وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
مدیریت ژئومتیکس

گزارش موضوعی شماره ۲

بررسی ذخایر آنتیموان در ایران و جهان

اردیبهشت ماه ۱۳۸۰

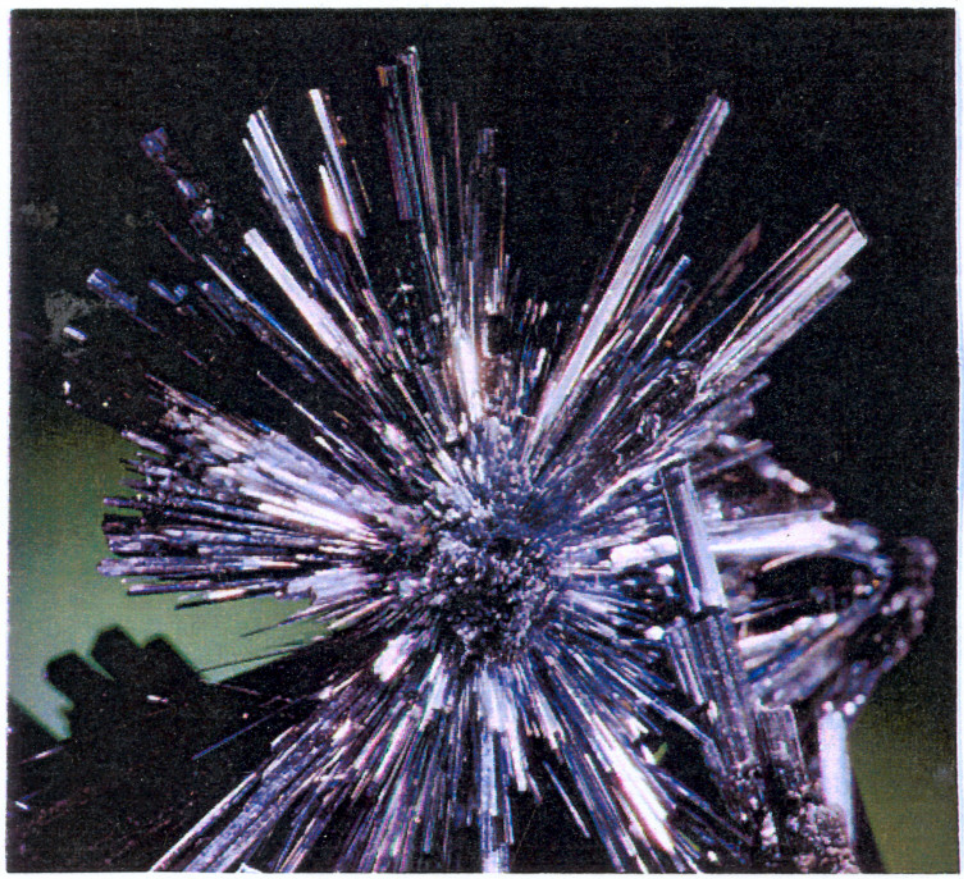
TN
۴۹۰
۲۰۰۰ ل
کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
مدیریت ژئومتیکس

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ: ۸۰/۳/۸
شماره ثبت: ۸۰۰۱۱

گروه اطلاعات زمین مرجع

بررسی ذخایر آنتیموان در ایران و جهان



تهیه کنندگان:
علیرضا جعفری راد–سید تقی دل آور
مانا رحیمی–محمد صادقی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه ۱

فصل اول : کلیات

۱-۱- تاریخچه ۲

۱-۲- کلیاتی در مورد فلز آنتیموان ۲

۱-۳- مشخصات فیزیکی آنتیموان ۴

۱-۴- ژئوشیمی آنتیموان ۴

۱-۵- موارد مصرف آنتیموان ۵

فصل دوم : کانی‌شناسی و انواع کانی‌زایی

۲-۱- کانی‌شناسی آنتیموان ۸

۲-۲- رده‌بندی کانسارهای آنتیموان ۲۱

۲-۳- انواع ذخایر کانسارهای آنتیموان ۲۴

فصل سوم : ذخایر آنتیموان در ایران و جهان

۳-۱- کلیاتی در مورد وضعیت جهانی آنتیموان ۲۵

۳-۲- پراکندگی ذخایر آنتیموان در ایران ۳۰

- پراکندگی کانسارها و اندیس‌های آنتیموان در شمال غرب ایران ۳۵

- کانسار آنتیموان داشکسن ۳۵

فهرست مطالب

عنوان صفحه

- کانسار آنتیموان مغانلو ۴۱
- اندیسها و معادن آنتیموان منطقه افشار ۴۵
- کانسار آرسنیک، طلا، آنتیموان زرشوران ۴۵
- کانسار آنتیموان بالدرقانی ۴۸
- کانسار آنتیموان بخیر بلاغی ۵۳
- کانسار آنتیموان شوکتو ۵۳
- کانسار آنتیموان طلادار آغدره ۵۳
- نشانه معدنی آنتیموان عربشاد ۵۷
- نتیجه‌گیری در مورد نقاط معدنی منطقه افشار ۵۷
- نشانه معدنی فقیره ۵۷
- رگه آنتیمونیت در ناحیه آتش خسرو - اهر ۵۸
- پراکندگی کانسارها و اندیس‌های آنتیموان در شرق و شمال شرق ایران ۶۰
- کانسار آنتیموان گردنه کوه سرخ کاشمر ۶۰
- کانسار آنتیموان شورآب ۶۷
- کانسار آنتیموان سه قلعه ۷۳
- کانسار آنتیموان شنه محمود ۷۵
- نشانه معدنی آنتیموان تک سنگو (سنگ سنگوتا) ۷۵
- منشاء آنتیموان‌زایی در ناحیه شوراب ۷۶
- نشانه معدنی آنتیموان سیرزال تربت جام ۷۷

فهرست مطالب

عنوان صفحه

- نشانه معدنی آنتیموان قصون کاشمر ۷۹
- کانسار آنتیموان چشمه‌زرد ارغش ۷۹
- کانسار آنتیموان پشت کله نگینان ۸۳
- کانسار آنتیموان سفیدابه ۸۴
- پراکندگی کانسارهای آنتیموان در ایران مرکزی ۸۹
- کانسار آنتیموان پتیار ۸۹
- کانسار آنتیموان ترکمنی ۹۲

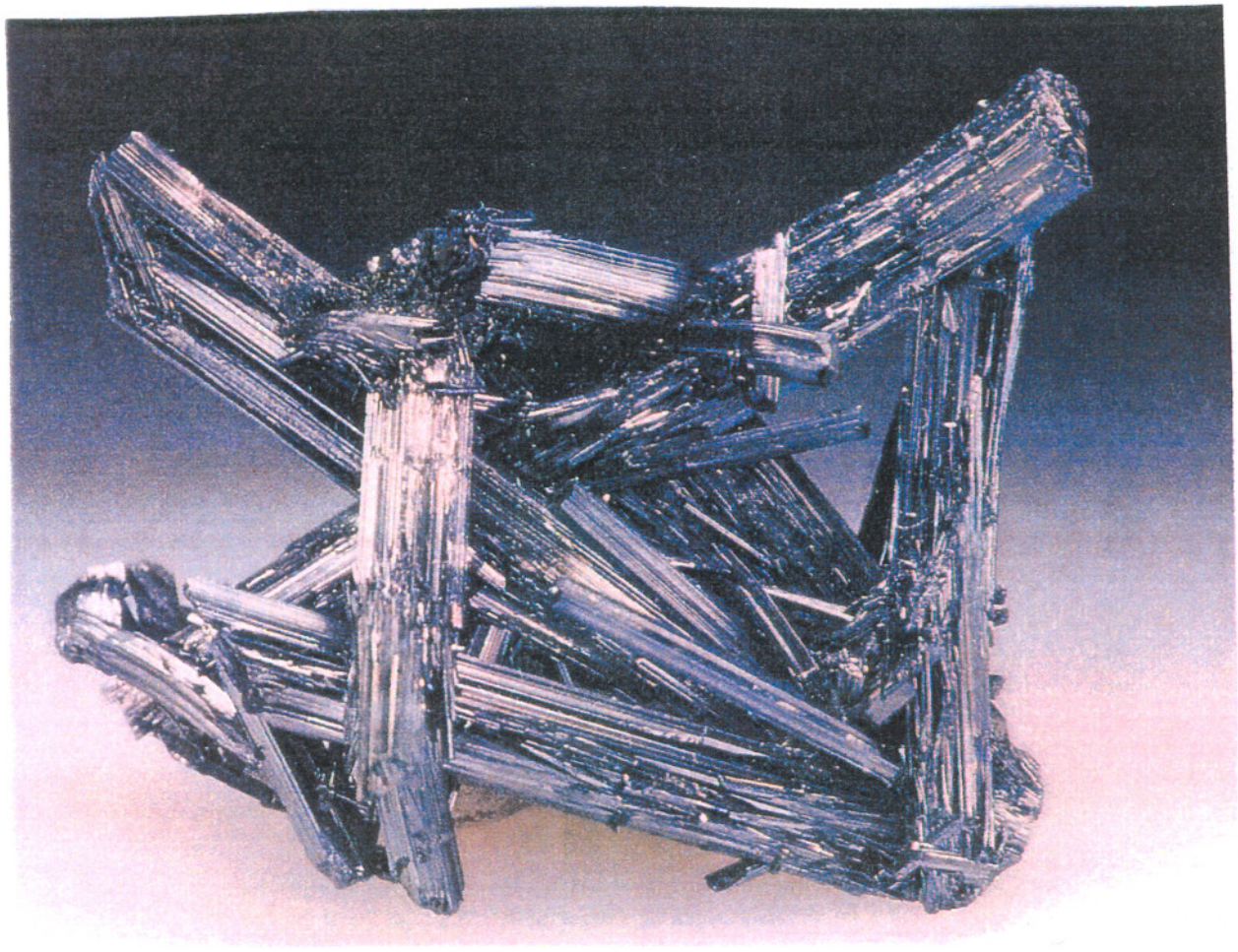
فصل چهارم: بررسی وضعیت اقتصادی آنتیموان

۱-۴- وضعیت جهانی قیمت آنتیموان ۹۵
۲-۴- میزان تولید آنتیموان ۹۹
۳-۴- موارد تکمیلی ۱۰۴
۴-۴- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات اکتشافی ۱۱۱
۱-۴-۴- تیپ‌های کانی‌زایی آنتیموان در گستره ایران ۱۱۱
۲-۴-۴- نتیجه‌گیری ۱۲۷
- تشکر و قدردانی ۱۲۸
- منابع ۱۲۹

مقدمه

آنتیموان یکی از فلزات قدیمه است که از آغاز تاریخ نقش این فلز بر بشر معلوم بوده است در روزگاران کهن نیاکان ما آنتیموان را در کانی استینبیت به نام سنگ سرمه می‌شناختند که در قدیم‌الایام آنرا در داروهای پزشکی و آرایشی زنان (سرمه) به کار می‌بردند. از آنجائیکه آنتیموان یک فلز استراتژیک محسوب شده و در صنایع دفاعی برای ساخت گلوله و خمپاره و وسایل تولید دودهای سفید غلیظ برای استتار زیاد بکار می‌رود و همچنین در صنایع دیگر و مصارف پزشکی کاربرد فراوان دارد لذا این فلز به صورت یک فلز مهم به حساب می‌آید. از اینرو سعی شده که وضعیت آنتیموان با نگرشی ویژه به جایگاه آن در ایران و جهان بررسی شده و تمامی اطلاعات و بررسی‌های انجام شده در مورد این فلز در ایران به طور کامل جمع‌آوری گردد تا راه را جهت شناسائی بیشتر و ارائه طرحهای اکتشافی جامع برای این فلز باز کند. این گزارش در ۴ فصل گردآوری شده است. در فصل اول که کلیات است مختصری در مورد تاریخچه و مشخصات فیزیکی و شیمیائی و موارد مصرف آنتیموان صحبت شده است. فصل دوم در مورد کانی‌شناسی و انواع کانه‌زایی کانسارهای آنتیموان می‌باشد. در فصل سوم ذخائر آنتیموان ایران و جهان بررسی شده و به ذخائر و اندیسهای شناخته شده آنتیموان در ایران اشاره شده و همچنین تولید کننده‌های عمده آنتیموان در جهان مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. فصل آخر به بررسی وضعیت اقتصادی آنتیموان از لحاظ قیمت و میزان تولید و مصرف می‌پردازد و ذخایر ایران با سایر کشورها مقایسه شده است امید است که این گزارش بتواند اهمیت این فلز را در پیشرفت صنعت نشان داده و راهگشایی برای ارائه و انجام طرحهای اکتشافی جدید در مناطقی که از لحاظ آنتیموان امیدبخش هستند باشد.

ANTIMONY



فصل اول

فصل اول: کلیات

۱-۱- تاریخچه :

کانی استیبنیت را آدمی از ۴ هزار سال پیش می‌شناخته و در آرایش چشمها و مصارف دارویی دیگر بکار می‌گرفته است. کشف این ماده در گورهای مصریان باستان این گفته را به اثبات می‌رساند. نامهای مختلفی از قبیل سنگ سرمه، استیمی، کحل و... برای این کانی استفاده می‌شده است. واژه آنتیموان از دو بخش یونانی آنتی و مونوس تشکیل شده است که به معنای فلزی است که بندرت به تنهایی یافت می‌شود. و این به خاطر ویژگیهای مشترک زمین‌شناسی این فلز با آرسنیک و جیوه است که باعث شده تفکیک کانسارهای این مواد از یکدیگر خیلی آسان نباشد.

تولید تجارتی و کاربرد عمده آن از سده بیستم آغاز شده و با گسترش و پیشرفت صنایع اهمیت آن روبه افزایش است. شکل صفحه بعد استفاده از آنتیموان را در سکه‌های قدیمی نشان می‌دهد.

۲-۱- کلیاتی در مورد فلز آنتیموان

نخستین دانشمندی که درباره روشهای استحصال و گداز آنتیموان از مواد اولیه و تهیه نمکهای گوناگون آن اطلاعاتی داده شخصی به نام Basil Volentite در سده ۱۵ میلادی است کانی Volentite به فرمول Sb_2S_3 به افتخار این شخص نامگذاری شده است.

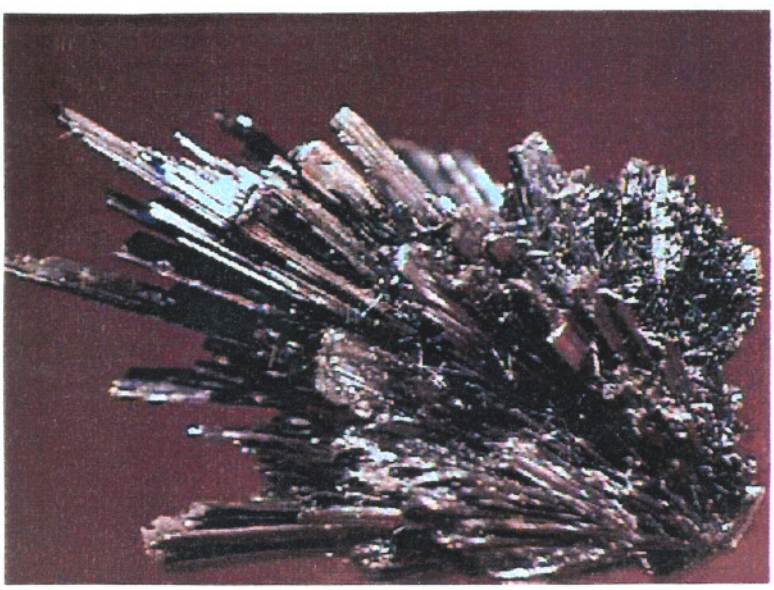
آنتیموان اغلب به صورت عنصر ثابت و پایدار شکل نمی‌گیرد و به طور عمده به اشکال سولفیدها و سولفوسالتها مانند استیبنیت، تتراهدریت و غیره یافت می‌شود. همچنین به صورت اکسیدی مانند والنتینیت، استیبیکونیت و غیره یافت می‌شود.

Antimony Coin

Stephen Tai
Feb.15, 1998

Obverse: The 20th Year of **Zhong Hua Ming Kuo** (1931)
Reverse: Emblem of the Republican Government
Minted in **Kweichow** Province
Antimony Coin as 10 cash
Krause & Mishler Standard Catalog: Y#429
Dimension: 20mm
Weight: 5g

سکه از جنس فلز آنتیموان



کانه استیبنیت

۳-۱- مشخصات فیزیکی آنتیموان

آنتیموان خالص، به رنگ سفید نقره‌ای تا خاکستری فلزی است که بر اثر هوازدگی بـه رنگ خاکستری تیره تبدیل می‌شود و به صورت بلوری دیده می‌شود. جلای فلزی دارد که هوازدگی این جلا را تیره و تار می‌کند. سیستم کریستالی آن تریگونال بوده و دارای یکسری رخ واضـح می‌باشد. سختی ۳/۵-۳ و چگـالی ۶/۷-۶/۶ از دیگـر خـصوصیات فـیزیکی آن است. رسـانایی گرمایی آن کم می‌باشد. آنتیموان خالص در طبیعت بسیار کمیاب است و دمای گداز آن $631^{\circ}c$ و بسیار شکننده است.

۴-۱- ژئوشیمی آنتیموان

آنتیموان دارای دو ایزوتروپ با عدد جرمی ۱۲۱ و ۱۲۳ است که دومی فراوانتر است کلارک آن در پوسته زمین 5×10^{-5} است ولی ضریب تمرکز آن بسیار بالاتر و در سنگهای آذرین تـا 5×10^{-4} می‌رسد. آنتیموان عنصری گوگرد گرا (کلکوفیل) است و خاصیت ضعیف سیدروفیلی دارد از اینرو در ترکیب لیتوسفر تقریباً کمیاب است. از پاراژنزهای آن مـی‌توان بـه آرسـنیک،

جیوه، نقره و طلا اشاره کرد. به طور معمول کانیهای اقتصادی آنتیموان (استیبنیت) در واپسین گامه‌های فاز گرمائی - اپی ترمال پدید می‌آیند بنابراین ذخیره‌های اقتصادی آنتیموان بطور معمول در نزدیک سطح زمین تشکیل میگردند.

۵-۱- موارد مصرف آنتیموان

به موازات رشد و توسعه صنعت نیاز به فلز آنتیموان به دلیل کاربرد فراوان آن در صنعت روبه افزایش است. آنتیموان به دو صورت خالص و ترکیبات معدنی در صنعت کاربرد فراوانی دارد. در سالهای اخیر نزدیک به ۵۰ درصد از آنتیموان فرآوری شده بصورت فلز در ساخت باطریهای انباره‌ای، جعبه دنده‌های انتقال نیرو (گیربکس)، سیم جوش آلیاژهای نرم، ساچمه، مومی آنتیموان در صنایع پلاستیک سازی، لاستیک سازی، تولید سرامیک و شیشه کاربرد فراوانی دارند و در صنایع شیمیایی برای تولید مواد مقاوم به آتش مصرف دارند. آنتیموان در ساخت اتصالات و ترمینالهای برقی بصورت آلیاژ مصرف می‌شود. افزودن این فلز به سرب، باعث افزایش روان شدگی می‌شود و قابلیت شکل پذیری آنرا افزایش می‌دهد. آلیاژ آن با قلع و سرب کاربردی گسترده دارد.

آلیاژ آنتیموان و سرب در ساختن پمپ‌ها و لوله‌های انتقال مواد شیمیائی، پوشش مخازن، ذخیرهٔ مواد شیمیایی، پوشش سقف و جدار بیرونی کابلها کاربردی گسترده دارد. کاربرد آنتیموان در این موارد باعث بالا رفتن پایداری در برابر خوردگی شیمیائی می‌شود. افزودن آنتیموان به فلزات باعث کاهش ضریب انبساط طولی آلیاژ می‌شود از سوئی خاصیت تورق پذیری را بالا می‌برد و نقطهٔ ذوب فلزات را برای تولید حروف چاپ پائین می‌آورد. مقادیر بسیار کمی از این فلز با خلوص بالا و در حدود ۹۹/۹۹۹ درصد در تولید نیمه هادیهایی چون ایندیوم آنتی‌مونید (Indium Antimonide) آلومینیوم آنتیمونید (Aluminum Antimonide) و گالیم آنتیمونید (Gallium Antimonide) مصرف می‌شود. ترکیبات معدنی آنتیموان با کاربری فراوان،

سهم عمده‌ای از مصرف این ماده را به خود اختصاص داده‌اند ترکیبات اصلی آنتیموان، شامل پنتااکسید آنتیموان (Antimony Pentoxid)، آنتیمونات سدیم (Sodium Antimonate) و عمدتاً تری اکسید آنتیموان (Antimony Trioxid) در مقابل شعله مقاوم‌اند و از این رو در پلاستیک سازی، رنگ سازی و ساخت الیاف مصنوعی مصرف می‌شوند.

ترکیبات دیگر آنتیموان بصورت ثبات و رنگینه در تولید پلاستیک کاربرد گسترده‌ای را دارند. آنتیمونات سدیم بعنوان رنگ بر در صنایع شیشه سازی و در ساخت و تولید صفحهٔ تلویزیون و لامپهای فلورسنت مصرف می‌شود. اکسیدهای آنتیموان بعنوان رنگینه سفید در رنگ سازی بکار می‌روند. ترکیبات دیگری از آنتیموان (Antiminy Trisulfide) و پنتاسولفور آنتیموان (Antimony Pentasulfide) بعنوان رنگینه‌های سیاه، زرد، پرتقالی، قرمز روشن کاربرد دارند به علت خاصیت انعکاسی خود در برابر اشعهٔ مادون قرمز، در تولید رنگهای خاص استتار در صنایع نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پنتاسولفور آنتیموان بعنوان عامل اتصال در صنایع لاستیک سازی مصرف زیادی دارد. از آنجایی که فلز آنتیموان هیچگاه به شکل خالص بکار نمی‌رود و همیشه بصورت آلیاژ با بسیاری از فلزات سنگین ترکیب می‌شود بدین سبب آلیاژهای بسیاری از آن ساخته می‌شود. آنتیموان با سرب و قلع به فلز چاپ موسوم است. آنتیموان به همراه قلع و مس به فلز یاتاقان یا فلز ضداصطکاک (Antifriction metal) معروف شده است.

آلیاژ آنتیموان با قلع سفید معروف است. آلیاژ آنتیموان با سرب برای پوشش درونی مخازن اسیدها کاربرد گسترده‌ای دارد. آنتیموان یک فلز استراتژیک محسوب می‌شود. زیرا آنرا در گلوله و خمپاره سازی و وسایل تولید دودهای سفید غلیظ برای استتار زیاد بکار می‌برند. از همین رو فرآوری سالانهٔ آن بهنگام جنگهای جهانی اول و دوم افزایش یافت و بلافاصله پس از پایان یافتن جنگ کاهش یافت سولفور آنتیموان (Sb_2S_3) را با مقداری باروت می‌آمیزند و از آن خرج گلوله‌های توپ و خمپاره می‌سازند، زیرا قدرت انفجاری بسیار بالائی دارد. سولفور

آنتیموان را در کبریت سازی، در قسمتِ سیاه و زبر قوطی کبریت بکار می‌برند و در بخش سرچوب کبریت نیز آمیزه‌ای از سولفور آنتیموان و گوگرد را بکار می‌گیرند (نزدیک به ۳ درصد).

فصل دوم

۱-۲-کانی‌شناسی آنتیموان

حدود ۷۵ کانه آنتیموان در جهان شناخته شده است که به دو دسته کانیهای اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند مهمترین این کانیها استیبنیت Sb_2S_3 است که در رگه‌های کم پهنا و نهشته‌های چشمه‌های آب گرم همراه با رالگار و زرنیخ و سینابر یافت می‌شود. کانه‌های مهم آنتیموان و فرمول شیمیایی آنها در جدول شماره ۱ آمده است. که کانیهای استیبنیت، برتیریت، کرمزیت، استیبکونیت، سنارمونیت و والنتینیت به عنوان کانیهای اصلی آنتیموان مطرح می‌باشند.

استیبنیت	Sb2S3
برتریت	FeSb2S4
بولانژریت	Pb5Sb4S11
جمسونیت	Pb4FeSb6S14
والنتینیت	Sb2O3
بورنونیت	CuPbSbS3
پولی بازیت	(Ag,Cu)16Sb2S11
پیرارژریت	Ag3SbS3
تتراهدریت	Cu12Sb4S13
کرمزیت	Sb2OS2
استیبکونیت	Sb3O6(OH)

فصل دوم

استیبنیت

مشخصات فیزیکی استیبنیت : Sb_2S_3 (سولفاید آنتیموان)

رنگ : خاکستری فولادی تا مسی

جلا : فلزی

سیستم بلوری : اورتورومبیک

خصوصیات بلوری : توده‌ای، دانه‌ای و کریستال‌های تیغه‌ای و نوک تیز که بیشتر کج یا منحنی شده‌اند بعلت داشتن ماکل

رخ : از درازا و طول یکسری رخ دارد.

خط اثر : خاکستری تیره

سختی : ۲

چگالی : تقریباً ۴/۶ (متوسط)

مشخصات دیگر : رشد طولی، جلای روشن‌تر در امتداد سطوح رخ و بلورهای تقریباً انحناپذیر و نرم.

کانی‌های همراه : کوارتز، کلسیت، طلا، آرسنوپیریت و سولفایدهای دیگر.

رخنمون‌های قابل توجه : کانسار Hunan (چین)، ژاپن، آلمان، برزیل، پرو و آفریقای جنوبی

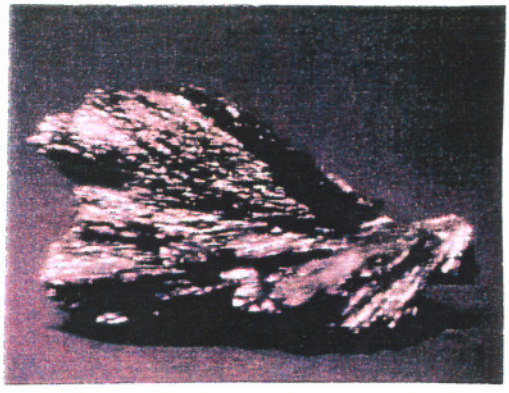
بهترین شاخص‌های صحرائی : خصوصیات بلوری، نرمی و قابلیت انحناء آن

استیبنیت یک کانی کلاسیک با جلاهای بلوری خوب و بلورهای انحنا یافتهٔ طویل می‌باشد. تیغه‌های فلزی بلند و باریک خم شدهٔ این کانی شبیه به تیغه شیشه‌های عربی است. کریستال‌های (بلورهای) تیغه‌ای بلند و منحنی بعلت ماکل دوتایی می‌باشد. (چفت و بست چند صفحه). این پدیده می‌تواند بارها در طول یک بلور اتفاق بیافتد و باعث ایجاد انحناء شود.

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is steel gray to silver.
- **Luster** is metallic.
- **Transparency** crystals are opaque.
- **Crystal System** is orthorhombic; 2/m 2/m 2/m
- **Crystal Habits** include bladed or acicular crystals often bent or curved due to twinning, also granular and massive.
- **Cleavage** is perfect in the lengthwise direction.
- **Fracture** is irregular.
- **Hardness** is 2
- **Specific Gravity** is approximately 4.6+ (average for metallic minerals)
- **Streak** is a dark gray.
- **Other Characteristics:** striated lengthwise sometimes deeply, luster brighter on cleavage surfaces and crystals slightly flexible.
- **Associated Minerals** include **quartz**, **calcite**, **gold**, **arsenopyrite** and other sulfides.
- **Notable Occurrences** include Hunan province, China; Japan; Germany; Brazil; Peru and South Africa.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, softness and flexibility.

برتیریت



مشخصات فیزیکی برتیریت : $FeSb_2S_4$ (BERTHIRITE)

رنگ : خاکستری مایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره

جلا : فلزی

سیستم بلوری : اورتورومبیک

خصوصیات بلوری : سوزنی، رشته‌ای و بلورهای شعاعی

خط اثر : قهوه‌ای تیره

رخ : از درازا و طول یکسری رخ دارد.

سختی : ۳-۲/۵

چگالی : تقریباً ۴/۶ (متوسط)

مشخصات دیگر : بلورهای غیرقابل انعطاف

کانیهای همراه : کوارتز، استیبنیت و دیگر سولفیدها

رخنمونهای قابل توجه : فرانسه، رومانی، کلرادو، آمریکا، انگلستان و آلمان

بهترین شاخصهای صحرائی : خصوصیات بلوری، رخ، نرمی و غیرقابل انعطاف بودن بلورها

برتیریت با کانی استیبنیت اشتباه می‌شود. شیمی برتیریت از استیبنیت بوسیلهٔ وجود یک سولفور اضافی و یک یون آهن مشخص می‌شود. همچنین برتیریت با داشتن خط اثر قهوه‌ای تیره و نداشتن بلورهای انعطاف‌پذیر از استیبنیت قابل تشخیص است.

- **Transparency** crystals are opaque.
- **Crystal System** is orthorhombic; 2/m 2/m 2/m
- **Crystal Habits** include acicular, fibrous or radiating crystals.
- **Cleavage** is perfect in the lengthwise direction.
- **Fracture** is uneven.
- **Hardness** is 2.5 - 3
- **Specific Gravity** is approximately 4.6+ (average for metallic minerals)
- **Streak** is a dark brown.
- **Other Characteristics:** Crystals are not flexible.
- **Associated Minerals** include **quartz**, **stibnite** and other sulfides.
- **Notable Occurrences** include France; Rumania; Colorado, USA; England and Germany.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, streak, softness and inflexibility of crystals.

بولانژریت

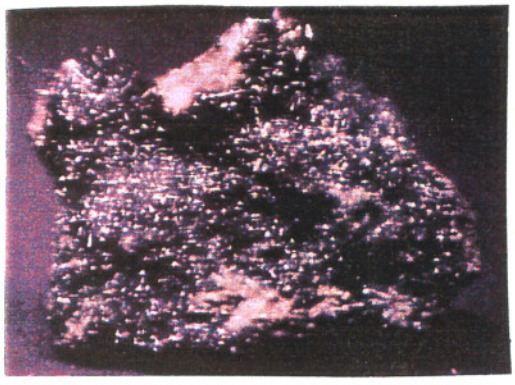
مشخصات فیزیکی بولانژریت (BOLANGERITE) : سولفید آنتیموان سرب $Pb_5Sb_4S_{11}$

رنگ : آبی سربی تا خاکستری

جلا : فلزی یا ابریشمی

سیستم بلوری : مونوکیلینیک

خصوصیات بلوری : متراکم با توده‌های درهم پراکنده از بلورهای سوزنی همچنین توده‌های متراکم پرمانند و رشته‌ای



رخ : مشخص در جهت موازی با طول

سختی : ۲/۵

وزن مخصوص : ۶/۲-۵/۸

خط اثر : خاکستری تا قهوه‌ای

کانیهای همراه : پیریت، اسفالریت، گالن، سیدریت، کوارتز و آرسنوپیریت

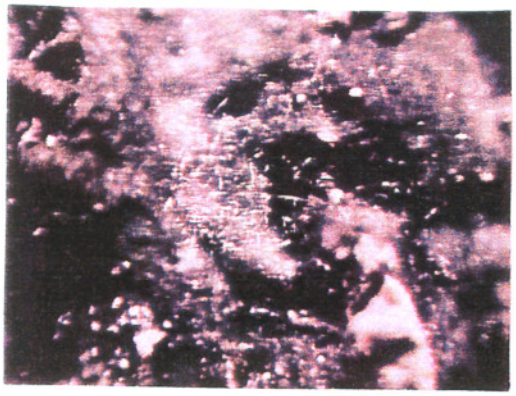
مشخصات دیگر : بلورهای انعطاف‌پذیر

رخنمونهای قابل توجه : Trepca (یوگسلاوی)، Pribram (چکسلواکی)، Sala (سوئیس)، Hunan (چین)، Harz (آلمان)، Baja (کالیفرنیا)، مکزیک و چند محل در ایداهو، مونتانا، کلرادو، واشینگتن و نوادا، آمریکا

بهترین شاخصهای صحرائی : خصوصیات بلوری، قابلیت انعطاف، رنگ و جلا

- **Crystal System:** Monoclinic; 2/m
- **Crystal Habits** include dense or sparse felted masses of acicular crystals. Also in fibrous and compact plumose (feathery) masses.
- **Cleavage** is good in one direction parallel to the length.
- **Fracture** is uneven.
- **Hardness** is 2.5
- **Specific Gravity** is 5.8 - 6.2 (heavier than average for metallic minerals)
- **Streak** is gray to brown.
- **Associated Minerals** include **pyrite**, **sphalerite**, **galena**, **siderite**, **quartz** and **arsenopyrite**.
- **Other Characteristics:** Crystals are flexible.
- **Notable Occurrences** include Trepca, in the former Yugoslavia; Pribram, in the former Czechoslovakia; Sala, Sweden; Hunan, China; Harz, Germany; Baja California, Mexico and at several locations in Idaho, Montana, Colorado, Washington and Nevada, USA.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, flexibility, associations, color and luster.

جیمسونیت



فرمول شیمیائی : $Pb_4FeSb_6S_{14}$

رنگ : خاکستری تیره

جلا : فلزی و ابریشمی

سیستم بلوری : مونوکلینیک

خط اثر : خاکستری - سیاه

سختی : ۲ تا ۳

وزن مخصوص : ۵/۵ تا ۶

کانیهای همراه : پیریت، اسفالریت، گالن، استیبنیت، آرسنوپیریت

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is dark gray.
- **Luster** is metallic and silky.
- **Transparency** Crystals are opaque.
- **Crystal System:** Monoclinic: 2/m
- **Crystal Habits** include dense or sparse felted masses of acicular crystals. Also in fiberous masses
- **Cleavage** is good in one direction perpedicular to its length.
- **Fracture** is uneven.
- **Hardness** is 2 - 3
- **Specific Gravity** is 5.5-6.0
- **Streak** is gray-black.
- **Associated Minerals** include pyrite, sphalerite, galena, stibnite and arsenopyrite.
- **Other Characteristics:** Crystals are not flexible and are brittle.
- **Notable Occurrences** include Cornwall, England; South Dakota and Arkansas, USA, Zacatecas, Mexico and Rumania.
- **Best Field Indicators** crystal habit, brittleness, associations, color and luster

والنتینیت

مشخصات : فیزیکی والنتینیت: Sb_2O_3(VALENTINITE)

رنگ : بی‌رنگ، سفید، زرد، قرمز یا خاکستری

جلا : الماسی یا مرواریدی

سیستم بلوری: اورتورومبیک

خصوصیات بلوری: بلورهای منشوری تا رشته‌ای

خط اثر: سفید

رخ: کامل

سختی: ۳-۲/۵

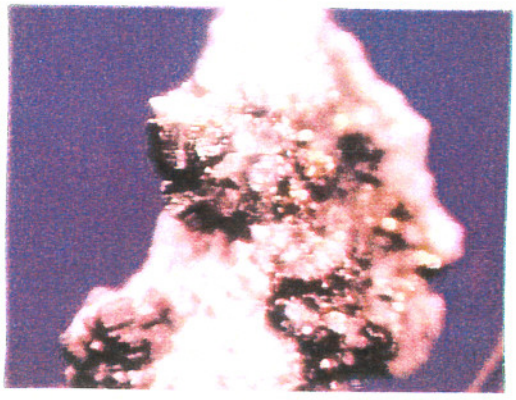
چگالی: تقریباً ۵/۷

کانیهای همراه: کوارتز، استیبنیت، آنتیموان آزاد، سنارمونیت، کرمزیت، استیبیکونیت و دیگر کانیهای آنتیموان

رخنمونهای قابل توجه: آلمان، فرانسه، بولیوی، کانادا

بهترین شاخصهای صحرائی: خصوصیات بلوری، جلای بالا، کانیهای همراه و چگالی

- **Color** is colorless, white, yellow, reddish or gray.
- **Luster** is adamantine or pearly.
- **Transparency:** Crystals are translucent to opaque in more massive specimens.
- **Crystal System** is orthorhombic.
- **Crystal Habits** include prismatic to fibrous and compact aggregates forming tufts and radiating sprays. Also massive and granular. Individual crystals are complexly faceted.
- **Cleavage** is perfect.
- **Fracture** is uneven.
- **Hardness** is 2.5 - 3.
- **Specific Gravity** is approximately 5.7 (heavier than average).
- **Streak** is white.
- **Associated Minerals** include **quartz**, **stibnite** , **native antimony**, **senarmontite**, **kermesite**, **stibiconite** and other antimony minerals.
- **Notable Occurrences** include the Sensa Mine, Ain Beida, Qacentina (Constantine), Algeria; Freiberg, Germany; Dauphine, France; Bolivia; Pribram, Czech Republic; and Ham Sud Township, Wolfe County, Quebec, Canada.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, high luster, associations and specific gravity.



بورنونیت

فرمول شیمیائی : $CuPbSbS_3$

رنگ : خاکستری نقره‌ای تا سیاه

جلا : فلزی

سیستم بلوری : اورترومبیک

خط اثر : سیاه

سختی : ۲/۵ تا ۳

وزن مخصوص : حدود ۵/۸

کانیهای همراه : سیدریت، فلوریت، گالن، اسفالریت، کلسیت و پیریت

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is silver gray or black.
- **Luster** is metallic.
- **Transparency** crystals are opaque.
- **Crystal System** is orthorhombic; 2/m2/m2/m
- **Crystal Habits** include tabular to prismatic crystals. Twinning is common and if repeated forms flat wheel shaped crystals called cog wheels. Also massive and granular.
- **Cleavage** is poor in one direction.
- **Fracture** is subconchoidal.
- **Hardness** is 2.5 - 3
- **Specific Gravity** is approximately 5.8 (above average for metallic minerals)
- **Streak** is black.
- **Associated Minerals** are **siderite**, **fluorite**, **galena**, **sphalerite**, **calcite** and **pyrite**.
- **Other Characteristics:** although the luster can be bright, bournonite develops a dull tarnish. Crystals are usually striated on their sides which produces the "teeth" of the cog wheel.
- **Notable Occurrences** include England; California, USA; Mexico; Peru and Australia.
- **Best Field Indicators** are crystal habit (especially twinning), color and density.

