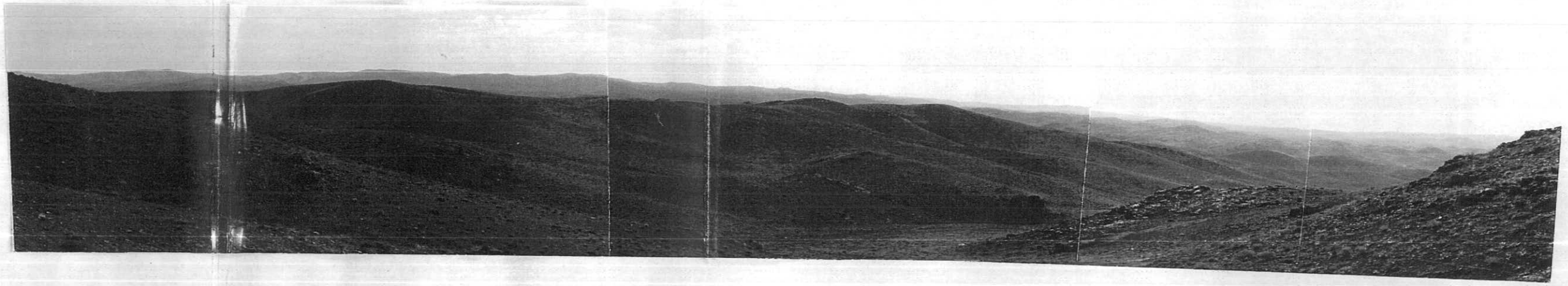


شکل شماره(۴-۱۷)- نمایی از یک صفحه گسلی را ملاحظه می کنید که قسمتی از یک رگه معدنی است، در این تصویر بوضوح می توان ترکیبات مس (آزوریت و مالاکیت)، اکسیدهای آهن و منگنز را مشاهده نمود.



شکل شماره (۴-۱۸)- در این تصویر نمایی زیبا از نفوذ رسوبات سیلیسی موجود در محلولهای گرمابی در شکستگیهای سنگ مادر آندزیتی را مشاهده میکنید. رگه های سیلیسی در درون شکستگیها جای گرفته اند، به این پدیده اصطلاحاً سیلیسیفاید شدن می گویند.

شکل شماره(۴-۱۹)- این شکل یک رگه ماده معدنی را نشان می دهد که آرژیلی شده است. زون آرژیلی از پایین تا بالای تصویر قابل مشاهده است.



شکل شماره(۴-۲۰)- نمائی دیگر از قسمت شمالی محدودهٔ مورد مطالعه را مشاهده می‌کنید. در این تصویر هم سعی شده که گسترش و طول رگه های موجود و همچنین توپوگرافی حاکم بر منطقه نشان داده شود.

کتابخانه ... شناسی و ...

۴-۵- توصیف مقاطع میکروسکوپی

الف- مقاطع نازک

۱- نمونه LAK-30

این سنگ از یک زون سیلیسی برداشت شده است. کوارتز که عمده‌ترین کانی سازنده این سنگ است، به صورت بلورهای ریز و درشت و شکل‌دار تا بی‌شکل یافت می‌شود و بـه علـت رشـد سریع هسته بلورهای کوارتز در جهات مختلف، بافت جالبی تجلی پیدا کرده است(به شـکل ۴-۲۱ رجوع کنید). مقادیری کانی اوپاک و اکسیدهای آهن همراه این سنگ یافت می‌شود.

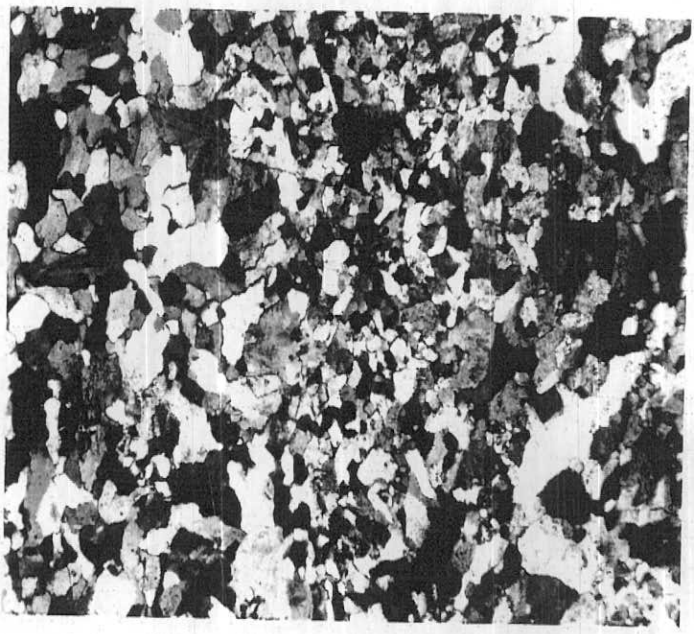
۲- نمونه LAK-39

این سنگ بافت گل‌کلمی بسیار زیبایی را به نمایش مـی‌گـذارد کـه از تنـاوب لامینـه‌های حاوی کوارتزهای ریز و درشت و لامینه‌هایی از اکسیدهای آهن و منگـنز و کلسـیت بوجـود آمـده است. این بافت یکی از اختصاصات سیلیس‌های گرمابی می‌باشد و با منشاء هیدروترمالی آنها کاملاً سازگار است. ضخامت لامینه‌ها از چند میکرون تا چند میلی‌متر متغیر است. در اثر پیچ و تابـهایی که این لامیناسیون از خود نشان می‌دهد مناظر زیبایی شبیه چین‌خوردگی به وجود آمده است(به شکلهای ۴-۲۲-الف و ۴-۲۲-ب نگاه کنید).

۳- نمونه LAK-9

این سنگ یک نمونـه بـازالت پورفـیری اسـت کـه در آن فنوکریسـت‌های الیویـن،کلینـو پیروکسن و پلاژیوکلاز مشاهده می‌گردد. در این سنگ مقادیر زیـادی میکرولیت‌هـای پـلاژیوکـلاز دیده می‌شود که در متن سنگ یافت می‌گردند و بافت جریانی نشـان می‌دهنـد. پـلاژیوکلازهـا در بعضی موارد دگرسانی سوسوریتی نشان می‌دهند. بلورهای پیروکسن موجود در این سنگ کـه بـه صورت فنوکریسیت و به صورت ریزدانه یافت می‌شـوند دگرسـانی شـدیدی را متحمـل شـده‌اند و کلسیت جای آنها را گرفته است. الیوین غالباً شـکل‌دار و شـش‌گـوش می‌باشـد، در بیشـتر مـوارد

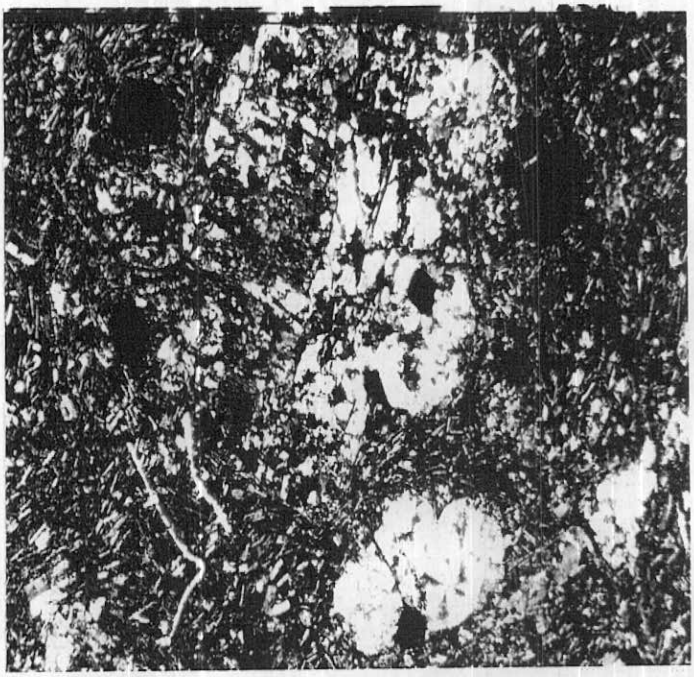
دگرسان شده است و قالب آن توسط کلسیت پر گردیده است و در واقع شکل کاذبی(سودمورفی) به وجود آمده است. در بخش برشی‌شده سنگ مقادیر زیادی کانیهای اوپاک وجود دارد که احتمالاً از نوع مگنتیت می‌باشند، این کانیها در اثر تماس با محلولهای گرمابی به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن تبدیل شده‌اند. آهن آزاد شده فضای بین سایر کانیها و درز و شکافها را پر نموده است. کانیهای اوپاک ریز و درشت به مقدار قابل توجه در این سنگ یافت می‌شوند. به تصاویر میکروسکوپی مبین پدیده های ذکر شده در شکلهای ۴-۲۳-الف،۴-۲۳-ب،۴-۲۳-ج رجوع شود).



