وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات استان سمنان

گزارش اکتشاف سنگ آهن لجنه شاهرود

طرح شماره ۲

مجری : مجتبی شریعتی بیدار
مشاور : شرکت توسعه علوم زمین
کارشناس : ناصر عابدیان

اسفند ماه ۱۳۷۳

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
تاریخ: ۸۰/۱۲/۲۱
شماره ثبت: ۸۰۲۷۴

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست

موضوع	صفحه
چکیده گزارش	۳
پیشگفتار	۵
فصل اول	
چکیده ای بر ویژگیهای کانی شناسی ژئوشیمیایی، منالوژنی و زمین شناسی	
انواع کانسارهای آهن	۷
۱- ویژگیهای کانی شناسی و ژئوشیمیایی	۸
۲- منالوژنی کانسارهای آهن	۱۰
۳- ویژگیهای زمین شناسی انواع کانسارهای آهن	۱۳
٤- اسکارن	۱٦
۵- گونه های مختلف اسکارنها	۲۲
فصل دوم	
ویژگیهای جغرافیائی، زمین شناسی ومعدنی ذخیره آهن لجنه شاهرود	۲۹
۱- ویژگیهای جغرافیای طبیعی وانسانی	۳۰
۲- سوابق پیشین	۳۹
۳- چهارچوب عملیات اکتشافی	۳۹
٤- زمین شناسی عمومی ناحیه اکتشافی	٤۲
۵- تکتونیک و ساختارهای منطقه	۵۲
٦- زمین شناسی محدوده اکتشافی	۵٤

۷- زمین ساخت و تکتونیک محدوده اکتشافی ۸۰
۸- گفتاری بر چگونگی پیدایش کانسار آهن لجنه ۸۲
۹- عوامل کنترل کننده کانسار آهن لجنه ۹۵
۱۰- شکل توده معدنی ۹۸
۱۱- عملیات ژئوفیزیکی انجام گرفته بر محدوده اکتشافی ۱۰۱
۱۲- کیفیت ماده معدنی ۱۰٤
۱۳- میزان ذخیره کانسنگ آهن در محدوده مورد اکتشاف ۱۱۷
۱٤- نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۲۱
منابع مورد استفاده ۱۲۲
پیوست های گزارش ۱۲٦
- نتیجه مطالعات کانی شناسی *(XRD)*
- نتایج شیمیایی
- نتیجه اسپکترومتری کمی بر نمونه ها
- نتایج مطالعه مقاطع صیقلی
- نتایج مطالعه پتروگرافی
- ۵ برگ مربوط به برداشت زمین شناسی ترانشه ها
- یک برگ نقشه توپوگرافی - زمین شناسی بامقیاس ۱:۲۰۰۰
تشکر و قدردانی ۱۵۳

بسمه تعالی

چکیـــــده

کانسنگ آهن لجنه از گونه منیتیت - همانتیت پی آمد فرآیند دگرسانی از گونه اسکارنی شدن (اسکارن گونه منیزیمی) از همبر شدن توده نفوذی کوارتز مونزونیتی با سنگهای کربناتی (عمدتاً دولومینی) پرمین پدید آمده اند. فرآیند مارتینیزاسیون سبب تبدیل منیتیت به همانتیت گردیده است.

زون اسکارنی بگونه نوار سبز رنگی در بخش بالائی پیکره نفوذی ودر مجاورت کانسنگ آهن چهره ای مشخص دارد. کانیهای اپیدوت و کلریت از شاخص ترین کانیهای گونه دگرسانی است که در روند این فرآیند پدید آمده اند.

ماده معدنی بصورت عدسی های ناپیوسته و بگونه ای تقریباً هم خواب با رخساره های کربناتی در زیر این واحد رسوبی جای گرفته است. دست کم شش عدسی (A,B,C,D,E و F) از کانسنگ آهن چهره ای نمایان دارند که عدسی F بعنوان عدسی اصلی، بزرگترین پیکره کانسنگ را در این محدوده اکتشافی پدید آورده است. ماده معدنی از درجه خلوص بالائی برخوردار است و تنها مقادیر جزئی از کربناتها (آهک ودولومیت) و بمیزان بسیار ناچیزی کوپریت و مالاکیت (و ندرتاً کالکوزین) آن را همراهی می کنند. مقدار مجموعه کانیهای همراه ماده معدنی ندرتاً از بیست در صد تجاوز می کند. مقادیر منیتیت از ۲۰ تا ۵۰ در صد و همآتیت از ۳۰ تا ۶۰ در صد تغییر می کند.

با توجه به مطالعات و بررسی های سطحی انجام گرفته میزان ذخیره قطعی این کانسار

حدود ۳۷۰ هزار تن کانسنگ محاسبه شده است. بدیهی است اکتشافات عمقی (حفر گمانه) اطلاعات عینی و درخور توجهی بدست خواهد داد که از میان آنها روشن شدن ذخیره قطعی جایگاه ویژه ای خواهد داشت.

مطالعات و بررسی های صحرائی ژئوفیزیکی انجام گرفته بر ناحیه اکتشافی، فزون بر کانسنگهای رخنمون یافته، شماری آنومالی زیر سطحی در زیر پهن دشت حد فاصل بین محدوده مورد اکتشاف جنوبی و بخش شمالی نشان داده است. تجزیه و تحلیل ها، تعبیر و تفسیرها این مطالعات در گزارش مستقل ارائه خواهد شد.

پیشگفتـــار

آهن در شمار یکی از بارزترین و پر اهمیت ترین فلزات بنیادی، پیکره اصلی صنایع و تکنولوژی عصر کنونی را پدید آورده است. شواهد باستانشناسی گواه آن است که شناخت این فلز در چندین هزار سال قبل از میلاد انجام پذیرفته است.

دامنه کاربرد این فلز آنچنان گسترده است که شناخت جایگاه واقعی این گستره و شرح آن موضوعی کاملاً طولانی خواهد شد. اهمیت این جایگاه زمانی چهره خود را نمایان می‌سازد که گاهی بجای عصر اتم یا عصر فضا این نامگذاری را در پیوند با فلزات عنوان «عصر آهن» نیز بکار برده اند که این واژه گویای میزان اهمیت اقتصادی و استراتژیکی آن در جهان صنعتی کنونی می باشد از اینرو است که میزان تولید و مصرف فولاد در هر کشور گویای دامنه رشد و توسعه جهانی آن می باشد.

شماری از صنایع هم چون صنایع ماشین سازی، کشتی سازی، راه آهن و سازه ها بدون وجود آهن نه تنها بی مفهوم خواهند بود بلکه زایش، رشد و تکوین آنها در پیوند مستقیم با این فلز می باشد. بکارگیری انواع آهن آلات ساختمانی بعنوان ستون فقرات گونه های مختلف سازه ها، تولید و کاربرد انواع فولادها و چدنها بعنوان پیکره بسیاری از صنایع بویژه صنایع سنگین، تولید انواع آلیاژها (فروکروم، فرومنگنز، فروسیلیس و ۰۰۰۰۰)، کاربرد در صنایع شیمیائی، رنگسازی، کودسازی سیمان و بسیاری از موارد دیگر این فلز را در جایگاه ویژه‌ای قرار داده است. نگاهی به آمار و ارقام در میزان ذخایر جهانی و تلاش برای دستیابی به ذخایر ناشناخته این فلز و هم چنین کاربرد روز افزون آن گواه میزان اهمیت آهن در صنعت جهانی می باشد.

رشد وتوسعه کشور ما نیز جدا از این قاعده نیست. احداث دیگر واحدهای ذوب آهن و

فولاد سازی، افزایش تولید فولاد، تولید فرو آلیاژهای گوناگون، برنامه توسعه و تولید صنایع سنگین، بویژه صنایع ماشین سازی، کشتی سازی، توسعه راه آهن و ساخت سازه های گوناگون زمینه اکتشاف و دستیابی به ذخایر گوناگون، آهن را در جایگاه ویژه‌ای قرار داده است.

فصل اول

چکیده ای بر ویژگیهای :

- کانی شناسی و ژنوشیمیائی
- متالوژنی
- زمین شناسی

انواع کانسارهای آهن

۱- ویژگیهای کانی شناسی و ژئوشیمیائی

اگر چه آهن از نظر میزان فراوانی پس از آلومینیم بعنوان دومین فلز (۵/۰۵ درصد) در پوسته زمین وبعنوان اولین عنصر سازنده کره خاکی (۹۰ درصد کره زمین از چهارعنصر آهن، اکسیژن، سیلیسیم و منیزیم پدید آمده است) مطرح می‌باشد ولی ندرتاً در طبیعت بصورت آزاد یافت می شود. در مواردی خالص این فلز بهمراه فلزات نیکل (بیش از ۰/۶ درصد و ندرتاً تا حدود دو در صد) کبالت (بیش از ۰/۳ درصد) مس (بیش از ۰/٤ درصد) پلاتین (بیش از ۰/۱ درصد) بصورت آهن تلوریک *(Telluric Iron)* در سنگهای مافیک و اولترامافیک یافت می شود. توده های بزرگی از این فلز در سنگهای بازالتی ایسلند، گرینلند و آلمان شناخته شده که معمولاً بهمراه کانیهای پیروتیت *(FeS)* و کوهنیت (کاربید آهن - *Fe3C*) می باشد. فزون بر آن گاهی این فلز بصورت دانه های بسیار ریزی در سنگهای اولترامافیکی دگرسان یافته (سرپانتینیت‌ها) بهمراه پربدوتیت ها و در مواردی با منیتیت نمایان می شود که پیدایش آن پی آمد فرآیندهای احیاء در مراحل بعدی آلتراسیون می باشد.