پولی بازیت

فرمول شیمیائی : $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$

رنگ : سیاه آهنی تا قرمز گیلاسی

جلا : فلزی

سیستم بلوری : مونوکلینیک

خط اثر : سیاه تا قرمز مایل به سیاه

سختی : ۲ تا ۳

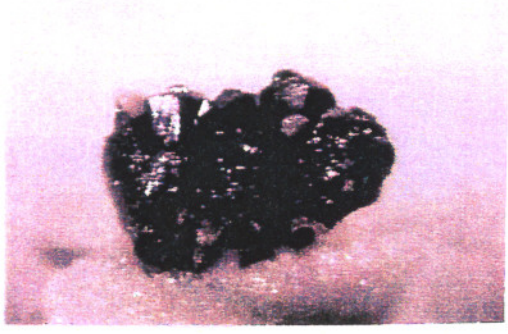
وزن مخصوص : ۶/۱ تا ۶/۳

کانیهای همراه : نقره، کوارتز، گالن، استفانیت، تتراهدریت، آکانتیت

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is an iron black to a "cherry" red in thin slices with slight flashes of red possibly seen on some crystal surfaces.
- **Luster** is metallic.
- **Transparency:** Crystals are opaque to translucent in thin slices or at crystal edges.
- **Crystal System:** Monoclinic; 2/m
- **Crystal Habits** include pseudohexagonal plates or tablets, also massive.
- **Cleavage** is perfect in one direction (basal).
- **Fracture** is uneven.
- **Hardness** is 2 - 3.
- **Specific Gravity** is approximately 6.1 - 6.3 (heavy even for metallic minerals)
- **Streak** is a black to reddish-black.
- **Other Characteristics:** Partially malleable, crystals will show a rhombic striation pattern at times and a dark coating can often form after prolonged exposure to light (can be removed by ultrasonic treatment).
- **Associated Minerals** include **silver**, **quartz**, **galena**, **proustite**, **pyrargyrite**, **stephanite**, **tetrahedrite** , **acanthite** and other silver sulfide minerals.
- **Notable Occurrences** include Las Chiapas, Guanajuato and Arizpe, Sonora, Mexico; Saxony, Germany; Colorado and Nevada, USA; Atacama, Chile; Bolivia; Australia and Sardinia.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, density, softness, cleavage, association with other silver sulfosalts and color.

پیرارژریت



فرمول شیمیائی : Ag_3SbS_3

رنگ : قرمز تیره تا سیاه

جلا : الماسی

سیستم بلوری : تریگونال

خط اثر : قرمز گیلاسی تیره

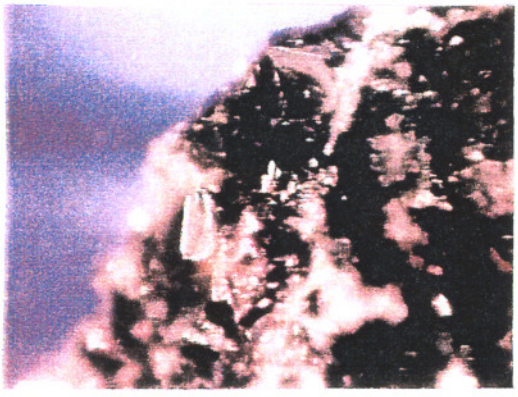
سختی : ۲/۵

وزن مخصوص : ۵/۸

کانیهای همراه : پروستیت، نقره، تتراهدریت، کلسیت، کوارتز، گالن، اسفالریت

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is a dark red to red-black.
- **Luster** is adamantine.
- **Transparency** crystals are translucent to nearly opaque.
- **Crystal System** trigonal; 3m
- **Crystal Habits**: include prismatic crystals with rhombohedral and scalenohedral faces forming terminations. There is no perpendicular mirror plane and therefore a hemimorphic crystal can be seen, in some rare examples, with differing terminations at the top and bottom of the crystal. Typical crystals are poorly formed and modified heavily by secondary faces. Also found massive
- **Cleavage** is sometimes distinct in three directions forming rhombohedrons.
- **Fracture** is conchoidal.
- **Hardness** is 2.5
- **Specific Gravity** is approximately 5.8 (very heavy for translucent minerals)
- **Streak** is a dark cherry red
- **Associated Minerals** include **proustite**, **silver**, **tetrahedrite**, **calcite**, **argentite**. **quartz**, **galena**, **sphalerite** and other silver vein minerals.
- **Other Characteristics:** darkens upon exposure to light and crystals are frequently striated.
- **Notable Occurances** include Atacama, Chile; silver mines in Saxony Germany and in Colorado, USA and Cobalt, Onatario, Canada.
- **Best Field Indicators** are crystal habit, density, association with silver sulfides and color.



تتراهدریت

فرمول شیمیائی : $Cu_{12}Sb_4S_{13}$

رنگ : سیاه تا خاکستری فولادی تا نقره‌ای

جلا : فلزی

سیستم بلوری : ایزومتریک

خط اثر : سیاه تا قهوه‌ای

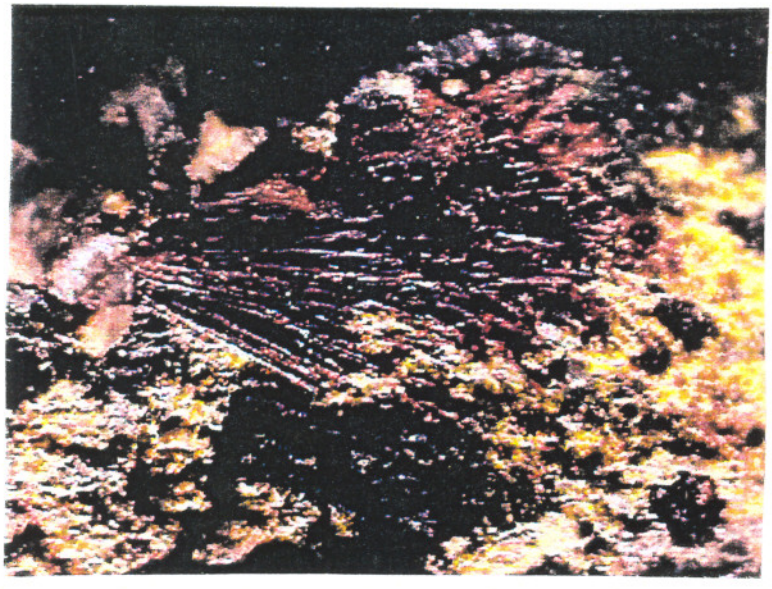
سختی : ۳ تا ۴

وزن مخصوص : ۴/۶ تا ۵/۱

کانیهای همراه : کوارتز، پیریت، گالن، کالکوپیریت و سولفیدهای دیگر

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is black to steel gray to silver.
- **Luster** is metallic.
- **Transparency** crystals are opaque.
- **Crystal System** is isometric; bar 4 3m
- **Crystal Habits** of course include the tetrahedron sometimes modified by the dodecahedron and tristetrahedron. Twinning is occassionally seen. Also massive and granular.
- **Cleavage** is absent.
- **Fracture** is conchoidal.
- **Hardness** is 3 - 4+.
- **Specific Gravity** is approximately 4.6 - 5.1 (average for metallic minerals)
- **Streak** is black to brown.
- **Associated Minerals** are quartz, pyrite, galena, chalcopyrite and other sulfides.
- **Other Characteristics:** tarnishes to a greenish shade
- **Notable Occurances** include Peru; Broken Hill, Australia; Mexico; Germany and others.



کرمزیت

فرمول شیمیائی : Sb_2OS_2

رنگ : گیلاسی تا قرمز

جلا : الماسی

سیستم بلوری : تری کلینیک

خط اثر : قرمز قهوه‌ای

سختی : ۱ تا ۱/۵

وزن مخصوص : ۴/۵ تا ۴/۸

کانیهای همراه : استیبنیت، سنارمونیت، والنتینیت، استیبی کونیت

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is cherry red to red.
- **Luster** is adamantine.
- **Transparency** crystals are translucent to rarely transparent
- **Crystal System** is triclinic, bar 1 (pseudo-monoclinic).
- **Crystal Habits** include sprays or tufts of aggregated prismatic crystals and as crusts.
- **Cleavage** is perfect in one direction.
- **Hardness** is 1.0 - 1.5
- **Specific Gravity** is approximately 4.5 - 4.8+ (heavy for translucent minerals)
- **Streak** is brownish red.
- **Associated Minerals** include **stibnite** and various antimony oxides such as **senarmontite**, **valentinite** and **stibiconite**.
- **Notable Occurrences** include Wolfe County, Quebec, Canada; Nova Scotia; Algeria and Sonora, Mexico.
- **Best Field Indicators** are color, luster, associations, softness and streak.

استیبیکونیت

فرمول شیمیائی : $Sb_3O_6(OH)$

رنگ : سفید تا خاکستری اما معمولاً قهوه‌ای یا زرد

جلا : خاکی

سیستم بلوری : ایزومتریک

خط اثر : سفید

سختی : ۴ تا ۴/۵

وزن مخصوص : ۳/۵ تا ۵/۹

کانیهای همراه : استیبنیت، والنتینیت و دیگر اکسیدهای آنتیموان

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

- **Color** is white or gray but usually tinted brown or yellow.
- **Luster** is earthy.
- **Transparency** crystals are opaque.
- **Crystal System** is isometric, possibly.
- **Crystal Habits**: include the earthy masses and crust but well known for its stibnite pseudomorphs showing a sword-like bladed habit, singular or in radiating clusters.
- **Cleavage** none
- **Fracture** is earthy
- **Hardness** is 4 - 5.5
- **Specific Gravity** is 3.5 - 5.9 (above average to heavy)
- **Streak** is white.
- **Associated Minerals** include **stibnite**, **valentinite**, and other antimony oxides.
- **Other Characteristics:** a white coating may appear on specimens with time (don't try to remove).
- **Notable Occurrences** include Goldkronach, Germany; Wolfe County, Quebec; San Luis Potosi, Mexico; Nevada, USA and Huaras, Peru.
- **Best Field Indicators** are stibnite-like crystals, color, luster, hardness and density.

- **طبقه‌بندی ارائه شده توسط** Smirnov et al.., 1983:

اسمیرنوف و همکاران (۱۹۸۳) کانسارهای آنتیموان را بر اساس ژنز بصورت ذیل تقسیم‌بندی نموده‌اند:

۱- کانسارهای گرمابی با منشاء پلوتونیک

۲- کانسارهای گرمابی با منشاء آتشفشانی

۳- کانسارهای استراتیفورم

۱- کانسارهای گرمابی با منشاء پلوتونیک:

کانسارهای گرمابی با منشاء پلوتونیک دارای دو نوع مشخص هستند، منبع حرارتی کانه‌ساز در این کانسارها، سنگهای نفوذی گرانیتی، دیوریتی و مونزونیتی می‌باشند.

الف) کانسارهای کوارتز - آنتیمونیت همراه با یک فلز که معمولاً طلا است، از این نوع کانسارها در روسیه معدن یاکوتیا (Yakutia) و ساری بولاخ (Sary Bulakh)، در یوگسلاوی معدن پزینوک (Pezinok)، در آفریقای جنوبی معدن گراولوت (Gravelotte)، در ترکیه معدن ازمیر (Ezmir)، در تایلند معدن رایات بوری (Rayat Buri) و در استرالیا معدن بلوزیک (Blues Pack) قابل ذکر می‌باشند.

این کانسارها در سنگهای آلومینو سیلیکاته، ماسه سنگها، شیل‌ها و شیست‌ها یافت می‌شوند

و اصولاً رگه‌ای می‌باشند، بنابراین در داخل گسل‌ها، شکاف‌ها و مناطق خرد شده (تکتونیزه) دیده می‌شوند. متوسط عیار آنتیموان در این کانسارها حدود ۱۰ درصد است. کانی اصلی آنتیمونیت و کانی‌های فرعی عبارتند از: کوارتز، برتیریت، گادماندیت، پیریت، آرسنوپیریت، کلریت، سریسیت و غیره.

ب) کانسارهای آنتیمونیت همراه با فلزات متعدد شامل آرسنیک، طلا، وانادیوم، سرب، مس و روی. این دسته از کانسارها اکثراً حاوی کانی‌های زیر می‌باشند :

- شئلیت، طلا، آنتیمونیت: مانند کانسار وسی (Vosi) در چین.

- ولفرامیت، آنتیمونیت، سینابر: مانند کانسارهای بارو - شیرگا (Baru-Shirega) و ترانس بایکال (Transbaikal) در چین و روسیه.

- آنتیمونیت، آرژانتیت، گالن، اسفالریت: مانند کانسار سان شاین (Sun shine) در آمریکا.

کانسارهای یاد شده معمولاً از نظر ابعاد کوچک بوده و سنگهای دربرگیرنده آنها رسوبات خشکی و کربناتها هستند. ماده معدنی عموماً در شکستگی‌ها، ترک‌ها، گسل‌ها و بندرت در چین‌ها واقع می‌گردد. شکل رایج اینگونه کانسارها رگه‌ای است ولی انواع توده‌ای، لوله‌ای و عدسی شکل نیز وجود دارند. گانگ اصلی در این کانسارها عموماً کوارتز می‌باشد. تشکیل این کانسارها در درجه حرارت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد صورت می‌پذیرد.

۲- کانسارهای گرمابی با منشاء ولکانیک :

کانسارهای گرمابی با منشاء آتشفشانی در نواحی آتشفشانی جوان و فعال و مناطقی که چشمه‌های آب معدنی فراوان دارند تشکیل می‌شوند. این کانسارها در رومانی (Baia-mare, Bia-spir) ترکیه (Tekger-Akdashanaya Dere)، الجزایر (Hamman N' Bail, Hammimat) و ایالات متحده (Yellow Pine) شناخته شده‌اند.

این کانسارها در ارتباط با مجموعه سنگهای آندزیتی تا ریولیتی می‌باشند و غالباً در دهانه

آتشفشانی و فاسیس‌های نیمه عمیق (ساب ولکانیک) یافت می‌گردند، اما در نهشته‌های آهکی و رسی نیز به شکل استوک ورک، پرکننده فضای خالی، رگه‌های شاخه‌ای و یا بصورت عدسی و توده‌ای شکل می‌گیرند. ابعاد این کانسارها عموماً کوچک است بطوریکه گسترش آنها حدود چند ده متر می‌باشد، در این کانسارها ماده معدنی بصورت آنتیمونیت یا کانیهای آنتیموان، آنتیموان - قلع و آنتیموان - نقره بوده و گانگ این قبیل ذخایر کوارتز، کالسدونی، ژیپس، سریسیت و کربنات می‌باشد. دگرسانی همراه این تیپ کانسارها عمدتاً سیلیسی شدن (سیلسیفیکاسیون) و کائولینیتی شدن (کائولینیزاسیون) است.

۳- کانسارهای استراتیفورم :

کانسارهای استراتیفورم در مناطق میوژئوسنکلینال و پلاتفرمها در لایه‌های کربناتی که بوسیله شیل‌ها پوشیده شده‌اند دیده می‌شوند، بطوریکه ماده معدنی از طریق مجاری عمیق مرتبط با سطح زمین که در اثر روراندگی‌ها و گسل‌ها ایجاد شده، وارد لایه‌های بالایی شده و در این تشکیلات آهکی وارد گردیده است. گسترش ماده معدنی در این کانسارها از چندصد تا ۱۰۰۰ متر متغیر است. کانسنگ این کانسارها مشتمل بر کوارتز، آنتیمونیت و فلورین و گاهی آنتیمونیت و سینابر می‌باشد. عیار این کانسارها از ۰/۱ تا ۱۲ درصد متغیر بوده و کانی سازی در این کانسارها در دو یا سه مرحله صورت می‌گیرد.

در مرحله اول در درجه حرارتی بین ۱۰۵ تا ۲۰۵ درجه سانتیگراد، توده اصلی آنتیمونیت و سیمان کوارتزی تبلور پیدا می‌کند و در مرحله بعدی در درجه حرارتی بین ۷۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد، باریت، کلسیت، رآلگار، اورپیمان و مقدار کمی آنتیمونیت متبلور می‌شود.

محققین دیگری نیز از قبیل (Jiada 1993)، (Dill et al, 1997)، (Dill 1998) کانسارهای مختلف آنتیموان را در چین، بولیوی بر اساس سنگ میزبان، سن و موقعیت ژئوتکتونیکی تقسیم‌بندی نموده‌اند.

۳-۲-انواع ذخایر کانسارهای آنتیموان :

ذخایر آنتیموان اصولاً نسبت به فلزاتی چون مس، سرب و روی حجم کمتری دارند و به مقدار کمتری یافت می‌شوند. کانسارهای آنتیموان را بر حسب مقدار فلز موجود، در سه رده قرار می‌دهند :

۱- ذخایر بزرگ با ذخیره‌ای بین ۳۰ تا ۱۰۰ هزار تن یا بیشتر.

۲- ذخایر متوسط با ذخیره‌ای بین ۱۰ تا ۳۰ هزار تن.

۳- ذخایر کوچک با ذخیره‌ای کمتر از ۱۰ هزار تن.

انواع کانسارهای آنتیموان بر اساس عیار کانه :

۱- پرعیار، با مقدار بیش از ۵ درصد آنتیموان.

۲- معمولی، با مقدار ۲ تا ۵ درصد آنتیموان.

۳- کم عیار، با مقدار کمتر از ۲ درصد آنتیموان.

گسترش جهانی ذخایر آنتیموان و موقعیت ژئوتکتونیکی ذخایر آنتیموان در ترسیر جوان:

قسمت اعظم کانسارهای آنتیموان (بجز در جنوب آفریقا) در سه کمربند زیر قرار دارند :

۱- مدیترانه، یوگسلاوی، ترکیه

۲- چین، تایلند، اندونزی

۳- پرو، شیلی، بولیوی

فصل سوم

۱-۳- کلیاتی در مورد وضعیت جهانی آنتیموان

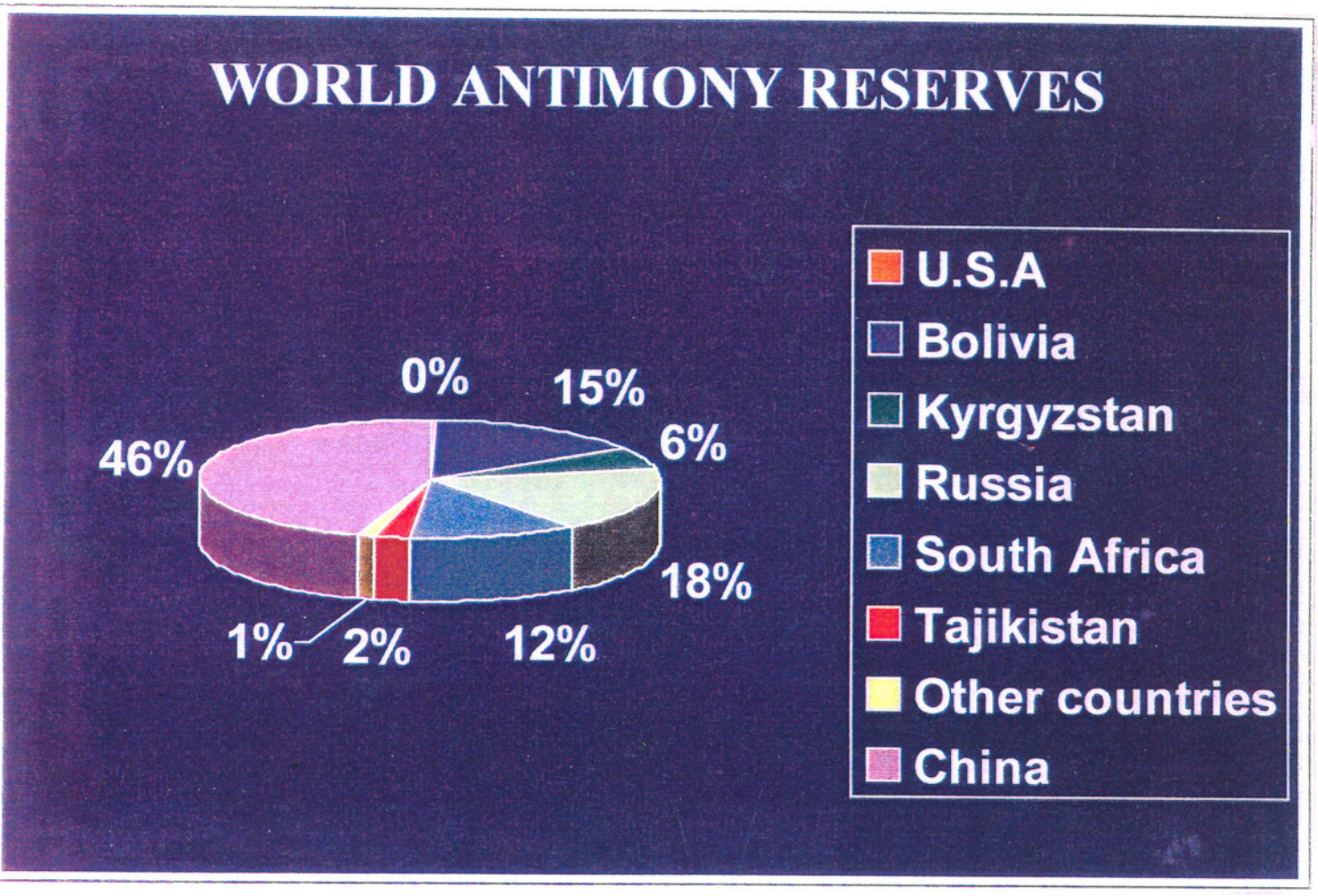
کشورهای تولید کننده آنتیموان در جهان در درجهٔ نخست چین، فرانسه، الجزایر، مکزیک، اتریش، مجارستان، افریقای جنوبی و در درجهٔ دوم بولیوی، استرالیا، ترکیه و تایلند هستند. محصول سالیانهٔ آنتیموان جهان در حدود ۴۰۰۰۰ تن است که بیش از ۷۰ درصد آن تنها از کشور چین تولید می‌شود. مجموع ذخایر آنتیموان تولیدی جهان یک میلیون و ششصد و بیست و پنج هزار تن بوده که از این رقم ۲۱ درصد در بولیوی، ۱۷ درصد در چین، ۱۶ درصد در آفریقای جنوبی، ۱۱ درصد در کشور شوروی سابق و ۷ درصد در تایلند تولید شده است.

در سال ۱۹۸۴، ایران نیز یکی از عمده کشورهای خریدار آنتیموان بوده و حدود یک هزارتن از این ماده را از بازارهای جهان خریداری کرده که در صنایع نظامی بکار گرفته شده است. ژاپن نیز از عمده وارد کنندگان کنسانتره با کلوخه‌های معدنی آنتیموان است که مصرف سالانه‌ای نزدیک به ۶۵۰۰ تن دارد. مصرف جهانی آنتیموان در سال ۱۹۸۴ نزدیک به ۱۲۰۰۰۰ تن بوده که ۶۵۰۰۰ تن از طریق بازیافت تولید شده و ۵۵۰۰۰ تن آن از صنایع اولیه بدست آمده است.

رشد مصرف ثانویه تا سال ۲۰۰۰، بمیزان ۲/۱ درصد برآورد شده ولی بدلیل کاهش منابع تولید ثانویه، استفاده از آنتیموان برای تولید لعابهای رنگی، شیشه‌های رنگی و ظروف بهداشتی مصرف آن افزایش یافته است. افزایش کاربرد چاپ افست در جهان و جایگزینی فیلم و ویدئو در امور آموزشی، باعث کاهش تولید حروف چاپ شده است، همچنین جانشین نمودن لوله‌های پلی وینیل بجای لوله‌های مسی و سربی و تقلیل تقاضا برای آلیاژهای سبک و سیم جوشهای خاص، همگی باعث کاهش تقاضا برای آنتیموان شده است.

با توجه به موارد فوق می‌توان گفت که سطح تقاضا در آینده با توجه به وضعیت مصرف و تولید فعلی پایدار خواهد بود و رشد ثابتی در مصرف آنتیموان در طی سالهای آینده پیش‌بینی می‌شود.

از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۰ قیمت آنتیموان سیر نزولی داشته، بطوریکه در سال ۱۹۹۰ به ۱۵۰۰ دلار در هر تن رسید و از آن زمان تاکنون تغییرات چندانی نداشته است.



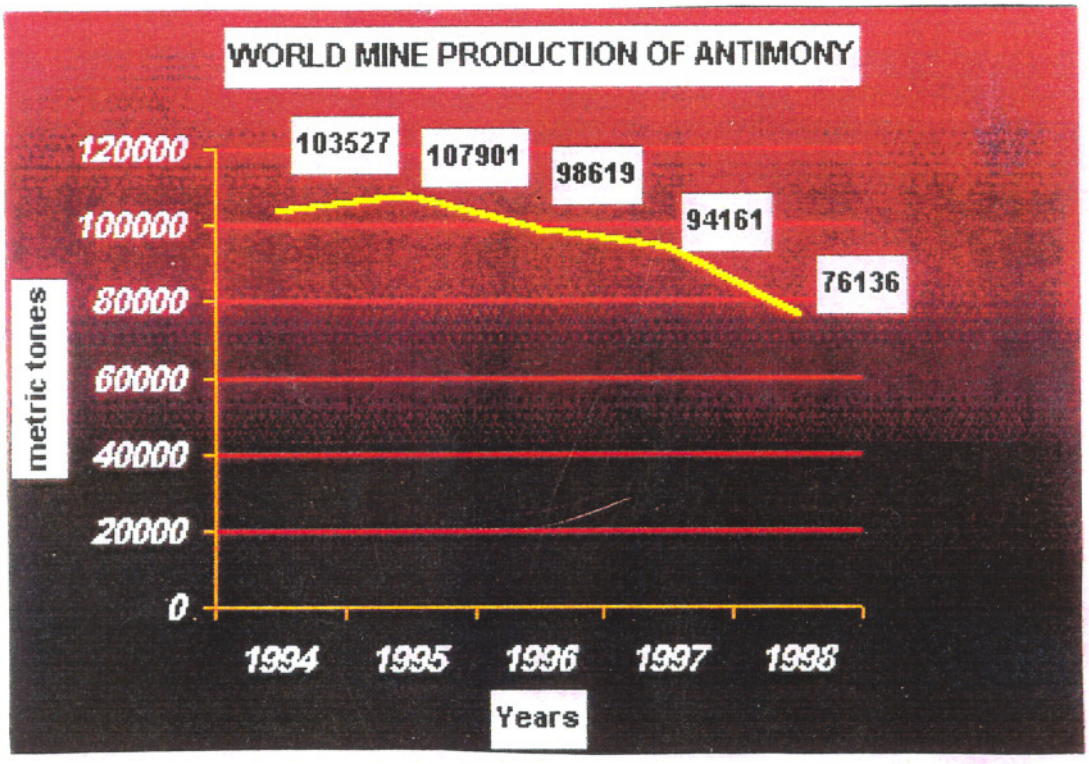
میزان ذخایر آنتیموان در کشورهای مختلف بر حسب درصد

(سایت اینترنتی سازمان زمین‌شناسی آمریکا)

World Mine Production, Reserves, and Reserve Base:

	Mine production		Reserves[8]	Reserve base[8]
	1998	1999[e]		
United States	242	480	80,000	90,000
Bolivia	6,000	5,000	310,000	320,000
China	120,000	120,000	900,000	1,900,000
Kyrgyzstan	100	200	120,000	150,000
Russia	4,000	3,000	350,000	370,000
South Africa	3,500	3,000	240,000	250,000
Tajikistan	1,200	1,200	50,000	60,000
Other countries	5,000	5,000	25,000	75,000
World total (may be rounded)	140,000	138,000	2,100,000	3,200,000

تولیدات معادن جهان



تولید آنتیموان معادن جهان (۱۹۹۸-۱۹۹۴ سایت اینترنتی سازمان زمین‌شناسی آمریکا)

همانطور که اشاره شد عمده‌ترین کشورهای تولید کننده آنتیموان چین، بولیوی، آفریقای جنوبی، مکزیک، روسیه و آمریکا می‌باشند، از کشورهای دیگری که دارای ذخایر کوچکتر می‌باشند می‌توان از اسپانیا، اتریش، مجارستان، فرانسه، الجزایر، شیلی و رومانی نام برد.

توصیف معادن آنتیموان در سه کشور چین، مکزیک و بولیوی به شرح زیر است :

چین :

چین سالانه بالغ بر ده هزار متریک تن آنتیموان فلزی که $\frac{2}{3}$ تولید دنیا را شامل می‌شود، تهیه می‌کند.

عمده‌ترین ذخایر این کشور در هونان (Hunan) نزدیک چانک شا (Changsha) قرار دارد. دیگر ذخایر آن در یونان (Yunan)، کوینچو (Kwenchow)، کوانگ تونگ (Kwangtung)، زچوان (Szechwan) و کوانگ سی (Kwangsi) واقع است.

از بزرگترین ذخائر یاد شده در این کشور می‌توان از ذخیرهٔ کوانگ شان از استان هونان نام برد. (Hsi - Kuang, Shan. Hunan).

در این محل ذخائر آنتیموان متجاوز از ۱/۵ میلیون متریک تن فلز آنتیموان را دارا می‌باشد. بزرگترین معدن از ناحیه معدنی مذکور بنام پانچی (Panchi) و در یک کمربند آنتیموان‌دار بطول ۵/۵ کیلومتر و عرض ۳/۵ کیلومتر قرار دارد.

ذخیره استیبنیت‌دار پانچی در ماسه سنگهای سیلورین بصورت رگه‌ای، پرشدگی درز و شکاف، پاکتی و عدسی شکل متمرکز می‌باشد. به گفته شرادر (Schrader) غنی‌ترین قسمتهای این ذخیره در زیر ساختمان یک طاقدیس قرار دارد. این کانسار عیاری حدود ۵ درصد Sb را دارا می‌باشد که این میزان پس از سنگ جوری به ۵۵ تا ۶۵ درصد بالغ می‌شود.

مکزیک :

بزرگترین ذخائر آنتیموان این کشور در سن‌لوئیس‌پوتوز (San Luis Potos)، اکساکا (Oaxaca)، کورتارو (Queretaro) و بطور فرعی در سونان (Sonan) و دیگر ایالات آن قرار دارد.

این ذخائر شامل استیبنیت و کمی اکسیدهای آن است که بصورت رگه‌هائی در سنگهای آهکی که بوسیله یکسری پورفیری قطع می‌گردند، متمرکز می‌باشد.

در هایدالگو (Hidalgo) آنتیموان از نوع کانی جامسونیت و بصورت کانسارهای نوع حمل شده و در آهک‌های کرتاسه که بوسیله یکسری مونزونیت قطع می‌شوند، ذخیره شده است. کانسارهای مهم دیگری از آنتیموان و از نوع لیونیگ استونیت‌دار به فرمول شیمیایی ($Hg\ Sb_2\ S_7$) که حاوی ۱ تا ۲ درصد آنتیموان و ۰/۳ درصد جیوه می‌باشند، در محل‌هائی بنام هویتزوکو (Huitzuco) و گویررو (Guerrero) قرار دارند.

بولیوی :

در بولیوی ذخائر بزرگی از آنتیموان در یک کمربند ۲۵۰ کیلومتری از دریاچه تی‌تی‌کاکا (TiTicaca) تا آتوچا (Atocha) قرار دارد که تمرکز ذخائر مذکور در نواحی آنکیا (Uncia) و پورکو (Porco) بیشتر از دیگر نقاط می‌باشد.

کانسارهای پرعیار آنتیموان در رگه‌های کم عمق کوارتز و در داخل شیلهای پالئوزوئیک قرار دارد و از نوع کانه‌های استیبنیت و دیگر سولفورهای فلزات پایه است.

اغلب ذخائر آنتیموان واقع در کشورهای مکزیک، بولیوی، چین، آفریقای جنوبی، یوگسلاوی، الجزایر، مجارستان، چکسلواکی، ایتالیا و ژاپن جزو تیپ کانسارهای معمولی آنتیموان می‌باشند.

الجزایر :

کمربند مینرالیزه الجزایر، جزو کمربند مینرالیزه مراکش به تونیس (Tunis) نزدیک کنستانتین (Constantine) که این کمربند در این کشور نیز کانی سازی نموده است، می‌باشد. رگه‌های آنتیموان در سنگ آهک حاوی استیبنیت (اولیه) و اکسیدهای آن از نوع کانی‌های سروانتیت، سنارمونیت، و والنتینیت قرار دارد.

دیگر ذخائر :

رگه‌هائی از استیبنیت در لوزنیکا (Loznica) از کشور یوگسلاوی واقع است. همچنین رگه‌های باریک پرعیار ترسیری از استیبنیت و گادماندیت (Gudmundite) و به همراه کانی‌های نیکل در تورهال (Turhal) ترکیه تشکیل گردیده‌اند.

و بالاخره ذخائر آنتیموان کم عیار در کشور چکسلواکی و کانسارهای آنتیموان کم اهمیت‌تر دیگری در کشورهای پرو، ژاپن، روسیه، آرژانتین، آلمان، مراکش و در نقاط دیگر یافت می‌شود.

۲-۳-پراکندگی ذخائر آنتیموان در ایران

زایش آنتیموان در جهان بصورت کانسارهای اقتصادی نسبت به دیگر فلزات پایه و بنیادی خیلی محدود است. خوشبختانه در کشور ما این نوع ذخایر بصورت کانسار و اندیس‌های معدنی در سه بخش به ترتیب بخش شمال شرقی ایران، بخش شمال غربی ایران و بخش ایران مرکزی بیشتر از دیگر نقاط متمرکز می‌باشد.

در ایران این ذخائر اکثراً بصورت رگه و رگچه‌ای و توده‌های کوچک اشباعی بویژه در باریکه‌های تکتونیکی و سیستم درز و شکستگی‌های منطقه دیده می‌شوند.

سنگ میزبان این رگه‌ها از لحاظ سنی و استراتیگرافی طیف وسیعی را دارند بطوریکه از سنگهائی به سن پرکامبرین مانند (کانسارهای مغانلو، زرشوران) و تا ولکانیکها و ساب

ولکانیکهای جوانتر از میوسن (نظیر کانسارهای بهارلو - داشکسن) می‌توانند تغییر کنند زیرا آنتیموان‌زائی در استراتیگرافی خاصی رخ نداده و کانی‌سازی بیشتر در مراحل اپی‌ترمال و با کمک محلولهای گرمابی بوجود آمده است.

کشور ایران در کمربند ولکانیکی آلپ - هیمالیا قرار می‌گیرد و از نقطه نظر رخداد، این کمربند می‌تواند مکانهای مناسبی برای زایش آنتیموان به خصوص در زمان فاز کوهزائی آلپین بحساب آید. بویژه اینکه پراکندگی سنگهای آتشفشانی جوان و وجود چشمه‌ها و چرخه‌های متعدد آب گرم در مسیر کمربندهای ولکانیکی و زون‌های اپی‌ترمال برای کشف ذخائر جدید آنتیموان در پهنه ایران زمین مکانهای مناسبی می‌باشند. علی الخصوص اینکه کانسارهای آنتیموان می‌توانند مقادیر متنابهی از طلا، نقره، جیوه، آرسنیک و دیگر عناصر کمیاب را به همراه داشته باشد.

با پی‌جوئی‌های اخیر تاکنون تعداد ۲۴ کانسار و اندیس معدنی در ایران شناسائی گردید، (شکل صفحه بعد).

۱- کانسار آنتیموان - آرسنیک طلادار کوه سرخ کاشمر (چلپو)

۲- اندیس سرب آنتیموان داردق سراجی بشرویه

۳- کانسار آنتیموان سرب‌دار پشت کله نگینان بشرویه

۴- کانسار آنتیموان شورآب فردوس

۵- کانسار آنتیموان شند محمود فردوس

۶- کانسار آنتیموان سه قلعه فردوس

۷- کانسار آنتیموان پتیار انارک

۸- کانسار آنتیموان ترکمنی انارک

۹- کانسار آنتیموان ورتون (وارطان) سگزی اصفهان

۱۰- کانسار آنتیموان مغانلو ماه‌نشان

۱۱- کانسار آنتیموان عربشاه تکاب

۱۲- کانسار زرنیخ آنتیموان طلادار زرشوران تکاب

۱۳- کانسار آنتیموان آق دره تکاب

۱۴- کانسار آنتیموان بهارلو - داشکسن قروه

۱۵- کانسار آنتیموان سیرزال تربت جام

۱۶- معدن متروکه بالدرقانی (تکاب)

۱۷- کانسار آنتیموان سفیدآبه (سیستان و بلوچستان)

۱۸- نشانه معدنی فقیره (همدان)

۱۹- نشانه معدنی سنگ سنگوتا (خراسان)

۲۰- نشانه معدنی قصون کاشمر

۲۱- نشانه معدنی بخیر بلاغی (شمال تکاب)

۲۲- نشانه معدنی شوکتو (شمال تکاب)

۲۳- رگه آنتیمونیت ناحیه آتش خسرو - اهر

۲۴- کانسار چشمه زرد ارغش (نیشابور)

با بررسی اجمالی از نتایج حاصله چنین بنظر می‌رسد که تمرکز زونهای آنتیموان‌دار در نواحی مرکزی استان خراسان حدفاصل کاشمر، فردوس و بشرویه و همچنین نواحی شمال غربی ایران مابین مادنشان، تکاب و قروه و بالاخره ایران مرکزی حدفاصل ورتون - انارک بیشتر از بقیه نقاط می‌باشد. اخیراً نیز اثراتی از آنتیموان در استان کرمان کشف گردیده که با اکتشافات بیشتر می‌توان به کیفیت ذخیره پی‌برد.

بغیر از مناطق یاد شده تعدادی از اندیسها و کانسارهای آرسنیک در ایران مانند زونهای آرسنیک‌دار اهر و جلفا (کانسارهای ولیلو، سیاه‌رود، خوینرود، کلیساکندی، ورقه و غیره) و همینطور کوه هنگام واقع در شرق گناباد، می‌توانند از نقطه نظر کانی‌زائی آنتیموان زونهای

متعددی بحساب آیند. زیرا معمولاً ذخائر آرسنیک‌دار مقادیری آنتیموان و جیوه و طلا را به همراه دارند.

افزون بر ذخائر یاد شده مقادیری آنتیموان را نیز می‌توان بصورت محصولات فرعی از کانه‌هائی نظیر تتراهیدریت در ذخائر مس‌دار و یا سرب آنتیموان‌دار بصورت جمسونیت، بولانژیت بورنونیت و غیره استحصال نمود.

حال با توجه به پتانسیل آنتیموان در کشور برنامه‌ریزی و طرحهای اکتشافی و استخراجی دقیق و حساب شده‌ای را از جانب دست اندرکاران این امور می‌طلبد، که انشاءالله با به نتیجه رسیدن این طرحها صنایع کشور از این فلز استراتژیک بی‌نیاز گردد.