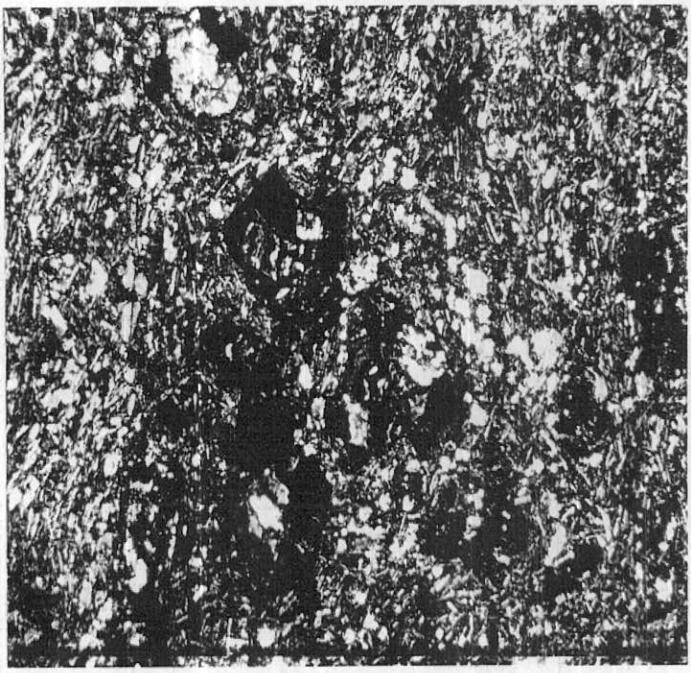
شکل شماره (۴-۲۱)- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون شدیداً سیلیسی شده. همانطور که در این تصویر مشاهده می‌کنید، کوارتز عمده ترین کانی این سنگ می‌باشد و ذرات آن دارای ابعاد بسیار متغیری است. در ضمن بلورها در جهات مختلف رشد نموده‌اند(بزرگنمایی ۲۵).

شکل شماره(۴-۲۲-الف)- تصویر میکروسکوپی تناوب لامینه‌های کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز. این بافت یکی از بافت‌های بارز رگه‌های کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز دارای منشاء گرمابی می‌باشد(بزرگنمایی،۲۵).

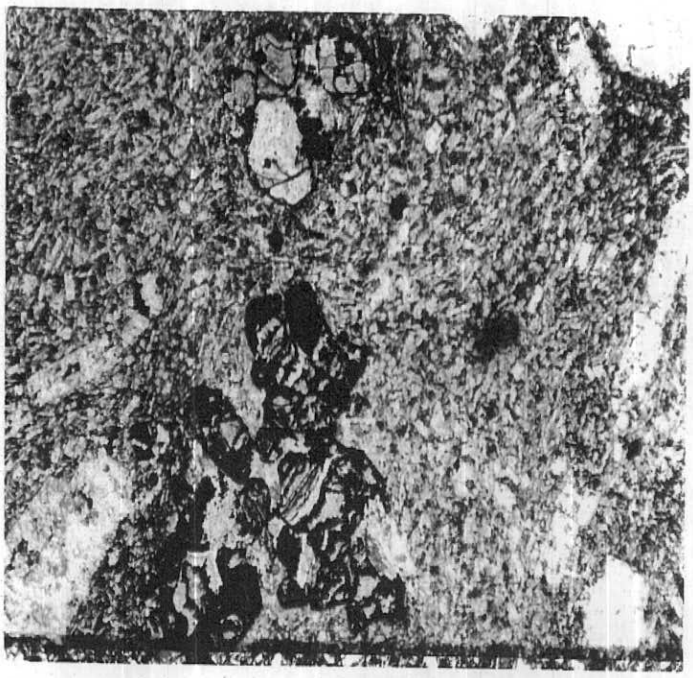
شکل شماره(۴-۲۲-ب)- تصویر میکروسکوپی تناوب لامینه های کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز در نور عادی. به شکل و بافت گل کلمی لامینه های باریک کوارتز و اکسیدهای آهن و منگنز توجه نمائید(بزرگنمایی۲۵).



شکل شماره(۴-۲۳-الف)- تصویر میکروسکوپی یک نمونه الیوین بازالت پورفیری که در آن فنوکریست‌های پلاژیوکلاز، الیوین و مقادیری کانی اوپاک از نوع مگنتیت حضور دارند. آپاتیت به صورت سوزنی در درون پلاژیوکلاز دیده می‌شود. الیوین به شدت برشی شده و به کلریت و اکسیدهای آهن تبدیل گردیده است. زمینه سنگ میکرولیتی است. حفرات موجود توسط کلسیت پرشده‌اند(بزرگنمایی،۲۵).



شکل شماره(۴-۲۳-ب)- تصویر میکروسکوپی بازالت پورفیری الیوین‌دار. در این تصویر تعداد زیادی بلورهای الیوین مشاهده می‌شود که به شدت دگرسان شده‌اند و به کانیهای گروه سرپانتین و اکسیدهای آهن تبدیل شده است. بعضی از پلاژیوکلازهای ریز موجود در متن سنگ به کلسیت دگرسان شده‌اند.



شکل شماره(۴-۲۳-ج)- تصویر میکروسکوپی بازالت پورفیری الیوین‌دار(نمونه نشان داده شده در شکل بالایی) در نور عادی. در این تصویر بلورهای الیوین با برجستگی بالا و حاشیه‌های تیره که حاصل تجمع اکسیدهای آهن ناشی از دگرسانی می باشند، مشخص می‌گردند.

۴- نمونه LAK-42

این نمونه که از زون سیلیسی برداشت گردیده است در آن تعداد زیادی تیغه‌های ریز و درشت باریت دیده می‌شود، فراوانی باریت در این سنگ به حدود ۵۰ درصد می‌رسد. باریت به صورت بلورهای کاملاً شکل‌دار تا بی‌شکل به صورت دانه‌های ریز و درشت دیده می‌شود. متن سنگ از مقادیر قابل توجهی سیلیس دانه‌ریز پر شده است. اکسیدهای آهن و منگنز به صورت لامینه‌ای به ضخامت چند میلیمتر نیز در این سنگ دیده می‌شود. بلورهای باریت ماکل کارلسباد نشان‌می‌دهند. کلسیت و سریسیت از جمله کانیهای ثانویه‌ای هستند که به مقدار کم در این سنگ یافت می‌گردند(به شکلهای ۴-۲۴-الف و ۴-۲۴-ب نگاه کنید).

۵- نمونه LAK-12 – بازالت پورفیری-الیوین‌دار

این سنگ دارای بافت پورفیری است. فنوکریسیت‌های آن پیروکسن و پلاژیوکلاز می‌باشند. پیروکسن نسبت به پلاژیوکلاز از فراوانی بسیار کمتری برخوردار است. فنوکریسیت‌های

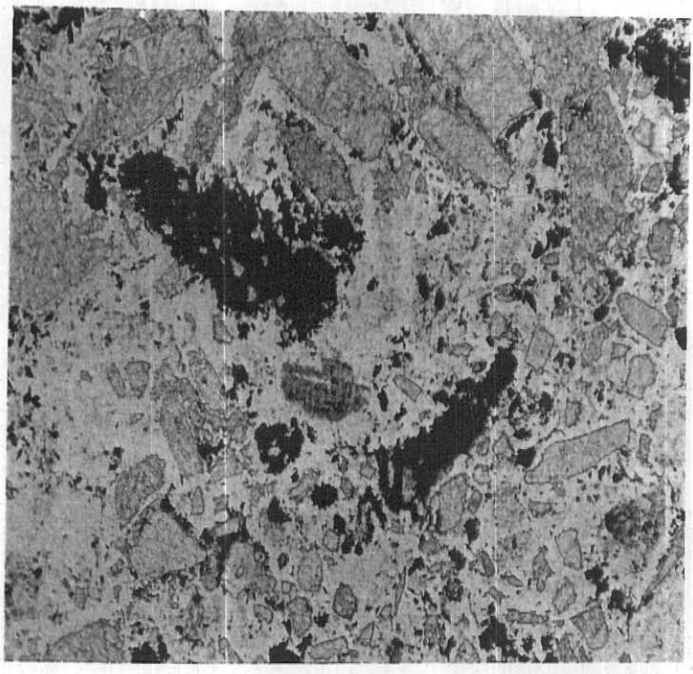
پلاژیوکلاز غالباً شکل‌دار هستند و در بعضی موارد به سریسیت دگرسان شده‌اند. بعضی از آنها نیز به کلسیت دگرسان گردیده‌اند بعضی از حفرات موجود در سنگ نیز توسط کلسیت پرشده است. همچنین این سنگ توسط رگه‌هایی قطع می‌شود که از کلسیت پرگردیده‌اند.

مقادیری کانی اوپاک احتمالاً مگنتیت یا مگنتیت تیتانیم‌دار نیز در این سنگ یافت می‌شود. زمینه سنگ بسیار ریزدانه است و غالباً از میکرولیت‌های پلاژیوکلاز تشکیل شده است. کانیهای اوپاک بسیار ریز زیادی در متن سنگ یافت می‌شوند. این سنگ حاوی الیوین نیز می‌باشد. الیوین به کانیهای گروه سرپانتین دگرسان شده است(به شکلهای ۴-۲۵-الف و ۴-۲۵-ب نگاه کنید).