بطور کلی چهار ایزوتوپ آهن *Fe58, Fe57, Fe56, Fe54* شناخته شده که گونه ها *Fe56* از فراوانترین آنها بشمار می آید.

آهن در ترکیبات بدو گونه پایدار Fe^{+2} (عمدتاً با فرآیندهای درونی زمین) و Fe^{+3} (عمدتاً با فرآیندهای بیرونی) نمایان می شود. تمرکز درونی - ماگمایی عمدتاً در سنگهای مافیک و حد واسط ودر پیوند با فرآورده های پس مانده ماگمائی *(Postmagmatic)* و تمرکز بیرونی آهن عمدتاً در سنگهای رسوبی و قشرهای فرسایش یافته سنگهای اولترامافیکی می باشد. با توجه به موارد یاد شده پیدایش گونه کانیهای آهن درمحیط های گوناگون مشخص خواهد شد.

اگر چه شمار کانیهای دربردارنده آهن بسیار زیاد است معهذا از شاخص ترین کانیهای اقتصادی این فلز می توان به کانیهای زیر اشاره نمود:

۱- منیتیت: $Fe^{+2}Fe_2^{+3}O_4$ (Fe3O4) با مقدار ۷۲/٤ در صد آهن و ۲۷/٦ در صد اکسیژن یا با مقدار ۳۱ درصد FeO و ٦۹ درصد Fe2O3.

۲- هماتیت: Fe2O3 با ۷۰ در صد آهن و ۳۰ در صد اکسیژن.

۳- گوتیت (FeO.OH) و هیدروگوتیت (FeO.OH.nH2O) که عمدتاً بصورت مخلوط با سیلیس و کانیهای رسی یافت می شود. مقدار آهن بین ٤۸ تا ٦۳ در صد تغییر می کند.

٤- سیدریت: FeCO3 با ٤۸/۳ در صد آهن.

۵- سیدروپلزیت (Mg,Fe)CO3 با ٤۵/۱ در صد آهن.

٦- سیلیکاتهای آهن: شاموزیت و تورینگیت با ۳۸-۲۷ در صد آهن.

ماده معدنی در محل اکتشاف شده (لجنه) مجموعه ای از کانیهای منیتیت و هماتیت می باشد کانی اولیه منیتیت است و هماتیت پی آمد فرآیند مارتنیتیزاسیون (Martitization) منیتیت پدید آمده است. ازاینرو از توصیف دیگر کانیهای معدنی گذشته و تنها به شرح کوتاهی از این کانی بسنده می نمائیم.

منیتیت از کانیهای گروه اسپنیل است که فرمول کلی آن بصورت AFe2O4 بیان می شود. در این راستا ممکن است بجای A فلزات Zn, Mg, Fe و Mn جای گیرند که در اینصورت کانیهای:

- منیتیت Fe Fe2O4
- منیزیوفریت: Mg Fe2O4
- فرانکلینیت: Zn Fe2O4 یا (Zn,Mn)Fe2O4

- ژاکوبسیت : $Zn\ Fe2O4$

پدید می آید. گاهی در منیتیت ممکن است مقدار چند در صدعناصر منیزیم ومنگنز (دوظرفیتی) جانشین Fe^{+2} و آلومینیم و کروم جانشین Fe^{+3} شود. فزون بر آن ممکن است در حرارت های بالا مقدار $TiO2$ با منیتیت (تیتانومنیتیت) و یا کروم منیتیت بصورت کریستال مخلوط در منیتیت جای گیرند.

نقطه ذوب منیتیت ۱۵۹٤ درجه سانتیگراد است. این کانی در دمای ۱٤۵۲ درجه سانتیگراد می تواند دارای ۳۰ در صد $Fe2O3$ باشد که بهنگام سرد شدن بصورت همانیت در طول صفحات (۱۱۱) از منیتیت خارج می شود.

کانی منیتیت در شرائط جوی گرم و پی آمد فرآیند اکسیداسیون (مارتیتیزاسیون) در بخشهای سطحی به کانی مارتیت (پزدومورف همانیت) تبدیل می شود:

$$4Fe3O4 + O2 \longrightarrow 6Fe2O3$$

وجود مقادیری همانیت بهمراه کانسارهای منیتیت دلالت بر انجام چنین فرآیندی می باشد. اگر چه ممکن است به سبب کوچکی توده های منیتیتی، عریان شدن کانسارها، شرائط ویژه آب و هوائی، دامنه گسترش دگرسانی بمقدار زیادی گسترده شده و در نتیجه تمامی کانسار به همانیت تبدیل گردد ولی در بسیاری موارد هنوز باقیمانده ای از آثار منیتیت در هسته دانه های همانیت یافت می‌شود.

۲- متالوژنی کانسارهای آهن

کانیهای گوناگون آهن که از دیدگاه تکنولوژی و اقتصادی امکان کاربرد دارند از

شاخص کانیهایی هستند که در پیوند با محیط های گوناگون زمین شناسی (آذرین، رسوبی و دگرگونی) و تکتونیکی ودر چهارچوب رخساره های متفاوت سنگی پدیدار شده اند از اینرو است که پیدایش و جای گیری ذخایر این فلز در طیف گستردهای از زمان، مکان نمایان شده اند

در چهارچوب ویژگیهای منالوژنی، وجود شرائط فیزیکوشیمیایی وویژگیهای زمین ساختی وتکتونیکی ویژه عمل کننده در ادوار مختلف زمین شناسی بگونه ای بوده است که موجب پیدایش ایالات منالوژنی در بردارنده رخساره های گوناگون آهن گردیده است که هر کدام ویژگیهای و قانونمندیهای حاکم بر محیط خود را بنمایش می گذارند در این راستا واحدهای زمین ساختی پدید آورنده پیکره پوسته زمین در نقاط مختلف جهان در بردارنده ذخایر کوچک وبزرگی از آهن می باشند که بسهولت نیاز صنایع دنیای کنونی را فراهم می آورند نمونه هائی از شاخص ترین واحدهای منالوژنی آهن عبارتند از (اسیمرنوف و همکاران ۱۹۸۳ و بیتمن ۱۹۸۱):

۱- ذخایر رسوبی (گونه های شیمیائی، آواری، شیمیائی و ولکانیکی): ذخایر رسوبی آهن در لابرادور (کانادا) دریاچه سوپریور (آمریکا، کانادا)، ایالات بیهار واوریسا (هندوستان)، غرب آفریقا، غرب استرالیا را می توان نام برد که در ارکئن - پروتروزوئیک پیشین تشکیل ودر مواردی متحمل فرآیندهای دگرگونی گردیده اند

۲- ذخایر رسوبی (هماتیت - لیمونیت ، سیدریت) در کلینتون آمریکا، جنوب آفریقا، استرالیا و انگارا پیت روسیه که در پروتروزوئیک پسین تشکیل شده اند

۳- دوره پالئوزوئیک با برجای گذاری ذخایری همراه شده که پی آمد فرآیندهای تکتونیکی کالدونین - هرسنین می باشد در این دوره ذخایر ماگمائی تیتانومنیتیت در روسیه (اورال) جنوب آفریقا در کالیفرنیا، نیومکزیو و دیگر کشورها پدید آمده است.

٤- در سنوزوئیک و کواترنر نیز ذخایر بزرگی ا رخساره های رسوبی - دریائی، قاره ای و دریاچه ای آهن پدید آمده‌اند: غرب سیبری، ذخایر کرچ و آیاتسک در روسیه و لوراین در فرانسه.

در این راستا متالوژنی کانسارهای اسکارنی از جمله کانسارهای اسکارنی آهن دار در ابعاد زمان - مکان و در پیوند با مکاتب خاص زمین شناسی در چهارچوب الگوهای ویژه ای جای می گیرند.

اسمیرنوف (۱۹۷٦) محیط زمین شناسی پیدایش این گونه کانسار ها را در مراحل مختلف چرخه های ژئوسینکلینالی و پلاتفورمی ارزیابی می نماید.

- در مرحله پیشین ژئوسینکلینالها که با نفوذ توده های پلاژیوگرانیتی و سینیتی همراه می باشد.

- در مرحله میانی ژئوسینکلینالها که با نفوذ توده های گرانودیوریتی و گرانیتی و مجاور شدن آنها با سنگهای کربناتی همراه شده است.

- در مرحله پسین که با نفوذ توده های کوچک گرانیتوئیدی کم عمق با بافت پورفیری که بیشتر با سنگهای کربناتی مجاور شده اند همراه می باشند.

- در مرحله پلاتفورمی که اسکارنهای آهن پی آمد تزریق ماگمای گابروئی پدید آمده‌اند. فرآیندها در مکتب تکتونیک صفحه ای بگونه ای دیگر بیان شده است (ساوکنیز ۱۹۹۰). نامبرده با توجه به مجموع داده های موجود پیدایش این کانسارها را در پیوند با کمانهای تکتونیکی بگونه زیر ارزیابی می نماید:

۱- ذخایر اسکارنهای منیتیتی گونه آهکی که در کمانهای جزیره ای (*Island arcs*) و بطور مشخص با توده های نفوذی دیوریتی و گابروئی نمایان شده اند. این کمانها معمولاً بصورت نوارهای باریک در بردارنده زونهای ولکانیکی و توده های پلوتونیکی بر روی

مناطق فرورانش با شیب متوسط تا تند جای گرفته اند این عناصر متالوژنی با اهمیت بعنوان منابع در بردارنده ذخایر مس، آهن، مولیبدن، طلا و نقره جایگاه ویژه ای دارند این زون از نظر زمانی - مکانی گواه تکاپوهای ماگماتیسم از گونه کالک الکالن است.