پراکندگی کانسار و اندیس‌های آنتیموان در شمالغرب کشور

کانسار آنتیموان داشکسن

۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی :

منطقه مورد نظر در فاصله ۴۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان قروه در استان کردستان واقع شده است. این محدوده بین طول جغرافیایی ″۳۸، ′۱، °۴۸ تا ″۳۸، ′۷، °۴۸ و عرض جغرافیایی ″۳، ′۱۰، °۳۵ تا ″۳۰، ′۱۴، °۳۵ در چهارگوش ۱:۲۵۰،۰۰۰ زمین‌شناسی کبودرآهنگ قرار دارد. آب و هوای این منطقه بدلیل کوهستانی بودن سردسیر و زمستانها با بارش برف سنگین همراه است بطوریکه تعداد روزهای یخبندان بیش از ۱۰ روز در سال گزارش شده است.

تیرماه گرمترین و دی ماه سردترین ماههای سال در این منطقه می‌باشند. میزان بارندگی سالیانه در این منطقه حدود ۳۵۰ میلی‌متر است که عمدتاً بصورت برف ریزش می‌یابد. ارتفاع متوسط این منطقه از سطح دریا حدود ۲۰۰۰ بوده و ارتفاعات اصلی آن کوههای ساری داغ به ارتفاع ۲۲۱۷ متر در شمال غرب و آق داغ به ارتفاع ۲۱۹۷ متر در جنوبشرق منطقه می‌باشند.

راههای ارتباطی مختلفی برای رسیدن به معدن وجود دارد که عمدتاً شامل راههای ارتباطی ذیل می‌باشد :

الف) از طریق جاده‌ای بطول ۴۲ کیلومتر از قروه شامل: ۲۲ کیلومتر جاده آسفالته قروه - زنگ‌آباد،۱۸/۵ کیلومتر جادهٔ شوسه درجه دو زنگ آباد - جداقیه - بهارلو و ۱/۵ کیلومتر جاده جیپ‌رو از بهارلو تا معدن

ب) از طریق جاده‌ای بطول ۳۷ کیلومتر از قروه شامل: ۲۴ کیلومتر جاده آسفالته قروه - دوسر، ۱۲ کیلومتر جاده شوسهٔ درجهٔ سه دوسر - داشکسن و ۱ کیلومتر جادهٔ جیپ‌رو از داشکسن تا معدن.

ج) از طریق جاده‌ای به طول ۸۲/۵ کیلومتر از همدان شامل: ۳۰ کیلومتر جادهٔ آسفالته همدان - قروه تا صالح‌آباد، ۴۲ کیلومتر جاده آسفالته صالح‌آباد - گل تپه، ۹ کیلومتر جاده شوسهٔ درجهٔ

دو گل تپه - بهارلو و ۱/۵ کیلومتر جادهٔ جیپ‌رو از بهارلو تا معدن.

د) از طریق سه راهی تهران - همدان - کبودرآهنگ که شامل جاده آسفالته‌ای بطول ۱۲ کیلومتر از ابتدای سه راهی تا کبودرآهنگ، ۵۷ کیلومتر جاده آسفالته کبودرآهنگ - گل تپه، ۹ کیلومتر جاده شوسهٔ درجه دو گل تپه - بهارلو و ۱/۵ کیلومتر جادهٔ جیپ‌رو از بهارلو تا معدن.

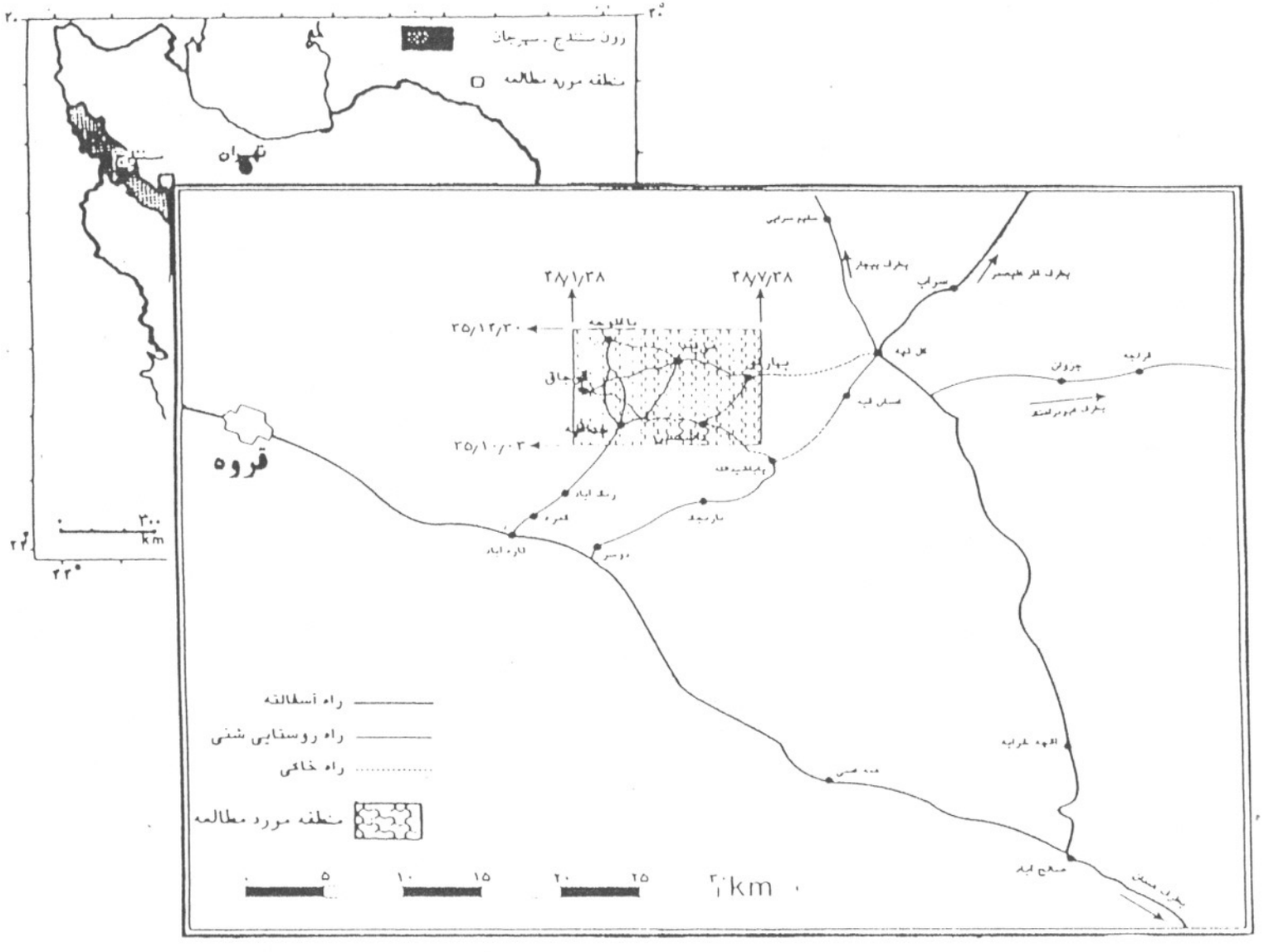
بقیه راههای ارتباطی منطقه خاکی و شوسه بوده و عبور و مرور در آنها به سختی انجام می‌گیرد. از نظر امکانات زیربنایی، نزدیکترین خط فشار قوی تا معدن حدود ۱/۵ کیلومتر فاصله دارد و فاصله معدن تا نزدیکترین رودخانهٔ قابل برداشت حدود ۱/۵ تا ۲ کیلومتر است. آب آشامیدنی در محل موجود نبوده و باید از روستاهای بهارلو یا داشکسن تأمین گردد.

۲- کارهای انجام شده قبلی

این معدن از قدیمی‌ترین معادن شناخته شدهٔ آنتیموان در کشور می‌باشد. از آنجا که محدودهٔ معدنی مابین روستاهای بهارلو و داشکسن قرار دارد، لذا در محدودهٔ هر روستا بنام آن روستا خوانده می‌شود و به همین دلیل در قدیم دارای دو پروانهٔ استخراج و بهره‌برداری بوده است.

عملیات اکتشافی معدن بهارلو از اواخر دههٔ ۱۳۲۰ توسط بخش خصوصی آغاز و پروانهٔ استخراج و بهره‌برداری از این معدن در اسفندماه ۱۳۲۸ هجری شمسی صادر گردید.

عملیات اکتشافی در معدن داشکسن نیز در اوایل دههٔ ۱۳۳۰ آغاز گردید. گواهی کشف این معدن در اردیبهشت ماه ۱۳۳۴ و پروانهٔ بهره‌برداری آن در آبانماه ۱۳۳۵ صادر گردید.



موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه و راههای ارتباطی آن (اقتباس با تغییرات از نقشه $\frac{۱}{۳۰۰۰۰۰}$ راههای استان همدان، مؤسسهٔ گیتاشناسی).

در سال ۱۳۳۸ اکیپی از کارشناسان سازمان زمین‌شناسی کشور جهت تهیهٔ نقشه ۱:۲۵۰،۰۰۰ به منطقه اعزام شدند. از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۳۹ بهره‌برداری از معدن بهارلو به روش سنتی و حفر چاه در داخل رگه‌ها و ایجاد تونل‌های امتداد رگه و استخراج بطریق انتخابی صورت گرفته است تا اینکه در سال ۱۳۳۹ به علت برخورد با سطح آب زیرزمینی و عمیق شدن معدن و نبود وسایل لازم، اشکالاتی در امر استخراج بوجود آمد.

تا اواخر سال ۱۳۴۶ میزان استخراج آنتیموان حدود ۱۰۰۰ تن بوده است. در سال ۱۳۴۹ ارداد (Urdad) و همکاران، کانی سازی‌های آنتیموان و آرسنیک را به ترتیب در بهارلو، آق‌دره و زرده‌شوران مورد مطالعه قرار دادند.

در سالهای بعد نیز مطالعاتی در قالب پایان‌نامه و مطالعات زمین‌شناسی در ناحیه انجام گرفت و گزارش از این معدن وجود دارد مربوط به یک شرکت مهندسی صنایع غیرفلزی و ساختمانی چین است که به دعوت شرکت خدمات اکتشافی کشور در ماه مه (May) ۱۹۹۸ از این معدن بازدید نمودند. در این گزارش کانسار آنتیموان داشکسن یک کانسار رگه‌ای معرفی شده است که در وسط سنگهای خروجی سنوزوئیک قرار گرفته و بوضوح توسط ساختارهای گسلی کنترل می‌شود. آخرین گزارش در دسترس از این معدن مربوط به پایان نامه آقای نیرومند (۱۳۷۹ - دانشگاه تربیت مدرس) می‌باشد که در این گزارش مورد استفاده قرار گرفته است.

۳- زمین‌شناسی منطقه

تقریباً تمام محدوده معدنی داشکسن را سنگهای آتشفشانی و نیمه عمیق با ترکیب آندزیت تا ریولیت می‌پوشاند. سنگهای غیرآتشفشانی از نوع آهکی فقط بصورت برونزدهای کوچک در شمال محدوده کانسار بوده که هیچ رابطه‌ای با کانی‌زائی ندارد.

سنگ میزبان رگه‌های معدنی اغلب سنگهای ریوداسیتی و ریولیتی می‌باشند. دو فاز ولکانیسم برای سنگهای ولکانیک موجود در نظر گرفته می‌شود، یکی سنگهای کالک آلکالن

پرپتاسیم مربوط به فاز میوسن بالایی و فاز دوم ولکانیسم پلیوستوسن که روانه‌های بازیک آلکالن را به وجود آورده است.

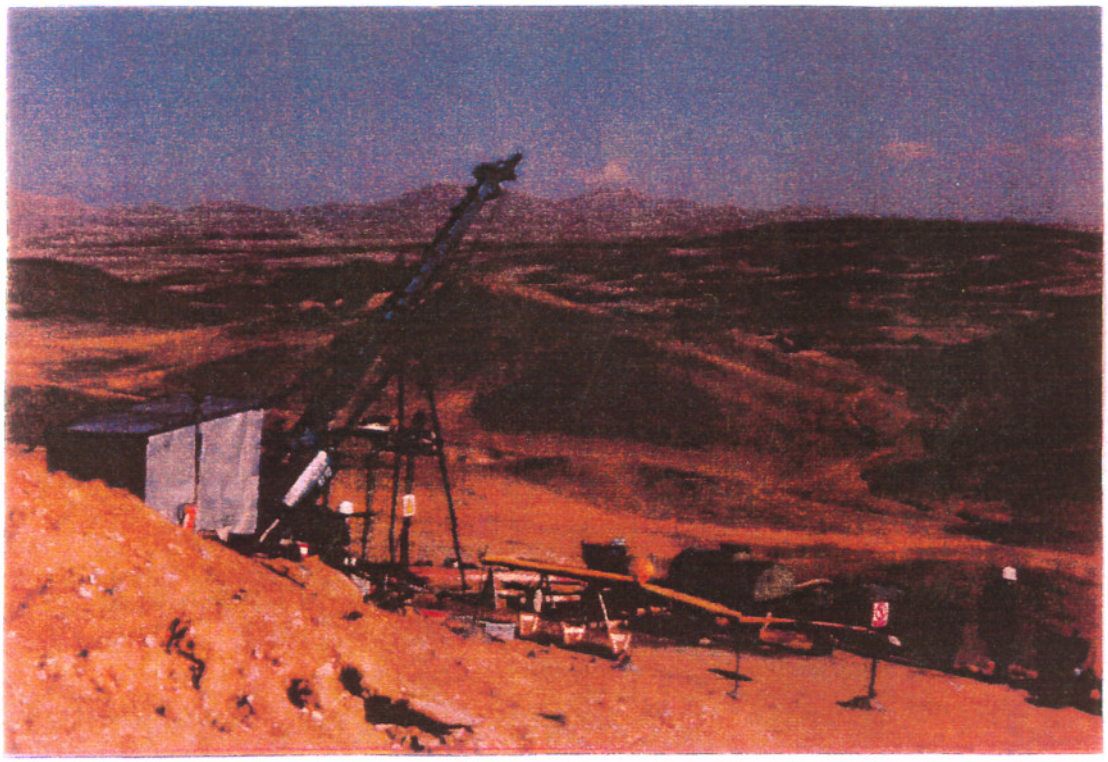
این کانسار به لحاظ تقسیمات زمین ساختی در زون دگرگونی - ماگمایی سنندج - سیرجان قرار می‌گیرد. بر اساس مشاهدات زمین‌شناسی، توالی سنگ‌شناسی منطقه کانسار از قدیم به جدید عبارت است از اسلیت، فیلیت و کوارتزیت‌های ژوراسیک، واحد آهکی - دولومیتی ژوراسیک فوقانی، واحد آهکی میوسن زیرین، واحد گدازه‌ای داسیت - تراکی داسیتی نئوژن، واحد توف - توف ریولیتی - ریولیت و ایگنمبریت نئوژن، کنگلومرای ولکانوکلاستیک نئوژن، جریان‌های بازالتی - لاوای بلوکی و آگلومرای کواترنری که در نهایت به رسوبات آبرفتی کواترنری ختم می‌شود.

سنگهای نفوذی منطقه را توده نیمه عمیق میکروگرانیتی - میکروگرانودیوریتی با ترکیب سنگ‌شناسی کالکوآلکالن و بافت میکروگرانولار - پورفیری به سن نئوژن (احتمالاً پلیوسن؟) تشکیل می‌دهد که در بخش فوقانی بصورت گنبدهای داسیتی - ریوداسیتی (آق داغ - ساری داغ) نمود پیدا کرده است. این توده در مجاورت خود آهکهای میوسن زیرین را بشدت سیلیسی و کانه‌دار نموده است. در این کانسار کانه‌زائی عمدتاً از نوع رگه‌ای است که بوضوح توسط ساختارهای گسلی کنترل می‌شود.

سنگ میزبان رگه‌های کانه‌دار را سنگهای نفوذی نیمه عمیق و سنگهای داسیتی - ریوداسیتی گنبدهای آق‌داغ و ساری داغ تشکیل می‌دهند، که با انواع دگرسانی‌های هیدروترمالی آرژیلی، سیلیسی، پیریتی و سریسیتی همراه می‌شوند.

کانی‌شناسی رگه‌ها شامل: کوارتز، استیبنیت، پیریت، رآلگار، اورپیمان، پیروتیت، کالکوپیریت، بورنیت، گالن، بولانرژیت، آروستیبیت (؟) طلا، استیبکونیت، کرمزیت و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد.

شواهد صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، مجموعاً ارتباط نزدیکی را بین کانه‌سازی آنتیموان، آرسنیک و طلا با سیالات سیلیسی مرتبط با توده نفوذی نیمه عمیق در محدودهٔ



کانسار طلا و آنتیموان داشکسن

کانسار نشان می‌دهد.

از انواع دگرسانی که در محدودهٔ معدنی آق‌داغ - ساری‌داغ قابل بررسی است می‌توان به انواع زیر اشاره کرد:

آرژیلیزاسیون، سریسیتیک، پیریتیزاسیون و سیلیسیفیکاسیون

۴- عیار و تناژ

اکبرپور در سال ۱۳۷۰ ذخیرهٔ کانسار داشکسن را ۳۱۳۵۰۰ تن Sb خالص، ۱۴۵۰۰۰ تن As، ۱۲۸۵۰ کیلوگرم طلا، ۴۵۶۰۰ کیلوگرم نقره، ۱۱۲۵۰ تن بیسموت و ۱۰۰۰ تن جیوه برآورد نموده است.

شرکت لومارکانسار در سال ۱۳۷۳ مطالعاتی بر روی این کانسار انجام داده که طبق گزارش این شرکت ذخیره آنتیموان ۴۳۷۵۰ تن و ذخیره آرسنیک ۱۷۵۰۰ تن برآورد شده است. از این تونا‌ژ حدود ۱/۴ از ذخیره استخراج شده است که اگر کسر گردد ذخیرهٔ بجای مانده حدود ۳۲۸۰۰ تن آنتیموان و ۱۲۵۰ تن آرسنیک تخمین زده می‌شود.

این کانسار اخیراً (از سال ۱۳۷۸) بصورت کانسار اپی‌ترمال طلا توسط شرکت Riotinto با مشارکت شرکت خدمات اکتشافی در حال اکتشاف است.

کانسار آنتیموان مغانلو:

محدوده کانسار در طول جغرافیایی ´۵۳، °۴۷ تا °۴۸ و عرض جغرافیایی ´۵۵، °۳۶ تا ´۴۰، °۳۶ در ۱۰۶ کیلومتری غرب شهرستان زنجان و ۴۳ کیلومتری جنوبشرق بخش ماه‌نشان و ۱۲ کیلومتری جنوب غربی دهستان قره‌گل و یک کیلومتری شمال روستای مغانلو واقع است (شکل شماره ۲).

از دیدگاه لیتولوژیکی قسمت عمده محدوده کانسار را سنگهای گرانیتی موسوم به گرانیت

دوران به سن پرکامبرین در بر گرفته است. در محدوده کانه‌دار از نظر آنتیموان همچنین محدوده فلدسپاتی، توده باتولیتی گرانیت دگرسان شده است. سنگهای قرمز بالایی به سن میوسن در پایانه حد باختری به صورت رورانده با سنگهای گرانیتی همبری دارند. از دیدگاه تکتونیکی عمده‌ترین روند گسله‌ها باختری - خاوری است و کانه‌زایی در امتداد گسله‌های فرعی انجام گرفته است.

محدوده آنتیموان مورد نظر در محدود ۲۰۰×۲۰۰m واقع شده است. حدود ۵۰۰ تن ذخیره از ذخیره کل ۲۱۳۹ تن استخراج شده است (تعیین ذخیره توسط آقایان احمد رومی، مهدی نورافزا) بر اساس اظهارات کارشناسی صورت گرفته و اکتشاف سیستماتیکی انجام نشده است.

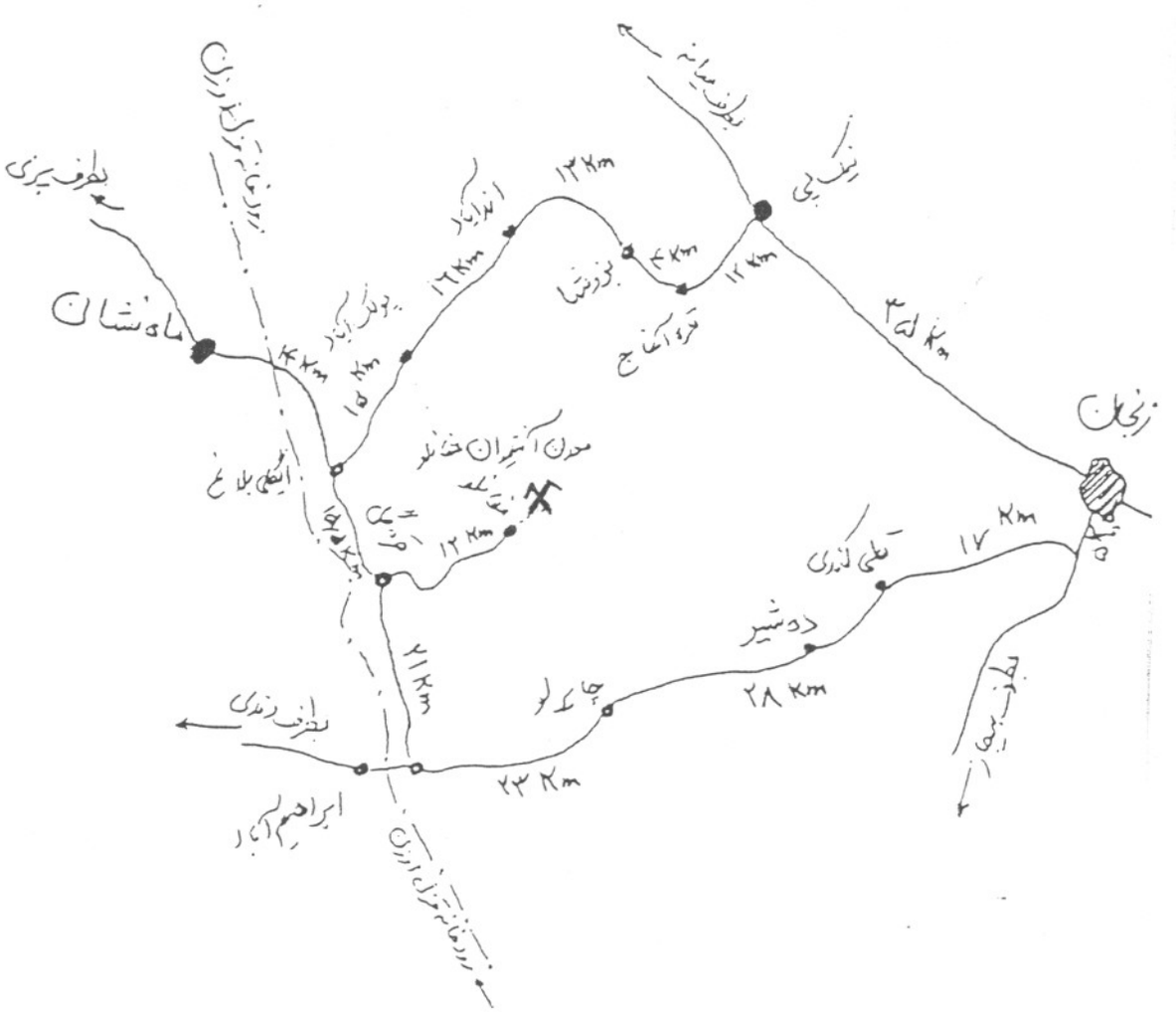
بخش یاد شده به سه قسمت تقسیم‌بندی شده است :

۱- حدود ۹۰m با طول رگه بر اساس تونل پیشروی حفر شده حدود ۱۵m و ضخامت رگه یاد شده حدود ۳۰Cm

۲- حدود ۲۰m افراز شده است طول ۵m

۳- حدود ۲m افراز شده است با طول ۵۰m و ضخامت ۳۰Cm

قابل ذکر است دارندهٔ گواهینامه کشف پس از ۵۰۰ تن استخراج درخواست فروش نموده است و مقرر شده است سالانه حدود ۳۰۰ تن از ذخیره استخراج شود (پروانه اکتشافی مورد نظر $\frac{۴۰۵۴۵۳}{۵۲/۵/۹}$ محدوده فلدسپات و آنتیموان نقل از آقای میرزائیان، استان زنجان)



شکل ۲- راههای دسترسی به کانسار آنتیموان مغانلو

عکس شماره ۶- نمائی از بزرگترین رگه استی بنیت دار در محدوده شرقی کانسار آنتیموان مغانلو

عکس شماره ۷- نمائی از بزرگترین رگه استی بنیت دار در محدوده غربی کانسار آنتیموان مغانلو

- **قسمت غربی**: در این قسمت ۸ رگه مشخص گردیده که ضخامت رگه‌ها حداکثر ۲ متر و بطور متوسط ۰/۲ تا ۰/۵ متر و طول آنها ۵ تا ۱۰ متر اندازه‌گیری شد. شیب عمومی رگه‌ها زیاد (°۶۲ تا °۸۶) به سمت غرب تا شمالغرب است (عکس شماره ۶ و ۷).

با توجه به بررسیها و نتایج این کانسار جزو کانسارهای تیپ اپی‌ترمال با درجه حرارت کم معرفی می‌گردد. سنگ میزبان گرانیت دوران می‌باشد که این سنگها خود در اثر فازهای کوهزایی مختلف و تحولات و رخدادهای گذشته بشدت آلتره و تکتونیزه شده‌اند. آنتیموان‌زایی به گونه‌های رگه‌ای، رگچه مانند و قشری در نقاط گسله و شکسته شده و در قسمتهای سیلیسیفیه صورت گرفته است.

بعقیده برنا (۱۳۷۰) زایش آنتیموان در ارتباط با نفوذ دایکهای نیمه عمیق اسیدی می‌باشد. سن دایکها مشخص نشده است ولی بنظر می‌رسد که خیلی جوانتر از گرانیتها باشد. می‌توان سن کانه‌زایی و دایکها را به دوران سوم ترجیحاً الیگومیوسن به بعد نسبت داد. در جمع‌بندی بحث منشاء کانی‌زایی آنتیموان مغانلو می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که زایش آنتیموان در ارتباط با آخرین مرحله تفریق دایکهای اسیدی به کمک محلولهای گرمابی کم حرارت و سرد در نقاط تکتونیزه و سیلیسیفیه در دوره الیگومیوسن به بعد به گونه رگه‌ای، رگچه‌ای، بودیناژ و قشری صورت گرفته است.

ذخیره کانسار آنتیموان مغانلو حداقل مقدار ۲۶ هزار تن آنتیموان با میانگین عیار ۳۰ درصد می‌باشد (برنا ۱۳۷۰).

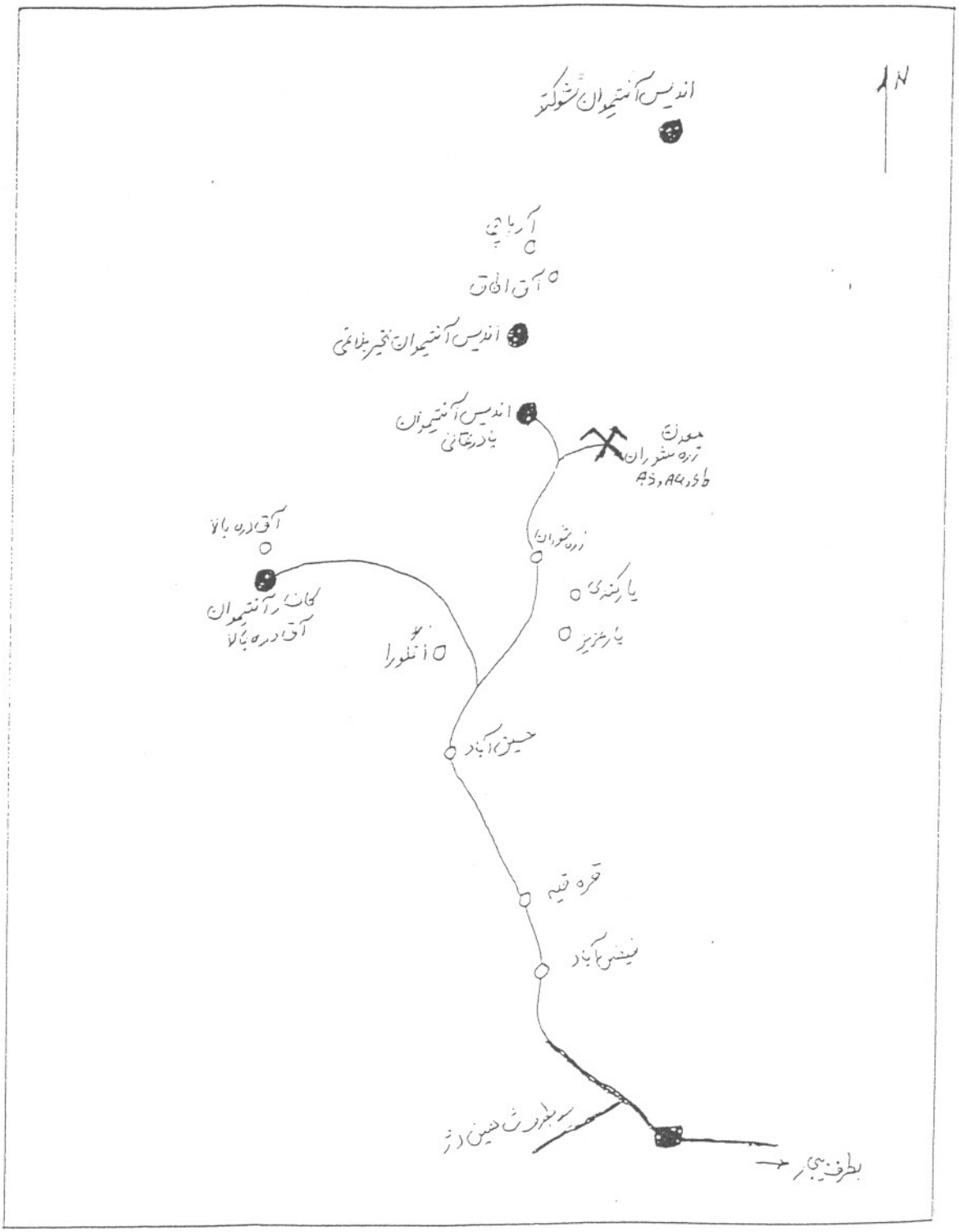
اندیس‌ها و معادن آنتیموان منطقه افشار :

کانسار آرسنیک، طلا، آنتیموان زره شوران:

این کانسار در ۴۸ کیلومتری شمال تکاب قرار دارد. نزدیکترین آبادی به محل کانسار آبادی زره‌شوران به فاصله ۸ کیلومتری جنوب کانسار قرار دارد (شکل شماره ۳ نشان دهنده موقعیت

کانسارهای منطقه افشار می‌باشد) این معدن سابقه دیرینه دارد و با توجه به آثار باستانی در تخت سلیمان و زندان سلیمان در منطقه افشار به روایتی سابقه این معدن را به آن زمان نسبت می‌دهند. ذخیره معدن توسط شرکت کانه‌آرا بصورت خیلی ابتدایی مورد استخراج قرار می‌گیرد. اکتشافات تکمیلی برای طلا توسط شرکت انگلوآمریکن در این معدن در حال اجرا است.

کانسار در داخل سنگهای پرکامبرین متشکل از شیت‌های سبز، سرپانتینیت، آمفیبولیت و سریسیت شیست و مرمر قرار دارد که دور تا دور این سنگها را سنگهای ولکانیکی و رسوبات دوران سوم احاطه می‌کند. سنگهای دوران سوم شامل مارن و ماسه سنگ از تشکیلات قم می‌باشد که روی این قبیل سنگها را سری‌های آتشفشانی از نوع آندزیت پورفیری و دلریت می‌پوشاند. کانی‌سازی در داخل یک شکستگی و گسل اصلی بصورت عدسی‌های متعدد به ابعاد ۰/۵ تا یک متر عرض و تا حدود ۲ کیلومتر از سوی غرب و یک کیلومتر به سمت شرق قابل تعقیب است، اما زون مینرالیزه که روی آن بهره‌برداری صورت می‌گیرد بیش از ۲۰۰ متر طول و حدود ۲۰ متر عرض و ۷۰ متر ارتفاع دارد. کانیهای مهم این کانسار رآلگار، اورپیمنت و کانی فرعی آن استیبنیت، گالن، پیریت، اسفالریت و طلا و گانگ آن کوارتز، فلورین، کلسیت و باریت می‌باشد. عیار آنتیموان در کل کانسار حدود ۰/۵ درصد است ولی در قسمتهای سیلیسیفیه بالا می‌رود و حداکثر به ۵ درصد می‌رسد.



شکل ۳- کروکی موقعیت جغرافیایی اندیس‌ها و کانسارهای آنتیموان آرسنیک و طلای منطقه افشار

اندیس آنتیموان بالدرقانی:

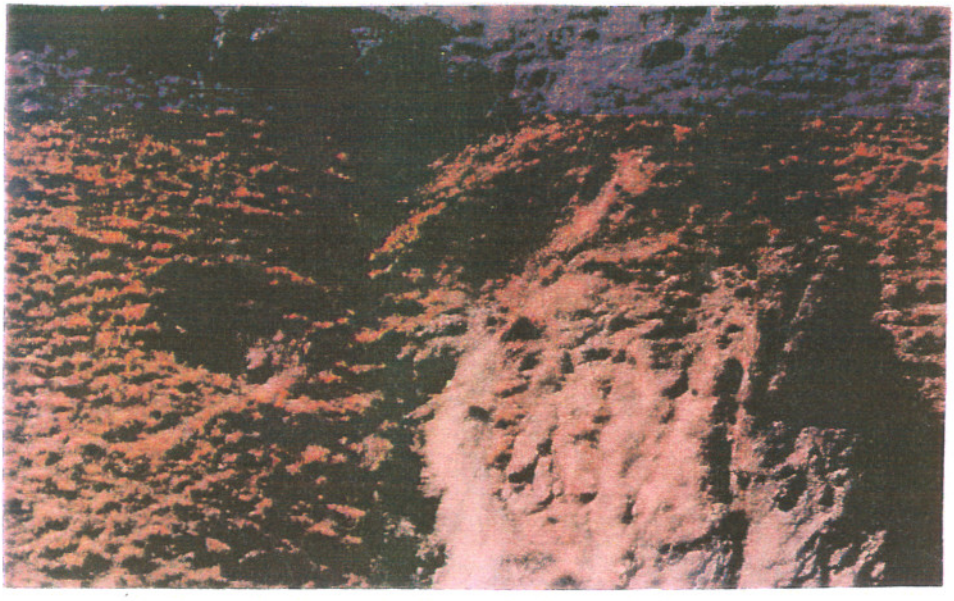
در ۲ کیلومتری شمال معدن زردشوران و ۵ کیلومتری شمال آبادی زردشوران (شکل شماره۳) آثاری از کانی سازی آنتیموان دیده می‌شود. سنگ میزبان شامل آهکهای سیلتی و ماسه‌ای از تشکیلات قم می‌باشد که در داخل این سنگها شیل‌های ماسه‌ای و شیل‌های سیلتی و آهکی بصورت بین لایه‌ای رخنمون دارد. کانی سازی ماده معدنی در قسمتهای سیلیسی شده و نقاط تکتونیزه از نوع اورپیمنت و رآلگار و استیبنیت با ضخامت ۰/۲ تا ۰/۵ الی ۱/۲ متر و طول ۱۰ تا ۵۰ متر بصورت عدسی و رگچه‌ای شکل غنی و متمرکز می‌باشند.

نمایی از نمونه ماکروسکوپی و میکروسکوپی اندیس مزبور نشان داده شده است (صفحات۴۶، ۴۷ و ۴۸). عیار آنتیموان در این نشانه معدنی به بیش از ۸ درصد Sb بالغ می‌گردد. در منطقه معدنی فوق‌الذکر دو تونل متروکه وجود دارد که آثار کار و حفاری و استخراج در آن دیده می‌شود.