۶- نمونه LAK-32

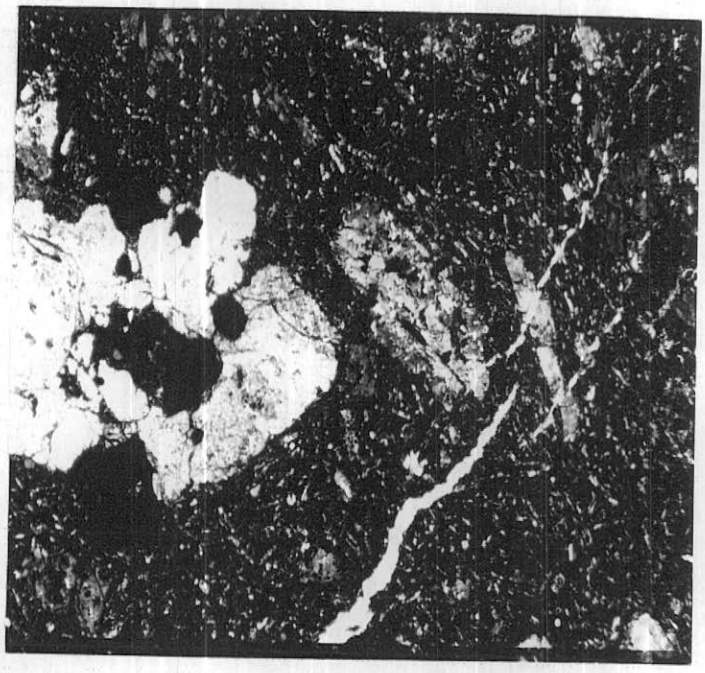
این سنگ از یک زون آرژیلی- سیلیسی برداشت شده است. متن این سنگ غالباً از بلورهای ریز کوارتز تشکیل شده است. همچنین بلورهای ریز سریسیت به صورت پولکهایی که در یک امتداد قرار گرفته‌اند، مشاهده می‌شوند. سریسیت، حاوی تغییر و تحولاتی است که بر پلاژیوکلازها تحمیل می‌شود. همراه این مجموعه، مالاکیت به صورت رگه‌ای و پرکننده فضای بین سایر کانیها یافت می‌گردد. همراه این رگه‌ها مقادیری اکسیدآهن و منگنز نیز وجود دارد. پلاژیوکلازهایی که به صورت فنوکریسیت در این سنگ یافت می‌شوند شدیداً دگرسان شده و به سریسیت تبدیل گردیده‌اند. در واقع اکسیدهای مس و کربنات مس(مالاکیت) به صورت لامینه‌ای همراه یکدیگر نهشته شده‌اند(به شکلهای ۴-۲۶-الف و ۴-۲۶-ب رجوع نمایید).

شکل شماره(۴-۲۴-الف)- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی شده که در آن باریت تیغه‌ای هم یافت می‌شود. بلورهای تیغه‌ای شکل باریت یا ماکل کارلسباد و رنگ خاکستری در بخش میانی تصویر دیده می‌شوند. زمینهٔ سنگ از بلورهای بسیار ریز کوارتز تشکیل گردیده است. مقادیر کمی اکسیدهای آهن و منگنز نیز در لابلای بلورهای باریت یافت می‌شود.

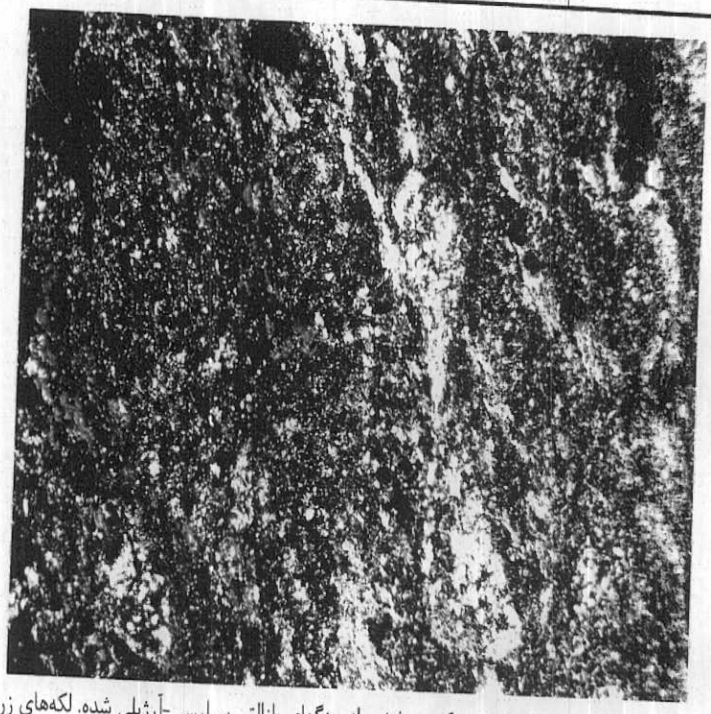


شکل شماره(۴-۲۴-ب)- تصویر میکروسکوپی بخشی از زون سیلیسی حاوی باریت. در این تصویر تعداد زیادی بلور باریت و مقادیری اکسیدآهن در نور عادی دیده می‌شود(نور عادی، بزرگنمایی ۲۵ برابر).

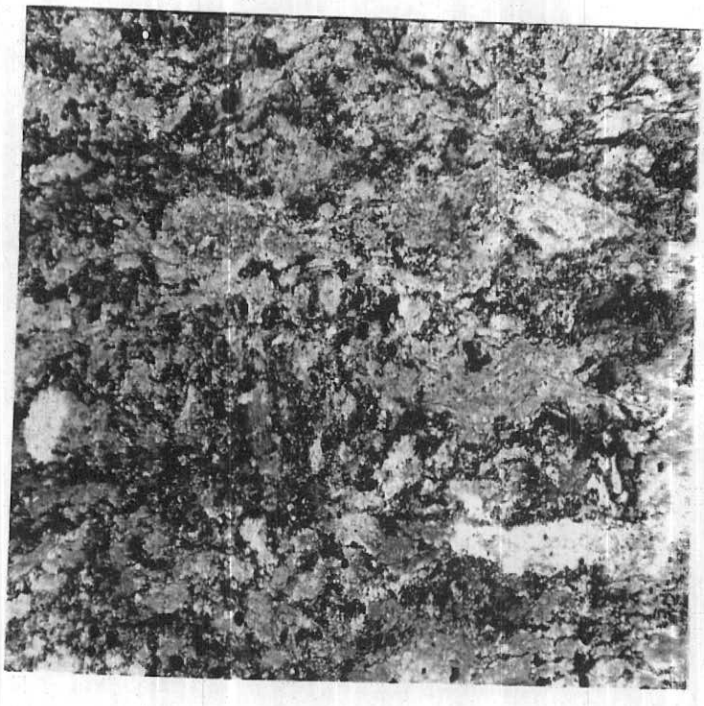
شکل شماره(۴-۲۵-الف)- تصویر میکروسکوپی یک نمونه بازالت پورفیری الیوین‌دار. در این تصویر فنوکریست‌های پلاژیوکلاز و الیوین یافت می‌شوند. پلاژیوکلاز به کلسیت دگرسان شده است. الیوین نیز به اکسیدهای آهن و کانیهای گروه سرپانتین دگرسان گردیده است. کانیهای گروه سرپانتین که احتمالاً از نوع کریزوتیل می‌باشد به صورت الیافی در بخش پائینی- مرکزی تصویر مشاهده می‌شوند(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۲۵ برابر).



شکل شماره(۴-۲۵-ب)- تصویر میکروسکوپی یک نمونه بازالت پورفیری. همانطور که در این تصویر مشاهده می‌کنید، حفره و رگه‌های ایجاد شده در سنگ توسط کلسیت پرشده‌اند. مقادیری کانیهای اوپاک نیز در متن سنگ دیده می‌شود. زمینه سنگ میکرولیتی و میکروکریستالین می‌باشد(در نور پلاریزه، بزرگنمایی ۲۵ برابر).



شکل شماره(۴-۲۶-الف)- تصویر میکروسکوپی بخشی از سنگهای بازالتی سیلیسی-آرژیلی شده. لکه‌های زرد رنگ موجود در این تصویر تجمعی از بلورهای ریز سریسیت، اکسیدهای آهن و اپیدوت می‌باشند(در نور پلاریزه، بزرگنمایی ۲۵ برابر).



شکل شماره(۴-۲۶-ب)- تصویر میکروسکوپی بخشی از سنگهای بازالتی دگرسان شده. رنگ زرد و کرمی قابل مشاهده در این تصویر ناشی از وجود سریسیت، اکسیدهای آهن و بلورهای ریز اپیدوت می‌باشد. دانه‌های اوپاک ریزدانه به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دگرسان گردیده‌اند(در نور پلاریزه، بزرگنمایی ۲۵ برابر).

۷- نمونه LAK-19

این سنگ بخشی از یک زون سیلیسی است که برشی شده و فضای بین درز و شکافها و دانه‌های تشکیل‌دهندهٔ سنگ توسط اکسیدهای آهن و منگنز پرگردیده‌اند. بافت لامینه‌ای و گل‌کلمی نیز در بخش دیگری از این سنگ مشاهده می‌شود که یکی از شواهد مؤید تشکیل این مجموعه از طریق نهشته‌شدن مواد تشکیل‌دهنده موجود در محلولهای گرمابی می‌باشد. اکسیدهای آهن به صورت پراکنده و لامینه‌ای در این سنگ یافت می‌گردند(به شکلهای ۴-۲۷-الف و ۴-۲۷-ب نگاه کنید).