در این گونه اسکارنها فرآیند جانشینی عنصر سدیم متداول و معمولاً مقادیر کبالت و در مواردی تمرکز نیکل را نشان می دهند معمولاً در این محیط ها هر چند مقدار سنگهای کربناته کم است معهذالک گاهی بصورت محلی سنگهای آهکی ریفی بافت می شوند

شماری از ذخایر منیتیتی توده ای موجود در اطراف حاشیه پاسیفیک در چنین کمانهائی بگونه جانشینی مجاورتی و پی آمد نفوذ توده های دیوریتی و گرانودیوریتی در رخساره های ولکانیکی و رسوبی پدید آمده اند *(Park 1972)*.

۲- ذخایر اسکارنهای منیتیتی گونه منیزیمی که در حاشیه قاره ها پدید آمده اند این کانسارها بیشتر در طول کمانهای حاشیه ای قاره‌ها که رخساره های سنگی مناسب در محیط های پیشین میوژئوسینکلینالها انباشته شده اند پدید آمده اند این گونه اسکارنها بیشتر با نفوذی های فلسیک هم چون کوارتز مونزونیت و عمدتاً در پیوند با سنگهای دولومیتی تشکیل شده اند کانیهای سیلیکاتی موجود در این اسکارنها معمولاً غنی از منیزیم هستند و این کانیها آهن خود را برای تشکیل منیتیت آزاد نموده‌اند

۳- ویژگیهای زمین شناسی انواع کانسارهای آهن

همانگونه که اشاره شد کانیهای آهن از معدود کانیهائی است که تقریباً در تمامی محیط های زمین شناسی (آذرین، رسوبی و دگرگونی و فرآیندهای هوازدگی) پدیدار شده اند

بنابراین در این راستا و در پیوند با ویژگیهای ژئوتکتونیکی، رخساره های گوناگونی از آهن پدید آورده که بارزترین گونه های این ذخایر عبارتند از (اسپرنوف ۱۹۷٦، اسیمرنوف و همکاران ۱۹۸۳، بینمن ۱۹۸۱، استانتون ۱۹۷۲، پارک و همکار ۱۹٦٤و ۰۰۰۰۰۰):

۱- ذخایر ماگمائی

۲- ذخایر کربناتیتی

۳- ذخایر اسکارنی

٤- ذخایر ولکانیکی - گرمابی

۵- ذخایر ولکانیکی - رسوبی

٦- ذخایر رسوبی

۷- ذخایر دگرگونی

۸- ذخایر هوازده

- از بارزترین ذخایر ماگمائی جهان که پیدایش آن بگونه نفوذی و با مجموعه ای از کانیهای منیتیت - هماتیت - آپاتیت همراه می باشد در کیرونای سوئد ذخایر بسیار بزرگی را پدید آورده‌اند *(Frietsh, 1978)*.

همسان با این کانسار می توان به کانسار آهن - آپاتیت اسفوردی (منطقه بافق) اشاره کرد که در مقیاسی بسیار کوچک و در سطح تماس رخساره ولکانیکی با توده نفوذی پدید آمده است (صمیمی، عابدیان ۱۳٦۲).

ذخایر تیتانومنیتیت کوه آهن، ویومنیگ و آدیروندا کس نیویورک نیز از نوع ماگمائی است *(Jensen, Bateman, 1981)*.

درخور توجه است که چنین توده های منیتیتی - هماتیتی گاهی منشاء هیدروترمالی *(1961 Holser, Schneer)* و گاهی هم چون گدازه های بر سطح زمین جاری شده اند از بارزترین

ذخایر گدازه ای در شمال شیلی نمایان شده که در سطح آن اشکال گوناگونی که پی آمد عمل جریان هم چون آنچه در جریان گدازه های بازالتی پدید می آید دیده می شود پدیدار شدن چنین گدازه ای تقریباً در دمای ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد تصور می‌شود (*Park, 1961*).

از گونه‌های دیگر ذخایر آهن می توان به کانسارهای گونه اسکارن اشاره نمود که شمار زیادی از ذخایر منیتیت - هماتیت را در جهان پدید آورده‌اند ذخایر منیتیت - هماتیتی - کالیفرنیا (*Lamey,1961*). جزیره ونکور کلمبیا (*Sangster, 1965, 1969 Eastwood, 1965, Stevenson, Jeffery, 1964*) کورنوال (*Davidson, Wyllie, 1965*)، حوزه پاسفیک (*Dark, 1972*)، کلمبیای باختری در کانادا (*Meinert,1984*) و دیگر ذخایر موجود در جهان اشاره نمود شرح جداگانه هر کدام از ذخایر یاد شده و دیگر گونه هائی که بدانها اشاره‌ای نشده نیاز به نوشتاری گسترده دارد که چون نه در راستای اهداف این عملیات اکتشافی و نه در پیوند با نوع ذخیره آهن مطالعه شده دارد لذا از دامنه این گرایش کاسته و بهمین مقدار بسنده می کنیم. اما از آنرو که کانسار آهن لجنه شاهرود از گونه کانسارهای اسکارنی است لذا تا آنجا که ممکن است در چهارچوبی نه چندان گسترده چکیده ای از باورها، پژوهشها و نظریه‌های صاحبان اندیشه ای که در این زمینه نوشتارهائی ارایه داده اند نگاشته می شود ودر این راستا مفاهیم واژه‌ها، ویژگیهای ترمودینامیکی حاکم بر پیدایش این گونه کانسارها و دیگر موارد درخور توجه ارایه خواهد شد بدون تردید این پژوهشها و اندیشه ها بعنوان زیربنای خطوط بررسی و پژوهش نگارنده بر ذخیره مورد اکتشاف جایگاه ویژه ای داشته اند

٤- اسکارن *(Skarn)*

بطور کلی واژه اسکارن برای سنگهائی بکار برده می شود که پی آمد فرآیند دگرسانی از گونه اسکارن زائی یا اسکارنی شدن *(skarnification)* پدید می آیند.

اسکارن از واژه های معدنی کهن است. لیندگرن (۱۹۳۳) اشاره می کند که این واژه ای قدیمی و معدنی و گرفته شده از فرهنگ سوئد است که برای سنگهای در بر دارنده گارنت، پیروکسن و اپیدوت که ذخایر منیتیتی را بهمراه دارند بکار گرفته می‌شده است. در این راستا اسمیرنوف (۱۹۷٦) اشاره می کند که این واژه اولین بار در سال ۱۸۸۰ بوسیله *Toreboon* سوئدی بکار رفته است.

در این مورد دیگر پژوهشگران *(Barth,1962, Schmitt, 1945,Hess,1919)* واژه تاکتیت *(Tactite)* بکار برده اند و بطور کلی این واژه را برای سنگهای دگرگونی مجاورتی پنوماتولیتی *(Pneumatolytic Contact-Metamorphic rock)* که معمولاً بهمراه خود ذخایری دارند تعریف نموده اند.

از آنجائیکه اسکارنها در بردارنده بسیاری از ذخایر کانیهای با ارزش چه در ابعاد اقتصادی و چه غیر اقتصادی هستند و تقریباً بجز کانیهای کروم، آنتیموان و جیوه در بردارنده دیگر کانیها (مانیتیت، همانیت، پیریت، پیروتین، کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت، گالن، مولیبدنیت، کبالت، آرسنوپیریت، شئلیت، کاسیتریت، اورانینیت، فرانکلینیت، طلا و نقره ..... و شماری از کانیهای غیرفلزی) می باشند از اینرو درپیوند با فرآیندهای پیدایش اسکارنها نظر شماری از پژوهشگران را یادآور می شویم *Shaw(1957)*. تعریفی از اسکارن ارائه می دهد که نمایانگر آمیزه پیچیده کانی شناسی است و پیدایش آن را زمانی در پیوند با دگرگونی مجاورتی، زمانی در پیوند با دگرگونی ناحیه ای و زمانی در پیوند با فرآیند

جانشینی (*Metasomatism*) و زمانی بصورت رگه ای گمان می نماید ودر این چهارچوب مفهوم واژه یاد شده را چنین بیان می کند: «اسکارن سنگی است که عمدتاً در بردارنده سیلیکاتهای کلسیم با و یا بدون کربناتها و معمولاً دارای منیتیت یا کانیهای دربردارنده آهن می‌باشد».

Stanton (1972) اسکارنها را به گروهی از سنگهای پدید آمده در دگرگونی مجاورتی با سنگهای کربناتی اطلاق می نماید که تجمعی از کانیها آندرادیت، هدنبرژیت، اکسیدها با سولفیدهای آهن در آن گردآمده باشند.

پارک و همکار (۱۹۷۰) اسکارن را سنگی پدید آمده از فرآیند جانشینی (متازومانیسم) و در بردارنده سیلیکاتهای کلسیم واجرام معدنی می داند.

Turner (1981) تشکیل اسکارنها (ناکنیت ها) را پی آمد فرآیند دگرگونی در مجاورت توده های نفوذی با هورنفلسهای سیلیکات کلسیم و مرمر و در نتیجه تأثیر محلولهای ماگمائی غنی از آب می داند.