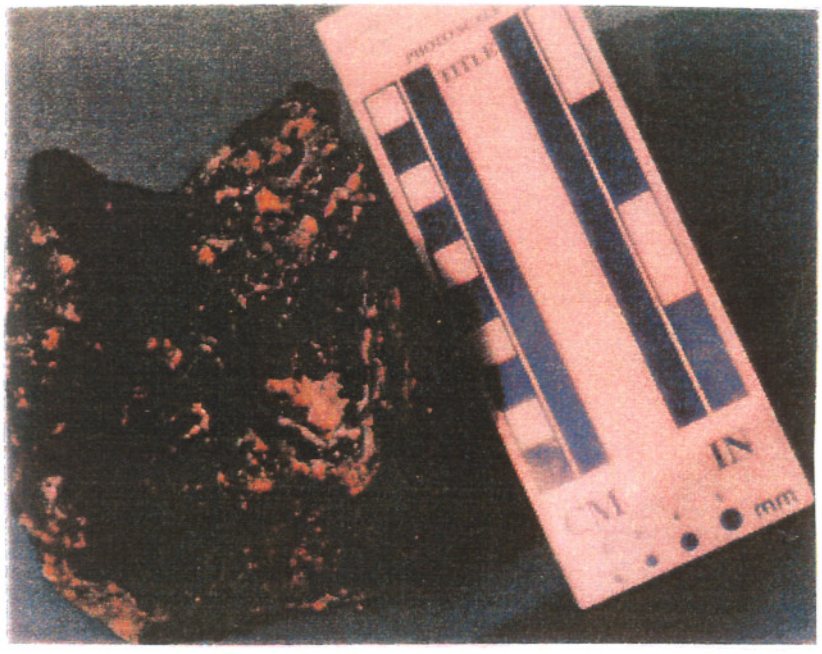
مقایسه اختصاصات کانسار آنتیموان - آرسنیک - طلای داشکسن و کانسارهای مغانلوی زنجان و شوراب فردوس (نیرومند - پایان نامه کارشناسی ارشد)

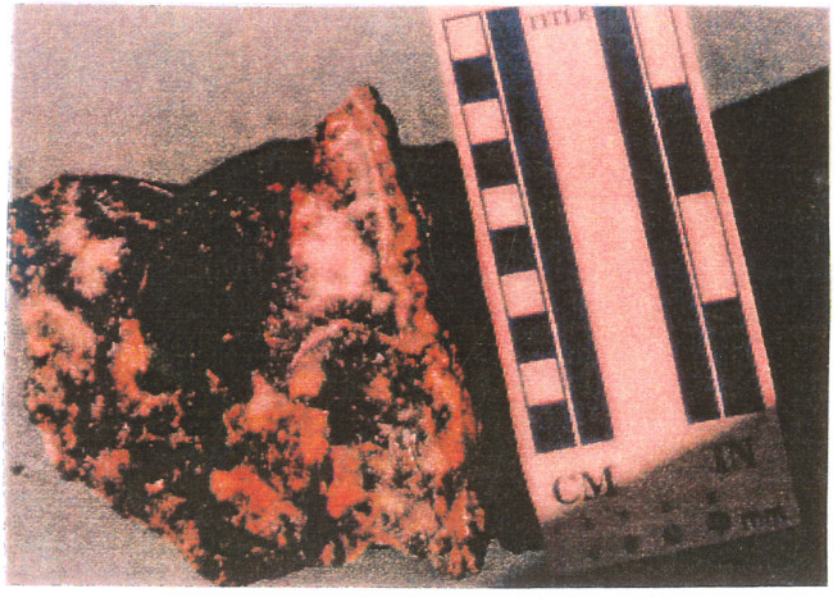
کانسار داشکسن	کانسار شوراب فردوس	کانسار مغانلو	نوع شاخص‌ها
۴۲ کیلومتری شمال شرق ترود	۷۷ کیلومتری جنوبغربی فردوس - استان خراسان	۱۰۶ کیلومتری غرب زنجان - استان آذربایجان شرقی.	موقعیت جغرافیایی
سنگهای نفوذی نیم عمق - کم عمق با ترکیب گرانیتی - گرانودیوریتی و دم‌های دایتی ریوداسیتی وابسته	توده نفوذی نیمه عمیق با ترکیب داسیت - ریوداسیت	گرانیت دوران	سنگ میزبان کانسازی
تورژن (احتمالاً پلیوسن)	تورژن	پروتوزوئیک	سن سنگ میزبان
تورژن (بعداز میوسن زیرین)	تورژن	دوران سوم ترجیحاً الیگوسن (؟)	سن کانی‌سازی (تجمع)
گسل‌ها، عمدتاً گسل‌های نرمال	گسل‌ها	گسل‌ها	عامل اصلی کنترل کننده ساختاری
استیبنیت، رآلگار، اوریمان، پیریت، پیرونیت، کالکوپیریت، بورنیت، بولانژریت، طلا آرومتیبنیت (؟)، استیکونیت، کرمزیت و هیدروکسیدهای آهن کوارتز عمده‌ترین کانی گانگ به حساب می‌آید.	گالن، اسفالریت، کالکوپیریت و تراهدریت با گانگ کوارتز و بخدرت در رگه‌های سرب و روی و آنتیموانیت و آرژانتیت در رگه‌های آنتیموان کانه گانگ غالب کوارتز میباشد.	استیبنیت، گالن، اسفالریت، استیت زونیت، تتره، کالکوپیریت، پیریت، مالاکیت و آزوریت. گانگ اصلی کوارتز و کلسیت	کانی شناسی
رگه‌ای	رگه‌ای	رگه‌ای	ژئومتری ساده معدنی
سیلیسی - آرژیلی - پیریتی، سریسیتی	-	دگرسانی سیلیسی از گسترش قابل توجهی برخوردار است	آلتراسیون
اپی ترمال احتمالاً نوع اسید - سولفات	اپی ترمال	اپی ترمال	ژنز پیشنهادی
اطلاعات مربوط همین پایان‌نامه پیدرتوسکلا	برنا ۱۳۷۰ لطفی ۱۳۶۱	برنا ۱۳۷۰ قربانی ۱۳۷۴	مرجع
	۱- در این کانسار رگه‌های آنتیموان و سرب و روی جدا از یکدیگر می‌باشند. ۲- در این کانسار کانه‌های رآلگار اوریمان و سینابر مشاهده نشده است.	-	ملاحظات

دهانه تونل معدن بالدرقانی (تونل ۱)

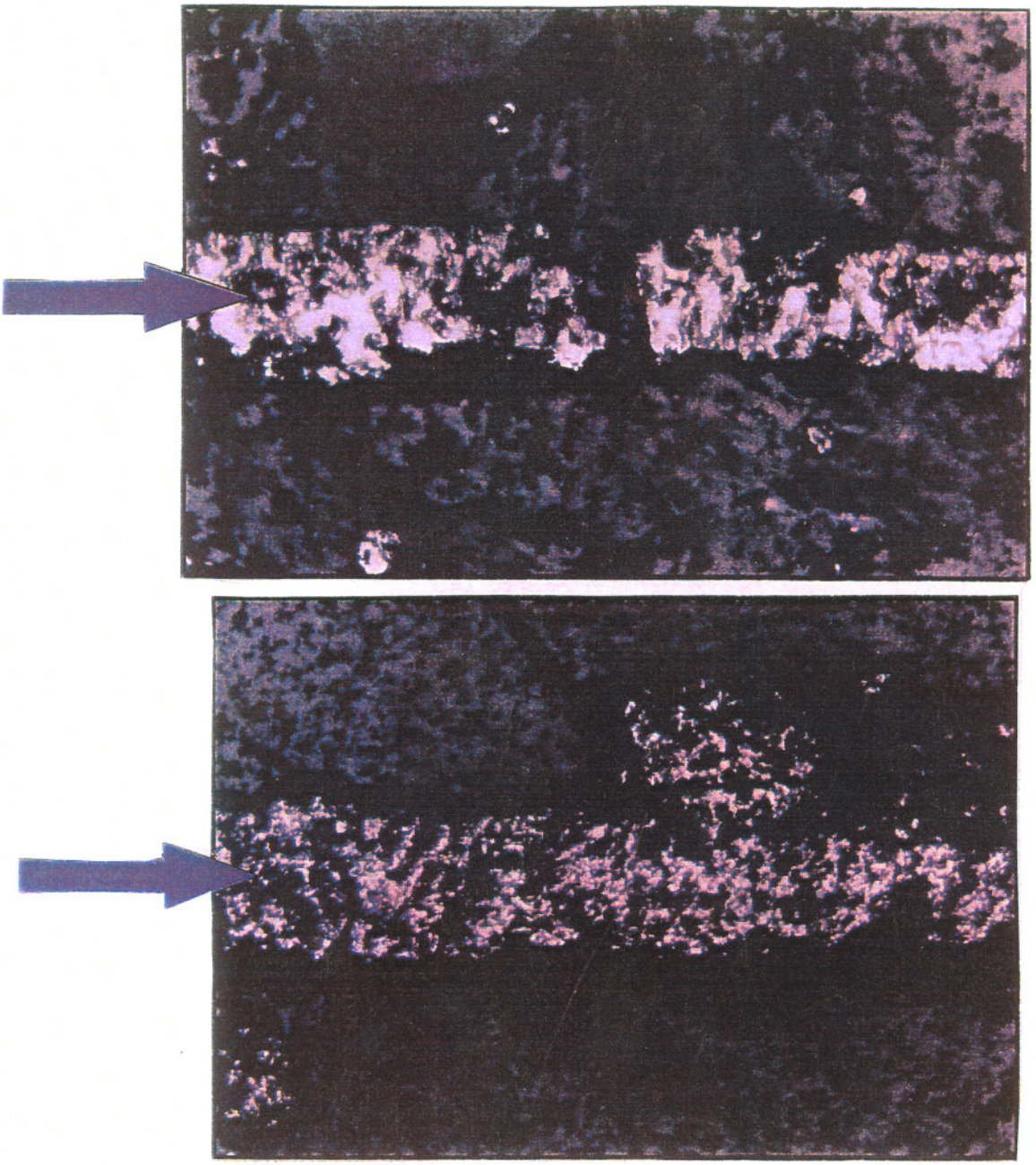


دهانه تونل معدن بالدرقانی (تونل ۲)





نمایی ماکروسکوپی از سنگهای مینرالیزه استیبنیت‌دار در منطقه بالدرقانی



نمایی از یک تیغه بلورین استیبنیت که به صورت اپی‌ژنتیک سنگ در برگیرنده را قطع کرده است (معدن بالدرقانی رحیمی - پایان نامه کارشناسی ارشد - ۱۳۷۸).

اندیس آنتیموان بخیربلاغی :

در ۳۰ کیلومتری شمال معدن زرەشوران و ۶ کیلومتری شمال روستای زرەشوران در دره گشناقی‌دار ادامه دره زرەشوران چندین اثر کانی سازی آنتیموان دیده می‌شود (شکل شماره ۳).

بزرگترین قسمت کانه‌دار بصورت یک عدسی به ابعاد ۱۵ متر طول و ۲ متر عرض و ارتفاع ۷ متر می‌باشد، که روی این عدسی به ضخامت ۲۰ متر سنگهای آهکی از تشکیلات قم قرار می‌گیرند. میزان عیار آنتیموان ۲۸ درصد (Sb) می‌باشد.

اندیس آنتیموان شوکتو :

این اندیس در ۲ کیلومتری شرق دهکده شوکتو و جنوب غربی کوه قبله واقع در دره قدیرالله قرار گرفته است. از زرد شوران راد مالرو وجود دارد اما بوسیله ماشین می‌توان از طریق میانه راد قرەآغاج، تخت سفلی و ذاکرکندی به مسافت ۱۶۵ کیلومتر به محل کانسار دست یافت (شکل شماره ۳).

این اندیس در کنتاکت آهکهای مرمریتیزه شده پرکامبرین و گنیس‌های آرکوزی و کنگلومرای پرکامبرین از گروه خیرآباد رخداده است.

کانی سازی در قسمتهای سیلیسیفیه بصورت عدسی از نوع کانی‌های استیبنیت، رآلگار و اورپیمنت می‌باشد. عیار آنتیموان حدود ۷ درصد در این اندیس اندازەگیری شده است. بلورهای آنتیموان بصورت شعاعی و ساقه‌ای در سنگهای کانه‌دار دیده می‌شود.

کانسار آنتیموان طلادار آغدره :

این کانسار در ۳۵ کیلومتری شمال تا شمال غربی تکاب و ۱۲ کیلومتری غرب کانسار زرەشوران قرار دارد (شکل شماره ۳).

کانی سازی در رسوبات میوسن تحتانی از تشکیلات قم شامل: مارن، شیل، سیلت استون و

آهک، توف و ماسه سنگ سبز رنگ بصورت عدسی و رگه‌ای شکل در نقاط تکتونیزه صورت گرفته است. تشکیلات یاد شده دگرشیبی با تشکیلات لالون و گرانیت‌های دوران دارند. این ذخیره توسط شرکت کانه‌آرا مورد استخراج قرار گرفت که تعداد ۵ تونل که بوسیله چوب بست نگهداری می‌گردید و فعلاً نیز تونل‌ها ریزش کرده‌اند بر روی این کانسار حفر شده است. این معدن در حال حاضر متروکه می‌باشد.

حداکثر ضخامت عدسی‌های استیبنیت‌دار ۵۰ سانتیمتر است، کانیهای اصلی این ذخیره از نوع استیبنیت بصورت شعاعی، سوزنی و ساقه‌ای و رآلگار و اورپیمنت، گالن، آرسنوپیریت، پیریت و اسفالریت می‌باشد.

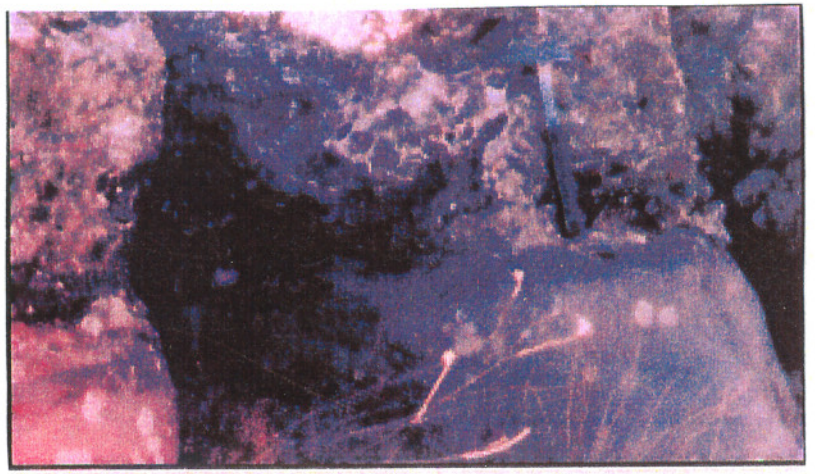
عیار آنتیموان در این ذخیره تا ۱۰ درصد (Sb) می‌باشد.

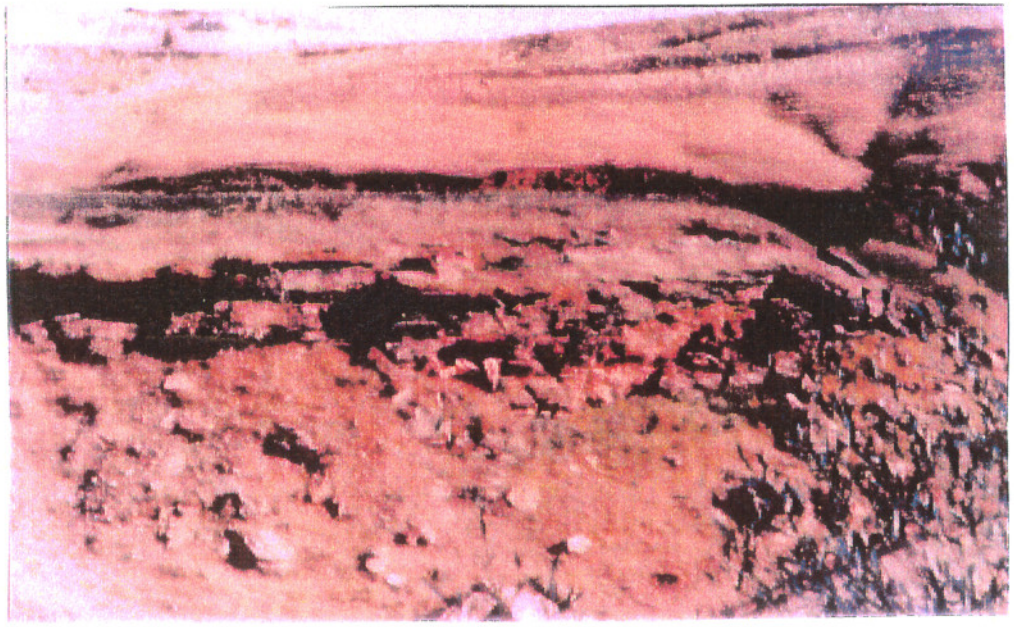
شکل صفحه ۵۱ واحدهای سیلیسی حاوی کانه‌زایی آنتیموان را در منطقه معدنی آغدره نشان می‌دهد./ب۱۷۴

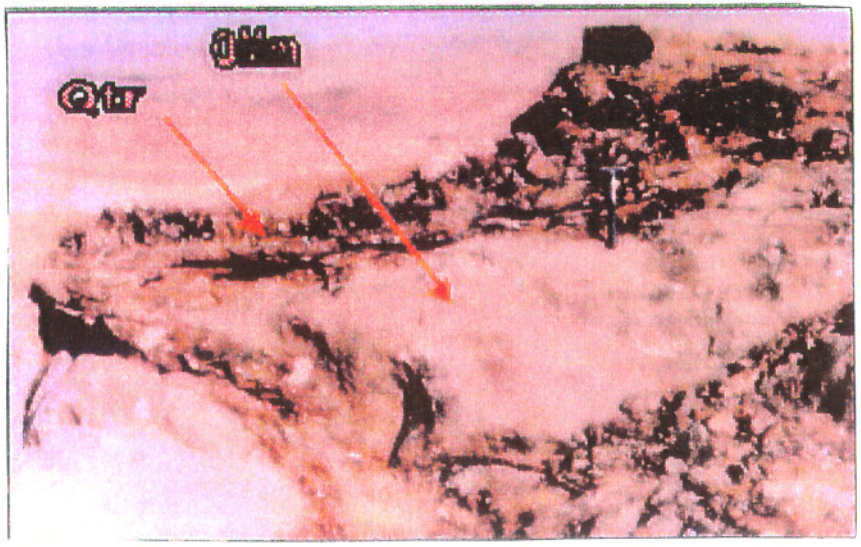
مقایسه اختصاصات کانسار آنتیموان - آرسنیک - طلای داشکسن با کانسارهای زرشوران و آق‌دره در زون تکاب قروه (نیرومند - پایان نامه کارشناسی ارشد).

کانسار داشکسن	کانسار آق دره	کانسار زرشوران	نوع شاخص‌ها
۴۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان قروه(استان کردستان).	۴۰ کیلومتری شمال غرب تکاب.	۴۲ کیلومتری شمال تکاب، استان آذربایجان.	موقعیت جغرافیایی
سنگهای نفوذی نیمه عمق - کم عمق با ترکیب گرانیتی - گرانودیوریتی و دم‌های داسیتی ریوداسیتی وابسته	رسوبات میوسن شامل فلارن آهکی و سنگ آهک خاکستری	شیل‌های سیاه آهکی - سیلتی با میان لایه‌های آهکی.	سنگ میزبان کانه‌سازی
تنوزن (احتمالاً پلیوسن)	میوسن	پرکامبرین	سن سنگ میزبان
مجموعه‌نفوذی - آتشفشانی تنوزن	ولکانیسم میوسن	ولکانیسم میوسن عمدتاً آندزیتی(۱۶/۴-۱۱/۱ میلیون سال قبل).	سنگ‌های آذرین همراه.
گسل‌ها،عمدتاً گسل‌های نرمال	گسل‌ها به عنوان معابر عبور محلول‌های هیدروترمال.	گسل‌ها	عامل اصلی کنترل کننده ساختاری
استیبنیت، رآلگار، اریمان، پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت، بورنیت، بولانژریت، طلا آروستیبنیت (؟)، استیکونیت، کرمزیت و هیدروکسیدهای آهن کوارتز عمده‌ترین کانی گانگ به حساب می آید.	استیبنیت، اریمان، رآلگار، سینابر، پیریت، باریت، فلورین، اسفالریت، پیروتیت عمده‌ترین کانه گانگ کلسیت و کوارتز میباشد.	رآلگار، اریمان، پیریت، گالن، اسفالریت، بولانژریت، کرین و طلای غیرقابل رؤیت در این معدن ، کوارتز عمده‌ترین کانی گانگ می‌باشد.	کانی شناسی (کانه ، گانگ)
رگه‌ای	دانه‌پراکنده (سین ژنتیک)، رگه‌ای (به صورت تجمع ثانوی)	لایه ای شکل و چپه کران .	ژنومتری ماده معدنی
سیلیسی - آرژیلی - پیریتی ، سریسیتی	سیلیسی - آرژیلی	کلسیفیکاسیون، سیلیسیفیکاسیون، آرژیلیزاسیون همراه با غنی شدگی کربن.	آلتراسیون
اپی ترمال احتمالاً نوع اسید - سولفات	اپی‌ترمال	اپی‌ترمال نوع کارلین	ژنز پیشنهادی
اطلاعات مربوط به پایان‌نامه نیرومند	مؤمن زاده، ۱۹۷۰ مهندسین مشاور کاران، ۱۳۷۰	صبیی ۱۳۶۹، مؤمن‌زاده، ۱۹۷۰، قربانی ۱۳۷۴، کریمی ۱۳۷۳، مهرابی ۱۹۹۹	مرجع
	- رآلگار از فراوانی قابل توجهی برخوردار است.	- رآلگار از فراوانی قابل توجهی برخوردار است و بافت‌های شاخص اپی‌ترمال در این کانسار دیده نمیشود .	ملاحظات

واحدهای سیلیسی حاوی کانه‌زایی آنتیموان و پاراژنز مربوطه در منطقه معدنی آغدره (مانا رحیمی - پایان نامه کارشناسی ارشد - ۱۳۷۸)







اندیس آنتیموان عربشاه :

در محلی بنام عربشاه واقع در شمال شرقی تکاب آثار آنتیموان بصورت یک ذخیره گزارش شده است که متأسفانه اطلاعات دقیقی از چگونگی و کیفیت کانی‌زائی در دست نمی‌باشد. آنتیموان به صورت همراه، با کانی گچلیت در محل کانسار دیده می‌شود و کانیهای رآلگار و اورپیمان نیز از جمله کانیهای آرسنیک‌دار قابل رویت در محل کانسار می‌باشد.

نتیجه‌گیری در مورد نقاط معدنی منطقه افشار :

با ارزیابی و بررسیهای انجام شده از کانسارها و اندیس‌های مکشوفه در این ناحیه نتیجه‌گیری می‌شود که در دوره میوسن بالایی بوسیله فعالیت‌های آتشفشانی، فاز متالوژنی وسیعی در این ناحیه رخ داده است. کما اینکه این تحولات بصورت چشمه‌های آبگرم تا دوران چهارم نیز ادامه داشته است. با توجه به مطالعات انجام گرفته کانی سازی آنتیموان در منطقه از نوع اپی‌ترمال و کم حرارت معرفی می‌گردد. شاید بتوان کانی سازی آنتیموان در کانسار مغانلو را نیز به این فاز نسبت داد. تکتونیک عامل اصلی در شکل‌گیری و تمرکز زونهای کانه‌دار می‌باشد.

نشانه معدنی فقیره

کانی سازی آنتیموان فقیره در طول جغرافیایی ″۴۸، ′۳۱، °۴۸ و عرض جغرافیایی ′۴۵، °۳۴ قرار دارد. این نشانه معدنی در اطراف همدان در دامنه کوه الوند واقع است. کانی سازی با گرانیتوئیدهای الوند در ارتباط می‌باشد. کانی سازی به صورت چندین رگه شناسایی شده که با ضخامتی متغیر تا ۰/۷ متر دارند. رگه‌ها دارای شیب زیاد بوده و در محل گسل تشکیل شده‌اند و این گسل‌ها محل عبور سیالات کانی ساز می‌باشند. رگه‌ها شامل استیبنیت، پیریت، رآلگار، و اورپیمنت بوده و کوارتز کانی باطله اصلی است. بافت کانی‌ها به صورت پرکننده فضای خالی بوده و برشی شدن در رگه دیده می‌شود. سنگ میزبان رگه‌های کوارتز - استیبنیت، بوده و

مونزوگرانیت‌ها، بخش اصلی پلوتون توده الوند را تشکیل می‌دهند.

مقدار میانگین آنتیموان در رگه‌ها ۳۰/۵ درصد، طلا ppm ۰/۸۳ و آرسنیک ppm ۴۹۸ بوده است (معانی‌جو ۱۳۷۹).

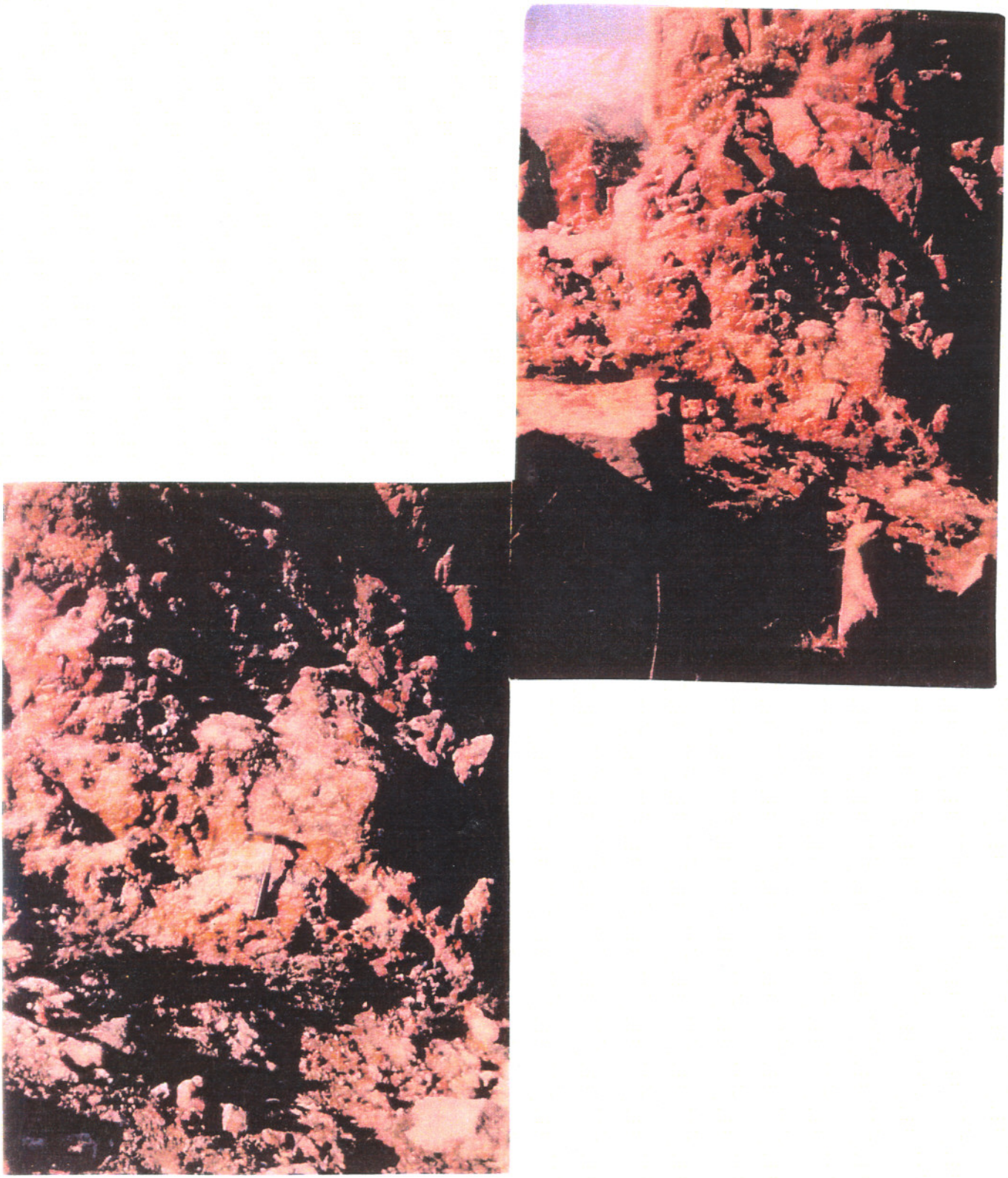
رگه آنتیمونیت در ناحیه آتش خسرو - اهر

این رگه در سه کیلومتری شرق ده آتش خسرو در نزدیکی ورزقان (آذربایجان شرقی) واقع شده است و در امتداد جاده خروانق - ارزیل که در نهایت به شهر تبریز می‌رسد قرار دارد و در حاشیه جاده واقع در جنوب تا جنوب باختری این اثر مشاهده می‌شود.

ناحیه از فلیش کرتاسه بالا پوشیده شده که بوسیلهٔ دایکها و سیلهای متعدد ریولیتی قطع شده است. ناحیه کوهستانی است و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۱۰۵۰ متر تا ۲۵۰۰ متر در محدوده ناحیه متغیر است.

قابل توجه است که منطقه بعلت نفوذ سنگهای آذرین نیمه عمیق با ترکیب ریولیتی در نقاط مختلف و وجود رگهٔ نازک استیبنیت بنظر می‌رسد که برای اکتشاف کانسارهای آنتیموان و پاراژنزهای آن جالب باشد.

این فلیش‌ها بطور جانبی تبدیل به واحدهای آهک تودهای ضخیم لایه سفید تا خاکستری رنگ می‌شود. در میان توالی فلیش گونه، سنگهای آتشفشانی اسید با ترکیب تراکی آندزیت و آندزیت رخنمون دارند بویژه در ناحیه مورد نظر دایکی از سنگهای آذرین خروجی اسید از نوع ریولیت آندزیت تا آندزیت و در راستای شمال باختر جنوب خاوری رخنمون دارد. کانی سازی در میان این دایک اسیدی بوده و به صورت رگچه‌های ضعیف با ضخامت حداکثر ۲-۱ سانتیمتر بصورت شبکه‌هایی تظاهر دارد. گسترش کانی سازی محدود و مطالعات انجام شده بر روی کانسنگ این اثر معدنی به روش تغلیظ مصنوعی و با کمک گرفتن از متد میکروشیمی قطعیت آنتیموان را مشخص کرده است. همچنین نمونهٔ آزمایش شده وجود کانی استیبنیت در منطقه را تائید می‌نماید (علوی نائینی، ۱۳۷۱).



رگه آنتیموان آتش خسرو - اهر سنگهای در برگیرنده کانه، ریولیت می‌باشند.

- پراکندگی کانسارهای آنتیموان در شرق و شمال شرق ایران

- کانسار آنتیموان گردنه کوه سرخ کاشمر

۱- موقعیت جغرافیایی و ژئومورفولوژی

کانسار فوق به مختصات تقریبی طول ´۲۸، °۳۵ و عرض ´۲۸، °۵۸ در ۲۵ کیلومتری شمال کاشمر در مسیر جاده آسفالته نیشابور - کاشمر قرار دارد. نقشه راههای ارتباطی در شکل ۴ آورده شده است.

اشکال توپوگرافی قابل مشاهده در این ناحیه شامل کواستا، هاگ‌بگ و همچنین پرتگاههای بسیار تند و تیز می‌باشد. در فصول با بارندگی زیاد زمین لغزش‌های زیادی در ناحیه مشاهده می‌شود. از نظر سیستم آبراهه‌های اکثر آبراهه‌ها از نوع دندریتی و تعدادی نیز از گسلهای احتمالی پیروی می‌کند.

۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

کانسار در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ کاشمر و تربت حیدریه واقع شده (شکل شماره ۵) که در ناحیه معدنی شامل سری رسوبات پالئوژن متشکل از شیل، مارن، با میان لایه‌های توفی، ماسه سنگ، کنگلومرا می‌باشد. اینطور استنباط می‌شود که رسوبات فوق در جبهه تراستها گذاشته شده است. مطالعات فسیل‌شناسی سن بعد از ائوسن میانی را برای این سنگها نشان می‌دهد توده‌های نفوذی (گرانودیوریتی مشخص شده توسط آنومالیهای مگنتیتی) نیز توسط گسلها با واحدهای سطحی در ارتباطند گسلهای مهم منطقه گسل درونه (گسل بزرگ کویر) و گسل تکنار (ریوش) می‌باشد این گسلها در ترسیم چهره زمین‌شناسی منطقه و کانی زایی و گسترش آلتراسیونها نقش بسزایی داشته است.

سنگ میزبان

کانه‌زایی در مارنهای قرمزرنگ واحد فیلیشی با میان لایه‌های نازک توف انجام شده است.

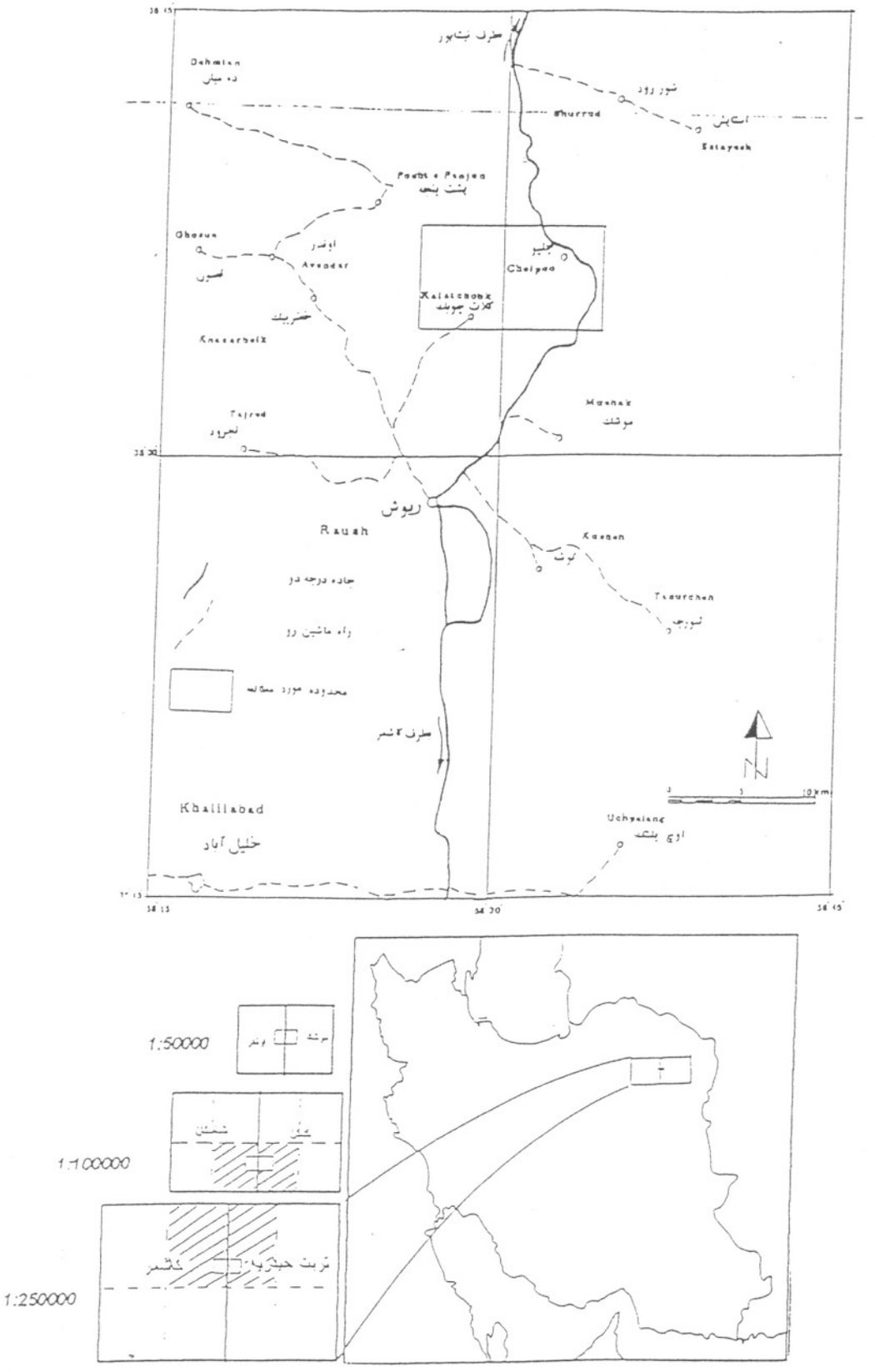
۴- مطالعات ژئوشیمی منطقه و آلتراسیونها

بر اساس بررسیهای ژئوشیمیایی در محیط آبراهه‌ای هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه عناصر آرسنیک، آنتیموان، طلا، سرب و روی و مس شناسایی شده‌اند. بطوریکه عناصر As و Sb هاله‌های وسیعی را تولید کرده‌اند و از همبستگی بالایی برخوردار بوده که این امر می‌تواند ناشی از حضور کانه‌زایی این عناصر در بالادست رسوبات در زون مینرالیزه باشد که زونینگ ژئوشیمیایی عمودی نیز نشان می‌دهد که هم اکنون زون آنتیموان و جیوه در سطح قرار دارد که در بالای سیستم واقع شده است. عناصر Cu, Zn, Pb, Au دارای همبستگی مثبت بوده و آنومالیهای کوچکتری را تولید کرده و محدوده آنها منطبق بر یکدیگر است. حضور طلا تنها از طریق بررسی و ثبت هاله‌های لیتوژئوشیمیایی ثانویه در محیط آبراهه‌ای بررسی و تعیین گردید و بصورت یک فاز مستقل در زون مینرالیزه مشاهده نشد دلیل این امر موقعیت سطح فرسایش کنونی می‌باشد که با توجه به نسبت‌های معرف ژئوشیمیایی بالاتر از افق کانه‌زایی طلا و فلزات پایه همراه آن قرار دارد. بر این اساس جهت بررسی طلا، محدوده آنومالی طلا و یا عناصر وابسته مناسب بنظر می‌رسد آلتراسیونهای موجود در منطقه آلتراسیون آرژیلیتی در مرکز و در طرفین زون آلتراسیون سریسیتی و در اطراف زون آلتراسیون پروپیلیتیک می‌باشد (برنا - ۱۳۷۰).