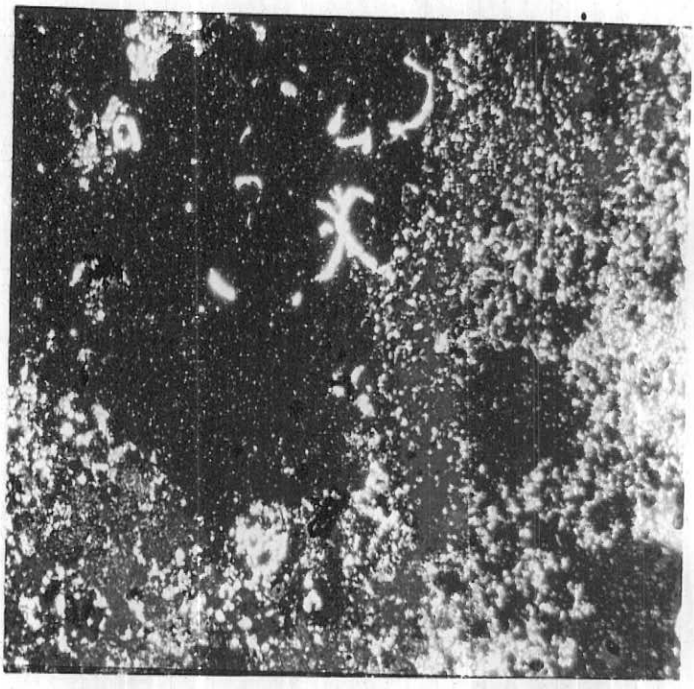
۸- نمونه LAK-61

این سنگ بشدت سیلیسی شده و تقریباً به صورت تک کانی درآمده است. بلورهای ریز کوارتز در سراسر سنگ دیده می‌شوند. شدت سیلیفیکاسیون متغیر است. به لحاظ اختلاف اندازه دانه‌ها، سنگ بافت ناهمگنی نشان می‌دهد. در متن سنگ بندرت بلورهای ریز اپیدوت نیز دیده می‌شود. مقادیری کانی اوپاک در این سنگ مشاهده می‌شود که بافت تقریباً اسفنجی نشان می‌دهند و به اکسیدهای آهن دگرسان گردیده‌اند و باعث آغشتگی سنگ به رنگ قهوه‌ای- قرمز شده‌اند(به شکلهای ۴-۲۸-الف و ۴-۲۸-ب رجوع کنید).

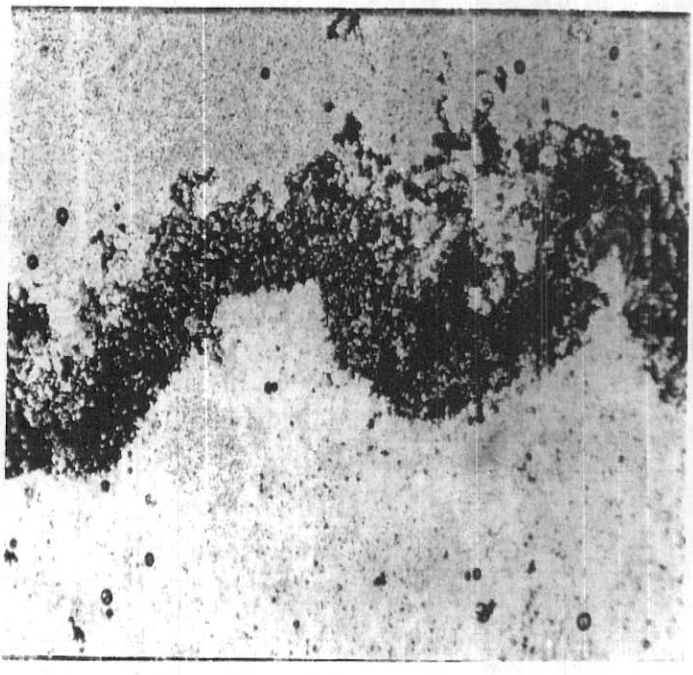
۹- نمونه LAK-14

این سنگ از یک زون بشدت سیلیسی شده برداشت گردیده و در آن بلورهای بسیار ریز تا ریز کوارتز به فراوانی دیده می‌شوند که عمده‌ترین کانی این سنگ می‌باشد. این سنگ در اثر فشارهای وارده برشی شده و فضای بین درز و ترکهای آن توسط محلولهای حاوی اکسیدهای آهن و کربناتهای مس پرشده‌اند. اکسیدهای آهن به وفور دیده می‌شوند. مالاکیت با رنگ سبز زیبا در رگه‌ها و در متن سنگ مشاهده می گردد. بعضی از دانه‌های کوارتز که به تنهایی یا به صورت مجتمع یافت می‌شوند نسبت به زمینه سنگ دانه درشت‌تر هستند. به نظر می‌رسد این نوع

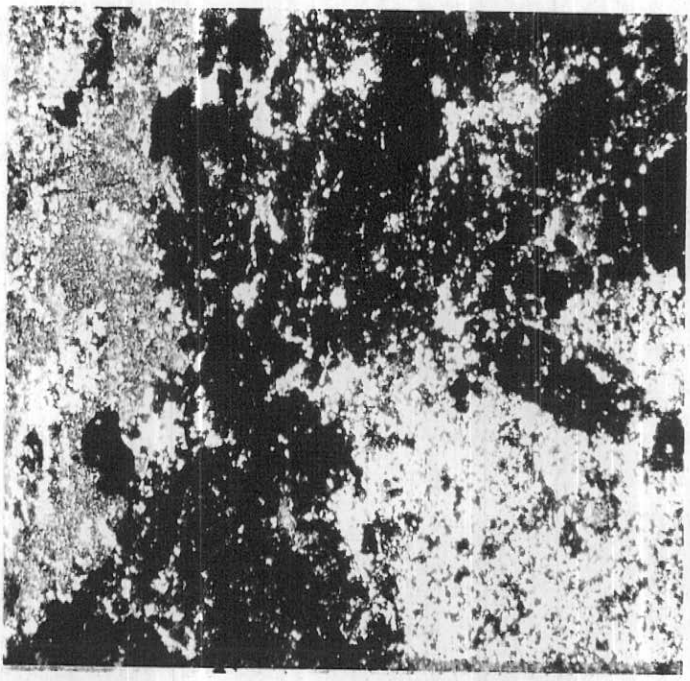
کوارتزها جانشین پلاژیوکلازهای از قبل موجود شده‌اند و نسبت به سیلیس‌های دانه‌ریزتر قدیمی‌تر می‌باشد(به شکلهای ۴-۲۹-الف و ۴-۲۹-ب رجوع نمایید).



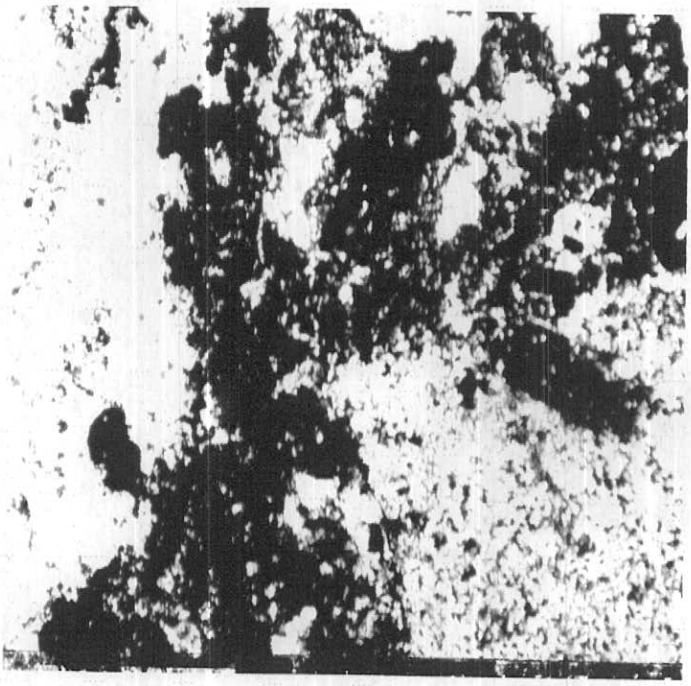
شکل شماره(۴-۲۷-الف)- در این تصویر بخشی از یک زون سیلیسی مشاهده می‌شود که حاوی بلورهای بسیار ریز کوارتز می‌باشد و در ضمن لامینه حاوی اکسیدهای آهن و منگنز به صورت دالبرمانند و بافت گل‌کلمی در این سنگ مشاهده می‌گردد.



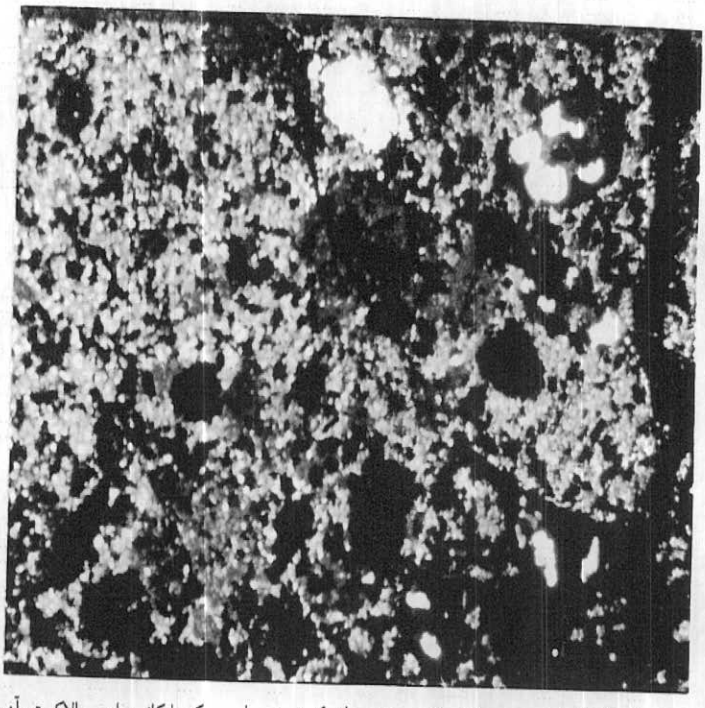
شکل شماره(۴-۲۷-ب)- تصویر میکروسکوپی یک زون سیلیسی بسیار دانه‌ریز(در نور عادی)، یک لامینه حاوی اکسیدهای آهن و منگنز در متن آن مشاهده می‌شود، به شکل مواج لامینه مذکور توجه نمایید.