Sawkins (1990) اسکارن را سنگی در بردارنده تجمعی از کانیهای سیلیکاتهای دگرگونی می داند که پی آمد فرآیندهای جانشینی و گرمابی و در حین سردشدن اجرام نفوذی فلسیک با حد واسط پدید آمده‌اند.

از آنجهت که این رخساره سنگی در شرائطی با ویژگیهای فیزیکوشیمیائی خاص پدیدار و در هر شرائط مجموعه‌ای از عناصر فلزی و غیر فلزی ویژه در خود جای می دهد از اینرو در چهارچوب ویژگیهای ترمودینامیکی پژوهشهای ارزشمندی انجام پذیرفته و نتایج آن بصورت نوشتارهای بسیار سودمند و با ارزشی ارائه شده است[۱].

Johnson, Norton, 1985. Bowman et al, 1985. Bowman, 1984. Elnaudi, Burt, 1982. Meinert, 1984. Turner, 1981. Jensen, Bateman, 1981. Elnaudi et al, 1981. Alkinson, Elnaudi, 1978. Winkler, 1976. Baumann, 1976. Stanton, 1972. Sangster 1965, 1969.. Turner, Verhoogen, 1960. Barth, 1962. Weeks, 1956. Garreles, 1952. Kennedy, 1948 .....

در این زمینه پژوهشگران روسی نیز دامنه گسترده ای در زمینه پدیده اسکارن زائی بیان نموده‌اند

از بارزترین این دانشمندان می توان به عبدالله اف، سوکولوف، اسمیرنوف، کورژینسکی، تاتارینوف ژادیکوف، اوچینکو و شمار زیادی از پژوهشگران دیگر اشاره نمود که در اینجا اشاره به تمامی آنها چندان ضرورتی ندارد

میلوفسکی و کونونوف (۱۹۸۵) در کتاب کانی شناسی خود اسکارنها را چنین تعریف می کنند:

«اسکارنها سنگی جانشینی *(Metasonatic rocks)* هستند که از سنگ آهک، منیتیت و سیلیکاتهای منیزیمی که از تأثیر واکنشهای سنگهای کربناتی با سنگهای آلومینوسیلیکانی (توده نفوذی) و محلولهای پس مانده ماگمائی *(Postmagmatic Solutions)* بر آمده از این توده نفوذی و تأثیر آنها بر سنگهای آهکی (درمحل تماس) پدید آمده تشکیل شده اند

این پژوهشگران پدیدار شدن اسکارنها را نیازمند سه پدیده می دانند: دو رخساره سنگی که در مجاور هم قرار می گیرند و یک محلول پس مانده ماگمائی که انجام فرآیندهای شیمیائی را انجام می دهد و چنین فرآیندی را پدیده جانشینی *(Metasomatism)* می نامند

اگر چه نوشتارهای دانشمندان روسی (اسمیرنوف ۱۹۶۸، ۱۹۷۶، اسیمرنوف و همکاران ۱۹۸۳، میلوفسکی و کونونوف ۱۹۸۵) گواه این مطلب است که کوژژینسکی و سوکولوف پژوهشهای گسترده ای در چهارچوب اسکارنها انجام داده‌اند ولی متأسفانه به سبب در دست نبودن اصل مدارک، عقایداین پژوهشگران را در پیوند با پیدایش اسکارنها از

دیگر منابع (منابع ذکر شده) گرفته و ارائه می شود درخور توجه است که محققین یاد شده افکار وعقاید کورژینسکی و سوکولوف را در بسیاری موارد بعنوان زیربنای پژوهشهای خود جای داده‌اند.

اسمیرنوف بگونه‌ای گسترده در مقالات و کتابهای خود اسکارنها را بدقت مطالعه و بررسی و ویژگیهای این رخساره‌های سنگی را از دیدگاههای مختلف زمین شناسی، تکتونیکی و ترمودینامیکی مورد پژوهش قرار داده است. در این راستا در فصلی از کتاب زمین شناسی ذخایر معدنی (۱۹۷۶) مبانی اسکارنها و در کتاب دیگر بهمراه همکاران خود (مطالعه ذخایرمعدنی ۱۹۸۳) گونه های مختلف ذخایر اسکارنی را تشریح نموده است.

اسمیرنوف (۱۹۷۶-۱۹۶۸) از اسکارنها چنین یاد می کند: اسکارنها سنگهائی با ترکیب آهک- سیلیکات هستند که با انجام فرآیند جانشینی (منازوماتیسم) در بخش مجاورت با توده نفوذیها (گونه های پلاژیوگرانیت و سینیت) در سنگهای کربناتی و نفوذی پدید آمده اند.

خوشبختانه اسکارن و اسکارن زائی از جمله مطالبی هستند که کم و بیش در تمامی مکاتب زمین شناسی مورد پژوهش قرار گرفته و مجموع داده های ارائه شده از سوی پژوهشگران این مکاتب تقریباً هم سو و چنانچه از اختلاف در جزئیات درگذریم چهارچوب کلی باورها همسان می باشند در این راستا شماری واژه دگرگونی مجاورتی (*Contact metamorphism*)، عده ای جانشینی مجاورتی (*Contact mestasomotism*) برخی دیگر واژه های پیرومنازوماتیسم یا پنوماتولینیک مجاورتی (*Pneumatolitic Contact*) و حتی در مواردی واژهٔ دگرگونی جانشینی "*Metasomatic Metamorphism*" نیز بکار برده‌اند (استانتون ۱۹۷۲).

از جمله واژه هائی که در این پیوند عنوان می شود واژه های جانشینی (*Metasomatism*) و

جایگزینی *(Replacement)* می باشند که در چهارچوب آنها کلیه فرآیندهای ترمودینامیکی انجام می پذیرد. اگر چه مفهوم کلی این دو واژه همسان است معهذا گاهی اولی، گاهی دومی و گاهی هر دو واژه را با هم بکار می گیرند. هدف از مفاهیم این دو واژه عبارتند از: انجام کلیه فرآیندهای فیزیکوشیمیائی که پی آمد تأثیر محلولهای واکنش زا بر سنگهای دربرگیرنده و پیدایش کانیهای جدید از مجموعه کانیهای اولیه را بدنبال خواهد داشت (گلدشمیت ۱۹۲۲، لیندگرن ۱۹۳۳، اسکولا ۱۹۳۹، اشمیت ۱۹۸٤، گارلز ۱۹۵۲، سنگستر ۱۹۵٦، ۱۹٦۹، بارت ۱۹٦۲، اسمیرنوف ۱۹٦۸، ۱۹۸۳، استانتون ۱۹۷۲، جانسون و نورتن ۱۹۸۵، میلوفسکی و کونونوف ۱۹۸۵ و ۰۰۰۰۰).

سنگستر(۱۹٦۹) برای اولین بار و هم سو با واژه های گرانیتی شدن، کلریتی شدن، سریسیتی شدن، و ۰۰۰۰۰۰ واژه اسکارن زائی یا اسکارنی شدن *(Skarnification)* در پیوند با پیدایش اسکارن بکار گرفت.

گلدشمیت (۱۹۲۲) چهار گونه متازوماتیسم و اسکولا (۱۹۳۹) پنج گونه از این فرآیند را معرفی و مفاهیم هر کدام از آنها را در چهارچوب‌های ویژه ترمودینامیکی بیان می کنند. استانتون (۱۹۷۲) فرآیند جایگزینی را بگونه ای گسترده مورد پژوهش قرار داده و بیان می دارد که عمل جایگزینی بصورت «حجم به حجم» و کمتر اتم به اتم انجام می پذیرد و برای انجام آن ممکن است کانیونها، آنیونها و یا هردوی آنها الزامی باشد. این پدیده معمولاً از حاشیه دانه ها، کلیواژها یا شکستگیهای موجود در سنگها و بصورت اجسام مدور ولی نامنظم انجام می پذیرد. گارلزد (۱۹۵۲) نیز عنوان می کند که جانشینی بصورت حجم به حجم و نه بصورت مولکولی انجام می پذیرد. پارک و همکار (۱۹۷٦) بیان می دارد که عمل جانشینی بدون تغییر در حجم (یا دست کم بمقدار بسیار جزئی) انجام می پذیرد.

Baumann (1976) انجام فرآیند جانشینی را بر مبنای قوانین ترمودینامیکی وجود یک

فازمایع برای پیدایش کانیهای جدید (*Meto Some*) از کانیهای نخستین (*Pelasome*) الزامی می داند.

مایع

Pelasome ⟶ *Metasome*

بنابراین جانشینی یک کانی در فضائی خالی شده از کانی دیگر فرآیند جانشینی یا جایگزینی بشمار نمی آید بلکه در این فرآیند پی آمد تأثیر واکنشهای شیمیائی و ترمودینامیکی کانیهای جدید از کانیهای نخستین پدید می آیند از اینرو شرط لازم و کافی برای انجام این عمل وجود یک فاز مایع بین دو فاز جامد می باشد.

بهنگام تشکیل ذخایر گرمابی زمانی که حجم کانیهای جدید نهشته شده نسبت به حجم کانیهای نخستین حل شده کمتر از یک باشد در این صورت پی آمدفرآیندهای گرمابی حفره هائی در سنگهای میزبان پدیدار خواهند شد و زمانی این عمل متوقف می شود که این نسبت بیش از یک شود (*Garreles, Dreyer, 1952*) در واقع در یک واحد، حجم کانیهای پدید آمده برابر حجم کانیهای نخستین می باشد.