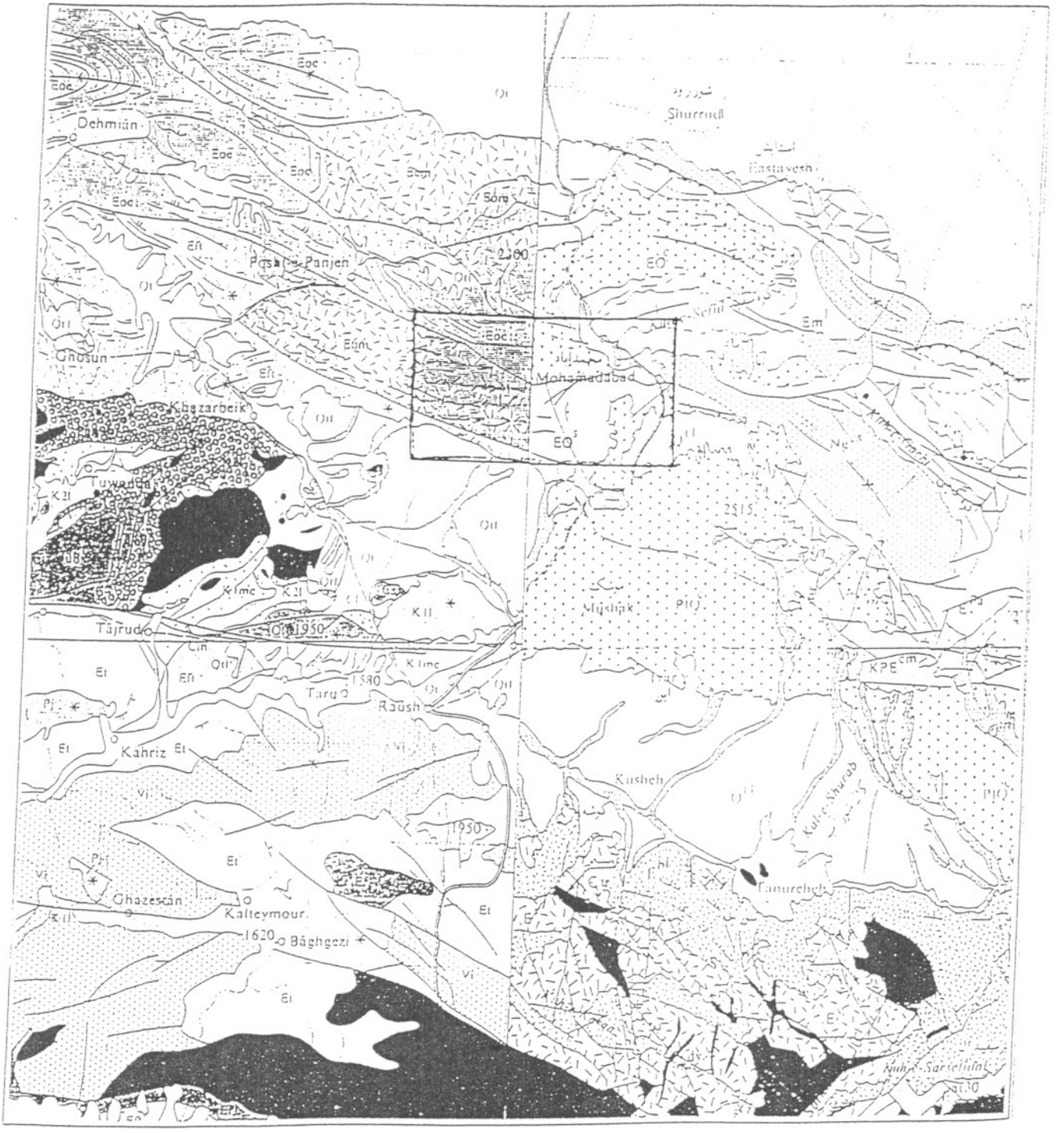
۵- ژنز کانسار و پاراژنز

با توجه به شواهد بدست آمده از زمین‌شناسی، تکتونیک، کانه‌زایی، آلتراسیون، خصوصیات ژئوشیمیایی حضور دایکهای دیابازی که حاکی از فعالیت توده‌های آذرین بعد و همزمان با

رخداد کانه‌زایی می‌باشد همگی مزید تشکیل یک سیستم هیدروترمال درجه حرارت پایین (کمتر از ۳۰۰) می‌باشد که مجموع مینرالی شامل استنبیت، زرنیخ زرد و قرمز، پیریت و گانگ ژیپس و کلسیت کوارتز را ایجاد کرده است. این منطقه شدیداً تحت تأثیر آلتراسیون هیدروترمال قرار گرفته که زون مینرالیزه را در خود جای داده است. بهترین کانیهای آلتراسیون ژاروسیت در مرکز زون و در طرفین آن کانیهای رسی (کائولینیت و مونت موریلونیت) است. ساخت کانسار رگه و رگچه‌ای و به صورت توده‌های کوچک در محل شکستگی‌ها که در سنگ میزبان ایجاد شده می‌باشد ساخت کانه‌ها برشی گل کلمی، نواری، حفره‌ای و توده‌ای می‌باشد به دلیل وجود اکسید آهن فراوان در منطقه زون آلونیت تشکیل نشده و ژاروسیت جای آنرا گرفته است. مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که سیستم فوق یک سیستم اپی‌ترمال طلادار مشابه تیپ کارولینا از نوع کم سولفات است که کمپلکس‌های بی‌سولفید در انتقال و جابجایی طلا مهمترین نقش را داشته‌اند (برنا - ۱۳۷۰).



شکل۴-نقشه‌راههای ارتباطی و موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی



شکل۵-نقشه‌زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ منطقه مورد مطالعه واقع در چهارگوش کاشمر و تربت حیدریه

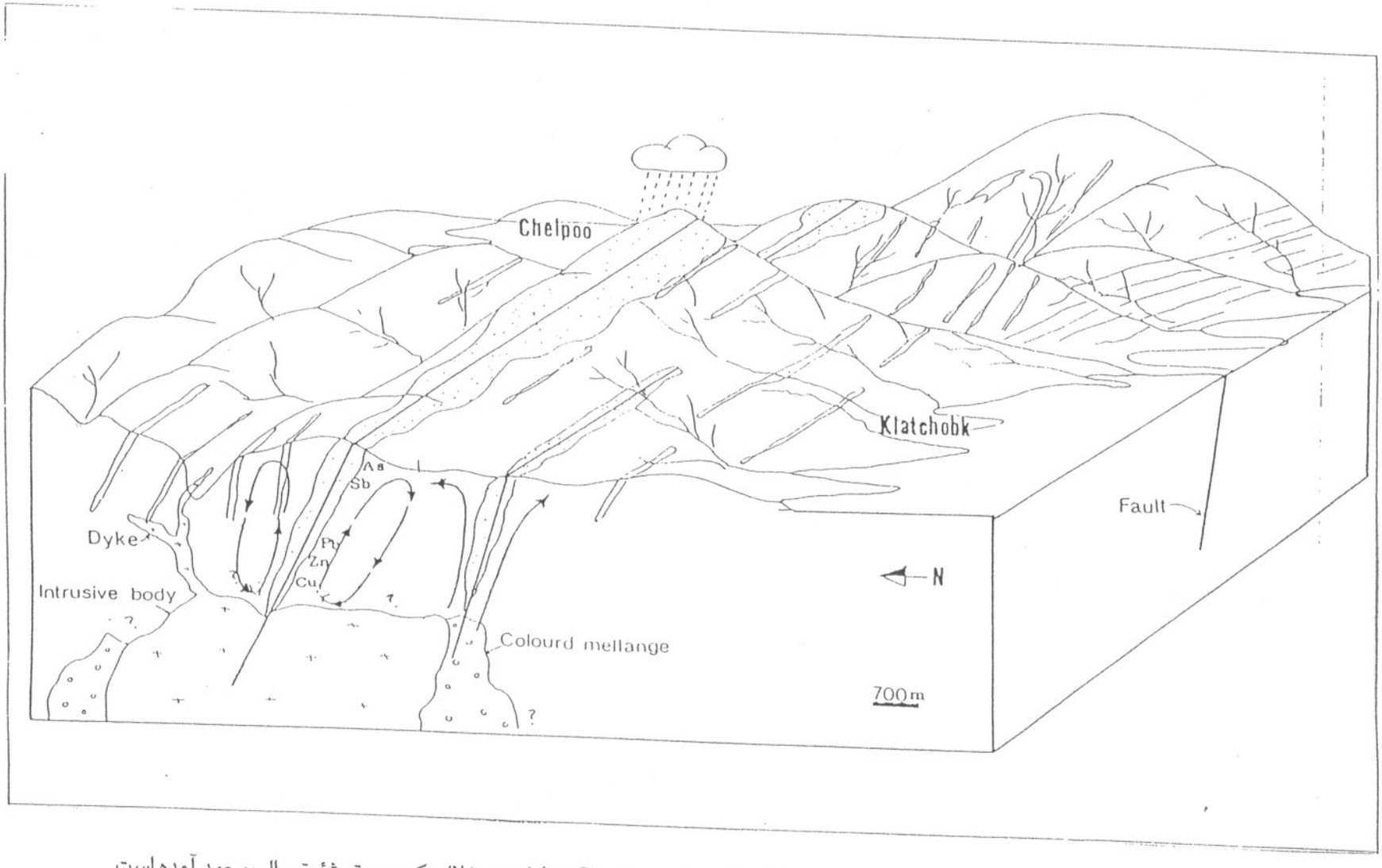
کانه‌های سولفوره آنتیموان‌دار اولیه در شرایط برون‌زادی (Exogenous) اکسید شده و به سولفات آنتیموان $Sb_2(So_4)_3$ تبدیل می‌شود. این سولفات آنتیموان بسیار ناپایدار است و در نتیجه هیدرولیز به اکسیدها، هیدروکسیدها و اخراهای آنتیموان‌دار تبدیل می‌شود. سن کانه‌زایی جوانتر از واحد دربرگیرنده و در حدود ائوسن فوقانی - الیگوسن می‌باشد. مدل فرضی برای نحوه کانه‌زایی عناصر Au, Sb, As که در خلال یک سیستم ژئوترمال بوجود آمده در شکل ۶ نشان داده شده است.

عیار و ذخیره کانسار:

نواحی شرقی کانسار برای معدنکاری آنتیموان مناسب است و یکی از بهترین ذخائر آنتیموان کشور بشمار می‌رود. عیار آنتیموان در رگه مینرالیزه حدود ۲۳ درصد است

تعیین میزان ذخیره معدنی با توجه به گستردگی و پراکندگی زونهای حاوی آثار کانه‌زایی آرسنیک و آنتیموان و تغییرات ضخامت و ابعاد رگه‌ها و لایه‌ها باید به دقت بررسی شود و در مراحل بعدی اکتشاف مورد توجه قرار گیرد.

که در این رابطه طرح اکتشافی توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور از سال ۱۳۷۸ در دست اجرا است که تا آخر سال ۸۰، ذخیره و عیار آن مشخص و جهت بهره‌برداری به بخش خصوصی معرفی خواهد شد.



شکل ۶- مدل فرضی از منطقه مورد مطالعه و نحوه کانی‌زایی عناصر Au, Sb, As که در خلال یک سیستم ژئوترمال بوجود آمده است

(صیدی جوقان - ۱۳۷۸ - پایان نامه کارشناسی ارشد).

کانسار آنتیموان شوراب

۱- مختصات جغرافیایی و راههای دسترسی :

این کانسار در طول جغرافیایی ۵۸/۳ و ۵۸/۵ و عرض جغرافیایی ۳۳/۳۳ و ۳۳/۳۵ در ۷۷ کیلومتری جنوب شهرستان فردوس و ۳۶/۵ کیلومتری جنوب غربی روستای بغداده و ۸ کیلومتری شمال شرقی محلی به نام شوراب واقع است. مناسبترین راه ارتباطی ابتدا از جاده فردوس به سرایان تا دهستان آیسک به مسافت ۲۵ کیلومتر به جلو می‌رویم و آنگاه به سمت راست منحرف و از طریق جاده شوسه آیسک دو حصاران و بغداده به مسافت ۱۶ کیلومتر و بالاخره از طریق جاده خاکی گله چاه، شوراب به مسافت ۳۶/۵ کیلومتر تا محل معدن شوراب ادامه مسیر می‌دهیم (شکل ۷).

ارتفاع متوسط منطقه ۱۲۵۰ متر و آب و هوای منطقه کویری با تابستانهای بسیار گرم و زمستانهای معتدل است کار بر روی این کانسار تقریباً در تمام فصول سال امکان‌پذیر است و از نظر نزدیکی کانسار به جاده شرایط ایده‌آلی دارد.

۲- کارهای انجام شده قبلی

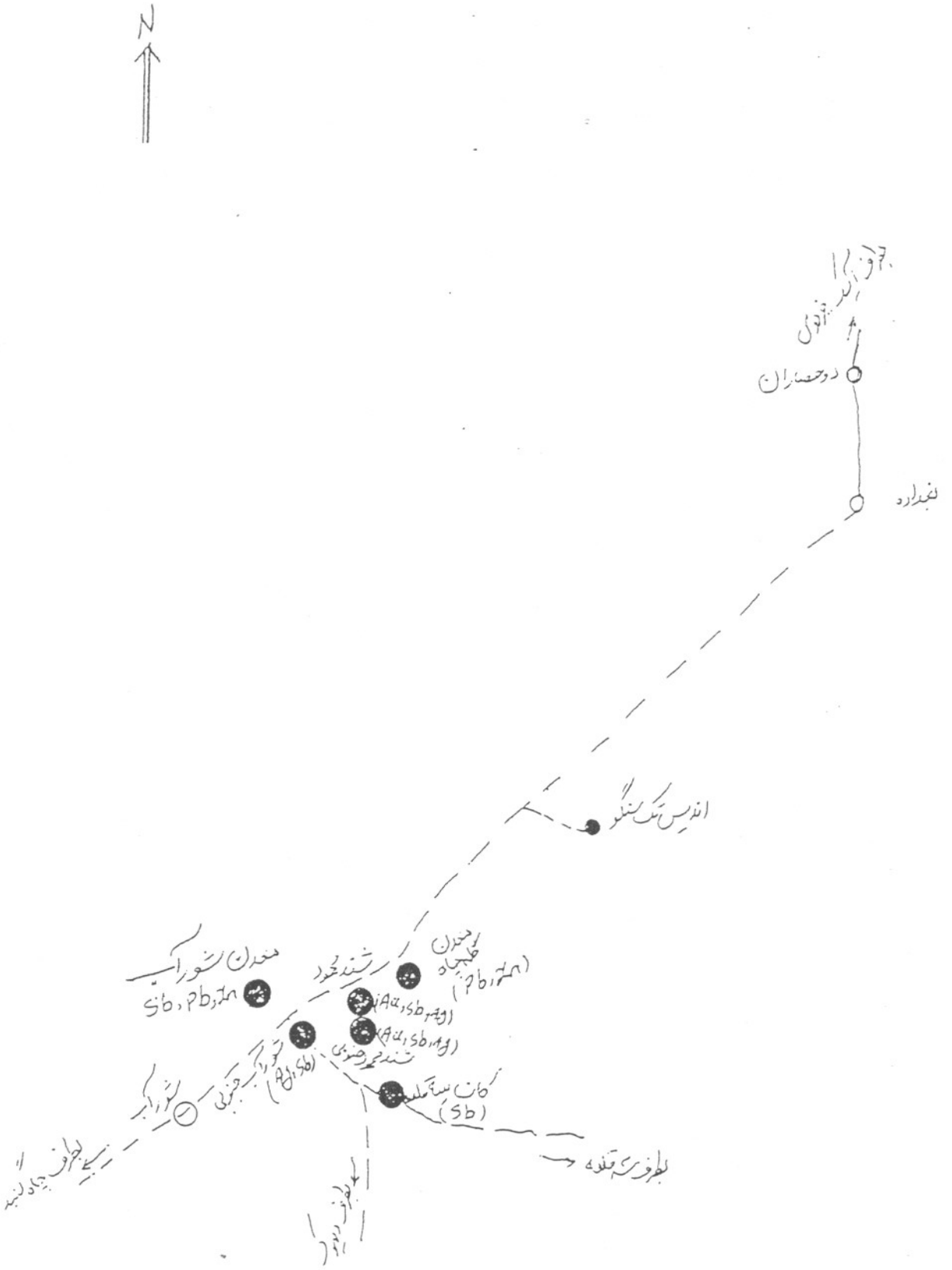
این معدن قبل از سال ۱۳۲۰ توسط شخصی بنام آقای مهندس محمدی مورد بهره‌برداری قرار گرفت که استخراج به کمک چندین چاه و تونل استخراجی صورت می‌پذیرفت بهره‌برداری تا سال ۱۳۴۷ ادامه یافت و بعد از زمان مذکور تا این تاریخ معدن بلااستفاده و تعطیل است. کانسار فوق در سال ۱۳۶۴ مورد اکتشاف چکشی قرار گرفت و در سال ۱۳۶۷ نقشه زمین‌شناسی معدن به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ به منظور مشخص شدن ارتباط کانه‌زایی با سنگهای اطراف و منطقه کانه‌دار تهیه شد (توسط اکیپ سازمان زمین‌شناسی تعداد چند چاهک و ترانشه نیز حفر گردید).

۳- زمین‌شناسی منطقه

محدوده معدن در نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ بشرویه (شمال شرقی) واقع شده و وسعتی به طول ۱/۴ کیلومتر و عرض ۰/۵ کیلومتر دارد. قدیمی‌ترین واحد سنگی تشکیلات شمشک است یک توده نیمه عمیق کالک آلکالن با ترکیب داسیتی تا ریولیتی که به فرم استوک و آپوفیزهای متعددی درون یک گرابن از رسوبات تشکیلات شمشک ظاهر گردیده است که جایگزین این توده نیمه عمیق درون حوضه نشست یاد شده با فاز تکتونیکی پیرنه تطابق دارد. این حادثه منطبق بر فاصله زمانی ائوسن بالایی الیگوسن پائینی می‌باشد و با تعیین سن رادیوژنتیک بطریق روبیدیم - استرانسیم که توسط محمد لطفی در قالب رساله پایان نامه دکتری صورت گرفته سن آن بین ۴۱/۳ تا ۴۳/۷ میلیون سال اندازه‌گیری شده‌اند. در مطالعات آقای دکتر لطفی مشخص گردیده که توده نیمه عمیق فوق‌الذکر از تفریق یک ماگمای اصلی بازالتی بوجود نیامده بلکه این توده خود نیز از ذوب بخشی گوشته بالایی زمین حاصل شده و ضمن حرکت به سطح زمین با مواد سیال در آمیخته است. تفریق این توده از ریولیت به ریوداسیت تا داسیت می‌باشد قسمتی از فلدسپاتهای موجود در ریولیتها، کائولینی و سریسیتی شده‌اند. کانی سازی آنتیموان و سرب و روی در ارتباط با توده ریولیتی می‌باشد. در این ریولیتها بر اثر نفوذ محلولهای گرمابی و کانه‌دار، پدیده سیلیسی شدن انجام گرفته است.

محدوده معدنی به سه بخش شامل بخش‌های شرقی، مرکزی و غربی تقسیم می‌شود. رخنمون ریولیتها در هر سه بخش به همراه رگه‌هایی از ماده معدنی در نقاط تکتونیزه و شکستگی‌های قابل روئیت است.

سنگهای آندزیتی در محدوده کانسار شوراب شدیداً کربناتیزه و کلریتیزه می‌باشد. رگه ماده معدنی که رخداد آن در اثر نفوذ محلولهای گرمابی در زمانی بعد از نئوژن صورت گرفته است به صورت پرشدگی درزوشکاف با ضخامتهای مختلف از ۰/۱ سانتیمتر تا حداکثر یک متر در بخش‌های شرقی، مرکزی و غربی محدوده کانسار بویژه در زونهای گسله و تکتونیزه و در داخل توده ریولیتی دیده می‌شود.



شکل ۷- کروکی کانسار آنتیموان شورآب و کانسارها و اندیس‌های اطراف آن.

در نقاطی که تکتونیک کاراتر بوده سنگهای ریولیتی بشدت میلیونیتیزه و خرد شده و از طرفی نیز آلتراسیون شدیدتر عمل کرده است، بطوریکه در اطراف رگه‌های سولفوری آنتیموان هاله‌های زردرنگی از اکسیدهای آن عمدتاً از نوع والنتینیت و بطور جزئی سنارمونیت و استی‌بیکونیت مناطقی را در بر می‌گیرد. روند رگه‌های معدنی از روند تکتونیک تبعیت می‌کند و شیب رگه‌ها نزدیک به قائم می‌باشد.

تکتونیک و زمین ساخت محدودهٔ کانسار که معمولاً پویایی محلولهای کانی ساز را کنترل می‌نماید، شامل دو سیستم شمال شرقی - جنوب غربی و شمال غربی - جنوب شرقی است که بر اساس مطالعات انجام شده سیستم دومی جوانتر از سیستم اولی می‌باشد (لطفی. م) در حقیقت این شکستگیها نقش کانالهای حمل را در انتقال محلولهای کانه‌زا ایفاء نموده‌اند.

این سیستم شکستگی‌ها را می‌توان به آخرین بخش از کانه‌زایی در فاز کوه‌زایی پیرنه‌ای نسبت داد.

۴- عیار و تناژ

کانی سولفوری آنتیموان در بخشهای اصلی کانسنگ ذخیره شورآب دارای کیفیت و عیار مطلوب می‌باشد. عیار آنتیموان از ۳۴ نمونه برداشت شده بسیار متغیر از ۱۰۰ گرم در تن در نقاط کم عیار تا حداکثر ۴۶ درصد در رگه‌های سولفوری بالغ می‌گردد، اما بطور میانگین این عیار در رگه و رگچه‌های کانه‌دار به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد اندازه‌گیری شد (بهروز برنا، ۱۳۷۱).

در حقیقت کانی‌سازی در کانسار شوراب از نوع پلی‌متال دارای رگه‌های مجزا و جدا از یکدیگر شامل سرب، روی، مس و آنتیموان می‌باشد که بیشترین حفریات و معدن کاری قدیمی و اخیر بر روی رگه‌های سرب و روی‌دار و کمتر برای آنتیموان انجام پذیرفته است.

میزان تناژ رگه‌های دارای رخنمون کانسار آنتیموان شوراب تا عمق ۱۰۰ متر حدود ۳۰ هزارتن با میانگین عیار ۱۵٪ آنتیموان برآورد می‌شود که با احتساب زونهای کم عیار کانه‌دار

پیش‌بینی می‌گردد که کانسار شوراب حداقل میزان ۱۵۰ هزارتن ذخیره آنتیموان داشته باشد (بهروز برنا، ۱۳۷۱).

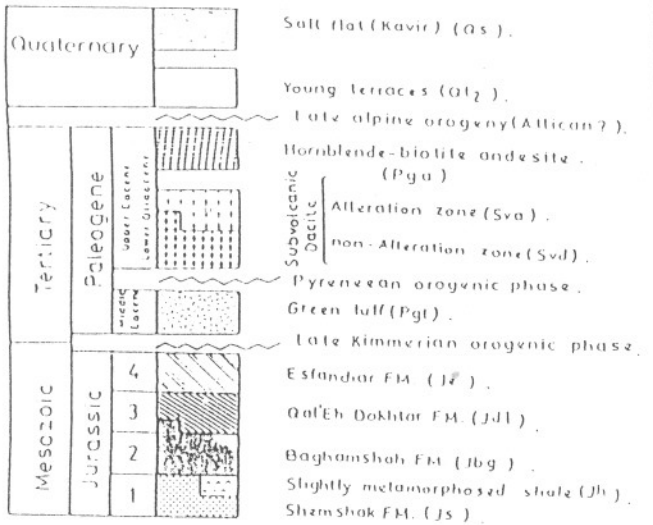
بررسی‌های اکتشافی تکمیلی بر روی این کانسار از سال ۱۳۷۹ تحت عنوان اکتشافات موضوعی در جنوب بیرجند و جنوب استان خراسان توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور در دست اجرا می‌باشد که امید است نتایج آن بتواند موجب بهره‌برداری از این معدن و اندیس‌های اطراف آن و ایجاد اشتغال در این منطقه محروم باشد.

Geological Map of Shurab-Galechâh mineralized Area

by :

M. Lotfi (1982)

0 1 2 3Km.



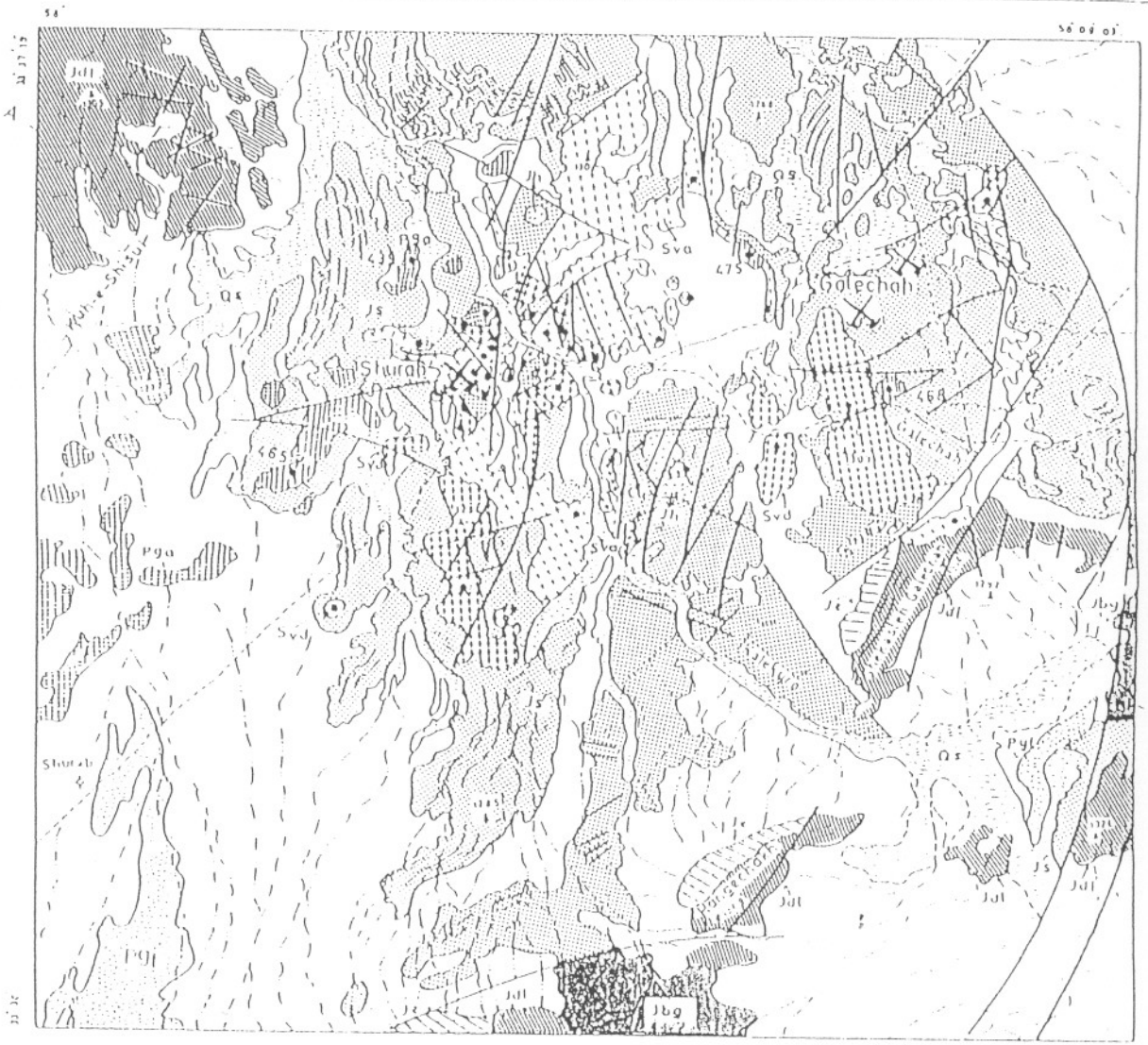
X Abandoned mine

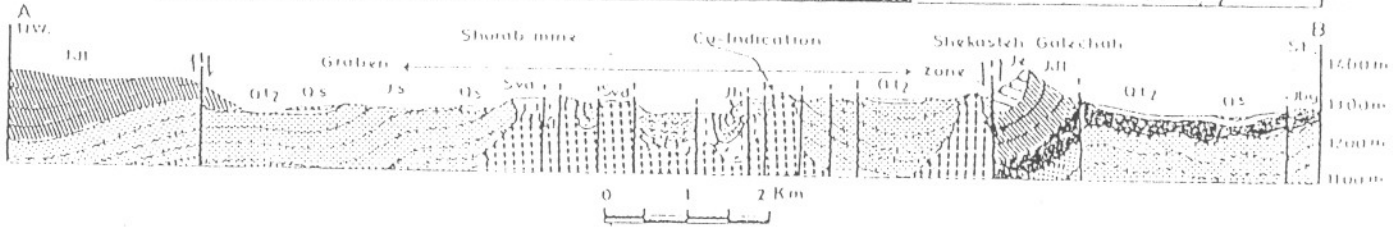
Ore-Indication

Chah (Well), Howz

Batometric elevation

• Sampling for chemical analysis



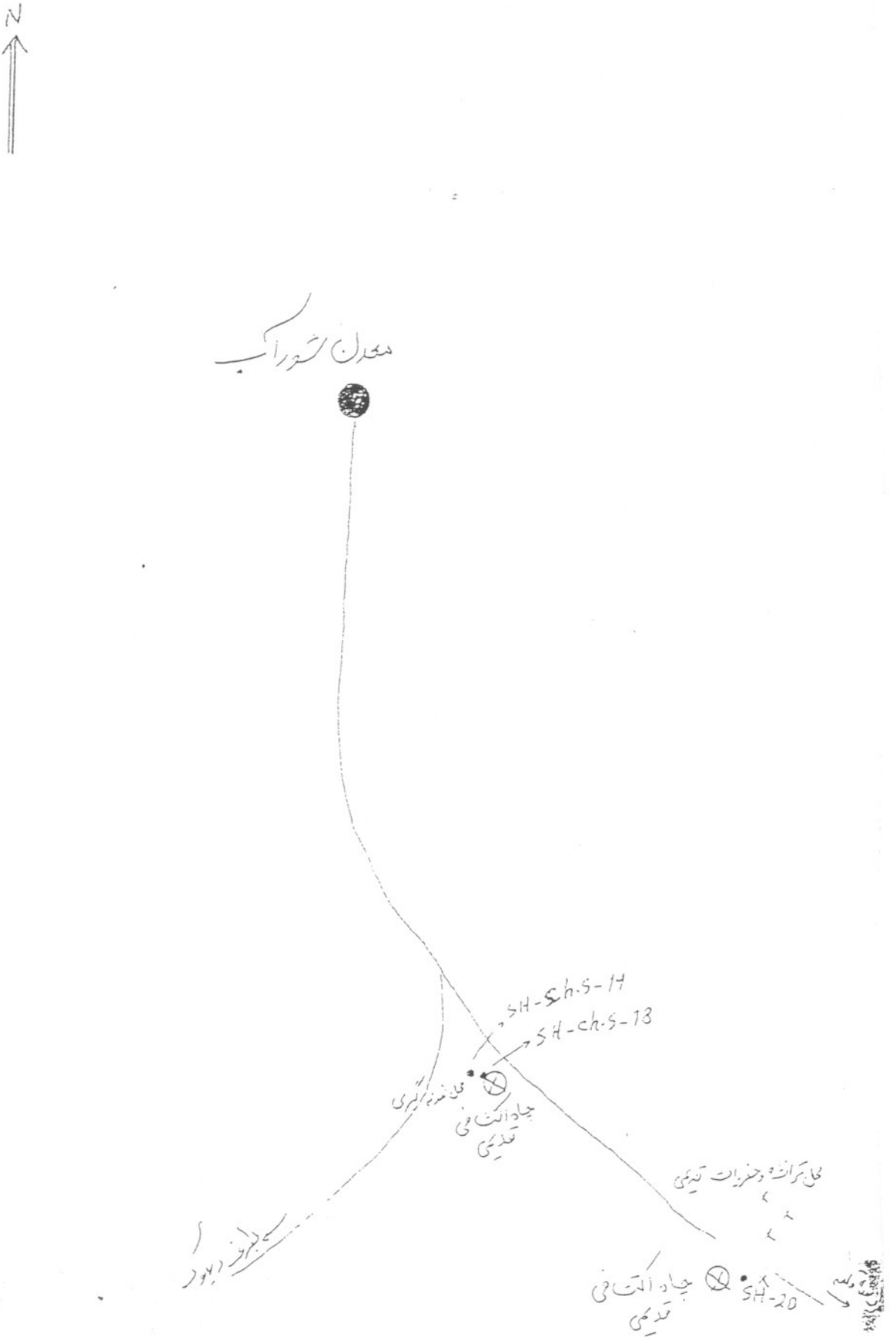


ENCLOSURE No 2

کانسار آنتیموان سه قلعه :

این کانسار در استان خراسان، جنوبغرب شهرستان فردوس در نزدیکی روستای سه قلعه در مسیر راه خاکی سه قلعه - دیهوک و دریک محدوده پست و عاری از پوشش گیاهی واقع است (شکل ۸).

محدوده معدنی در یک منطقه خشک و بی‌آب و علف و بدون آبادی قرار دارد، فقط گاهی در فصل زمستان عشایر گله‌دار بطور موقت در برخی از قسمتهای حواشی کانسار اسکان می‌یابند. غالب رخنمون سنگهای محدوده کانسار شامل شیل و ماسه سنگهای ژوراسیک از تشکیلات شمشک با روندهای مختلف غالباً شمالغربی - جنوبشرقی تا شمالی - جنوبی می‌باشد. این تشکیلات توسط یک توده ریولیتی قطع می‌گردند که رگه‌های آنتیموان‌دار در درون درز و شکستگی‌های آن تمرکز دارند سن این ریولیت‌ها نئوژن بوده و کانی سازی مربوط به اثر محلولهای گرم سنگهای نیمه عمیق اسیدی می‌باشد. در مسیر جاده خاکی و کم تردد شورآب به دیهوک - سه قلعه (بعد از دو راهی) و در کنار جاده، گودالی به عمق ۲ متر دیده می‌شود که یک رگه آنتیموان‌دار به ضخامت ۰/۵ تا یک متر با طول ۱۵ متر در آن رخنمون دارد. این رگه در کنتاکت یک گسل دیده می‌شود. در این رگه کانی سولفوری آنتیموان از نوع استیبنیت (Sb_2S_3) بصورت بلورین و دانه ریز و در متن ریولیت سیلیسیفیه شده و به همراه هاله‌های زردرنگ اکسیدی آن، بطور ماکروسکوپی بوضوح مشخص است. مقدار عیار اندازه‌گیری شده آنتیموان در نمونه‌های مختلف، ۸/۷٪، ۳/۳٪ و ۴/۳٪ می‌باشد. کانیهای متشکله کانسار در آزمایشگاه پرتو مجهول (X-Ray) عبارتند از: استی‌بیکونیت، استی‌نبیت، والنتینیت، سروانتیت، کوارتز و کانیهای رسی.



شکل ۸- موقعیت جغرافیایی، حفریات قدیمی و محل نمونه‌گیری در کانسار آنتیموان سه قلعه.

کانسار آنتیموان طلادار شندمحمود:

این کانسار در ۲ تا ۲/۵ کیلومتری جنوب خاوری کانسار شورآب واقع است (شکل شماره ۷). کانسار در یک محدوده نیمه پست و در داخل سکانس رسوبی - شیلی - ماسه سنگی از تشکیلات شمشک که گاهی توسط یک توده نیمه عمیق ریولیتی قطع می‌شود، قرار دارد.

یک گسل اصلی با روند ۲۶ درجه شرق در این محدوده اعمال شده که در کنتاکت این شکستگی اصلی رگه ماده معدنی آنتیموان، طلا و نقره‌دار بصورت منقطع و دانه تسبیحی شکل (بودیناژ) و همسو با روند گسل و بطور شیبدار (نسبتاً قائم بین ۷۵° تا ۸۵° به سمت شمال شرق) دیده می‌شود. رگه ماده معدنی درون سنگهای ریولیتی سیلیسیفیه شده به ضخامتهای مختلف بین ۰/۳ تا ۰/۷ متر متمرکز می‌باشد. طول رگه تا حدود یک کیلومتر ردیابی می‌شود. در جهت گسل فوق‌الذکر تعداد ۶ چاه اکتشاف قدیمی به عمق‌های مختلف بین ۶ تا ۱۵ متر به جهت سرشکافی از رگه کانه‌دار حفر شده است. از آنجایی که در این محدوده گسترش کانی سازی و ضخامت و عیار رگه‌ها بسیار اقتصادی و امیدوار کننده می‌باشد لذا تعداد ۴ ترانشه در محدوده معدنی حفر گردید.

استیبنیت بصورت بلورهای کوچک و بزرگ و بصورت فشرده، افشان، پراکنده، ساقه‌ای و شعاعی در متن سنگ مادر دیده می‌شود. رگه‌های سولفوری آنتیموان بعضاً در حال تجزیه به اکسیدهای زردرنگ آن می‌باشند، که معمولاً زونها و هاله‌های کم عیاری را در اطراف رگه‌ها تشکیل می‌دهند.

کانسار آنتیموان طلا و نقره‌دار شند محمود حداقل ۴۵ هزار تن ذخیره قطعی آنتیموان با عیار متوسط ۳/۵ درصد (Sb) دارد.

اندیس آنتیموان تک سنگو (سنگ سنگوتا):

این نشانه معدنی در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال خاوری کانسار شوراب در محلی بنام تک

سنگو واقع است (شکل ۱۰).

در محدوده این اندیس تعداد دو حلقه چاه اکتشافی قدیمی دیده می‌شود. سنگهای دارای رخنمون این اندیس عمدتاً شیل‌های ژوراسیک با روند شمال - جنوب می‌باشند. این سکانس رسوبی را سنگهای ریولیتی قطع می‌کند. رگه‌های معدنی درون سنگهای ولکانیکی مذکور و در نقاط تکتونیزه بیرون‌زدگی دارد. مقدار آنتیموان در یک نمونه منطقه ۹۰ گرم در تن می‌باشد.

منشاء آنتیموان‌زایی در ناحیه شورآب :

با توجه به مطالعات و بررسیهای انجام شده از اکتشاف سطحی و تحقیقات آزمایشگاهی نمونه‌ها، زایش آنتیموان در ناحیه شوراب را می‌توان از نوع ذخایر اپی ترمال معرفی کرد. محلول‌های گرمابی کانه‌دار از طریق کانالها و مجراهای ایجاد شده توسط عواملی مانند شکستگی و گسلش بالا آمده و در توده ولکانیکی ریولیتی و سنگهای پی‌سنگ ژوراسیک بصورت‌های رگه‌ای، رگچه مانند، توده اشباعی، افشان و یا تنوره‌های برشی کانه‌زایی نموده است. این قسم ذخایر معمولاً در عمق کم و نزدیک به سطح زمین با حرارتی بین ۵۰ تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد تشکیل می‌شوند. محلول‌های یاد شده با تاثیر بر روی سنگ دیواره ایجاد آلتراسیون‌های شدیدی در پاره‌ای از قسمتهای توده نیمه عمیق ریولیتی نموده است که حاصل این عمل ایجاد مناطق دگرسان شده و مناطق دگرسان نشده در محدوده می‌باشد.

زون اخیر تا حدودی ویژگی‌های بافتی و میزالوژیکی خود را حفظ کرده زیرا از هجوم محلول‌های گرمابی و کانه ساز بدور بوده است. انواع دگرسانی در این مناطق از نوع فیلیتیک و آرژیلیتیک است. نوع اول در محدوده مرکزی توده نیمه عمیق دیده می‌شود و گونه آرژیلی با گسترش نسبتاً زیاد زون دگرسان شده فیلیتیک را احاطه می‌کند. این فرآیندها در اثر جایگزینی توده نیمه عمیق ریولیتی - داسیتی و در اثر عملکرد سیالات تأخیری مربوط به‌آن رخ داده و در نتیجه آن رگه‌های سیلیسی آنتیموان - سرب و روی و طلادار در درون شکستگی‌های ایجاد شده

در توده ریولیتی و سنگهای پی‌سنگ ژوراسیک تشکیل می‌گردد.

گروه سنگهای آتشفشانی داسیتی و داسیت آندزیتی توسعه زیادی در محدوده شورآب دارند، بطوریکه دهانه و مخروطهای آتشفشانی زیادی را در منطقه بوجود آورده‌اند. وجود کانه‌های شاخص نوع کم حرارت نظیر استی‌بنیت، گالن و غیره و ساختار رگه و رگچه‌ای و متقاطع بودن ماده معدنی در سنگ میزبان و ایجاد آلتراسیون‌های شدید سیلیسی در حواشی زونهای کانه‌دار و پرشدگی فضاهای خالی توسط محلول‌های کانه‌ساز در شکاف‌ها و شواهد دیگر، منشاء اپی‌ترمال بودن ذخایر مکشوفه در ناحیه شورآب را به اثبات می‌رساند.