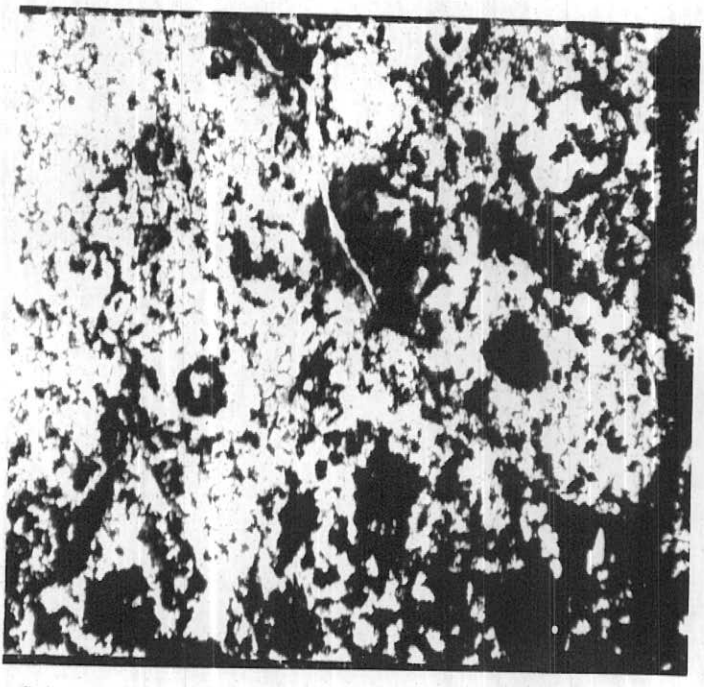
شکل شماره(۴-۲۸-الف)- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک سنگ بشدت سیلیسی شده که با مقادیری اکسیدهای آهن همراه می‌باشد. بخش های سیلیسی شده حاوی بلورهای بسیار ریز کوارتز می‌باشد(نور پلازیره، بزرگنمایی ۲۵).



شکل شماره(۴-۲۸-ب)- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی برشی شده که فضای بین درزه ها و شکستگی‌های آن توسط اکسیدآهن پر شده است(نور عادی، بزرگنمایی ۲۵).



شکل شماره(۴-۲۹-الف)- تصویر میکروسکوپی بخشی از یک زون سیلیسی که با کانی‌سازی مالاکیت، آزوریت، اکسیدهای آهن منگنز و احتمالاً سولفیدهای مس و سرب همراه است. کانیهای اوپاک احتمالاً سولفیدهای مس و سرب می‌باشند. مالاکیت و آزوریت حاصل دگرسانی سولفیدهای مس از جمله کالکوپیریت می‌باشند(در نور پلاریزه، ۲۵ برابر).

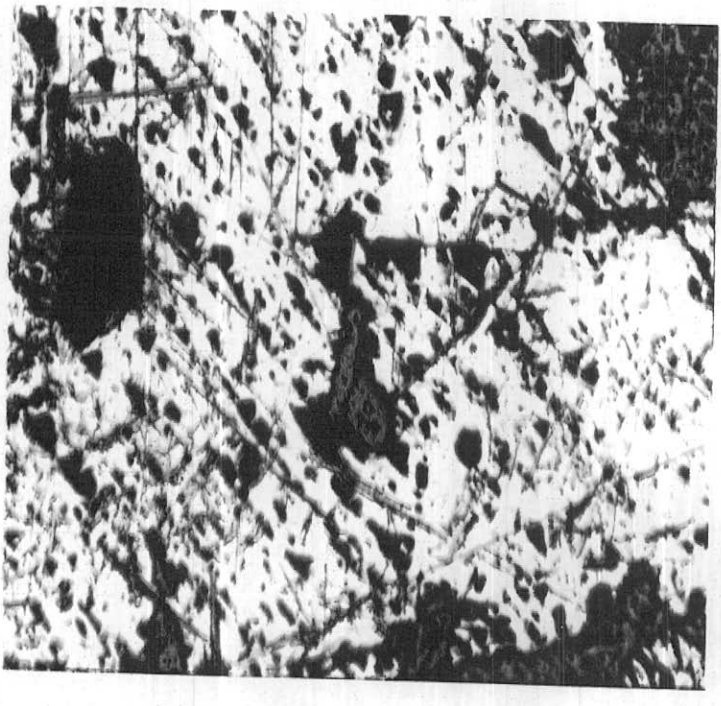


شکل شماره(۴-۲۹-ب)- تصویر همان بخش نشان داده در شکل ۴-۲۹-الف. در این تصویر کانیهای اوپاک -احتمالاً گالن و کالکوپیریت- و مقادیری دانه‌های ریز مالاکیت و کمی اکسیدهای آهن مشاهده می‌شود(نور عادی، بزرگنمایی۲۵ برابر).

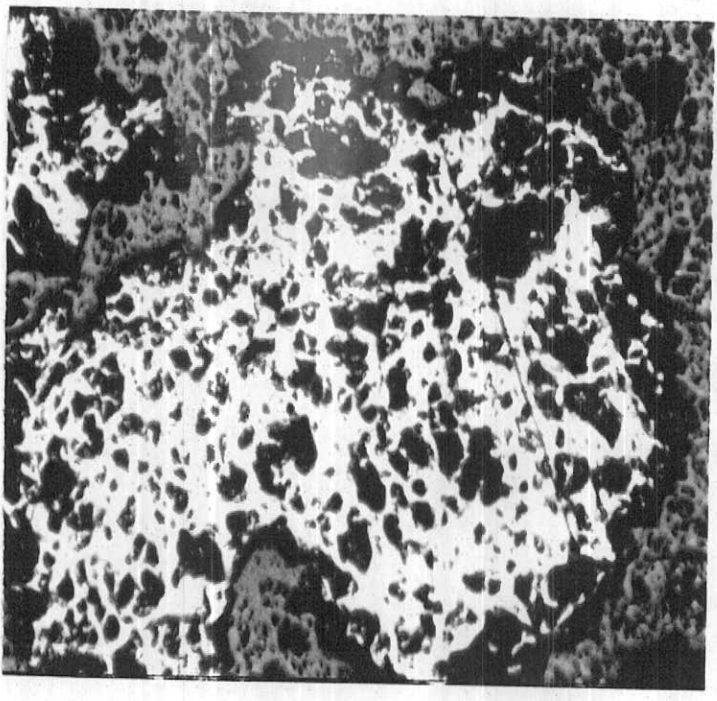
ب- مقاطع صیقلی

۱- نمونه شماره LAK-71

در نمونه دستی این سنگ گالن و کالکوپیریت به وضوح مشاهده می‌شوند. در بعضی موارد گالن کاملاً شکل‌دار است. در شکل‌های ۴-۳۰-الف و۴-۳۰-ب تصاویری از این سنگ دیده می‌شود. کوارتز گانگ اصلی همراه این کانیها می‌باشد. بعضاً از کالکوپیریت به مجموعه‌ای از اکسیدهای آهن دگرسان گردیده است.



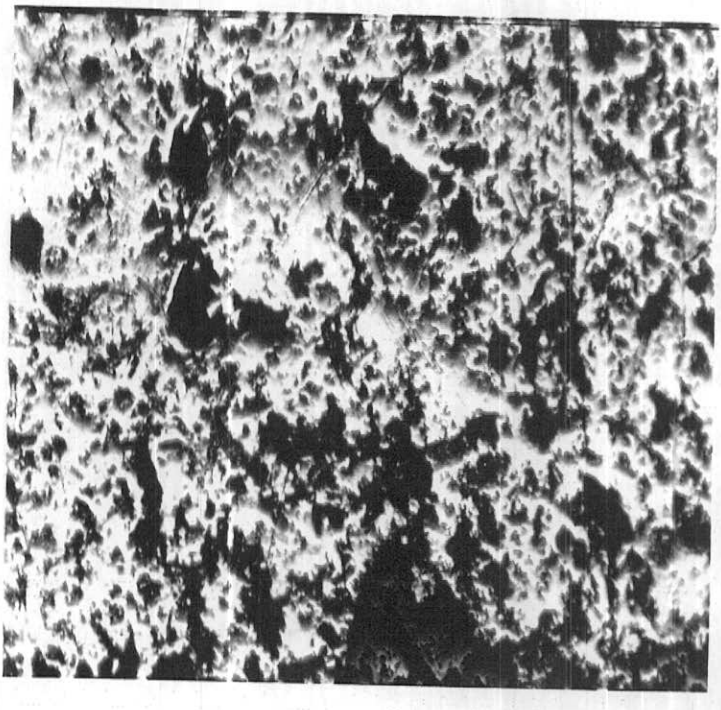
شکل شماره(۴-۳۰-الف)- تصویر میکروسکوپی گالن در نور پلاریزه. به اشکال سوزنی شکل حاصل از تلاقی سه دسته رخ گالن توجه نمایید(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



شکل شماره(۴-۳۰-ب)- تصویری از یک بلور بزرگ کالکوپیریت که بافت غربالی نشان می دهند. قطعات تیره‌رنگ موجود در آن، بخشهایی از سنگ میزبان می باشند.