منطقه بندی (*zoning*) در اسکارنها از بارزترین مواردی است که نقش و اهمیت سنگهای دربرگیرنده اسکارنها، گستره نفوذ محلولهای دگرسان کننده و میزان توان انجام فرآیندهای جانشینی و در یک بیان ویژگیهای ترمودینامیکی محیط را بنمایش می گذارد. این منطقه بندی کم و بیش در تمامی نوشتارها (*.... Einaudi et al, 1981 , Baumann 1976, Smirinov, 1976, Korzhinski 1945*) دیده می شود.

۱- درون اسکارن (*Endoskarn*) به بخشی ازاسکارن که در مجاورت توده های نفوذی جای گرفته گفته می شود.

۲- برون اسکارن *(Exoskarn)* به بخشی از اسکارن که در مجاورت سنگ های کربناتی جای گرفته گفته می شود بواقع طیف تغییرات و شدت دگرسانی دراین منطقه (به سبب وجود سنگهای کربناتی) شدیدتر و برجسته تر می باشد

۵- گونه های مختلف اسکارن

بطور کلی با توجه به ترکیب کانی شناسی سنگهای نخستین که مورد هجوم محلولهای واکنش زا قرار می گیرند واسکارنها از آنها پدید می آیند دو دسته اسکارن شناخته شده است:

۱- اسکارنهای آهکی: شناخته شده ترین نوع اسکارن که بگونه ای کلاسیک از آن یاد می شود اسکارنهای آهکی است که در نتیجه مجاور شدن توده های نفوذی فلسیک با سنگهای آهکی پدید می آیند

کانیهای اصلی این گونه اسکارنها عبارتند از: گارنت ها (گروسولار - آندرادیت)، پیروکسن ها (دیوپسی، هونبرژیت)، ولاسنونیت، اسکاپولیت،اپیدوت، آمفیبول،کربنات ها و کوارتز و منیتیت و .....

۲- اسکارنهای منیزیمی: از مجاور شدن سنگهای دولومینی یا آهکهای دولومینی با توده های نفوذی پدید می آیند کانیهای اصلی این گونه اسکارنها شامل: فورستریت، دیوپسید، کلسیت، فلوگوپیت، اسپنیل، هومیت، سرپانتین، منیتیت، دولومیت، کلسیت، اسکاپولیت و .....

مهمترین کانیهای اصلی و فرعی موجود در اسکارنهای آهکی و منیزیمی در جداول ۱ و ۲

ملاحظه می شود.

گروه کانی	کانیهای اصلی	کانیهای فرعی
سیلیکات ها	پیروکسن ها(بیشتر دیوپسید تا هدنبرژیت)، گرونا (بیشتر آندرادیت تا گروسولر)، ولاستونیت واسکاپولیت.	ارتوکلاز، پلاژیوکلاز، زیرکن، تیتانیت، تورمالین، سیلیمانیت، آندالوزیت، کوردیریت، بوسنامیت،رودونیت، هلویت، دانالیت، دانبوریت، لازوریت، کریزوبریل، فناسیت و بریل.
هیدروسیلیکات ها	آمفیبل، وزوویانیت، اپیدوت، ایلوائیت و کلوریت.	اکسینیت،داتولیت، پرنیت، توپاز،سرپانتین، آنتوفیلیت، اورنیت، زوئیزیت، بیوتیت، موسکویت، فلوگوپیت، سریسیت، دافنیت، نوربرژیت، کندرودیت، زئولیت، تالک، کریزوتیل ـ آسبست و کانولن.
اکسیدها	مانیتیت، همانیت و کوارتز	اسپینل، کاسیتریت، کالسدوان، اورانینیت، کوپیت، فرانکلینیت و پرووسکیت.
سولفورها	پیریت،پیروتین،کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، مولیبدنیت و آرسنوپیریت.	مارکاسیت، بورنیت،کالکوسیت، گرولیت، بیسموتین، کانه‌های خاکستری، استانیت، کوبالتیت، گلوکودوت،اسکوتروديت، لوـ لنژیت،کوبانیت،لینئیت،میلریت،آنتیمونیت، ژرزدورفیت،اسمالتیت،کلوئانتیت،اسپریلیت، کوپریت و استیبیوپالادینیت.
گروههای دیگر	کلسیت، فلوئورین، باریت و شئلیت.	آپاتیت، ویتریت، سیدریت، آنکریت، مانیزیت، گرافیت، بیسموت، طلا و نقره.

جدول (۱): کانیهای ویژه اسکارنهای آهکی

گروه کانی	کانیهای اصلی	کانیهای فرعی
سیلیکات ها	پیروکسن ها (بیشتر دیوپسید تا هدنبرژیت)، گرونا (بیشتر آندرادیت تا گروسولر) و فورستریت	مونتیسلیت، ارتوکلاز، پلاژیوکلاز، اسکاپولیت، تورمالین و تیتانیت
نیدروسیلیکات ها	سرپانتین، آمفیبل، فلوگوپیت، اومیت و کلوریتوئید	پارگازیت، بیوتیت، کلینوزوئیزیت، اپیدوت، کلوریت، تالک، نیدروتالسیت، گرینالیت و تینئیت
بورات ها	لودویژیت و کونوئیت	سوانیت، فلوئوبوریت، وارویکیت، سینالیت و سرندیبیت
اکسیدها	مانیتیت، هماتیت، اسپینل و کوارتز	پریکلاز و بروسیت
سولفورها	پیریت، پیروتین، کالکوپیریت و اسفالریت	مارکاسیت، بورنیت و کانه‌های خاکستری
گروههای دیگر	کلسیت، مانیزیت، برونریت	باریت، آپاتیت، سیدریت و آنکریت

جدول (۲): کانیهای ویژه اسکارنهای منیزیمی

شماری از پژوهشگران (*Einaudi et al., 1981*) اسکارنها را بر پایه نوع فلزات نخستین موجود در آنها دسته بندی نموده اند اگر چه نامبردگان بیان می دارند که این دسته بندی می تواند بر مبنای گردآمدن کانیهای سیلیکاتهای قلیائی (کلسیم و منیزیم) انجام پذیرد.

این محققین هم چون دیگر پژوهشگران ذخایر اسکارن منیتیت دار را نیز بدو گونه «کلسیمی و منیزیمی» دسته بندی نموده و چنین بیان داشته اند که گونه کلسیمی این اسکارنها در کمانهای جزایری (*Island arcs*) و گونه منیزیمی آنها در کمانهای آتشفشانی حاشیه قاره ای (*Cordilleran arcs*) و کرانه های داخلی آنها پدید می آیند در همین رابطه ساوکنیز (۱۹۹۰) بیان می دارد که گونه کلسیمی اسکارنهای منیتیتی موجود در کمانهای جزیره ای بطور مشخص در پیوند با توده های نفوذی دیوریتی و حتی گابروئی پدید آمده اند در این گونه اسکارنها فرآیند جانشینی گونه سدیم فراوان و همواره مقادیری کبالت و در مواردی نیکل در آنها وجوددارد.

گونه منیزیمی ذخایر اسکارنهای منیتیتی موجود در کمانهای آتشفشانی بیشتر با نفوذیهای فلسیکی هم چون کوارتز مونزونیت وتنها در سنگهای دولومیتی پدید می آیند اسکارن منیتیت دار لجنه در همین چهارچوب جای می گیرد.

فصل دوم

ویژگیهای :