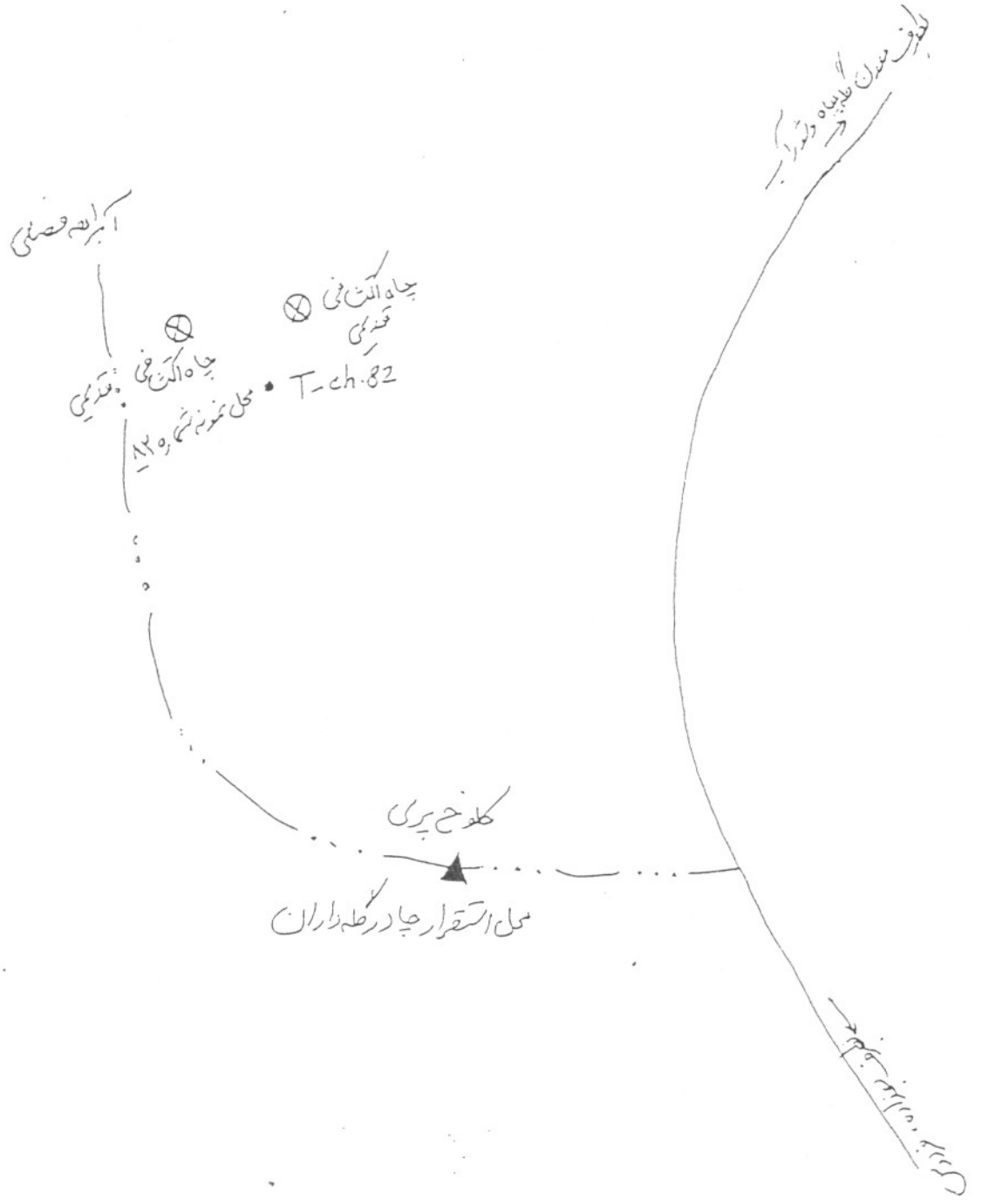
تشکیل کانسارهای شورآب، سه قلعه و شندمحمود همزمان و پس از تکتونیک حادث شده در منطقه و حداقل در نئوژن آغازین تا اوایل کواترنری صورت گرفته است.

نشانهٔ معدنی آنتیموان سیرزال تربت جام :

این نشانه معدنی در شمال خاوری تربت جام و در کوه معدن واقع است. عملیات اکتشافی توسط بخش خصوصی بصورت یک تونل و چند ترانشه در سال ۱۳۷۰ در آن انجام شده است. فرم ماده معدنی بصورت یک رگه با ستبرای حدود ۲۰Cm و تعداد به نسبت زیاد رگچه با راستای شمال شرق - جنوب غرب که در درون سنگهای پرمین و ولکانیکهای جوان قرار می‌گیرند، تشکیل گردیده است. فزون بر کانه‌های آنتیموان، کانه‌های آرسنیک نیز در این نشانه معدنی وجود دارد.

نشانهٔ معدنی قصون (کاشمر) :

این نشانهٔ معدنی در ۵ کیلومتری شمال باختر کاشمر و حدود ۳۰ کیلومتری کانسار آنتیموان چلپو قرار دارد. این نشانه در مجموعه رسوبهای فیلیش قرار گرفته و کانی سازی در امتداد یک گسله‌رخ داده است که می‌تواند در پیوند با ولکانیکها و نفوذیهای ترسیری در شمال کاشمرباشد.



شکل ۱۰- موقعیت جغرافیائی و محل نمونه اخذ شده اندیس تک سنگو

معدن یا کانسار: چشمه زرد ارغش

مختصات جغرافیایی و راههای دسترسی:

مختصات این اندیس ´۳۷ °۵۸ طول شرقی و ´۵۱ °۳۵ عرض شمالی می‌باشد. این اندیس در فاصله حدود ۴ کیلومتری جنوب روستای ارغش قرار گرفته است و دسترسی به آن از طریق ۵۰ کیلومتر جاده آسفالت نیشابور به کاشمر و سپس ۲ کیلومتر جاده شوسه به روستای ارغش و سپس ۴ کیلومتر جاده آبراهه‌ای تا محل اندیس آنتیموان می‌باشد.

تاریخچه: محدوده آنومالی ژئوشیمیایی آنتیموان ارغش که توسط گروه اکتشافات ژئوشیمیایی معرفی شده بود در سال ۱۳۷۷ توسط مدیریت خدمات اکتشاف (مهندس کیوانفر) زیر نظر مجری فنی طرح آقای مهندس کوثری در حد مشخص نمودن گسترش زون آنتیموان‌دار با استفاده از حفریات انجام شده (حفر چاهک، ترانشه) دنبال گردید و ابعاد رگه‌ها در سه بعد طول، عرض، عمق تا حد امکان مشخص شد. کارهای انجام شده در سال یاد شده شامل:

۱- تهیه نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰.

۲- حفر ترانشه به تعداد ۴۰ ترانشه.

۳- تهیه نقشه زمین‌شناسی.

۴- مطالعات ژئوفیزیک در مقیاس ۱:۲۰۰۰ (شاهین و همکاران ۱۳۷۷).

۵- مطالعات ژئوشیمی ناحیه‌ای ۱۳۷۵، نیمه تفصیلی ۱۳۷۷ و تفصیلی ۱۳۷۸ توسط گروه ژئوشیمی سازمان زمین‌شناسی.

طول رگه‌ها و زون کانی ساز در سه بخش A و B و C با مشخصات زیر معین گردید:

زون A: رگه‌ها از بالای تپه تا کف آبراهه ادامه دارد. ضخامت رگه‌ها در این بخش تا ۳۰ سانتیمتر می‌باشد.

زون B: طول رگه‌ها و زون کانی ساز تا متراژ حداقل ۲۰۰ متر با حفر ترانشه‌ها گرفته شده است. حفاریها بگونه‌ای انجام شده که رگه‌ها در جهات مختلف مشخص شده است. ضخامت

رگه‌ها در این بخش از یک سانتیمتر تا ۲۰ الی ۳۰ سانتیمتر می‌باشد عمق رگه‌ها تا ۳ متر نیز قابل تعقیب می‌باشد.

زون C: رگه‌ها در این بخش نازکتر شده و از گسترش کمتری برخوردار است و طول رگه‌ها تا ۲۰ متر می‌باشد. عمق رگه‌ها تا ۴ متر مشاهده می‌شود.

عیار ماده معدنی: عیار متوسط کانسنگ از خود رگه مطابق گزارش کانه‌آرایی ۱۶٪ است.

تیپ کانسار: رگه‌ای و از نوع اپی ترمال و حالت ژئود دارد ساخت زونه از خارج به سمت داخل دیده می‌شود.

سنگ دربرگیرنده: سنگهای آلتره گرانیت، میکروگرانیت - داسیت و داسیت مگاپورفیر آلتره شده (فلدسپات‌ها آلتره شده است) و توف آندزیتی آلتره شده می‌باشد.

پاراژنز: شامل آرسنیک، نقره، آهن بصورت کانی پیریت و جیوه می‌باشد. کانیهای کانسنگ شامل: استیبنیت Stibinite (Sb_2S_3- Antimonite)، رآلگار Realgar، اورپیمنت Orpiment می‌باشد.

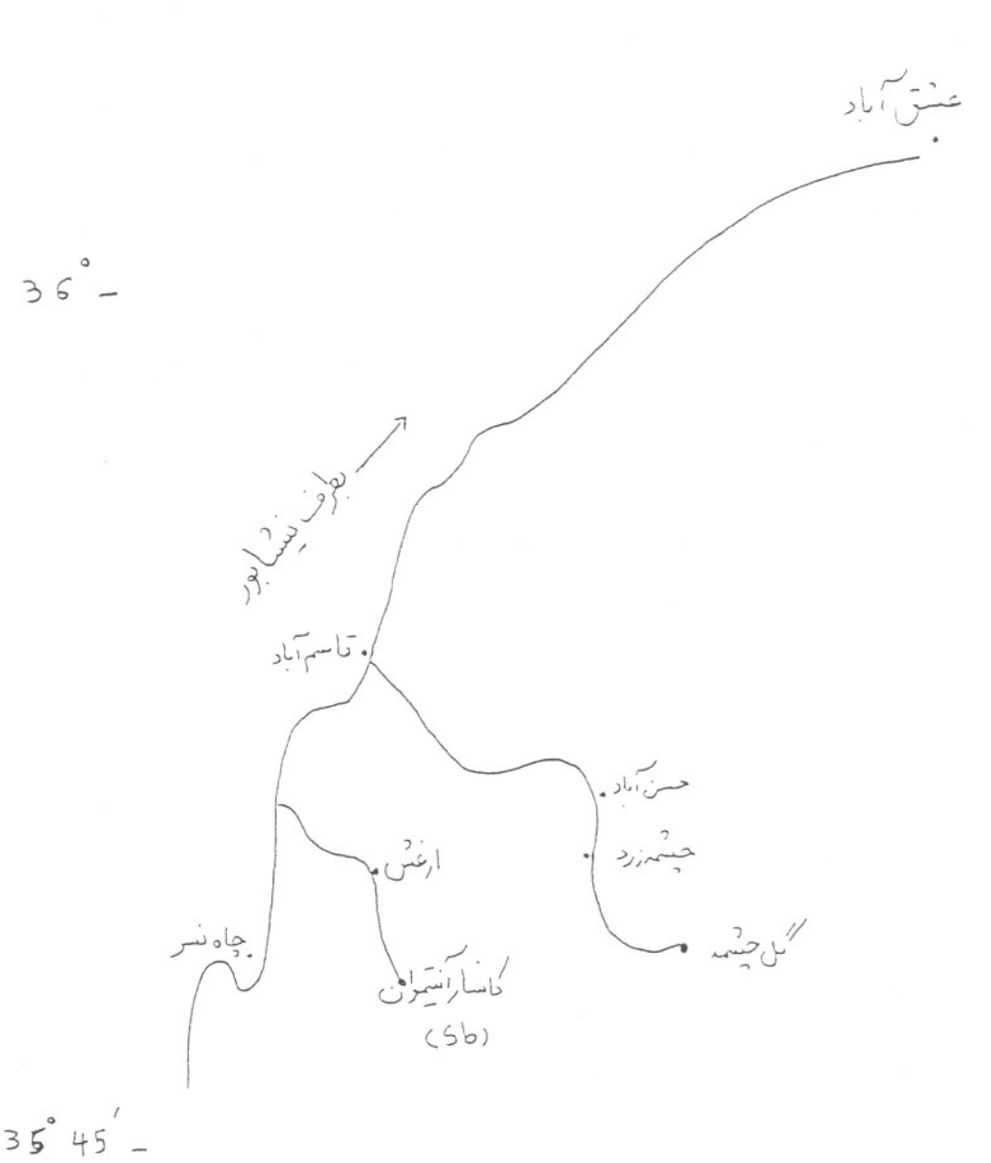
شکل ماده معدنی (Ore body): شکل ماده معدنی بصورت رگه و رگچه و احتمالاً حالت (Stock Work) استوک ورک دارد.

ذخیره ماده معدنی: جهت تعیین ذخیره

جهت تعیین ذخیره ماده معدنی احتیاج به داشتن اطلاعات در سه بعد فضایی می‌باشد :

۱- طول ۲- عرض ۳- عمق

در این سه بخش ذکر شده حفر گمانه برای تعیین عمق ماده معدنی صورت نگرفته است و لازم است در آینده حفر گمانه انجام گیرد. بنابراین اظهار نظر در مورد ذخیره این کانسار تا این حد از عملیات اکتشافی توجیه ندارد.



شکل ۱۱- راه دسترسی به کانسار آنتیموان چشمه زرد ارغش

کانسار آنتیموان چشمه زرد در منطقه ارغش

کانسار آنتیموان پشت کله نگینان :

این کانسار در ۶۱ کیلومتری جنوب باختری بشرویه واقع شده است. برای دستیابی به این کانسار از طریق جاده آسفالته بشرویه - طبس پس از طی ۱۶ کیلومتر به سمت راست جاده از طریق روستاهای غنی آباد و حجت‌اباد به نگینان می‌توان رسید که کانسار در ۵ کیلومتری شمال خاوری آن قرار دارد.

کانسار در چهارگوش نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ فردوس قرار گرفته است. بر روی این کانسار چند چاه اکتشافی زده شده است که آقای برنا گمان دارد که این عملیات نخست برای ماده معدنی سرب و روی صورت گرفته است که پس از مطالعه مادهٔ معدنی مشخص شد که آنتیمونیت هم همراه مادهٔ معدنی وجود دارد. در محدوده کانسار به شعاع ۵ کیلومتری اطراف، معادن بیشماری از سرب و روی که اغلب متروکه و شدادی می‌باشند، وجود دارد.

کانه سازی درون سازند قلعه دختر، که در محدوده معدنی ستبرای زیادی دارد، پدید آمده است. شیلهای پیرامون رگهٔ ماده معدنی در نتیجهٔ آغشتگی با اکسیدهای آنتیموان به رنگ زرد و سیاه تا قهوه‌ای درآمده‌اند سازند قلعه دختر در محدودهٔ کانسار از مجموعه‌ای از واحد آهکی با لایه‌بندی منظم و شیل، مارن و ماسه سنگ تشکیل شده است که سن آن را متعلق به ژوراسیک بالایی می‌دانند.

یک نمونه از رگهٔ مادهٔ معدنی گرفته شده عیاری از آنتیموان برابر ۵ درصد را نشان می‌دهد. ستبرای عدسی آنتیموان ۳۰ سانتیمتر و درازای آن در راستای شیب لایه ۶۰ سانتیمتر اندازه‌گیری شده است. پیرامون کانسار مادهٔ معدنی برونزد ندارد و گسترش مادهٔ معدنی تقریباً نامعلوم است.

کانسار بشکل عدسی درون شکستگیها به حالت صفحه‌ای واقع شده است، سرب و روی نیز بهمراه آنتیمونیت در این کانسار دیده می‌شود.

نام معدن یا کانسار: کانسار آنتیموان سفیدابه

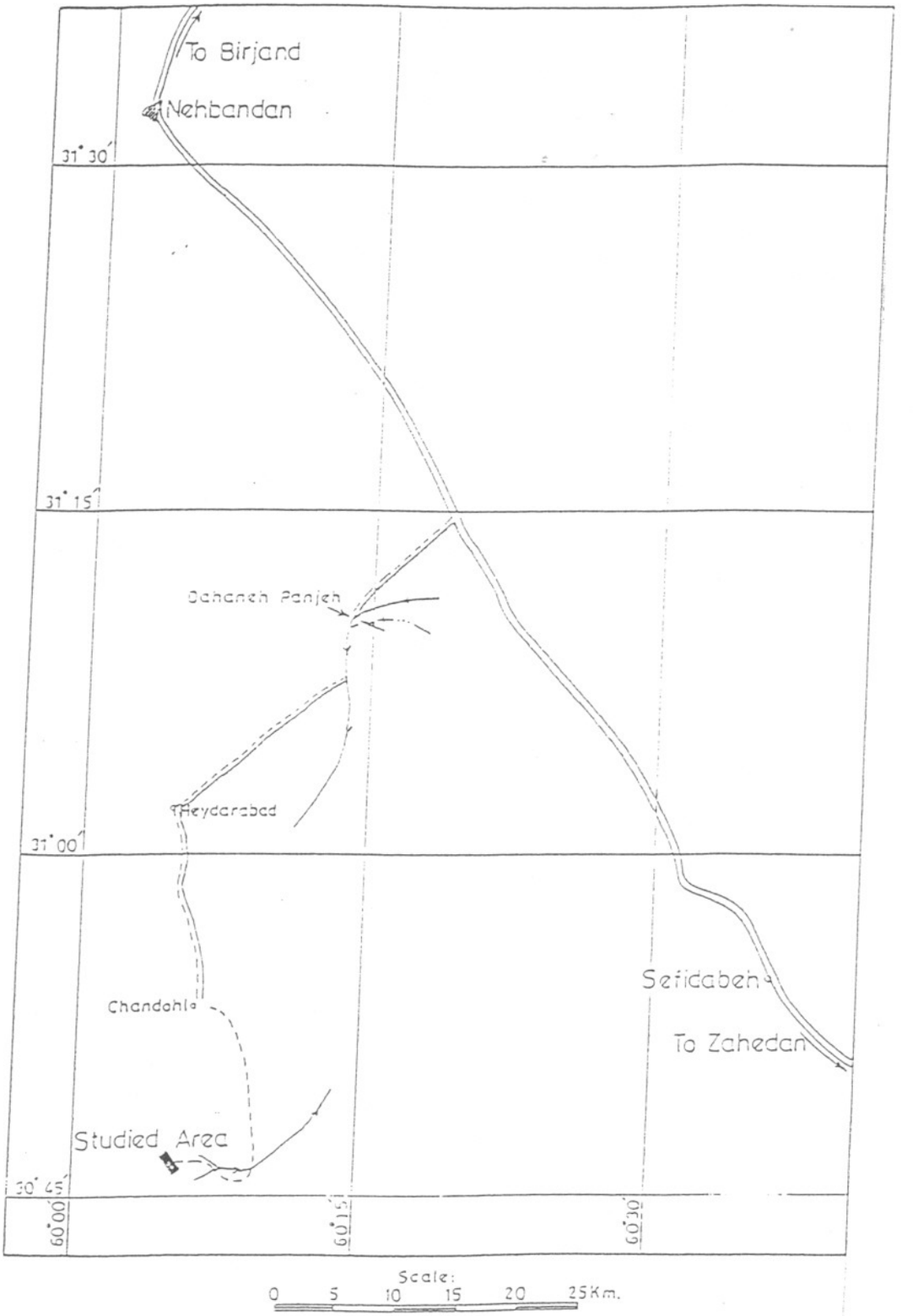
مختصات جغرافیایی و راههای دستیابی:

این کانسار در شرق ایران و در شمال استان سیستان و بلوچستان واقع است و در مرز آن با استان خراسان در شرق کویر لوت قرار گرفته است. فاصله آن تا روستای سفیدابه ۴۷ کیلومتر و تا روستای حیدرآباد ۴۰ کیلومتر می‌باشد (شکل ۱۲). این محدوده واقع در چهارگوش زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ دریاچه هامون و ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ کوه سیاستر‌گی است و در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ بوتگو واقع می‌باشد. همچنین منطقه بخشی از نقشه ۱:۲۰،۰۰۰ زمین‌شناسی است که توسط شرکت پیوند معدن آراء تهیه شده است (سال ۱۳۷۶). راههای دسترسی به منطقه در شکل نشان داده شده است. راه دسترسی به معدن از روستای حیدرآباد به سمت جنوب تا چاه شاندول ۱۸ کیلومتر جاده خاکی درجه ۳ می‌باشد و سپس این جاده خاکی از چاه شاندول به سمت شرق - جنوب شرق ۲۰ کیلومتر ادامه یافته و از حدود ۱ کیلومتر به طرف غرب تا محدوده معدن را باید پیاده پیمود.

تاریخچه:

اولین پی جویی‌های اکتشافی در این منطقه در سال ۱۳۷۵ انجام پذیرفت سپس در سال ۱۳۷۶ از محل اعتبارات ملی مبلغ ۱۰۰ میلیون ریال بعنوان پروژه اکتشافات مقدماتی، در سال ۱۳۷۷ مبلغ ۲۳۰ میلیون ریال به عنوان طرح اکتشاف نیمه تفصیلی و در سال ۱۳۷۸ مبلغ ۶۰۰ میلیون ریال به عنوان اکتشاف تفصیلی آنتیموان سفیدابه به تصویب رسید.

در این منطقه علاوه بر تهیه نقشه‌های ۱:۲۰،۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی مبنا، ترانشه نیز حفر گردیده که جهت مشخص نمودن وضعیت ماده معدنی بوده و در جهت روند ماده معدنی و عمود بر آن می‌باشد. در بخشهایی از رگه که بیشترین ضخامت و بیشترین مقدار کانی سازی سولفوره مشاهده شده است، اقدام به حفر ۱۷۵ متر ترانشه گردیده که عمق



شکل ۱۲- راه دسترسی به کانسار آنتیموان سفیدابه

ترانشه‌ها در نقاط مختلف آن به دلیل حفاری دستی که صورت پذیرفته و تبعیت از ضخامت سنگ هوازده و سختی سنگ متفاوت است. بطور کلی عمق ترانشه‌های حفر شده بین ۷۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و عرض آنها نیز بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر متغیر می‌باشد.

همچنین نمونه‌برداریهای متعدد و مطالعات ژئوفیزیک اکتشافی نیز در منطقه انجام شده است.

زمین‌شناسی منطقه و واحد دربرگیرنده ماده معدنی:

از دیدگاه ناحیه‌ای محدوده مورد مطالعه در ایالت ساختاری بیرجند - ایرانشهر و شامل مجموعه‌های کالردملانژ، فلیش و واحدهای سنگی ترشیاری است. مهمترین واحدهای منطقه معدنی عبارتند از: واحد فلیش ائوسن، واحد کنگلومرایی الیگوسن، واحد آواری الیگومیوسن و واحدهای جوان دوران چهارم.

مهمترین گسلهای منطقه دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشند و بعد از آن گسله‌های با روند شمال شرقی - جنوب غربی، شمالی - جنوبی و شرقی - غربی در رده‌های بعدی اهمیت قرار دارند. در محدوده مورد مطالعه ذخیره آنتیموان به صورت رگه‌ای هیدروترمال به تبعیت از زون گسله با راستای شمال غربی - جنوب شرقی و درون واحدهای کنگلومرایی و ماسه سنگی پالئوژن - نئوژن جایگزین گردیده است. این رگه دارای طول یک کیلومتر و ضخامت متغیر از ۱۰ سانتیمتر تا حدود ۲ سانتیمتر می‌باشد.

وضعیت ماده معدنی، عیار و تناژ:

کانی اصلی سازنده رگه استیبنیت بوده که همراه با گانگ کوارتزی تشکیل دهنده‌های اصلی زون مینرالیزه را شامل می‌شوند. کمر پایین رگه از سنگهای میزبان با دگرسانی از نوع سیلیسی شدن و کمر بالای رگه را برش هیدروترمالی با ترکیب سیلیسی و تا حدودی فلدسپاتیک تشکیل

کانسار آنتیموان سفیدابه

داده‌اند. عمدتاً عیار رگه بین ۲۰ تا ۳۰٪ می‌باشد. کمرهای رگه به ویژه کمر بالای آن نیز عیار نسبتاً خوبی را از خود به نمایش گذارده‌اند.

با توجه به نتایج به دست آمده از عیار سنجی، مطالعات میکروسکوپی و داده‌های صحرایی پس از بلوک بندی کانسار از نظر عیاری، مجموع ذخیره کانسار سطحی و عمقی در کلاس زمین‌شناسی برابر ۷۷،۰۰۰ تن با عیار متوسط تجمعی ۲۴/۷۵ درصد محاسبه گردید که ذخیره فلزی آن حدوداً ۱۹،۰۰۰ تن فلز آنتیموان می‌باشد (کاوشگران، ۱۳۷۷).

مطالعات ژئوفیزیکی:

روشهای انجام شده روش IP و RS می‌باشد. انجام مطالعات ژئوفیزیک بیانگر ۵ محور آنومالی در گستره کانی سازی می‌باشد که ۳ محور آن را (محورهای ۲ و ۳ و ۴) که هماهنگی کامل با رخنمون رگه دارند می‌توان به عنوان الویت‌های اکتشافی در نظر گرفت. عمق کانسار بر مبنای همین مطالعات از ۳۰ تا ۱۴۰ متر تخمین زده شده است.

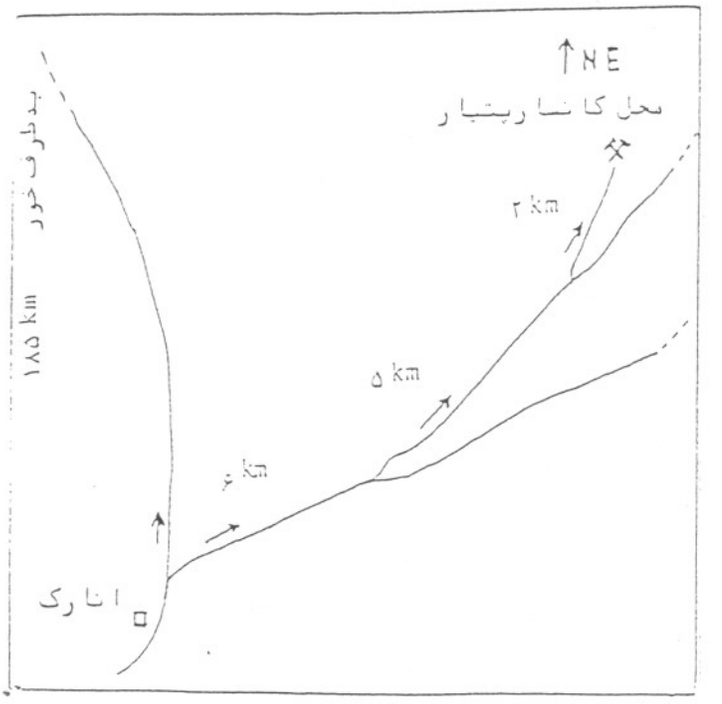
پراکندگی کانسارهای آنتیموان در ایران مرکزی

کانسار آنتیموان پتیار

۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

این کانسار در ۱۳ کیلومتری شمالشرق شهر انارک واقع شده و از نظر موقعیت جغرافیایی بین طول شرقی ´۴۸ و °۵۳ الی ´۵۲ و °۵۳ و عرض شمالی ´۱۸ و °۳۳ الی ´۲۲ و °۳۳ قرار دارد. تنها مزرعه کوچک نزدیک کانسار، مزرعهٔ بیوکه می‌باشد.

برای دسترسی به کانسار از ابتدای جادهٔ آسفالته انارک - خور از سمت شرق، وارد جادهٔ خاکی می‌شویم و پس از پیمودن ۶ کیلومتر، جاده خاکی اصلی به سمت شمال شرق منحرف شده و به جاده خاکی فرعی وارد می‌شویم و پس از طی ۶-۵ کیلومتر باز به سمت شمالشرق وارد جاده خاکی دیگری می‌شویم و با گذشتن حدود ۲ کیلومتر به محل کارهای قدیمی کانسار پتیار می‌رسیم که کروکی مسیر راه دسترسی در زیر آمده است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- راه دسترسی به کانسار پتیار

۲- کارهای انجام شده قبلی

ابتدا این کانسار توسط آلمانی‌ها مطالعه و استخراج می‌شده است و از کارهای قدیمی که در آنجا انجام شده، حفر تعداد ۱۱ حلقه چاه و چند تونل می‌باشد که عمق بعضی از چاهها به ۳۰ متر یا بیشتر می‌رسد و طول بعضی تونلها نیز بین ۴۰ الی ۶۵ متر می‌باشد. قبل از پیروزی انقلاب جهت مطالعه ناحیه انارک و مناطق دیگر، قراردادی بین شرکت تکنواکسپورت از شوروی سابق و سازمان زمین‌شناسی کشور منعقد گردید که طبق این قرارداد این شرکت متعهد می‌شود که وضعیت زمین‌شناسی و متالوژی انارک را مورد مطالعه قرار دهد که با وقوع انقلاب کار خاتمه می‌یابد. در سال ۱۳۶۴ کار تهیهٔ نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ انجام شد.

زمین‌شناسی منطقه

طبق گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ انارک، کمپلکس پتیار جزو مجموعه سنگهای دگرگونی انارک محسوب می‌شود که در این مجموعه، کمپلکسهای چاه گربه و مرگاب در زیر قرار دارند و کمپلکس پتیار قسمت فوقانی دگرگونی انارک را تشکیل می‌دهد. بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰،۰۰۰ در محدودهٔ کانسار پتیار، سنگهای دولومیتی و مرمرهای واقع در کوه پتیار، قدیمی‌تر از سنگهای دگرگونی شیست هستند و روی آنها رانده شده‌اند. در این کانسار کنتاکت بین شیست با سرپانتینیتها، لیستونیتها و کنگلومراها گسله است و گسلها در سه راستای شمالغرب - جنوب شرق، شمالشرق - جنوب غرب و شمالی - جنوبی واقع هستند.

طبق گزارش شرکت تکنواکسپورت، سن سنگهای دگرگونی، پروتروزوئیک فوقانی، کنگلومراها، الیگوسن - میوسن و دایکهای داسیتی - آندزیتی واقع در میان شیستها، ائوسن است و سن سرپانتینیتها نا معین می‌باشد.

بر اساس مطالعات صحرائی و بررسی میکروسکوپی مقاطع نازک، سنگهای کانسار آنتیموان پتیار از سه دسته دگرگونی، آذرین و رسوبی تشکیل شده است که سنگهای دگرگونی

از انواع درجه پائین کوارتز - سریسیت - شیست، سریسیت - کلریت - شیست و سریسیت - کلریت کربنات - شیست می‌باشند.

در میان این سنگهای دگرگونی، عدسیهایی از کوارتزیت و مرمر نیز دیده می‌شوند. از سنگهای آذرین می‌توان به سنگهای اولترابازیک سرپانتینیتی و لیستونیتها اشاره کرد و از دیگر سنگهای آذرین داسیت - آندزیتها را می‌توان نام برد.

سنگهای رسوبی از ۲ دسته سنگهای تخریبی (کنگلومراها و ماسه سنگها) و کربناته (مارنها و آهکهای ماسه‌ای فسیل‌دار) تشکیل می‌شوند.

در مطالعات میکروسکوپی مقاطع صیقلی، بیش از ۲۵ کانی در این کانسار شناسایی شد که به جز چهار یا پنج کانی بقیه برای اولین بار معرفی می‌شوند و مهمترین آنها آنتیمونیت، آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت، اسکوترودیت، لینه‌ئیت، بورنونیت، مولیبدنیت و روتیل می‌باشند. توالی پاراژنز کانی‌ها، طی دو مرحله تشکیل و تمرکز به وجود آمده است. انواع بافتهای اولیه (افشان) و بافتهای ثانویه (زونه، کاتاکلاستیک، رگه - رگچه و پرشدگی فضای خالی) در این کانسار دیده می‌شود.

بر اساس مطالعات صحرایی، میکروسکوپی و بررسی آماری نتایج آنالیزهای شیمیایی و محاسبه ضریب همبستگی بین عناصر (رضا شمسی‌پور دهکردی، ۱۳۷۳)، به احتمال زیاد بعضی از فلزات این کانسار دارای منشاء اگزلاتیو و بعضی دیگر همراه رسوبات تخریبی وارد حوضه رسوبگذاری شده و ته نشست حاصل کرده‌اند سپس تحت تاثیر فعالیتهای ماگماتیسم و دگرگونی بعدی کانیهای فلزی موجود در رسوبات، مجدداً موبیل شده و در فضای خالی سنگها و مناطق کنتاکت گسله و شکستگی‌ها تمرکز یافته‌اند. کانسار آنتیموان پتیار در مقایسه با کانسارهای مراد داغی ترکیه و لانگ شان چین، دارای موارد مشترکی از نظر موقعیت زمین‌شناسی، سن نوع سنگ درونگیر و پاراژنز کانیها می‌باشند (شمسی‌پور ،۱۳۷۱).

۴- عیار و تناژ :

عیار کانیهای آنتیموان حداکثر ۲۰٪ و میانگین عیار آنها ۹٪ در خمیرهٔ رگهٔ کوارتزی ذکر گردیده است. کانسار پتیار کانسار کوچکی است (برنا، ۱۳۶۵) و توده‌های سنگ معدنی آن در قسمت کم ژرف اغلب مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

کانسار آنتیموان ترکمنی

مختصات جغرافیایی و راههای دستیابی :

این کانسار در ۳۵ کیلومتری جنوب خاوری انارک و در قسمت باختری ترکمنانی قرار گرفته است کانسار در یال جنوبی چین تاقدیسی بصورت S و نزدیک گسل ترکمنی واقع شده است.

تاریخچه:

بر اساس اطلاعات کسب شده از G. Ladame در بین سالهای ۱۹۴۲ تا ۱۹۸۳ بهره‌برداری از کانسار انجام گرفته است که مجموعاً مقدار ۳۰ الی ۴۰ تن از ماده معدنی غنی شده که عیار آنتیموان آن با سنگ‌جوری تا ۵۰ درصد می‌رسید، بدست آمده است. همچنین طبق گفته ایشان آثار کارهای قدیمی بین سالهای ۱۹۳۸ تا ۱۹۴۲ در منطقه وجود دارد.

تهیه نقشه ۱:۵۰۰۰ زمین‌شناسی و مطالعات ژئوفیزیک شامل برداشتهای مغناطیسی از کارهای تکنواکسپورت در منطقه می‌باشد.

زمین‌شناسی منطقه و واحد دربرگیرندهٔ ماده معدنی :

قدیمی‌ترین سازندهای تشکیل دهنده منطقه معدنی از پروتروزوئیک بالایی تشکیل شده است و شامل تشکیلات کهر در شمال منطقه مطالعاتی می‌باشد. کربونیفر در این ناحیه از سازند سردر تشکیل شده است و تشکیلات پرمین آن سازند جمال می‌باشد. سازندهای بعدی منطقه به

ترتیب عبارتند از: تشکیلات شتری به سن تریاس و تشکیلات چاه پلنگ به سن ژوراسیک. کرتاسه پایینی (نئوکومین) از سنگ آهکَ و مارن تشکیل شده است.

تشکیلات کرتاسه بالایی منطقه شامل سازند شاه کوه می‌باشد. الیگوسن در منطقه شامل سازند قرمز پایینی است.

رسوبات پلیوسن عمدتاً در شمال منطقه واقع شده‌اند و به رسوبات کواترنری شامل رسوبات آلویال - پرآلویال دشت بالا، رسوبات آلویال - پرآلویال میان دشت، رسوبات آلویال - پرآلویال دشت پایین و رسوبات پرآلویال اخیر و تازه تشکیل شده ختم می‌گردند.

همبری کانسار با شیستها گسله می‌باشد که در سطح زمین بخوبی نمایان است سنگهای میزبان کانسار عبارتند از شیست و مرمر آلتره شده از سازند کهر. کانی سازی آنتیموان در داخل مرمرها صورت گرفته و ماده معدنی در داخل مرمرها بصورت لایه‌های نازک دگرسان شده و به رنگهای سیاه تا متمایل به خاکستری روشن نمود دارند. ستبرای رگچه از ۱mm تا ۱/۵ الی ۲ سانتیمتر متغیر است. شیستها حاوی ماده معدنی نمی‌باشند.

ماده غنی‌تر قبلاً مورد بهره‌برداری قرار گرفته است و در زون برشی شده مرمرها و در راستای همبری گسل با شیست‌ها قرار گرفته است. نوع ماده معدنی آنتیمونیت و اکسیدهای آنتیموان (والنتینیت - سروانتینیت) می‌باشد.

ساختار کانی‌زایی بسیار ساده است و در یک چین خوردگی آنتی کلینال به صورت S و در نزدیکی گسل ترکمنی - اردیب قرار دارد.

علاوه بر آنتیموان کانه‌زایی آهن و منگنز، مس و طلا نیز در منطقه مشاهده می‌شود.

عیار و تناژ:

تکنواکسپورت متوسط میزان آنتیموان اندازه‌گیری شده از سه نمونه را ۲/۵۸٪ اعلام کرده است.

ذخیرهٔ مادهٔ معدنی به مقدار ۲۵۰ تن با عیار ۲۰ درصد آنتیموان تخمین زده شده است. در ناحیه انارک وجود آرسناتهای مس نیز گزارش شده است اما بطور کلی معادن انارک اصولاً کم ذخیره است. با جمع بندی از گزارشات قبلی و برداشتهای زمین‌شناسی و معدنی اینطور نتیجه‌گیری می‌شود که ماده معدنی بصورت تمرکز کوچکی بوجود آمده است که قسمت اصلی آنرا قبلاً استخراج کرده‌اند. ذخیره کانسار ترکمنی بسیار کم است.

پاراژنز و شکل ماده معدنی:

مادهٔ معدنی به شکل رگچه‌ای درون آهکهای متبلور و مرمرها دیده می‌شود و نوع مادهٔ معدنی آنتیمونیت و اکسیدهای آنتیموان (والنتینیت - سروانتینیت) می‌باشد که همراه آنتیموان گوگرد، مس، سرب، آهن و ارسنیک نیز وجود دارد.

مطالعات ژئوفیزیک:

مطالعات ژئوفیزیک به روشهای مگنتومتری و الکتریکی توسط Lolaetal در سال ۱۹۷۹ انجام شده است که طبق این مطالعات ناهنجاری بزرگی بدست نیامده است. همچنین مطالعات ژئوفیزیک شامل برداشتهای مغناطیسی توسط تکنواکسپرت در سال ۱۹۸۱ صورت پذیرفته است.