۲- نمونه شماره LAK-15/1

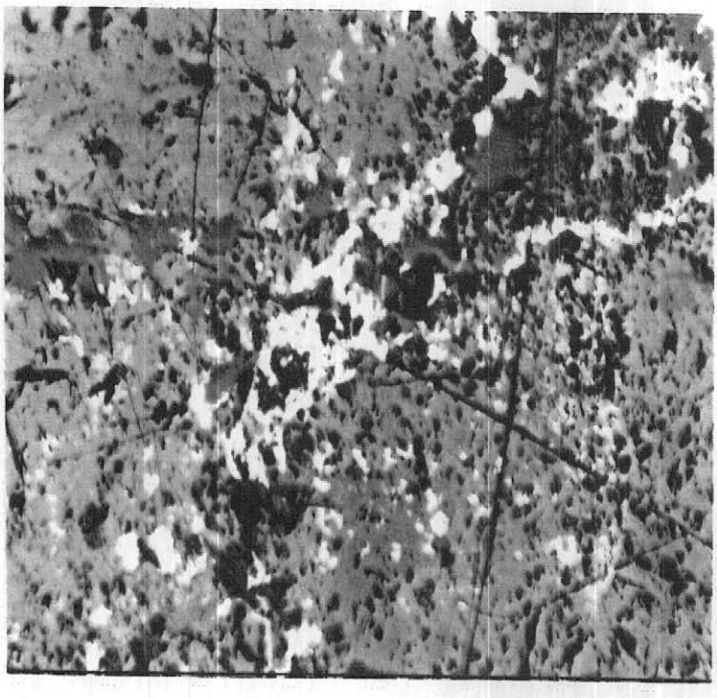
در نمونه دستی این سنگ بلورهای درشتی از کالکوپیریت دیده می‌شود که توسط گالن در برگرفته شده‌اند، این موضوع مبین آنست که تبلور کالکوپیریت در تبلور گالن مقدم بوده است. همراه این مجموعه مقادیری اکسید و هیدروکسید آهن نیز مشاهده می شود. کالکوپیریت به صورت پراکنده و لامینه‌ای نیز در این سنگ یافت می‌گردد(شکل ۴-۳۱).



شکل شماره(۴-۳۱)- تصویر میکروسکوپی یک بلور درشت کالکوپیریت که در بعضی نقاط به کوولین دگرسان گردیده است(گوشه سمت راست، پائین تصویر). قسمت عمدهٔ متن سنگ را کالکوپیریت فرا گرفته است.

۳- نمونه شماره LAK-43

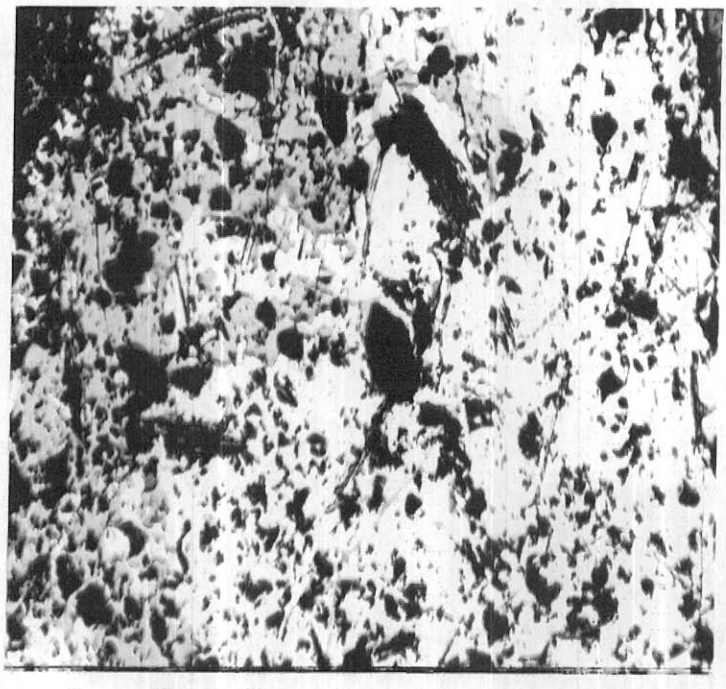
در نمونه دستی این سنگ اجتماعی مالاکیت و آزوریت مشاهده می‌شود که به علت داشتن رنگهای سبز و آبی جلای خاصی به سنگ بخشیده‌اند. نمونه مزبور از یک زون سیلیسی برداشت گردیده و کوارتز گانگ اصلی آن می باشد. مقادیری اکسید و هیدروکسیدآهن که حاصل دگرسانی کانیهای آهن‌دار می باشد نیز در این سنگ یافت می گردد. با توجه به مطالعه مقطع صیقلی این سنگ حاوی کالکوپیریت و کوولین نیز می باشد(شکل ۴-۳۲).



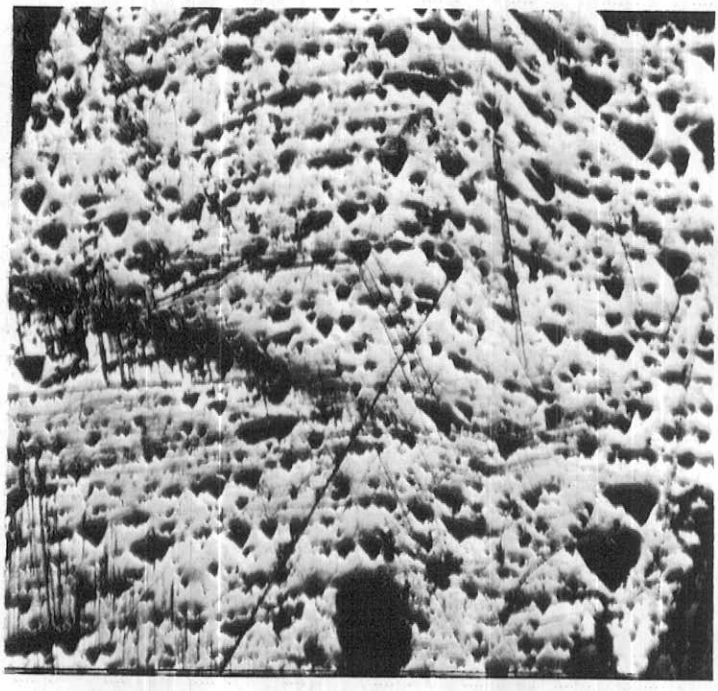
شکل شماره(۴-۳۲)- تصویر میکروسکوپی نشان دهندهٔ دانه‌های ریز و پراکنده کالکوپیریت است. در این تصویر آزوریت نیز دیده می‌شود که به صورت لکه‌های کدر متمایل به آبی ظاهر شده است(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).

۴- نمونه شماره LAK-47/2

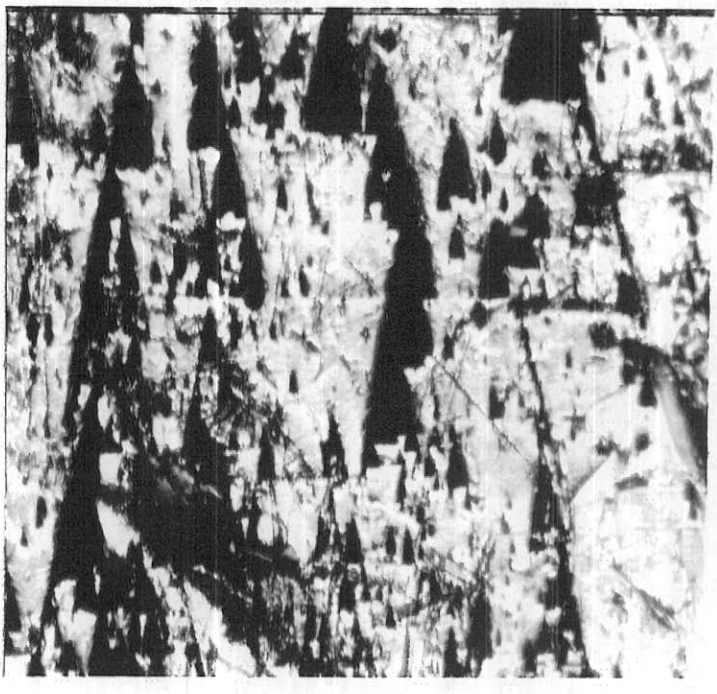
در نمونه دستی این سنگ مقادیر قابل ملاحظه‌ای بلور گالن و مقادیر اندکی گالن مشاهده می‌شودکه با گانگ سیلیسی(کوارتز) همراه هستند. مطالعه مقطع صیقلی این سنگ نشان می‌دهد که کانی اسفالریت نیز در این سنگ حضور دارد و دارای رابطه نزدیکی با کالکوپیریت می‌باشد. نتیجه آنالیز شیمی این سنگ نیز این نکته را تأیید می کند. این نمونه حاوی ۷۶۳۶ پی پی‌ام روی می‌باشد. تصاویر ارائه شده در شکلهای ۴-۳۳-الف، ۴-۳۳-ب و ۴-۳۳-ج معرف حضور گالن در این سنگ می‌باشند. اشکال مثلثی جالبی در بلورهای گالن این سنگ مشاهده می‌شود. کوولین که یک کانی حاصل دگرسانی کالکوپیریت می‌باشد نیز در این سنگ یافت می گردد.