- جغرافیائی
- زمین شناسی
- معدنی

ذخیره آهن لجنه شاهرود

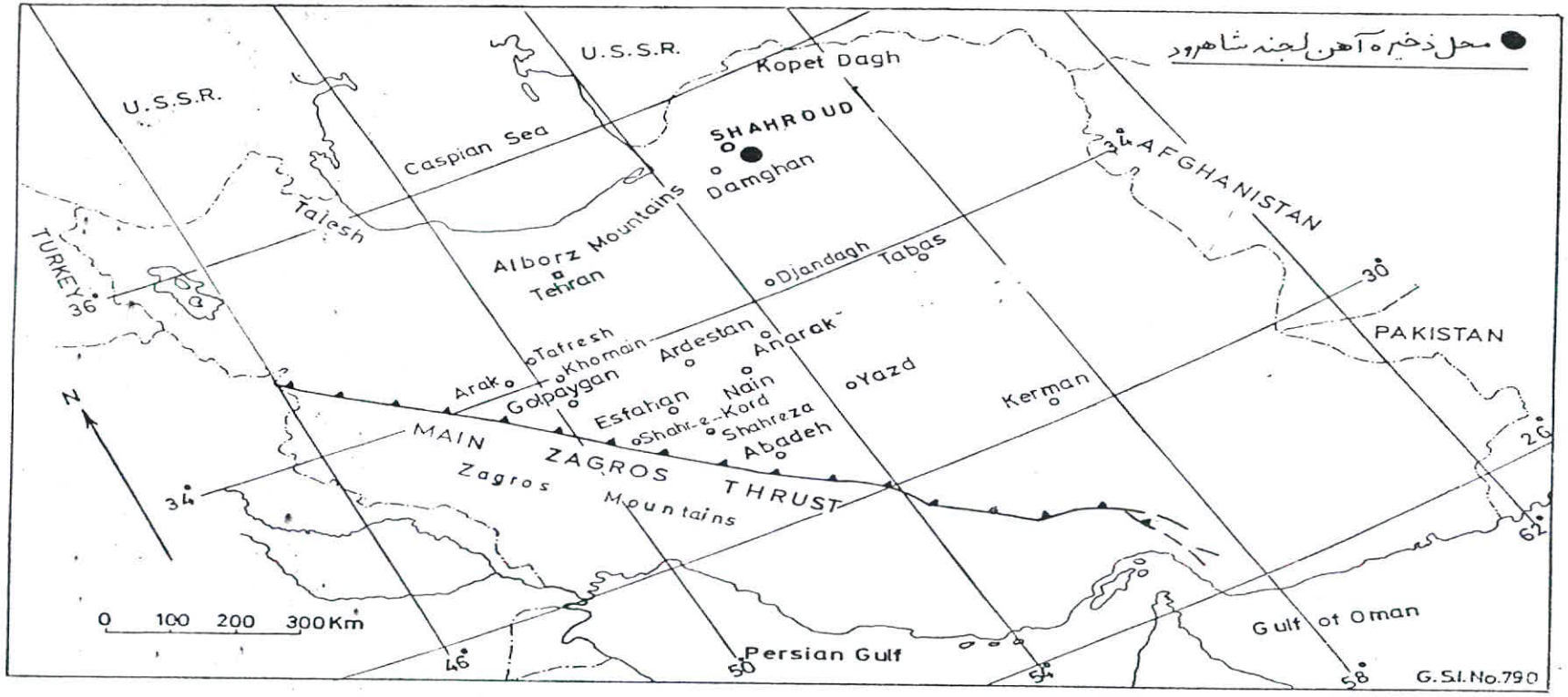
۱- ویژگیهای جغرافیای طبیعی وانسانی

۱-۱: نمائی از ریخت شناسی ناحیه

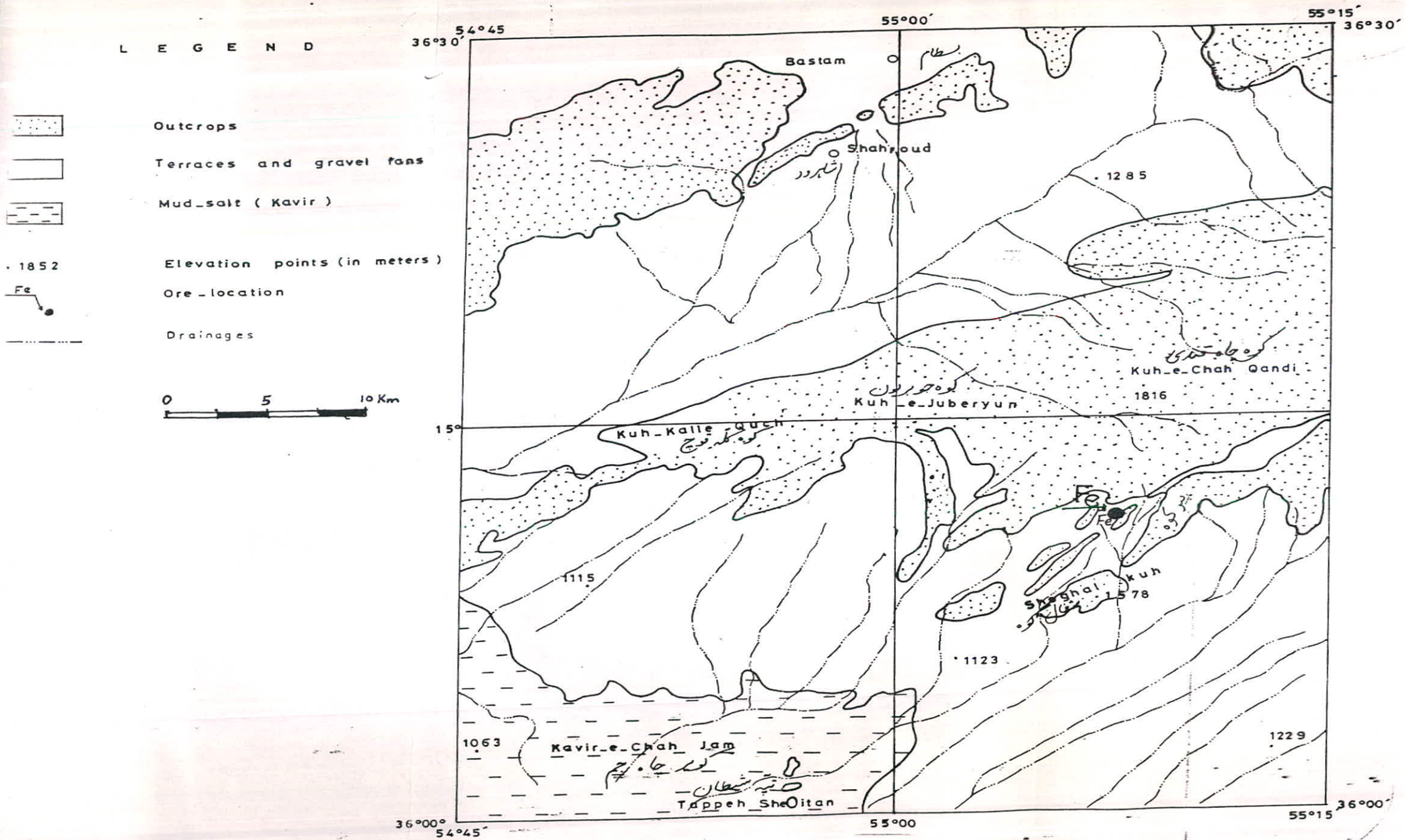
ناحیه ای که محدوده مورد اکتشاف (سنگ آهن لجنه) در آن جای دارد در بخش جنوبی شهرستان شاهرود (خاور استان سمنان) قرار گرفته است (شکل های ۱ و ۲).

پهن دشت دامغان - شاهرود با چهره ای تقریباً کویری که گستره نمکی چاه جام از شاخص ترین نمای رخساره کویری آن بشمار می آید بهمراه رشته بلندیهای نه چندان مرتفع (در بخش جنوبی شاهرود) بگونه گسترده ای پر وسعت در دامنه جنوبی رشته بلندیهای البرز که هم چون دیواری بلند سر برافراشته بسمت جنوب گسترده شده است.

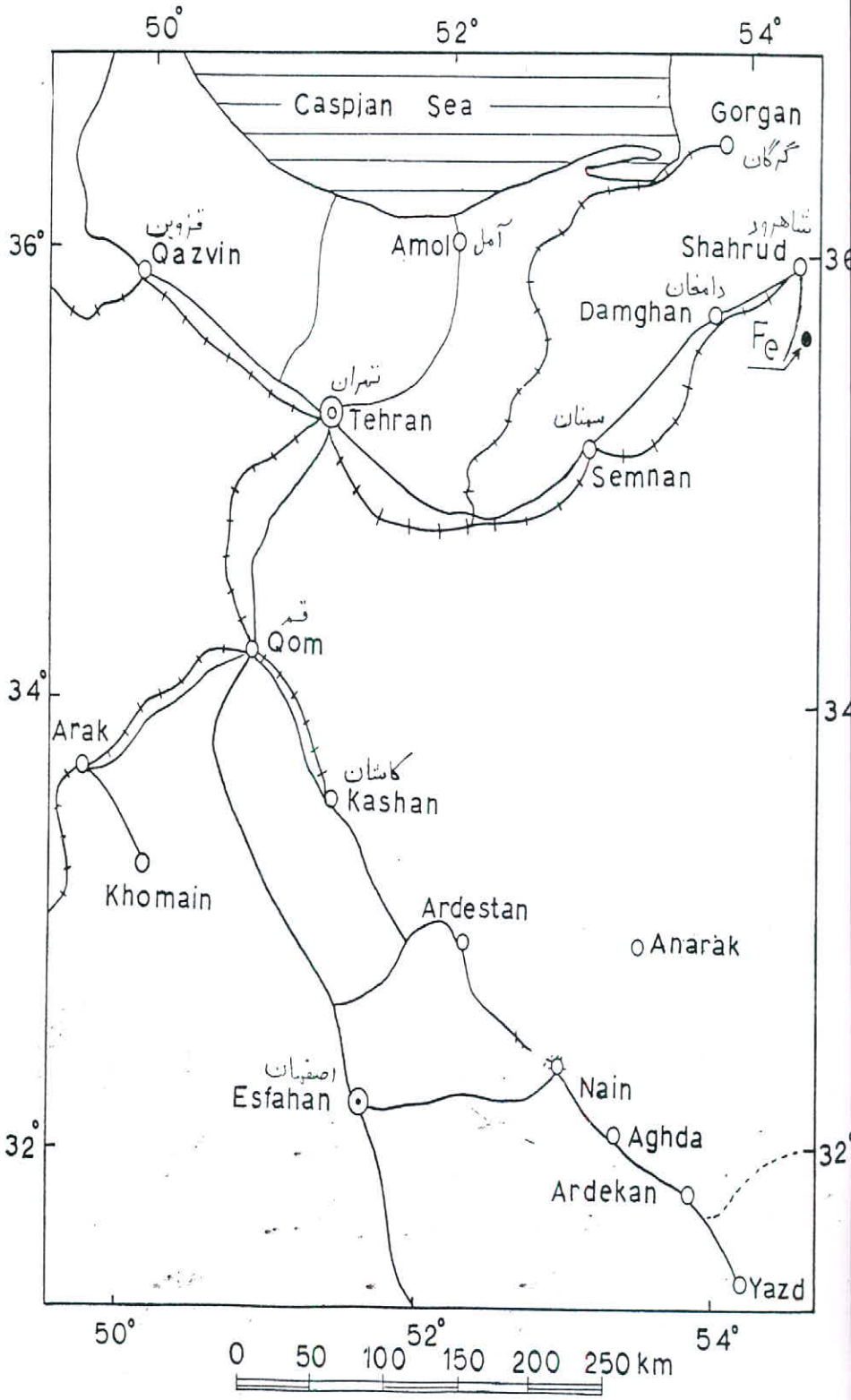
بجز نوار باریکی از رخساره های سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک که کوههای ارمیان شغال کوه و پیرکوه را پدید آورده‌اند تمامی بیرون زدگیهای این ناحیه از رخساره های رسوبی - آتشفشانی جوان سنوزوئیک تشکیل شده اند. کوههای شوشخ، چاه قندی، جوبربون و کله قوچ از دیگر بلندیهای این ناحیه بشمار می آیند. تمامی آبریزها از دامنه بلندیها بسمت جنوب سرازیر و سرانجام به حوضه چاه جام وارد می شوند. کوه ارمیان با بلندای ۲۲۴۲ متر (آهکهای کرتاسه) بلندترین نقطه ارتفاعی ناحیه را پدید آورده است. و این در حالی است که بسمت حوضه کویری جنوب ناحیه رفته رفته از دامنه بلندیها کاسته و به حدود ۱۰۰۰ متر (کویر چاه جام) می رسد (شکل ۳).