فصل چهارم

۱-۴- وضعیت جهانی قیمت آنتیموان :

قیمت آنتیموان دارای نوساناتی در بازار جهانی می‌باشد برای روشن شدن وضعیت قیمت در سده گذشته در جدول ضمیمه قیمت جهانی این فلز از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۸ آورده شده است.

بر اساس این قیمتها نمودار تغییرات قیمت از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ ترسیم شده است که نشان دهنده وضعیت تغییرات قیمت این فلز می‌باشد.

نمودار متوسط قیمت سالانه آنتیموان نشاندهنده وضعیت قیمت این فلز برحسب دلار در مقابل پوند می‌باشد.

طبق آمار بیشترین میزان قیمت مربوط به سال ۱۹۹۵ بوده و پس از آن افت قابل توجهی مشاهده می‌شود. شایان ذکر است که میزان مصرف و درخواست جهانی و میزان تولید ارتباط مستقیم با میزان قیمت جهانی این فلز استراتژیک دارد.

Annual Average Antimony Price
(Dollars per pound[1])

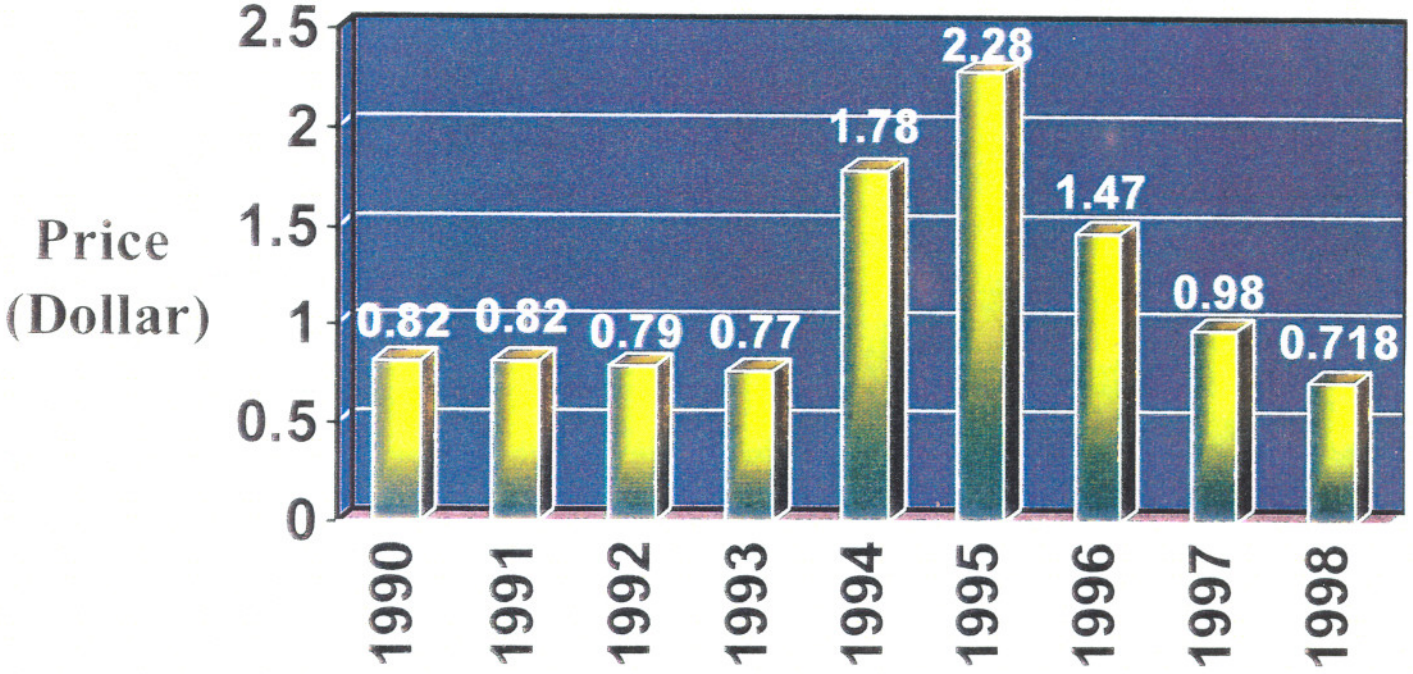
Year	Price	Year	Price	Year	Price	Year	Price
1900	0.095	1925	0.175	1950	0.290	1975	1.770
1901	0.082	1926	0.159	1951	0.440	1976	1.650
1902	0.061	1927	0.123	1952	0.440	1977	1.730
1903	0.060	1928	0.103	1953	0.360	1978	1.150
1904	0.064	1929	0.089	1954	0.310	1979	1.410
1905	0.102	1930	0.077	1955	0.320	1980	1.510
1906	0.217	1931	0.067	1956	0.360	1981	1.360
1907	0.148	1932	0.056	1957	0.350	1982	1.070
1908	0.080	1933	0.065	1958	0.320	1983	0.910
1909	0.075	1934	0.089	1959	0.310	1984	1.510
1910	0.074	1935	0.106	1960	0.310	1985	1.310
1911	0.075	1936	0.122	1961	0.340	1986	1.220
1912	0.078	1937	0.154	1962	0.350	1987	1.110
1913	0.075	1938	0.124	1963	0.350	1988	1.040
1914	0.088	1939	0.124	1964	0.420	1989	0.940
1915	0.303	1940	0.140	1965	0.460	1990	0.920
1916	0.254	1941	0.140	1966	0.460	1991	0.820
1917	0.207	1942	0.156	1967	0.460	1992	0.790
1918	0.126	1943	0.159	1968	0.460	1993	0.770
1919	0.082	1944	0.158	1969	0.560	1994	1.780
1920	0.085	1945	0.160	1970	1.440	1995	2.280
1921	0.050	1946	0.170	1971	0.710	1996	1.470
1922	0.054	1947	0.340	1972	0.590	1997	0.980
1923	0.078	1948	0.370	1973	0.690	1998	0.718
1924	0.108	1949	0.390	1974	1.320		

[1] To convert to dollars per metric ton, multiply by 2,204.62.

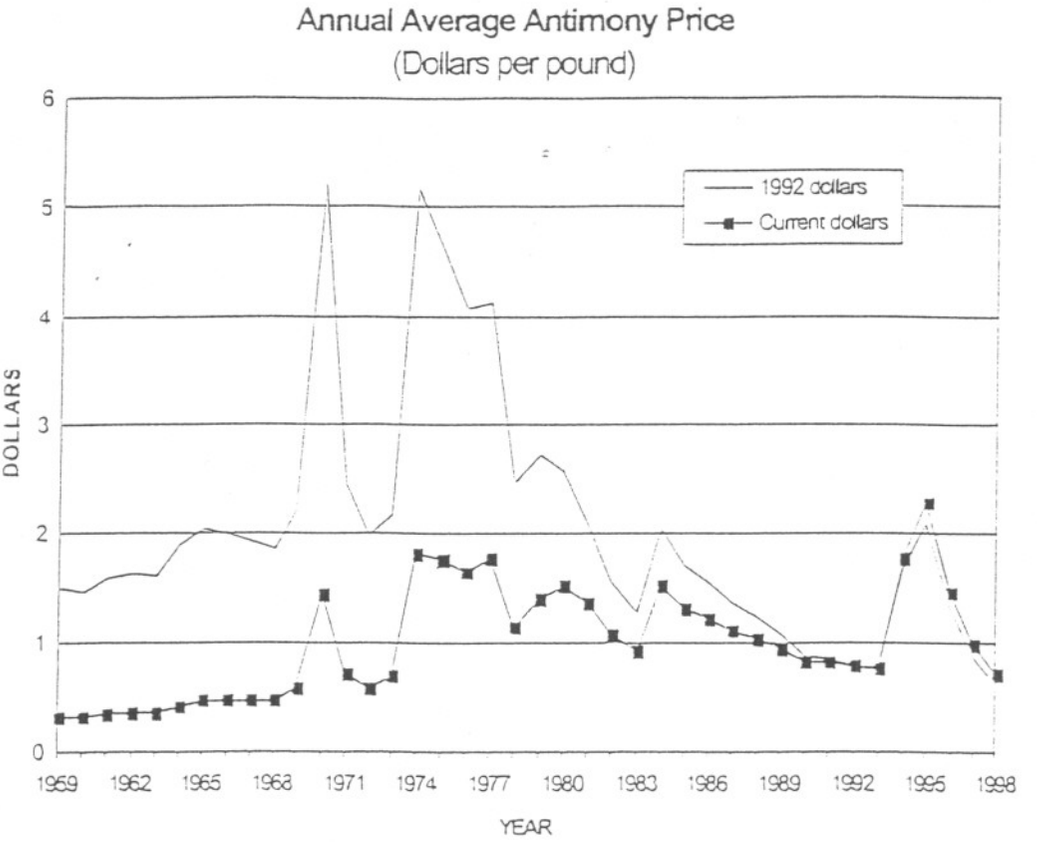
Note:
1900-36, New York dealer price for 99.30%- to 99.50%-pure antimony, *in* Engineering and Mining Journal.
1937-66, New York dealer price for 99.30%- to 99.50%-pure antimony, *in* E&MJ Metal and Mineral Markets.
1967-81, New York dealer price for 99.30%- to 99.50%-pure antimony, *in* Metals Week.
1982-93, New York dealer price for 99.50%- to 99.60%-pure antimony, *in* Metals Week [through June 14, 1993].
1993-98, New York dealer price for 99.50%- to 99.60%-pure antimony, *in* Platt's Metals Week.

متوسط قیمت سالانه آنتیموان از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۸

Annual Average Antimony Price (Dollar Per Pound)



متوسط قیمت سالانه آنتیموان از سال ۱۹۰۰ تا ۱۹۹۸



Significant events affecting antimony prices since 1958

1970	High demand and short supply worldwide, resulting in a price spike
1974	High demand and short supply from China, resulting in a price spike
1994-95	Severe short supply from China, resulting in a price spike

نمودار متوسط قیمت سالانه آنتیموان

۲-۴- میزان تولید آنتیموان :

چین بزرگترین کشور تولید کننده آنتیموان در جهان می‌باشد بعد از آن بولیوی، روسیه، تاجیکستان، امریکا و قرقیزستان قرار دارند. لازم به ذکر است که قرارگیری کشور چین در رتبه اول با اختلاف زیاد از سایر کشورها می‌باشد. برای روشن شدن وضعیت تولید آنتیموان کشورهای مختلف نسبت به هم، نمودارهای تولید سال ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ به تفکیک آمده است.

در سال ۱۹۹۹، ۴۶٪ تولید مربوط به کشور چین، ۱۸٪ روسیه، ۱۵٪ بولیوی، ۱۲٪ افریقای جنوبی، ۶٪ قرقیزستان و ۲٪ تاجیکستان، ۱٪ سایر کشورها می‌باشد.

در سال ۱۹۹۹، میزان تولید جهانی برحسب تن به شرح زیر می‌باشد.

چین ۱۲۰۰۰۰ تن

بولیوی ۵۰۰۰ تن

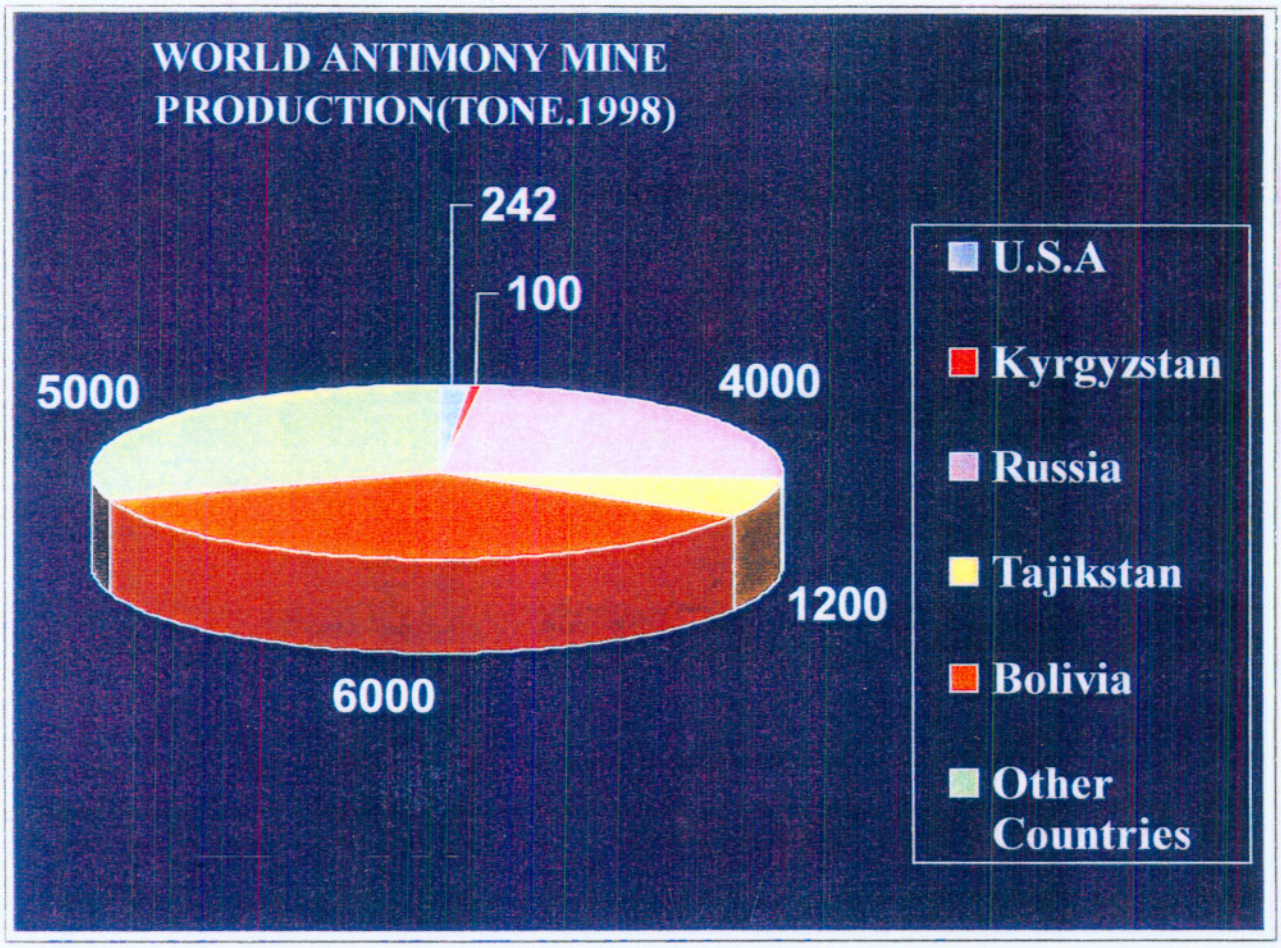
افریقای جنوبی ۳۰۰۰ تن

روسیه ۳۰۰۰ تن

تاجیکستان ۱۲۰۰ تن

امریکا ۴۸۰ تن

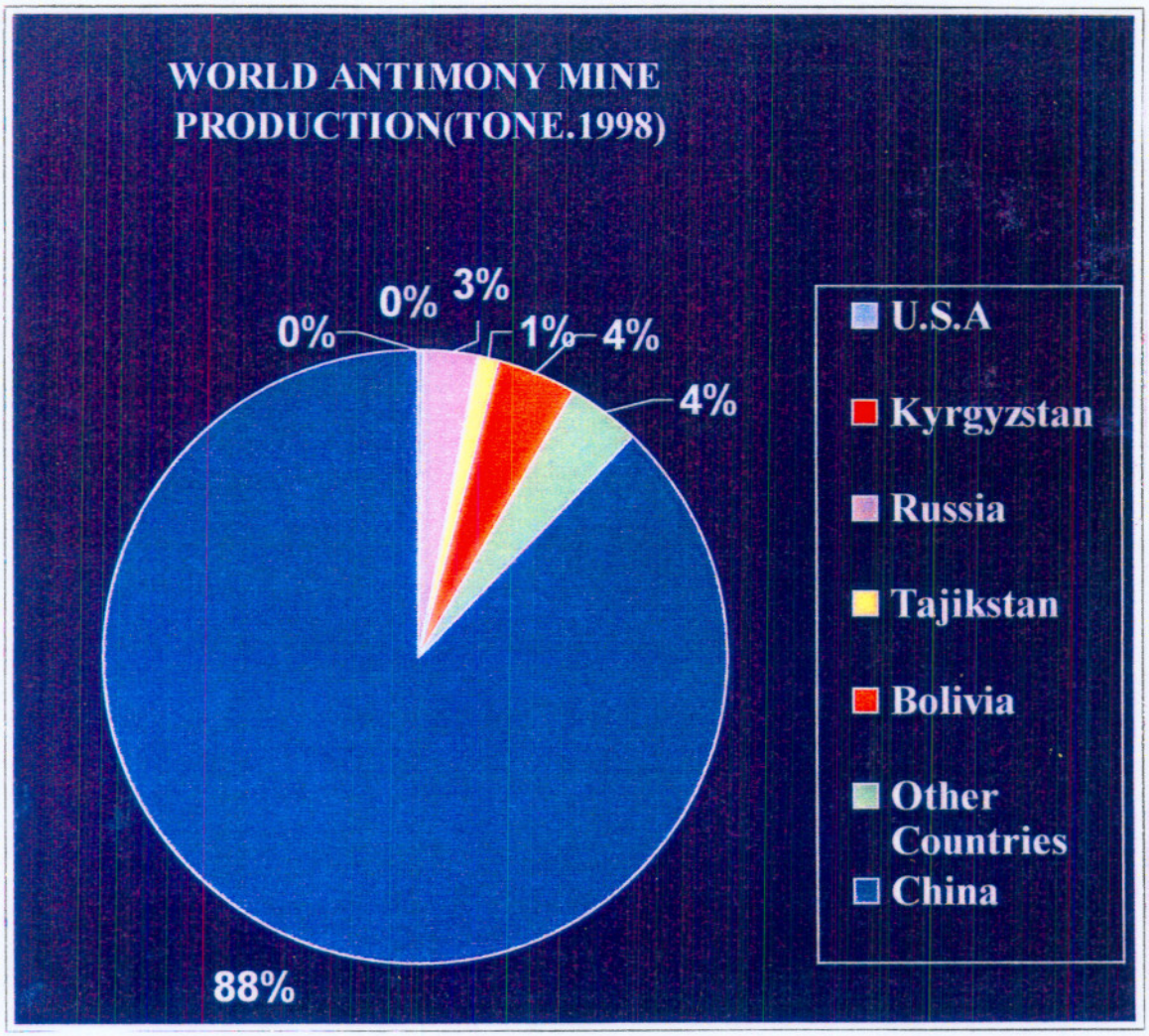
قرقیزستان ۲۰۰ تن



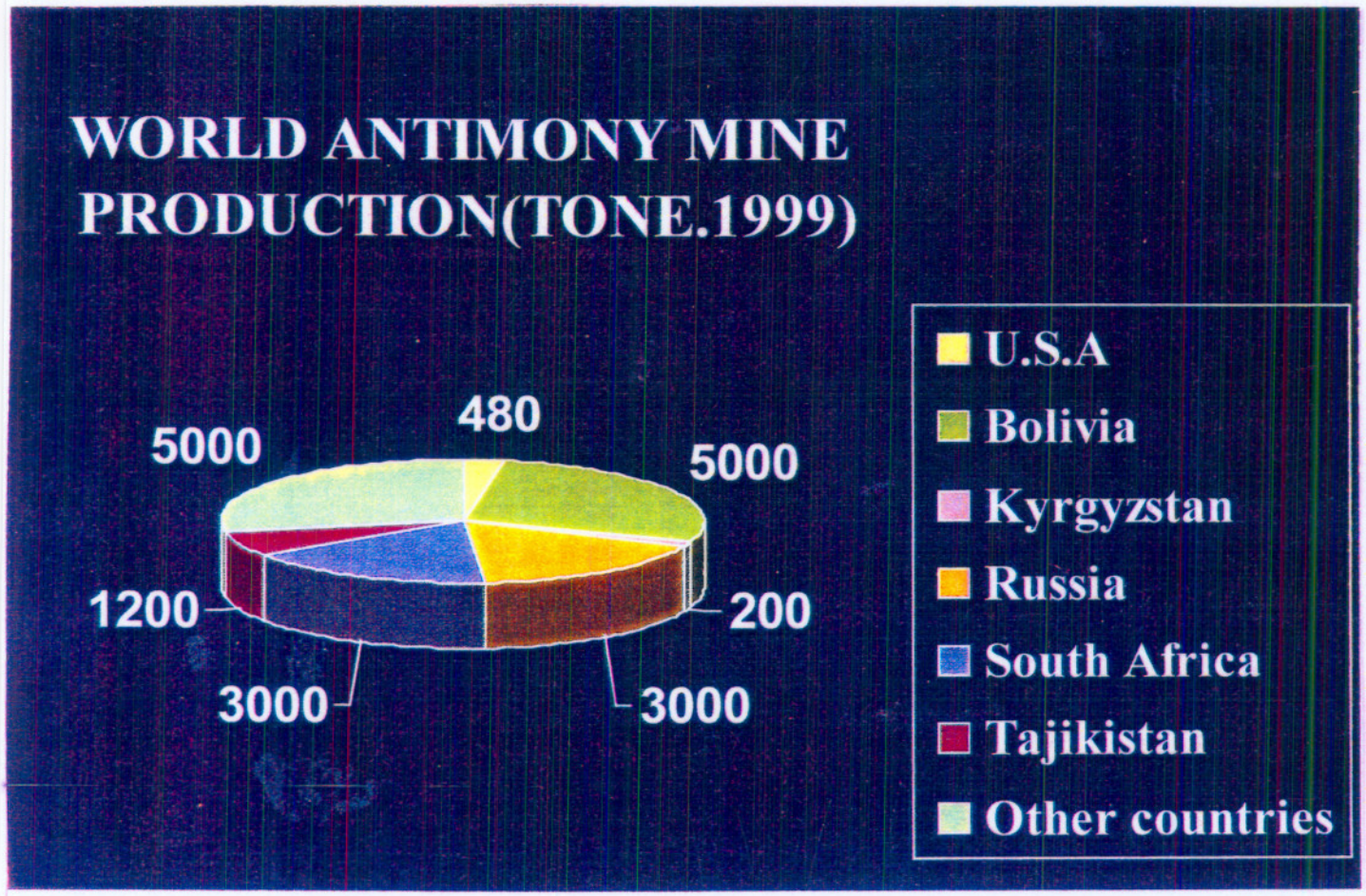
China Production 120000(Tone)

تولید آنتیموان جهان در سال ۱۹۹۸

لازم بذکر است چین بزرگترین تولید کننده با میزان ۱۲۰۰۰۰ تن می‌باشد.



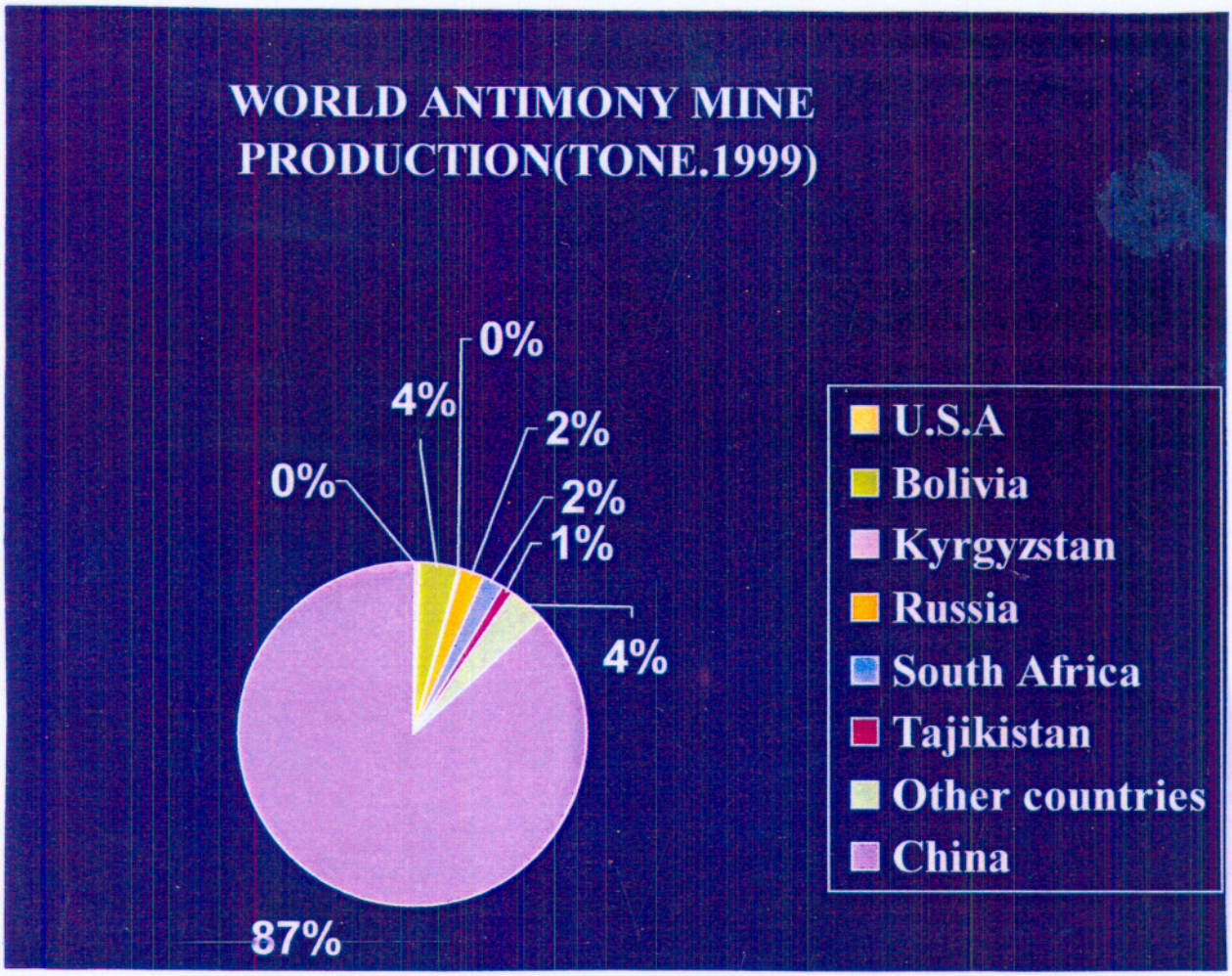
تولید آنتیموان جهان در سال ۱۹۹۸ برحسب درصد



China Production:120000 (tone)

تولید آنتیموان جهان در سال ۱۹۹۹ برحسب تن

لازم بذکر است چین بزرگترین تولید کننده با میزان ۱۲۰۰۰۰ تن می‌باشد.



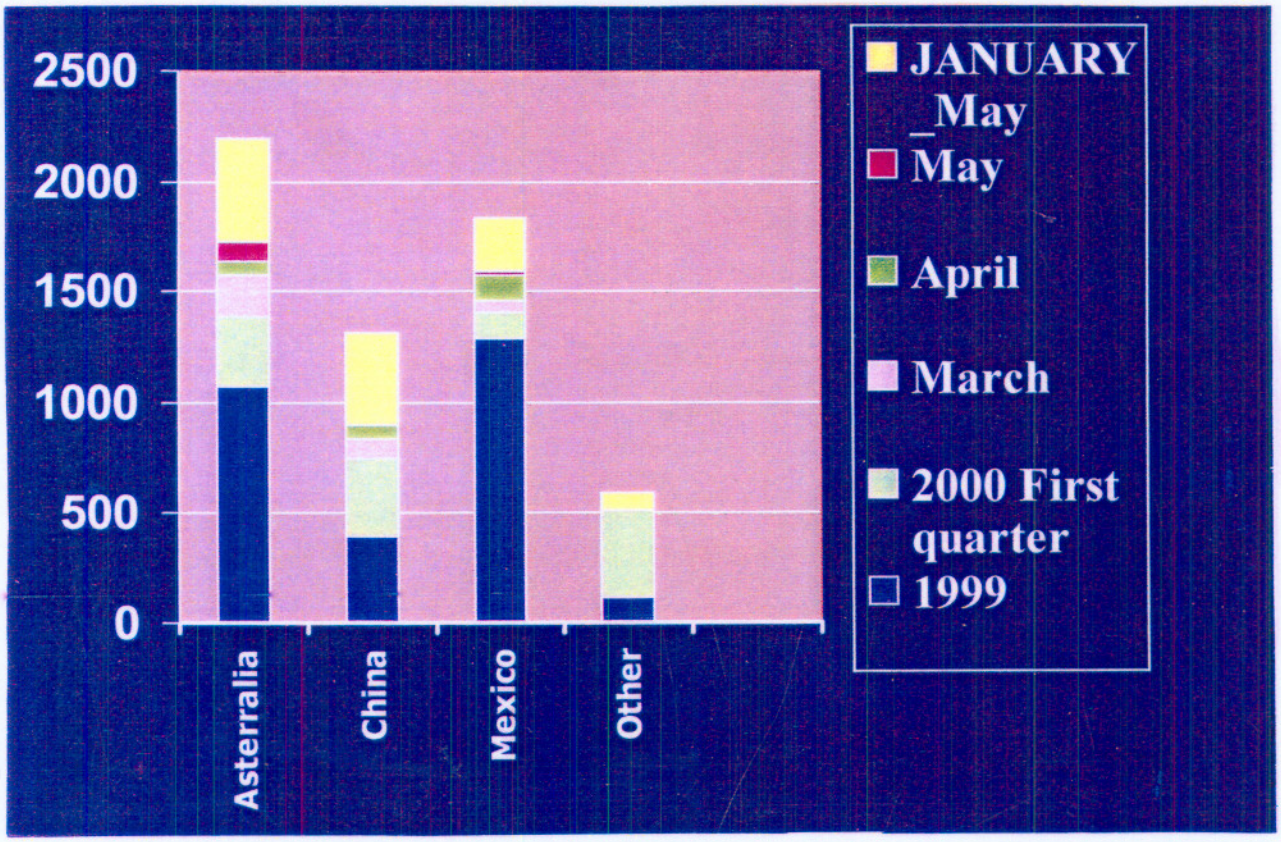
تولید آنتیموان جهان در سال ۱۹۹۹ برحسب درصد

۳-۴- موارد تکمیلی :

در این مبحث ابتدا نگاهی به واردات آنتیموان ایالات متحده از دیگر کشورها بـه عـنوان یک الگوی مصرفی به صورت‌های کانه، کنسانتره و فلز و اکسید نموده تا میزان تقاضای آنتیموان بصورت ترکیبات مختلف تعیین گردد. و سپس ذخیره صنعتی آنتیموان اولیه در ایالات متحده برای روشن شدن اهمیت مصرفی این فلز استراتژیک در دیاگرامهای مربوطه نشان داده شـده است در آخر برای روشن شدن وضعیت آنتیموان در ایران عیار و ذخایر معادن مختلف بصورت نمودار ارائه گردیده است.

طبق دیاگرام مقایسه درصد عـیار مـعادن آنـتیموان ایـران، مـعدن مـغانلو مـقام اول را دارا می‌باشد و پس از آن کانسارهای داشکسن و ترکمنی، چلپو و شورآب، پتیار، پشت کله نگینان و شند محمود قرار دارند.

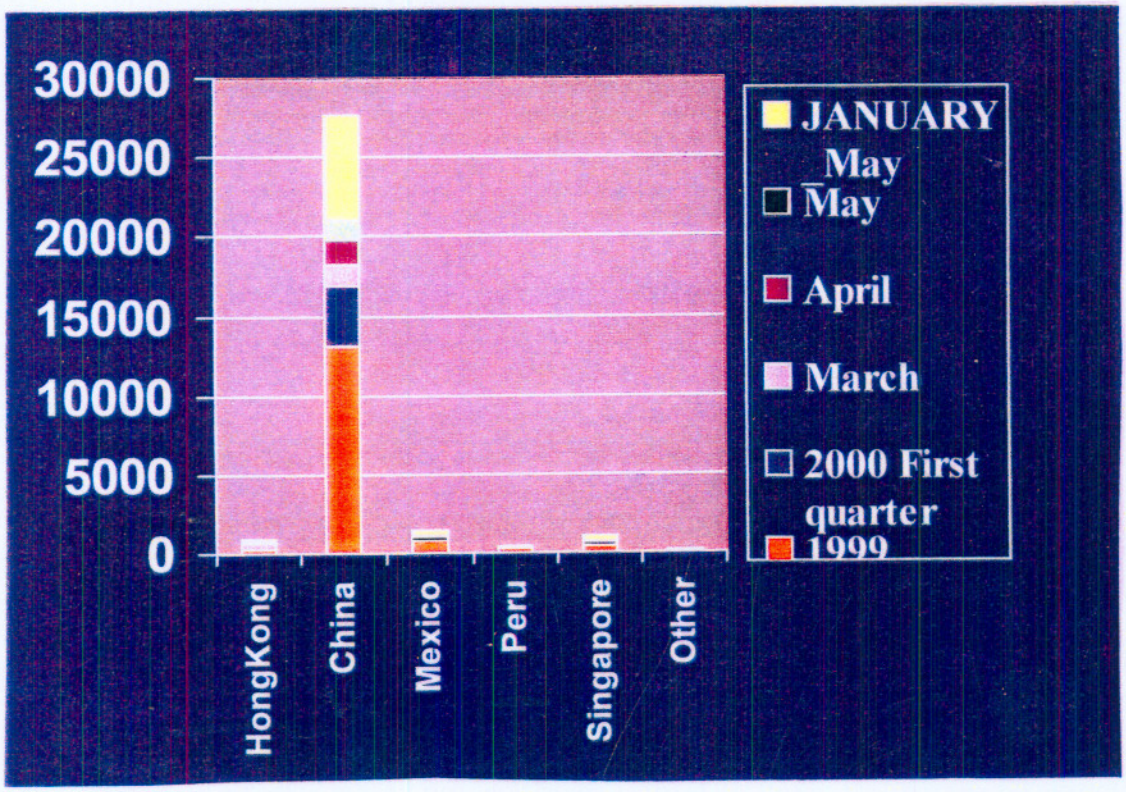
Country	1999	First quarter	March	April	May	January-May
Ore and concentrate:						
Australia	1,070	317	191	62	89	468
China	398	348	88	61	4	413
Mexico	1,290	113	56	113	19	245
Other	119	394	2	--	--	79
Total	2,870	1,170	338	237	112	1,520



واردات آنتیموان ایالات متحده از دیگر کشورها به شکل کانه و کنسانتره

مقدار آنتیموان، تن متریک)

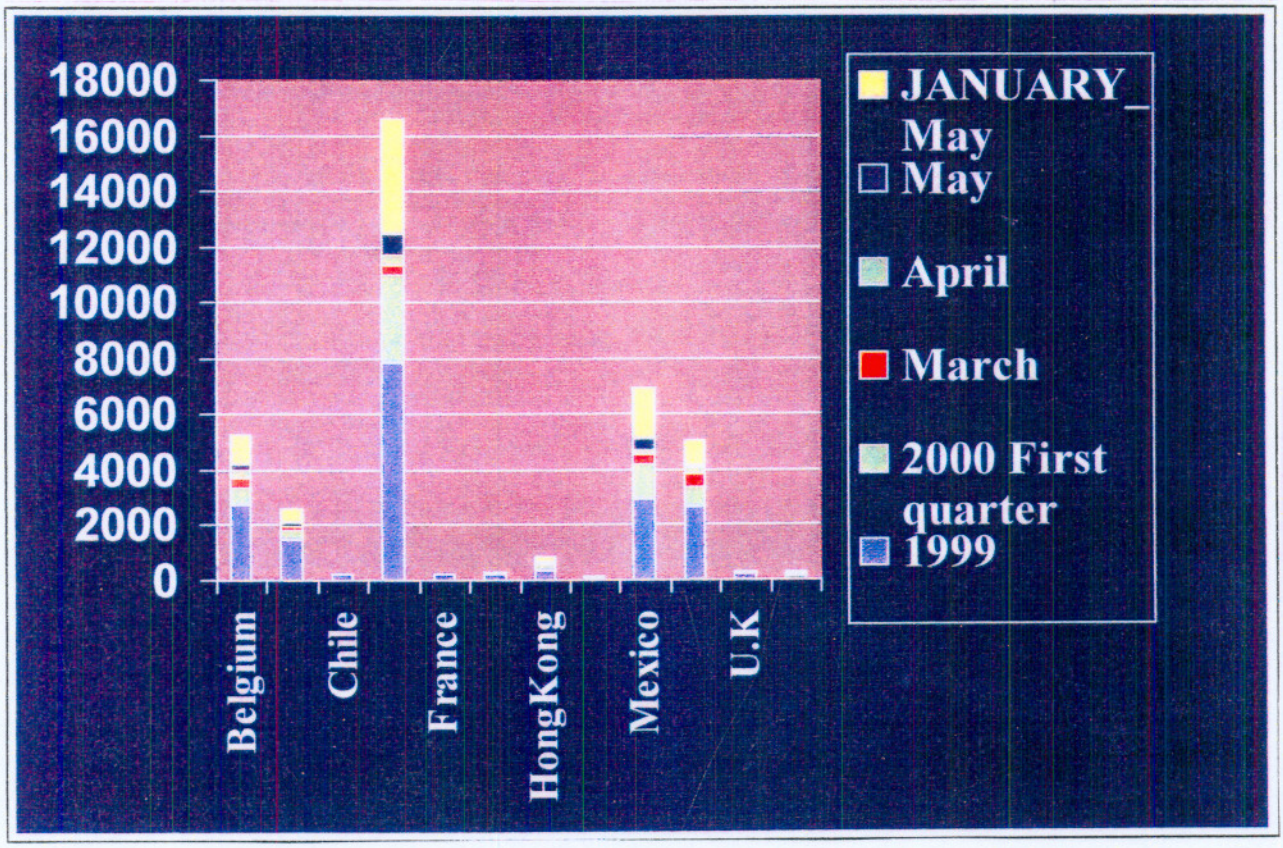
hina	13,100	3,790	1,260	1,610	1,250	6,640
long Kong	267	60	—	104	40	204
lexico	736	25	8	47	253	325
eru	209	32	—	35	—	67
ingapore	400	300	—	—	—	300
ther	78	36	2	—	17	52
Total	14,800	4,240	1,270	1,790	1,560	7,590



واردات آنتیموان ایالات متحده از دیگر کشورها به شکل فلز

مقدار آنتیموان، تن متریک)

Total	14,800	4,240	1,270	1,790	1,560	7,590
Oxide: 2/						
Belgium	2,730	636	346	276	187	1,100
Bolivia 3/	1,470	333	161	31	132	496
Chile 3/	229	--	--	--	--	--
China	7,860	3,110	398	334	741	4,190
France	193	3	1	16	--	19
Guatemala 3/	207	31	17	--	--	31
Hong Kong	349	214	31	--	17	230
Japan	105	8	--	6	--	13
Mexico	2,950	1,250	337	183	395	1,830
South Africa	2,680	687	457	229	53	960
United Kingdom	202	50	--	--	1	51
Other	162	37	33	17	1	55
Total	19,100	6,360	1,780	1,090	1,530	8,980



واردات آنتیموان ایالات متحده از دیگر کشورها به شکل اکسید

مقدار آنتیموان، تن متریک)

INDUSTRIAL CONSUMPTION OF PRIMARY ANTIMONY, BY CLASS OF MATERIAL PRODUCED 1/

(Metric tons, antimony content)

Product	1999 r/	2000	
		First quarter	Second quarter
Metal:			
Bearing metal and bearings	32	W	W
Other 2/	2,410	495 r/	482
Total	2,440	495 r/	482
Nonmetal:			
Ceramics and glass	1,120	236	228
Plastics	1,580	438 r/	438
Other 3/	1,240	201 r/	197
Total	3,940	875 r/	863
Flame retardants:			
Plastics	5,640	1,330	1,310
Other 4/	774	91	72
Total	6,410	1,420	1,380
Total reported	12,800	2,790 r/	2,720
Full industry total 5/	12,800	3,670 r/	3,550

r/ Revised. W Withheld to avoid disclosing company proprietary data.