شکل شماره(۴-۳۳-الف)- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهندهٔ حضور کالکوپیریت و اسفالریت در کنار یکدیگر، کالکوپیریت با رنگ زرد و اسفالریت با رنگ خاکستری متمایل به سفید مشاهده می شود. لکه‌های آبی پراکنده موجود در تصویر کوولین می باشند، در بعضی موارد آزوریت نیز دیده می‌شود(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



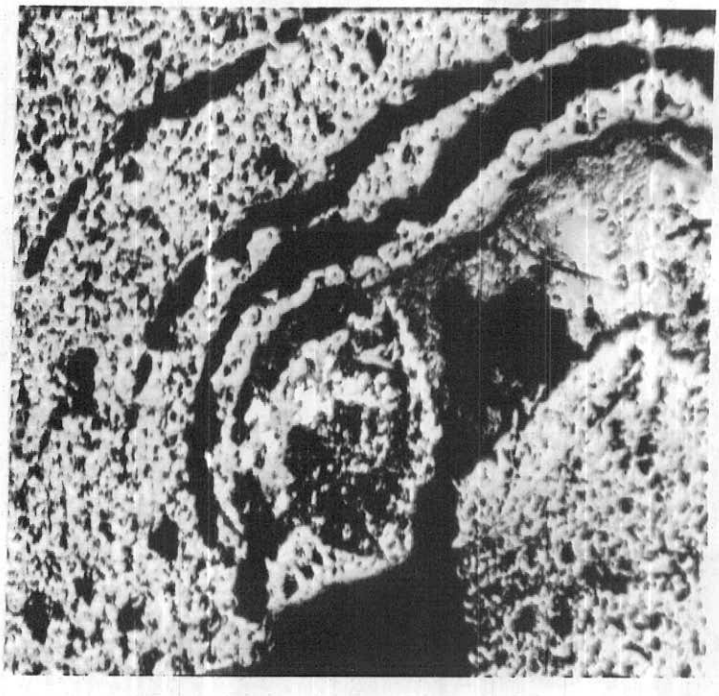
شکل شماره(۴-۳۳-ب)- تصویر میکروسکوپی یک کانی گالن که در آن فضاهای مثلثی زیبا به مقدار زیاد دیده می‌شود. این اشکال یکی از ویژگیهای بارز گالن می‌باشند(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



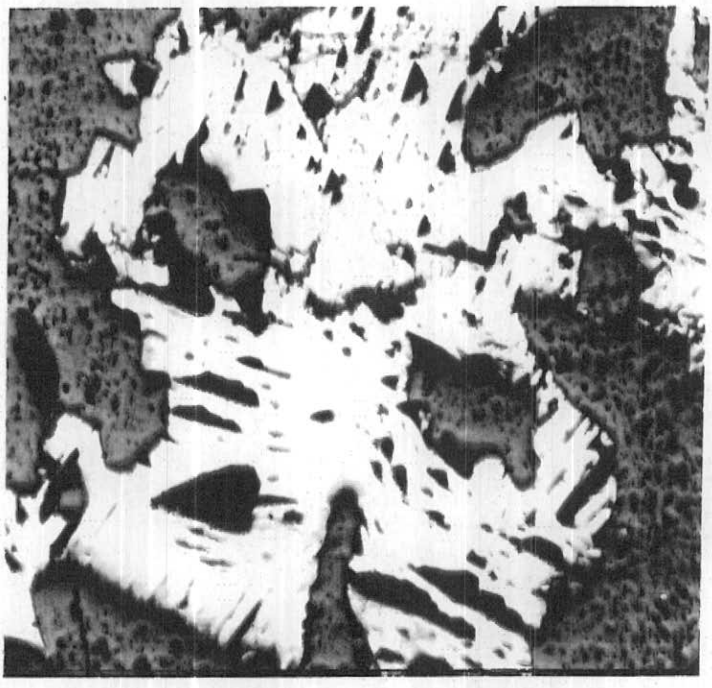
شکل شماره(۴-۳۳-ج)- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده اشکال مثلثی بارز مشخصهٔ کانی گالن. گالن کل زمینه تصویر را فرا گرفته است(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).

۵- نمونه شماره LAK-39

این نمونه از یک زون سیلیسی حاوی دانه‌های پراکنده گالن و کالکوپیریت برداشت گردیده است. گالن به طور پراکنده در سطح سنگ مشاهده می شود ولی با توجه به مطالعه مقطع این سنگ و مشاهده نمونه دستی این سنگ متوجه می شویم که کالکوپیریت به شدت دگرسان گردیده و به مجموعه‌ای از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن مبدل گردیده است و فقط بقایایی از آن برجای مانده است(شکل ۴-۳۴-الف). در شکل ۴-۳۴-ب تصویری از بلورهای گالن موجود در این سنگ ارائه شده است. به اشکال مثلثی بارز قابل مشاهده در آن دقت نمایید.



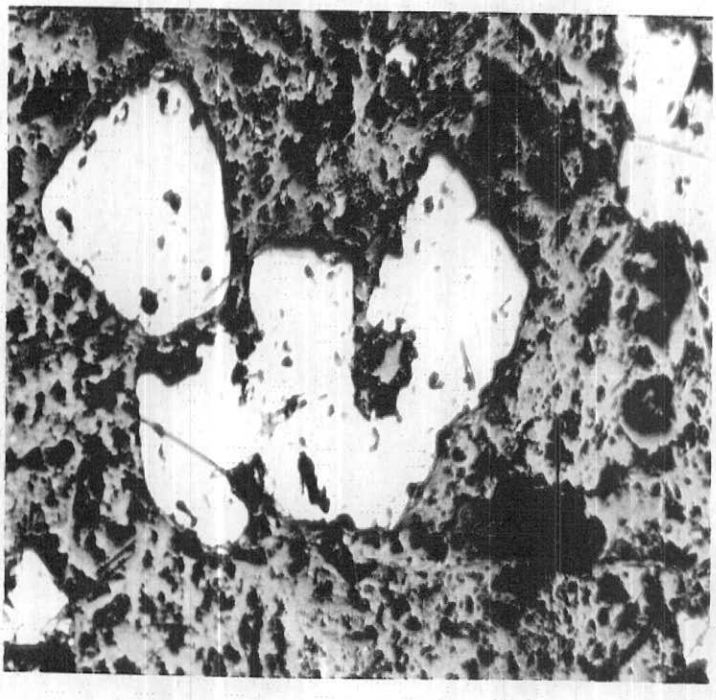
شکل شماره(۴-۳۴-الف)- در این تصویر بقایایی از کانه کالکوپیریت را می‌بینیم که توسط مجموعه‌ای از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن که دارای بافت گل کلمی هستند احاطه شده اند. در واقع این مجموعه حاصل دگرسانی کالکوپیریت می‌باشد. کوولین نیز به مقدار کم در بخش مرکزی تصویر یافت می‌شود.



شکل شماره(۴-۳۴-ب)- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهندهٔ حضور بارز گالن است. رخهای مثلثی بارز گالن در این تصویر مشاهده می شود(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).

۶- نمونه شماره LAK-9

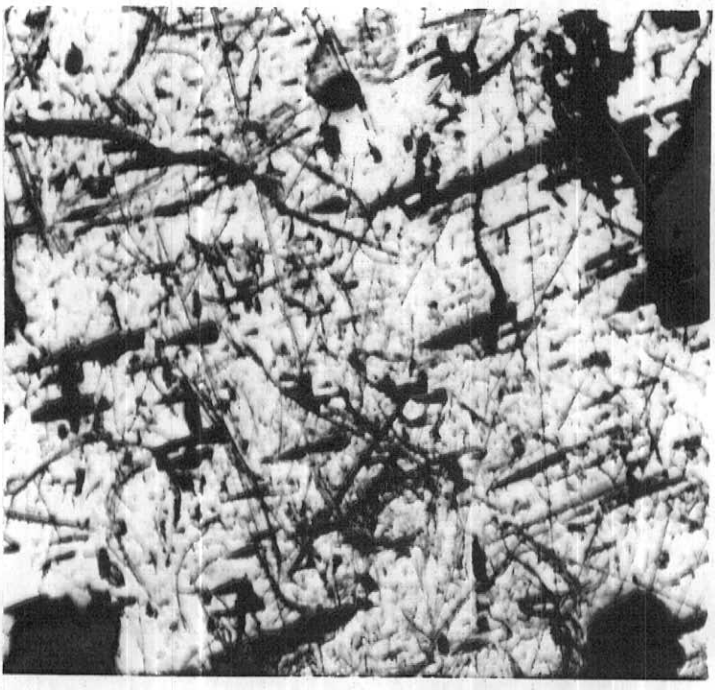
این نمونه یک سنگ بازالتی پورفیری الیوین دار است که پلاژیوکلاز، پیروکسن و الیوین فنوکریست‌های آن می‌باشند. زمینه سنگ تیره است و حاوی بلورهای ریز میکرولیتی پلاژیوکلاز و تعدادی بلورهای ریز پیروکسن و الیوین می‌باشد. در تصویر گرفته شده از مقطع صیقلی این سنگ کانی مگنتیت به وضوح دیده می شود. این کانی دارای حاشیه‌های گردشده و ادخالهایی از سنگ میزبان می‌باشد(به شکل ۴-۳۵رجوع کنید).