شکل (۱) : موقعیت ناحیه اکتشافی



شکل (۳) : نقشه فیزیوگرافی ناحیه اکتشافی



شکل (۲): موقعیت محل مورد اکتشاف

۲-۱: آب و هوای ناحیه

اگر چه این ناحیه در چهارچوب مناطق کویری و با آب و هوای تقریباً گرم و خشک قابل ارزیابی است معهذا بسبب وجود رشته کوههای البرز در بخش شمالی آن، تأثیر شرائط آب و هوائی حاکم بر ناحیه شمالی نیز بر این ناحیه مسئله ای انکار ناپذیر است. معهذالک وجود حوضه تبخیری - نمکی چاه جام که نمودی از ویژگیهای آب و هوای کویری است حکایت از شرائط ویژه آب و هوائی خاص ناحیه را می نماید (شکل ۳).

مجموعه رخساره های قاره ای موجود در بخش جنوبی شاهرود بعنوان منبع اصلی تأمین کننده املاح این گسترده نمکی بشمار می آید بگونه ای که میزان املاح موجود در آبهای زیر سطحی دشت جنوبی بلندیهای جنوب شاهرود به چندین ده گرم در لیتر می رسد.

۳-۱: پوشش گیاهی ناحیه

به سبب وجود شرائط جوی ویژه، کمی نزولات، فراوانی املاح در آبهای زیر سطحی، نبود جریانهای سطحی و بالاخره رخساره های خاص سنگ شناسی، این ناحیه از نظر پوشش گیاهی بسیار فقیر می باشد. آنچه درخور توجه است وجود گیاهان نواحی گرم و خشک و کویری می باشد که در گستره دشت نمائی آشکار دارند. فزون بر این بوته های گونه کویری هیچگونه درختی در این ناحیه دیده نمی شود. در سالهای اخیر حفر چاههای نیمه عمیق بمنظور توسعه پسته کاری در دشتهای شمالی کفه نمکی چاه جم مورد توجه واقع شده است.

٤-١- جغرافیای انسانی

مناسفانه شرایط خاص آب و هوایی، نبود جریانهای سطحی در خورتوجه، بالا بودن میزان املاح در آبهای زیر سطحی مانع از تمرکز و رشد جمعیت در این ناحیه شده است و بطور کلی می توان بیان نمود که این ناحیه تقریباً خالی از جمعیت است.

نزدیکترین قطبهای جمعیتی به این ناحیه اکتشافی، روستاهای تل و قلعه نو خالصه است که در حدود ۳۰ کیلومتری شمال ناحیه جمعیتی نه چندان زیاد در خود جای داده اند.

جاده های اسفالته دامغان - شاهرود - سبزوار و راه آهن تهران-مشهد از مشخص ترین راههای ارتباطی است که در بخش شمالی ناحیه جایگاه ویژه ای دارد. جاده تقریباً آسفالتی شاهرود - ترود از این ناحیه می گذرد. این جاده تا حدود ٤٠ کیلومتری اسفالت، حدود ٤٠ کیلومتر آن خاکی و در دست احداث و مابقی آن تا ترود آسفالته می باشد. (شکلهای ٤ و٥)

٥-١- موقعیت جغرافیایی محدوده اکتشافی

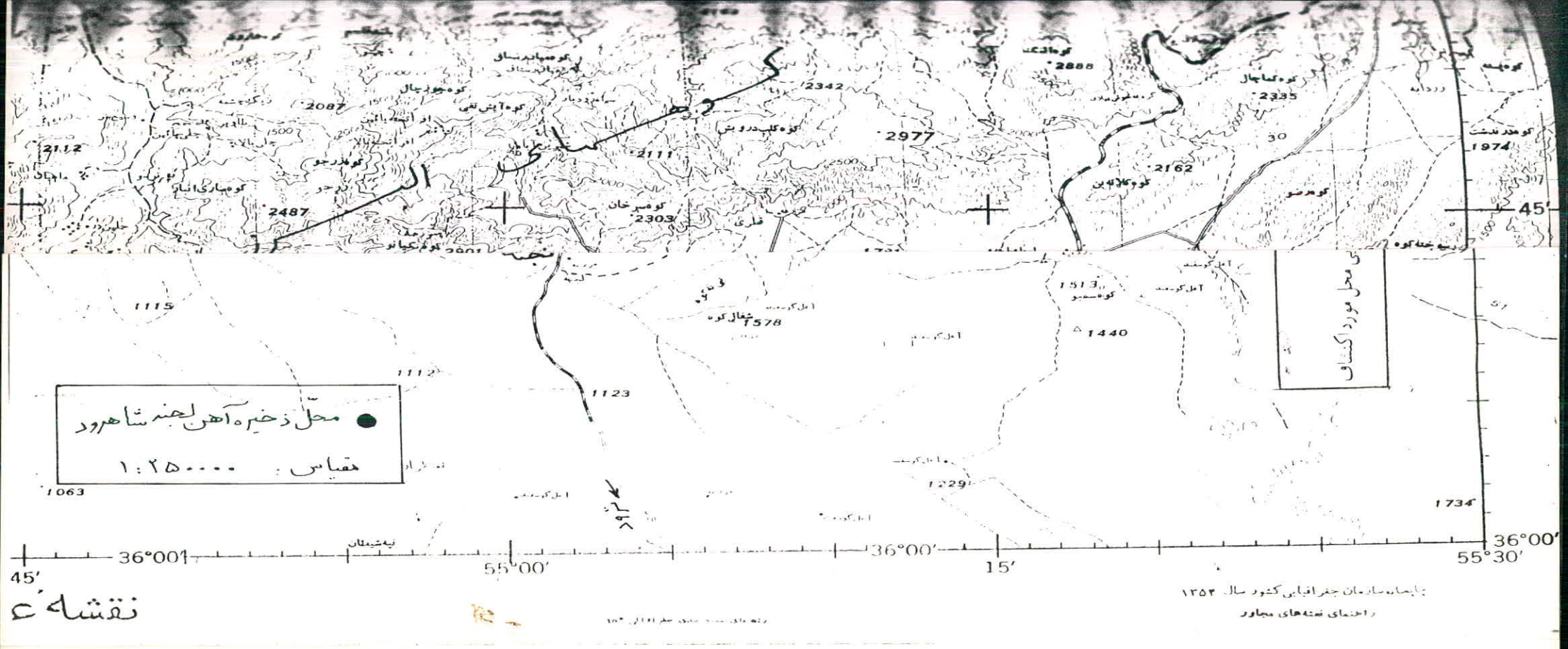
این محدوده در قسمت شمالی‌پیرکوه و در حدود ۸ کیلومتری جاور کلاته لجنه جای دارد. کلاته لجنه که نام این کانسار از آن گرفته شده متشکل چند ساختمان متروکه و تعدادی درخت است که در حاشیه جنوبی جاده شاهرود به ترود، (حدود ۲۸ کیلومتری) قرار گرفته است (نمای ۱)