1/ Data are rounded to no more than three significant digits; may not add to totals shown.

2/ Includes ammunition, antimonial lead, bearing metals and bearings, cable coverings, castings, sheet and pipe, and solder.

3/ Includes ammunition primers and pigments.

4/ Includes adhesives, pigments, rubber, and textiles.

5/ Estimated 100% coverage based on reports from respondents who consumed 72% of the total antimony in 1999.

مصرف صنعتی آنتیموان اولیه با توجه به نوع مواد تولید شده

(مقدار آنتیموان، تن متریک)

(Metric tons, antimony content)

Class of material	2000 2/	
	First quarter	Second quarter
Metal	2,220 r/	1,940
Oxide	6,560 r/	6,510
Other 3/	2,670	2,700
Total	11,500 r/	11,100

r/ Revised.

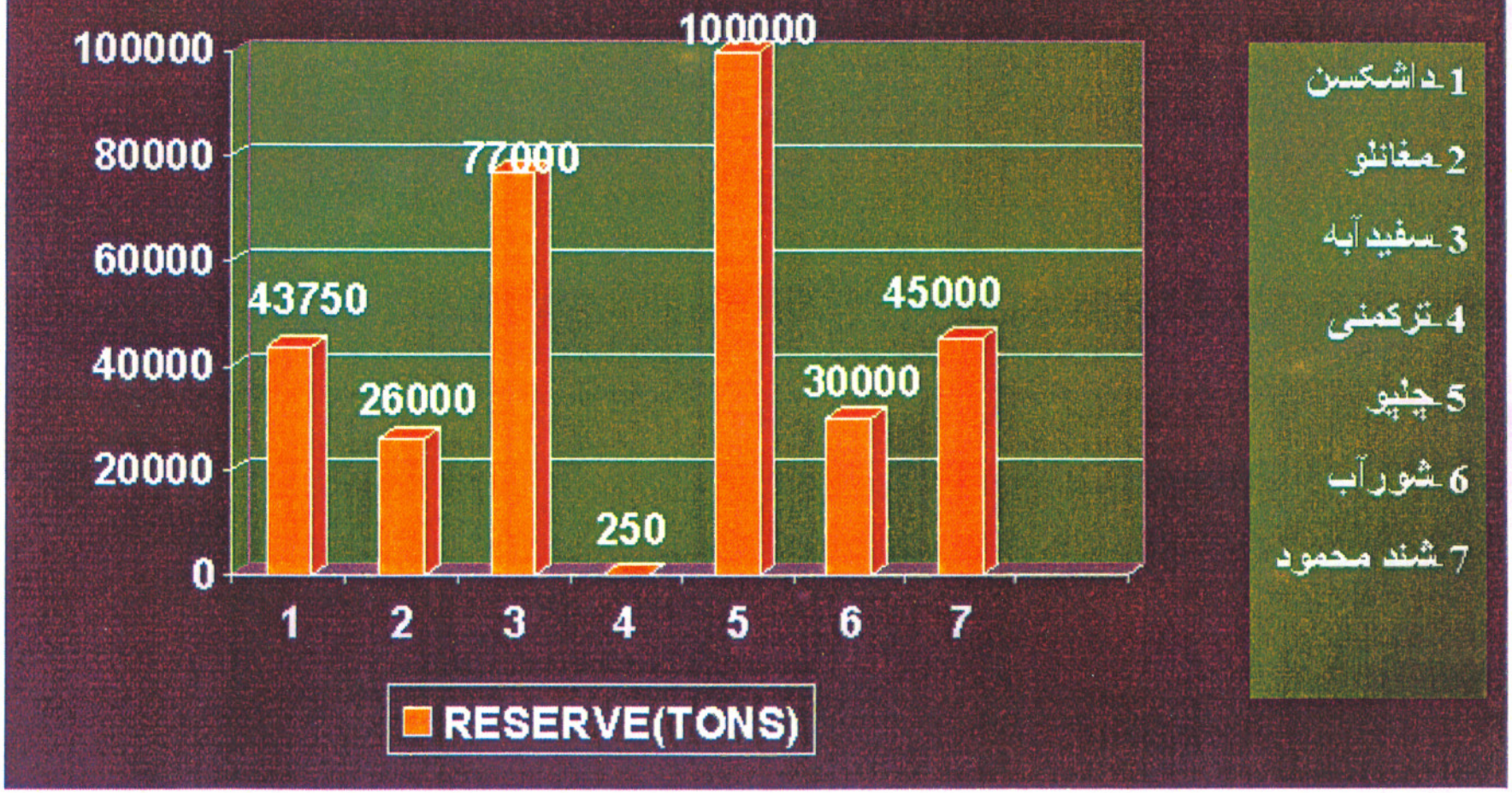
1/ Data are rounded to no more than three significant digits; may not add to totals shown.

2/ Estimated 100% coverage based on reports from respondents who held 95% of the total stocks of antimony at the end of 1999.

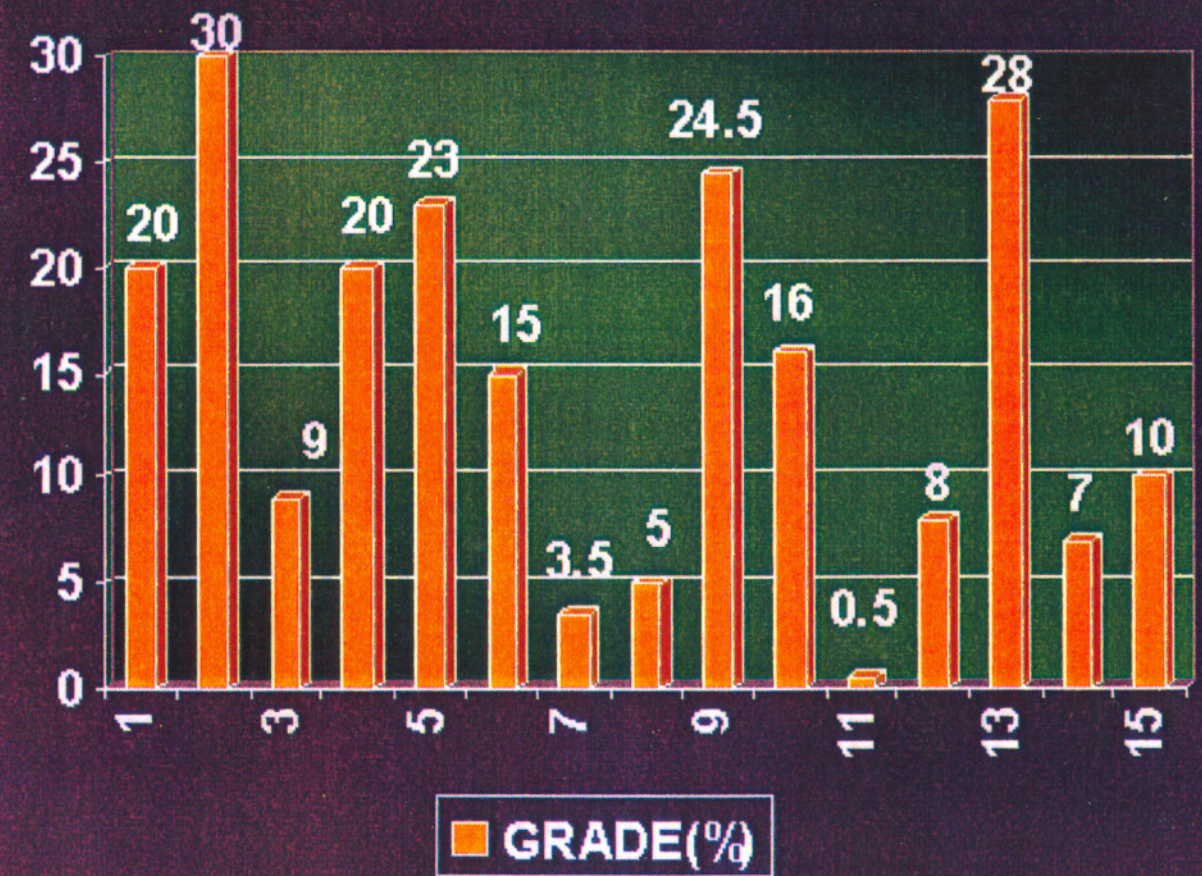
3/ Includes ore and concentrate, sulfide, and residues.

ذخیره صنعتی آنتیموان اولیه در ایالات متحده (مقدار آنتیموان، تن متریک)

مقایسه ذخایر آنتیموان در ایران



مقایسه درصد عیار معادن آنتیموان ایران



1-داشکسن
2-مغانلو
3-پتیار
4-ترکمنی
5-چلپو
6-شورآب
7-شند محمود
8-پشت کله
9-سفیدآبه
10-ارغش
11-زره شوران
12-بالدرقلی
13-بخیر بلاغی
14-شوکتو
15-آقدره

۴-۴- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات اکتشافی جهت نواحی پتانسیل‌دار کشور

۱-۴-۴- تیپ‌های کانه‌زایی آنتیموان در گستره ایران

بر اساس بررسیهایی که تاکنون صورت گرفته بیش از ۲۴ کانسار و اثر معدنی آنتیموان در کشور شناسایی شده که تعداد زیادی از آنها در گذشته مورد بهره‌برداری قرار گرفته و اکنون بصورت معدن متروکه می‌باشند (معادن آقدره، فقیره، شوراب، ترکمنی، پتیار و...) در حالیکه تعدادی از آنها اخیراً شناسایی شده و عملیات اکتشافی بر روی آنها در حال انجام است (نظیر سفیدابه، چشمه زرد، کلاته چوبک) کانسار آنتیموان داشکسن بهارلو اخیراً نیز توسط شرکت خدمات اکتشافی مورد بهره‌برداری قرار گرفته، ولی بخاطر میزان طلای قابل توجه هم اکنون توسط این شرکت با همکاری شرکت انگلیسی ریوتنتر به عنوان یک کانسار طلا در حال بررسیهای اکتشافی است.

اگرچه کانسارها و زونهای کانی سازی آنتیموان در ایران همانند سایر نقاط دنیا عمدتاً رگه‌ای و با ذخیره پایین است (عمدتاً کمتر از ۳۰ هزار تن ذخیره دارند) ولی وجود بیش از ۲۲ کانسار و اثر معدنی، ایران را یکی از مناطق پتانسیل‌دار از نظر آنتیموان نشان میدهد. کانسارهای آنتیموان عمدتاً از نوع گرمابی درجه حرارت پایین (اپی ترمال) بوده و در ارتباط تنگاتنگ با کانی سازی طلا، جیوه و آرسنیک میباشند. پی سنگهای دگرگونه قدیمی و بالاآمده پرکامبرین، کمان‌های ماگمایی ترسیر و نفوذ توده‌های گرانیتوئیدی به داخل این مجموعه‌ها محیط مناسبی را جهت تشکیل کانی سازی گرمابی درجه حرارت پایین به خصوص در مناطق تکتونیزه‌ای که چرخه‌های ژئوترمالی حاصل از فعالیت‌های انتهائی ماگماتیسم جوان ترسیر (میو - پلیوسن) گسترش دارند، ایجاد نموده است.

کانسارها و اثرهای معدنی شناخته شده آنتیموان در ایران علیرغم اینکه عمدتاً در ارتباط با فعالیت‌های نهایی ماگماتیسم جوان ترسیر (میو - پلیوسن) یعنی گنبدهای آتشفشانی و نیمه آتشفشانی داسیتی و ریوداسیتی نئوژن می‌باشند، ولی در جایگاه‌های متفاوتی ظاهر شده‌اند که

مهمترین آنها به شرح زیر است :

۱- کانسارهایی که در پی سنگ قدیمی پرکامبرین جایگزین شده و فعالیت‌های ماگمایی جوان شاخصی در ارتباط با آنها دیده نمی‌شود (نظیر کانسارهای ترکمانی، پتیار، عربشاه مغانلو)

۲- کانسارهایی که در پوشش رسوبی آواری - کربناته مزوزوئیک جایگزین شده‌اند (نظیر کانسار آتش‌خسرو، شوراب ، سه‌قلعه، شندمحمود و...)

۳- کانسارهایی که در پوشش آواری - آتشفشانی ترسیر جایگزین شده و با ماگماتیسم شاخص همراه نیستند (نظیر کانسارهای آقدره، سفیدآبه، قصون، سیرزال)

۴- کانسارهایی که در پوشش آواری - آتشفشانی ترسیر جایگزین شده و در ارتباط با فعالیتهای گرانیتوئیدی میباشند (نظیر چشمه زرد چلپو)

۵- کانسارهایی که ارتباط تنگاتنگ با فعالیت‌های جوان ترسیر (میو - پلیوسن) داشته و در شکستگی‌های این مجموعه‌های ولکانو - پلوتونی جایگزین شده‌اند (نظیر کانسارهای داشکسن و شوراب)

بنابراین به نظر میرسد که ماگماتیسم جوان ترسیر (میو - پلیوسن) به صورت گنبدهای آتشفشانی و نیمه آتشفشانی با ترکیب داسیتی و ریوداسیتی نقش اصلی را در تشکیل کانسارهای آنتیموان داشته و ترکیب سنگ میزبان (مجموعه‌های رسوبی - آتشفشانی ترسیر، پوشش آواری - کربناته مزوزوئیک) نیز در تمرکز و جایگزینی آن بی‌تأثیر نبوده‌اند، اگر چه موقعیت‌های تکتونوماگمایی (کمان‌های ماگمایی ترسیر نظیر کمان کاشمر - تربت حیدریه) و پی سنگ‌های دگرگونه پرکامبرین نیز میتوانسته در این رابطه تأثیر بسزایی داشته باشد.

با توجه به موارد فوق و با توجه به پراکندگی کانسارهایی که تاکنون شناخته شده استان‌های خراسان، شمال سیستان و بلوچستان، آذربایجان غربی و شرق، اصفهان، زنجان، کردستان و همدان از مستعدترین نقاط کشور جهت کانی‌سازی آنتیموان بوده و استان خراسان با توجه به گسترش زیاد و تمرکز بیشتر کانسارهای آنتیموان در درجه اول اهمیت قرار میگیرد.

لذا در پی‌جویی‌های اکتشافی ضمن توجه به وجود ماگماتیسم جوان ترسیر، موقعیت تکتونوماگمایی، تکتونیک و نوع سنگ میزبان وجود کانسارهای شاخص آنتیموان که در هر منطقه به عنوان کانسار تیپ تلقی میگردد نیز میبایستی مدنظر قرار گیرد. در این رابطه مناطق پتانسیل‌دار کشور که از نظر وجود کانی‌سازی آنتیموان قابل پی‌جویی‌های اکتشافی هستند بر اساس کانسارهای تیپ موجود به شرح زیر معرفی میگردد :

۱- استان خراسان از نظر دو تیپ کانی سازی آنتیموان قابل پیجویی‌های اکتشافی است، یکی کانی سازی تیپ چلپو - کلاته چوبک، ارغش با سنگ میزبان آواری - آتشفشانی ترسیر در نوار آتشفشانی - نفوذی کاشمر - تربت حیدریه و دیگری کانی سازی تیپ شوراب در ارتباط با گنبدهای داسیتی نئوژن در محور فردوس - خوسف، (زون I و II).

۲- استان آذربایجان غربی - زنجان کانی سازی‌های تیپ آقدره و مغانلو با سنگ میزبان گرانیت دوران و آواری - کربناته الیگوسن - میوسن در محور شاهیندژ، (زون III).

۳- استان اصفهان کانی سازی تیپ ترکمانی و پتیار با سنگ میزبان دگرگونه قدیمی در محور انارک - خور، (زون V).

۴- استان همدان - کردستان در محور همدان - سنندج کانی سازی آنتیموان تیپ داشکسن بهارلو، (زون IV). به نظر می‌رسد کانسار آنتیموان فقیره در ارتباط با ماگماتیسم جوان تشکیل شده باشد.

۵- استان سیستان و بلوچستان - جنوب خراسان در محور زاهدان - نهبندان کانی سازی تیپ سفیدابه، (زون VI).

در خاتمه پیشنهاد می‌شود که عملیات اکتشافی در مرحله شناسایی در مناطق اولویت‌دار فوق به صورت محدوده‌هایی که در نقشه ضمیمه مشخص شده به صورت زیر انجام گیرد :

۱- انجام مطالعات دورسنجی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا

۲- انجام مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده‌های ورقه‌های ۱:۱۰۰،۰۰۰ زمین‌شناسی

۳- پردازش داده‌های ژئوفیزیک هوایی

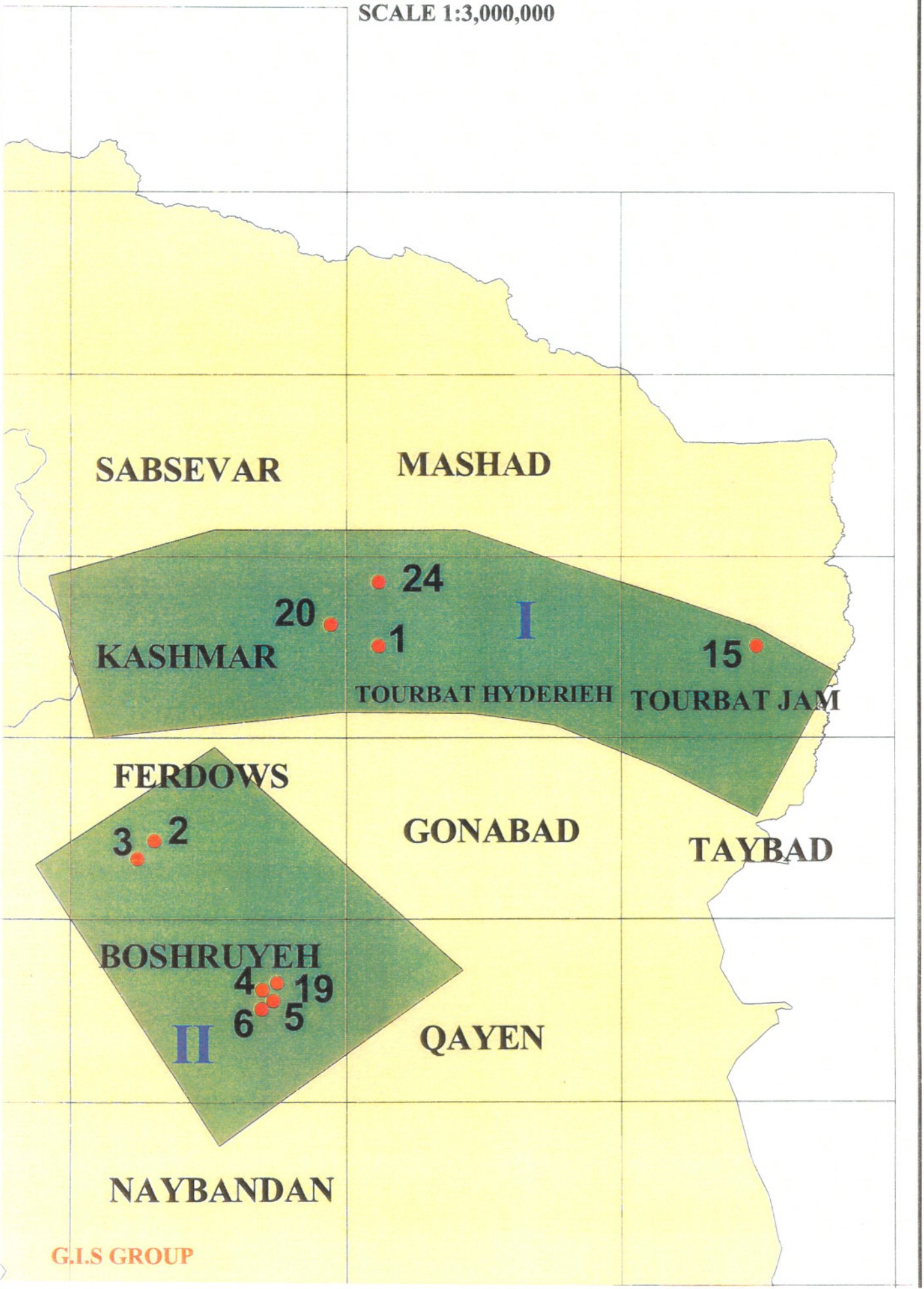
۴- تلفیق کلیه داده‌های زمین‌شناسی، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی، ژئوشیمی و زمین‌شناسی اقتصادی در سیستم GIS مدل سازی و تعیین مناطق امیدبخش برای اکتشاف آنتیموان

۵- عملیات صحرایی پی‌جویی در مناطق امیدبخش جهت شناسایی زون‌های کانی سازی آنتیموان

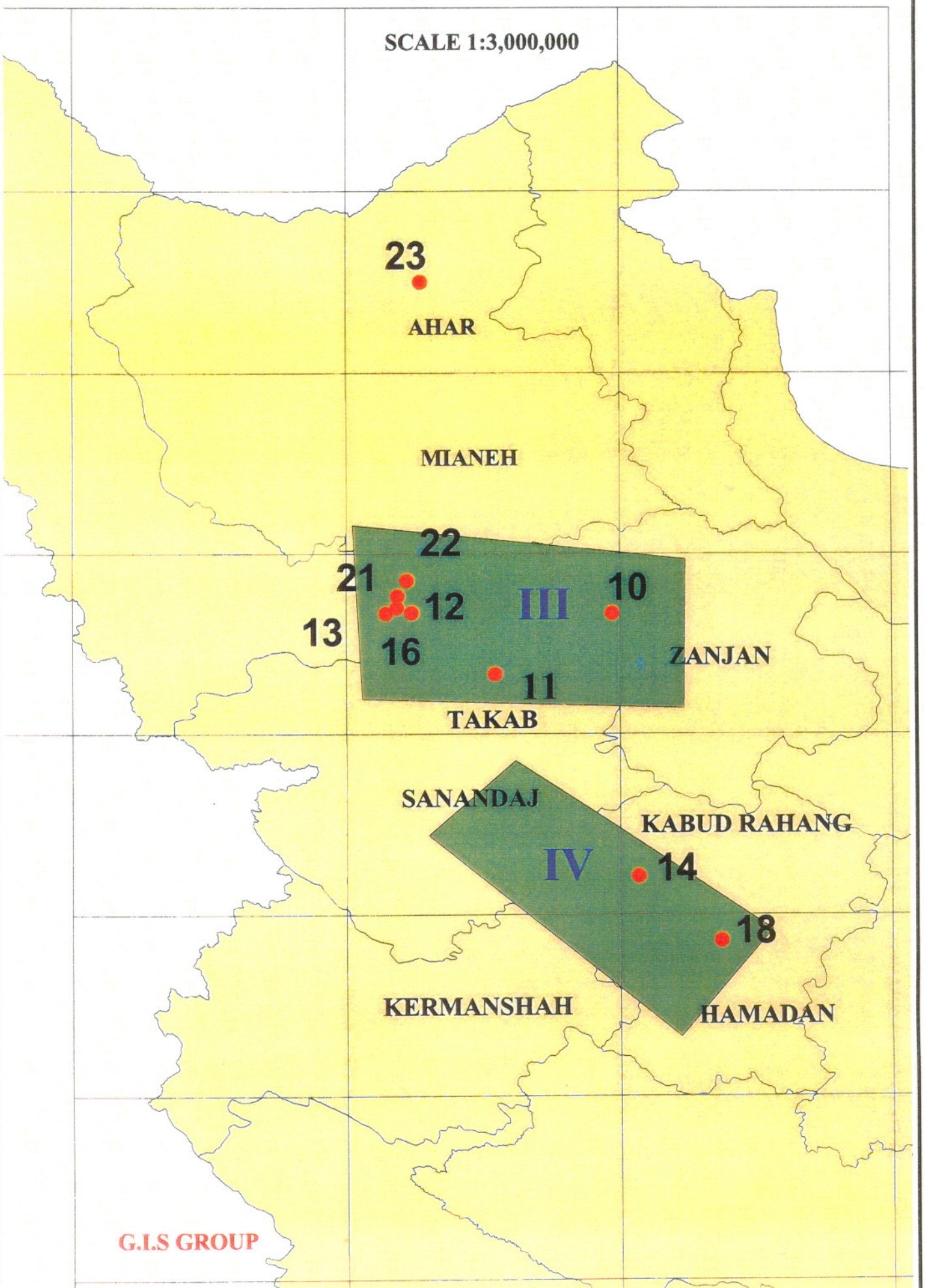
۶- تعبیر و تفسیر نتایج و معرفی محدوده‌های کانی سازی آنتیموان

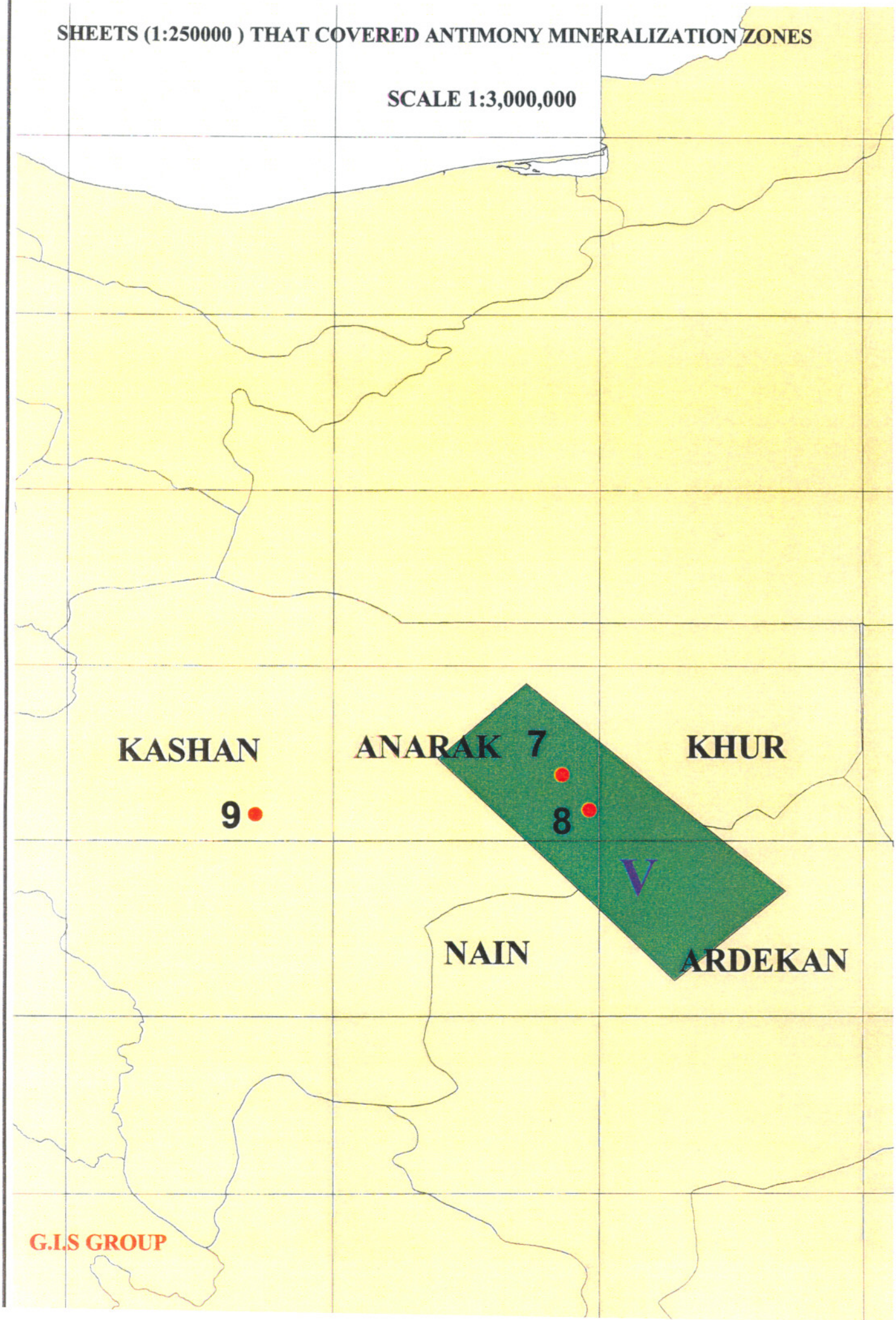
SHEETS (1:250000) THAT COVERED ANTIMONY MINERALIZATION ZONES

SCALE 1:3,000,000



SHEETS (1:250000) THAT COVERED ANTIMONY MINERALIZATION ZONES




SHEETS (1:250000) THAT COVERED ANTIMONY MINERALIZATION ZONES
SCALE 1:3,000,000
KASHAN
ANARAK
KHUR
7
8
9
V
NAIN
ARDEKAN
G.I.S GROUP

SHEETS (1:250000) THAT COVERED ANTIMONY MINERALIZATION ZONES
SCALE 1:3,000,000
DEHSALM
ZABOL
VI
17
MAKHILAB
DARYACHEH-YE-HAMUN
ALLAH ABAD
ZAHEDAN
G.I.S GROUP

۲-۴-۴- نتیجه‌گیری :

با بررسی قیمت جهانی آنتیموان در طی دهه گذشته، علیرغم نوساناتی که در طی این دوره در بازار فروش این ماده معدنی در دنیا وجود داشته بنظر می‌رسد که این ماده همواره مورد تقاضای صنایع گوناگون بویژه در کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه از جمله ایران بوده و باشد. با در نظر گرفتن روند روبه رشد تقاضای آن بخصوص بصورت اکسیدهای آن که دارای ارزش افزوده بیشتری نسبت به کنسانتره فلزی آن می‌باشد، می‌توان منابع اولیه و معدنی آنتیموان را یکی از ثروتهای ملی هر کشور با پتانسیل بالای اقتصادی دانست. در کشور ما نیز در طی چند سال گذشته فعالیت‌هایی در جهت اکتشاف کانسارهای آنتیموان صورت پذیرفته که می‌توان کانسار آنتیموان داشکسن و مغانلو در غرب کشور، کانسار آنتیموان سفیدآبه در شرق و برخی کانسارها و اندیس‌های آنتیموان دیگر را نام برد. این کانسارها از دیدگاه اقتصادی بسیار مستعد جهت تبدیل شدن به یک منبع درآمد و نیز منبعی جهت خودکفایی آنتیموان مصرفی کشور می‌باشد که در هر دو صورت موجب اشتغال‌زایی، تولید و درآمد ارزی و ... خواهد بود. نکته دیگر اینکه بسیاری از کشورها با مقدار تولید پائین از آنتیموان نیز در فهرست جهانی تولید کنندگان قرار گرفته‌اند از اینرو با شروع بهره‌برداری از چنین کانسارهایی ایران نیز می‌تواند در زمره تولید کنندگان جهانی آن قرار گیرد. بعنوان مثال کشور پاکستان در سال ۱۹۹۰ میلادی با تولید ۳۸ تن آنتیموان در زمره تولید کنندگان این ماده و در فهرست جهانی قرار گرفته حال آنکه کشور ما با استعداد تولید میزانی به مراتب بیشتر از این مقدار هنوز جایگاهی در بین سایر کشورها پیدا ننموده است. امید آنکه در سایه مساعدتهای لازم این امر هر چه زودتر تحقق یابد./ب۵-۱۷۴

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خدا را که ما را در اتمام این گزارش یاری نمود. بی‌شک تهیه این گزارش بدون راهنمائی و همکاری اساتید و همکاران محترم مقدور نبود لذا بر خود لازم میدانیم مراتب سپاس خود را از این عزیزان اعلام داریم.

جناب آقای مهندس کره‌ای ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی که در تمامی مراحل پروژه از توجهات ایشان برخوردار بوده‌ایم.

جناب آقای مهندس نوائی مدیریت ژئومتیکس و سرکار خانم زارعی‌نژاد سرپرست گروه اطلاعات زمین مرجع که در رفع موانع و طی مراحل مختلف پروژه به ما یاری رساندند.

جناب آقای دکتر راستاد که از نظرات ارزشمند ایشان برخوردار بوده‌ایم.

جناب آقای مهندس باباخانی که علاوه بر تهیه مطالب مربوط به بخش منطقه‌بندی کانسارهای آنتیموان در ایران از نظرات ایشان در قسمتهای مختلف گزارش استفاده نموده‌ایم.

جناب آقای مهندس کیوانفر که مطالب مربوط به کانسار آنتیموان ارغش را در اختیار اینجانبان قرار دادند.

جناب آقای مهندس برنا که اظهار نظرات ایشان در مورد مراحل مختلف گزارش کمکهای بسیاری به ما نموده است.

سرکار خانم گیاهچی که در دسترسی به منابع مورد نیاز ما را همراهی نمودند.

سرکار خانم بقائی که زحمت تایپ گزارش را تقبل نمودند.

مانا رحیمی - سیدتقی دل‌آور - محمد صادقی - علیرضا جعفری‌راد

منابع :

۱- باباخانی - علیرضا. اظهارات شفاهی و مطالب تنظیم شده پیرامون تیپ‌های کانه‌زایی آنتیموان در گستره ایران.

۲- برنا - بهروز. ۱۳۷۰. طرح اکتشاف آنتیموان، گزارش تفضیلی کانسار آنتیموان پشت کله نگینان. سازمان زمین‌شناسی.

۳- برنا - بهروز. ۱۳۷۱. گزارش بخشی از عملیات اکتشافی تفضیلی بر روی کانسار آنتیموان شورآب و گزارش پی‌جویی و مقدماتی کانسار آنتیموان طلادار شند محمود و سه قلعه از ناحیه فردوس.

۴- برنا - بهروز. ۱۳۷۰. گزارش عملیات نیمه تفضیلی بر روی کانسار آنتیموان مغانلو. سازمان زمین‌شناسی.

۵- برنا - بهروز. ۱۳۶۵. گزارش پی‌جوئی کانسارهای آنتیموان در نواحی انارک، بشرویه، فردوس، کاشمر، سازمان زمین‌شناسی.

۶- برنا - بهروز. ۱۳۷۰. گزارش نیمه تفضیلی کانسار آنتیموان، آرسنیک و طلای چلپو کوه سرخ کاشمر. سازمان زمین‌شناسی.

۷- برنا - بهروز. ۱۳۷۶. آشنایی اولیه با کانه‌زایی آنتیموان و آرسنیک در ناحیه کاشمر

۸- برنا - بهروز (با همکاری محمدرضا جان نثاری). ۱۳۷۲. گزارش اکتشافی طلا در مناطق قره‌چیلر و قره دره و بررسی طلا در زونهای آرسنیک‌دار سیه‌رود و دستجرد.

۹- شمسی‌پور - رضا. ۱۳۷۲، بررسی کانه‌زایی آنتیموان در ناحیه پتیار، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰- صیدی‌جوقان - محمد. ۱۳۷۸. کانی‌زایی آرسنیک، آنتیموان و طلا در محور چلپو - کلات چوبک (کوه سرخ کاشمر) - تز کارشناسی ارشد - دانشگاه شهیدبهشتی.

۱۱- طاهری - جعفر. ۱۳۷۱. پژوهشی پیرامون آنتیموان، خاستگاه و ویژگی‌های مینرالوژیکی آن. سازمان زمین‌شناسی منطقه شمال خاوری.

۱۲- علوی نائینی - محمودرضا. ۱۳۷۱. اکتشافات ژئوشیمیایی، کانیهای سنگین در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ سیه‌رود.

۱۳- قربانی - منصور. ۱۳۷۴. زمین‌شناسی ایران، آنتیموان، آرسنیک، جیوه. سازمان زمین‌شناسی طرح تدوین کتاب.

۱۴- کفاش طوسی - محمدحسین. ۱۳۷۶ - اکتشافات ژئوشیمیایی اندیس آنتیموان و طلای چلپو (کوه سرخ کاشمر) - تز کارشناسی ارشد - دانشگاه شهید بهشتی.

۱۵- کیوانفر - محمود. اظهارات شفاهی و مطالب تنظیم شده پیرامون کانسار آنتیموان ارغش.

۱۶- مهندس مشاور کاوشگران. ۱۳۷۷. گزارش نیمه تفضیلی کانسار آنتیموان سفیدآبه. اداره کل معادن و فلزات سیستان و بلوچستان.

۱۷- معانی‌جو - محمد. ۱۳۷۹. نگرشی بر کانی‌سازی آنتیموان در اطراف همدان. فشرده مقالات چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران.

۱۸- نیرومند - شجاع‌الدین. ۱۳۷۸، بررسی کانه‌زایی آنتیموان در منطقه داشکسن، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۹- یعقوب‌پور - عبدالمجید. ۱۳۷۳. مبانی زمین‌شناسی اقتصادی. مرکز نشر دانشگاهی.

20- Colin J. Dixon. 1992. Atlas of Economic Mineral Deposits. London, Chapman And Hall.

21- Lotfi.M, 1982, Geological and geochemical investigation on the Volcanogenic Cu, Pb - Zn, Sb ore mineralizations in The Shurab - Galechal and northwest of Khur (Lut, Easto Ivan), 152P.

22- Technoexport report - 1981 - Detailed geological Prospecting in Anarak area (Central Iran) - Report No 12 - (Chah Kharbezeh - Pateyar, Torkemani Localities). Moscow.

23- The Economics of Antimony, Roskill, 1997