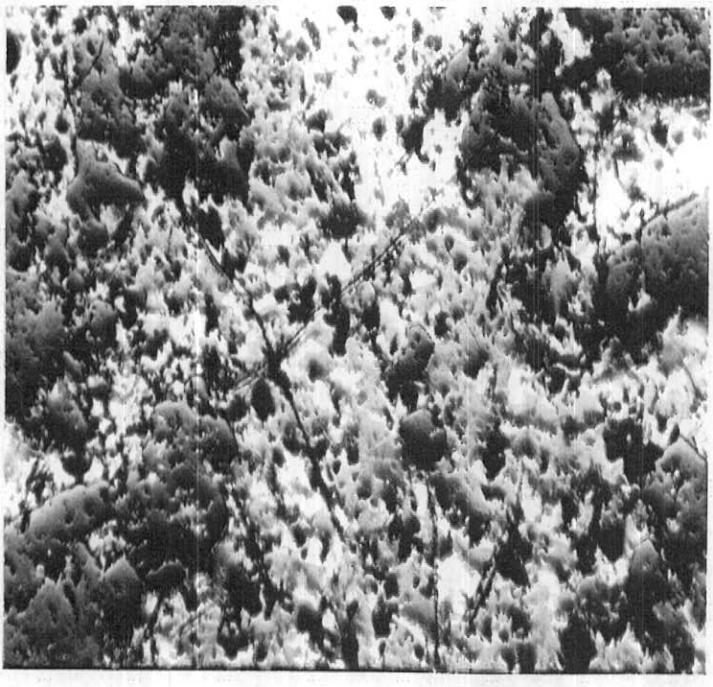
شکل شماره(۴-۳۵)- تصویر میکروسکوپی کانی مگنتیت. این کانی به صورت ادخال در کانیهای پیروکسن و الیوین یافت می‌شود، بصورت ریزدانه در متن سنگ نیز حضور دارد(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر)

۷- نمونه شماره LAK-55

در نمونه دستی این سنگ همراه با گالن و کالکوپیریت، مقدار زیادی اکسید و هیدروکسیدهایی از گوتیت و هماتیت دگرسان گردیده است. در شکلهای ۴-۳۶-الف و۴-۳۶-ب تصاویری که معرف وجود کانیهای گالن، کالکوپیریت و کوولین می‌باشد ارائه شده است.



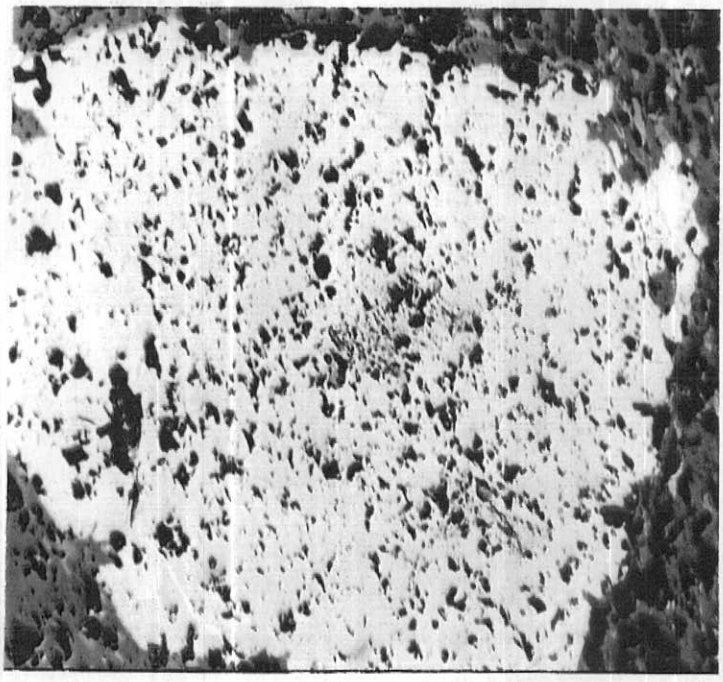
شکل شماره(۴-۳۶-الف)- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور گالن، همراه با اشکال مثلثی بارز و مشخصه گالن است(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



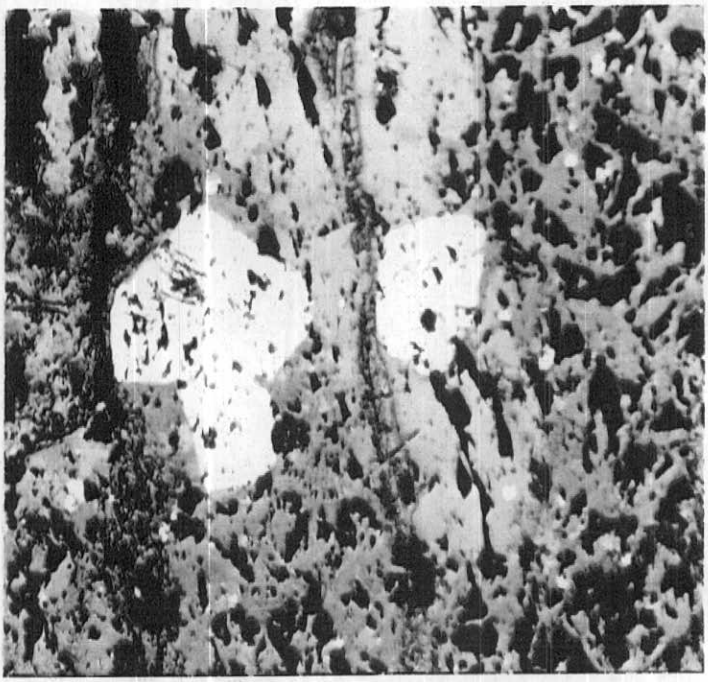
شکل شماره(۴-۳۶-ب)- تصویر میکروسکوپی نشان‌دهندهٔ وجود کالکوپیریت است. در بعضی موارد کالکوپیریت به کوولین دگرسان گردیده است، کوولین به صورت دانه‌های ریز و گاهی رشته‌ای در متن سنگ یافت می‌شود(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).

۸- نمونه شماره LAK-47

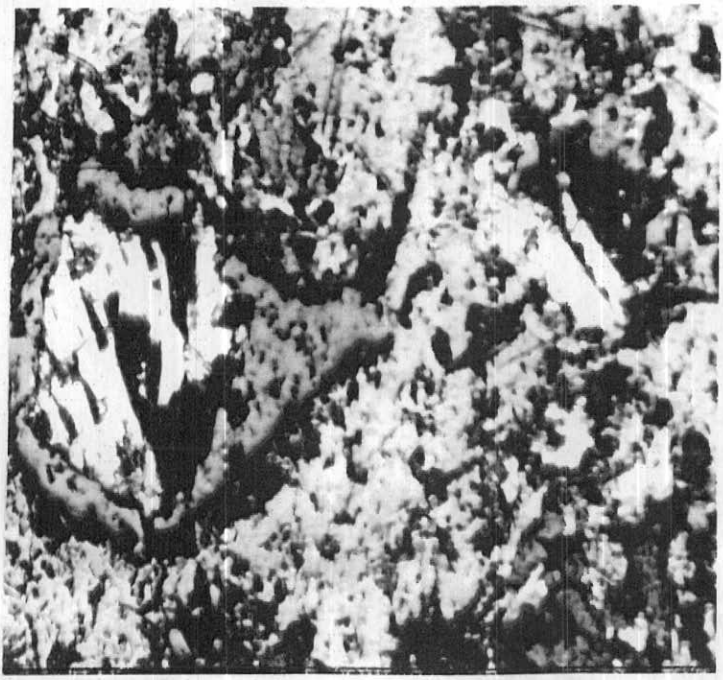
لازم به ذکر است این مگنتیت‌ها در سنگ‌های بازالتی- آندزیتی یافت می‌شوند و اولیه بـه حساب می‌آیند و از طریق تبلور مـاگمـایی حـاصل گردیده‌انـد. تصـاویر دیـگری از ایـن پدیـده در شکلهای ۴-۳۷-الف، ۴-۳۷-ب و ۴-۳۷-ج ارائه شده‌اند.



شکل شماره(۴-۳۷-الف)- تصویر میکروسکوپی یک نمونه مگنتیت که غنی از ادخال می‌باشد و در ضمن در راستای بعضی روندهای خطی به هماتیت دگرسان گردیده است. هماتیت به صورت خطهایی با رنگ روشن‌تر در متن مگنتیت یافت می‌شود(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



شکل شماره(۴-۳۷-ب)- تصویر میکروسکپی مبین حضور مگنتیت که در بعضی موارد به هماتیت دگرسان شده است(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).



شکل شماره(۴-۳۷-ج)- تصویر میکروسکوپی نشان دهندهٔ حضور بارز مگنتیت در متن سنگ‌های بازالت پورفیری است(نور پلاریزه، بزرگنمایی ۵۰ برابر).