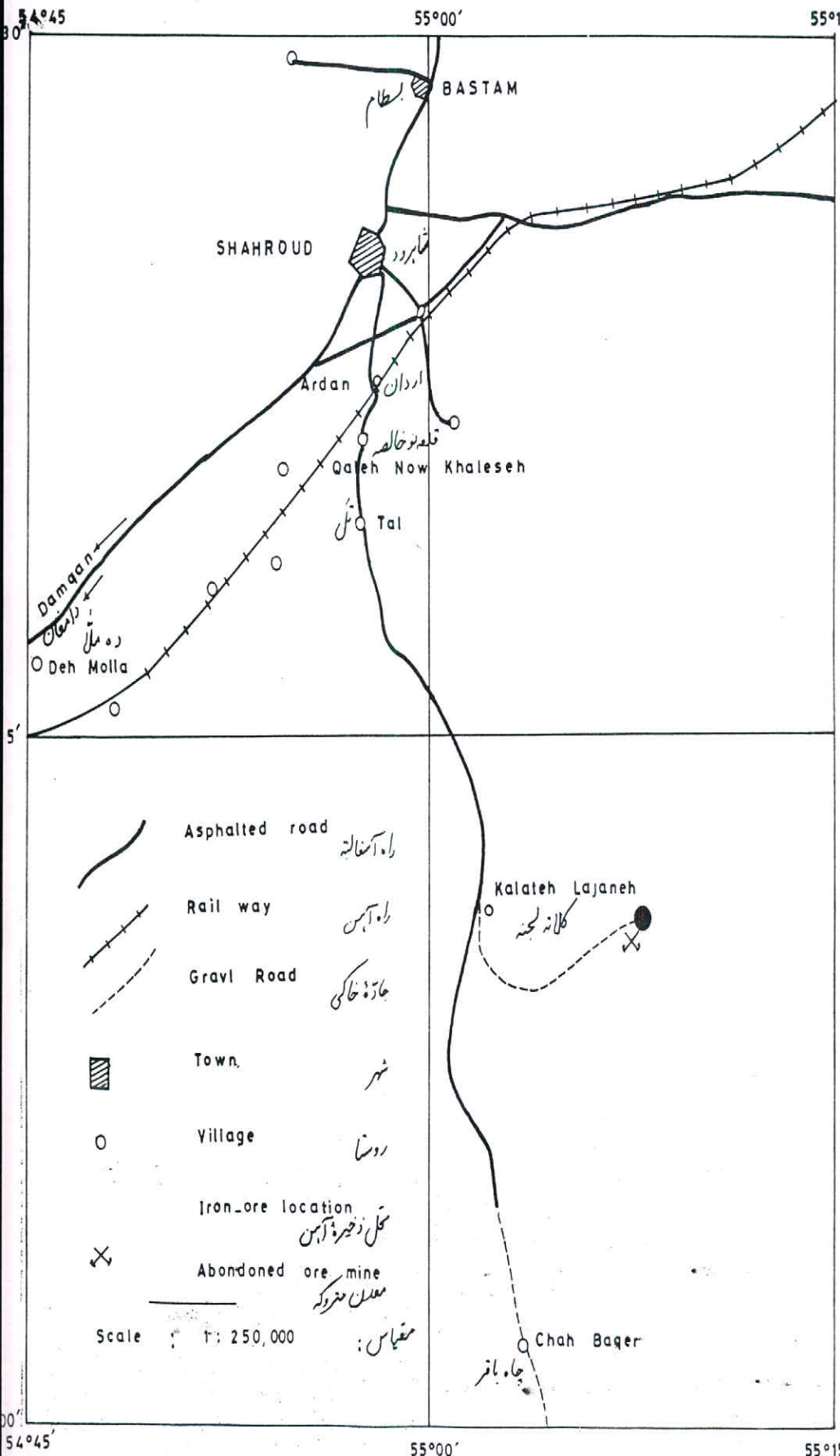
برای رسیدن باین محل پس ازطی حدود ۲۸ کیلومتر از جاده اسفالته شاهرود - ترود، جاده خاکی از محل کلاته لجنه بسمت جنوب انشعاب و پس ازگذر از مسیل لجنه با فاصله ای

حدود ۸ کیلومتر بسمت خاور به محل این کانسار میرسد. معدن سنگ تزئینی نیز در مجاور همین کانسار جای دارد.

شکل ٤ موقعیت جغرافیایی این محل را نشان میدهد.

نمای (۱) - نمایی از کلاته لجنه شاهرود


محل ذخیره آهن لجنه شاهرود
مقیاس : ۱:۲۵۰۰۰۰
محل مورد اکتشاف
کوه میانه رستاق
کوه چوزپال
کوه آبش تقی
کوه کلپ درویش
کوه مازرجو
کوه میاری انباز
کوه میرخان
کوه نکیانو
کوه ماذکی
کوه تماچال
کوه مزرندشت
کوه کلاته بن
کوه مرصو
کوه میمه
2342
2977
2087
2111
2112
2487
2303
2888
2335
1974
2162
30
1115
1112
1123
1578
1513
1440
1229
1063
1734
نجف
نیه شیطان
36°00′
55°00′
15′
45′
55°30′
نقشه



شکل (۵)- موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد اکتشاف

۲- سوابق پیشین

احتمالاً چهار گوش زمین شناسی گرگان (تنظیم ازشهرابی ۱۳۶۹) از سازمان زمین شناسی کشور بعنوان نخستین مدرک مستندی است که اثر این ذخیره آهنی در آن ارائه شده است. در کنار این ذخیره آهن سینه کاری در سنگهای دولومیتی تبلور یافته پرمین احداث شده که بمقدار درخور توجهی موردبهره برداری واقع شده است. شاید وجود معدن سنگ عاملی در معرفی بیشتر این ذخیره آهن شده، بگونه ای که پس از مدتی از طریق اداره کل معادن و فلزات استان سمنان ترانشه‌های اکتشافی در کمر پائین توده آهن بمنظور شناسایی بیشتر این ذخیره حفر گردیده است. عدم دستیابی به اطلاعات کافی عدم گستردگی برونزد آهن در بخش های بیرونی سبب بی توجهی به ذخیره مذکور شده است. سرانجام در سال ۱۳۷۳ دوباره این ذخیره مورد توجه قرار گرفته که این مطالعات در راستای اجرای پروژه یاد شده بانجام رسیده است.

۳- چهارچوب عملیات اکتشافی

پژوهشهای اکتشافی در این محدوده اکتشافی بر پایه دوگونه بررسی جای گرفته است.

۱-۳- عملیات صحرایی

۲-۳- کارهای آزمایشگاهی

۱-۳- عملیات صحرایی انجام شده شامل دو قسمت می باشد:

۱-۱-۳- عملیات زمین شناسی - معدنی.

۲-۱-۳- عملیات ژئوفیزیکی

۱-۱-۳- عملیات زمین شناسی - معدنی

ضمن بررسی ومطالعات همه جانبه ناحیه و با توجه به شرح خدمات مندرج در پروژه اکتشافی ،دراین چهار چوب موارد زیرانجام گرفته است :

۱- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ در پهنه ای به وسعت ۵۰ هکتار

۲- تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی بامقیاس یاد شده ودر همان وسعت و تلفیق آن بانقشه توپوگرافی

۳- انتخاب مناسب ترین محل جهت حفر ترانشه بمنظور ارزیابی کیفی وکمی ذخیره آهن. به سبب سختی سنگ آهن عملیات حفر ترانشه با کمپرسور و چکش انجام و بدین منظور چالهایی موازی بفاصله یک متر و عمق ۱/۲۰-۱ متر حفر و با دینامیت آتشباری انجام پذیرفته است. بجز ترانشه های قبلی که بوسیله اداره کل معادن حفر شده جمعاً پنج ترانشه با طول بیش از ۱۲۰ متر حفر گردیده است.

۲-۱-۳- عملیات ژئوفیزیکی

اگر چه در چهار چوب پروژه اکتشافی ،کمی میزان اعتبار پیش بینی شده زمینه مطالعه و بررسی را محدود نموده بوده معهذا به سبب ضرورت ودستیابی به اهداف پروژه دامنه پژوهشهای ژئوفیزیکی توسعه و در این راستا چندین روش مطالعاتی بکار گرفته شد. عواملی

که سبب گسترش مطالعات در این محدوده اکتشافی شده است بقرار زیر میباشد.

۱- نمایان شدن رخنمونهای کوچکی از آهن در بخش شمالی ذخیره مورد اکتشاف.

۲- پهن دشت نسبتاً وسیعی که حد فاصله ذخایر بخش های شمالی و جنوبی گسترده است.

۳- وجود رخنمون کوچکی از سنگهای دولومیتی با رگه های باریکی از آهن که ازمیان آبرفتها سربرآورده است.

٤- میزان گسترش رخنمونهای کربناتی در این ناحیه اکتشافی

۵- نشان دادن آنومالیهای زیر سطحی که در مرحله مقدماتی با روش منیتومتری در بخش پوشیده آبرفتی (شمال رخنمون اصلی) بدست آمده است.

ازاینرو با توجه به کلیه موارد یاد شده وبدون در نظر گرفتن مسائل اعتباری بمنظور دستیابی به چگونگی ومیزان گستردگی ذخیره آهن در بخشهای پوشیده روشهای ژئوفیزیکی زیر بکار گرفته شده:

۱- روش منیتومتری

۲- روش گراویمتری

۳- روش V.L.F (الکترومغنیتیک)

۲-۳- کارهای آزمایشگاهی

به منظور تکمیل بررسی ها ومطالعات صحرایی نمونه های زیادی از مجموعه توده معدنی وسنگهای در بر گیرنده و زونهای اسکارنی شده برداشت و از میان آنها شماری شاخص انتخاب ودر آزمایشگاههای زیر مورد مطالعه قرار گرفتند.

۱- مطالعات پترو گرافی: در این چهار چوب از میان نمونه های برداشت شده تعداد پنج نمونه مقطع نازک تهیه شده که مطالعات میکروسکپی آنها پیوست گزارش است.

۲- مطالعات کانی شناسی (XRD): بدین منظور تعداد چهار نمونه مورد آزمایش قرار گرفته است که نتایج آن در پیوست گزارش است.

۳- مطالعات مقاطع صیقلی: بمنظور دستیابی به اطلاعات بیشتر از نظر کانی کانسنگ مورد اکتشاف تعداد چهار نمونه در آزمایشگاه مقاطع صیقلی مورد مطالعه قرار گرفته است که نتیجه این مطالعات در پیوست گزارش می باشد.

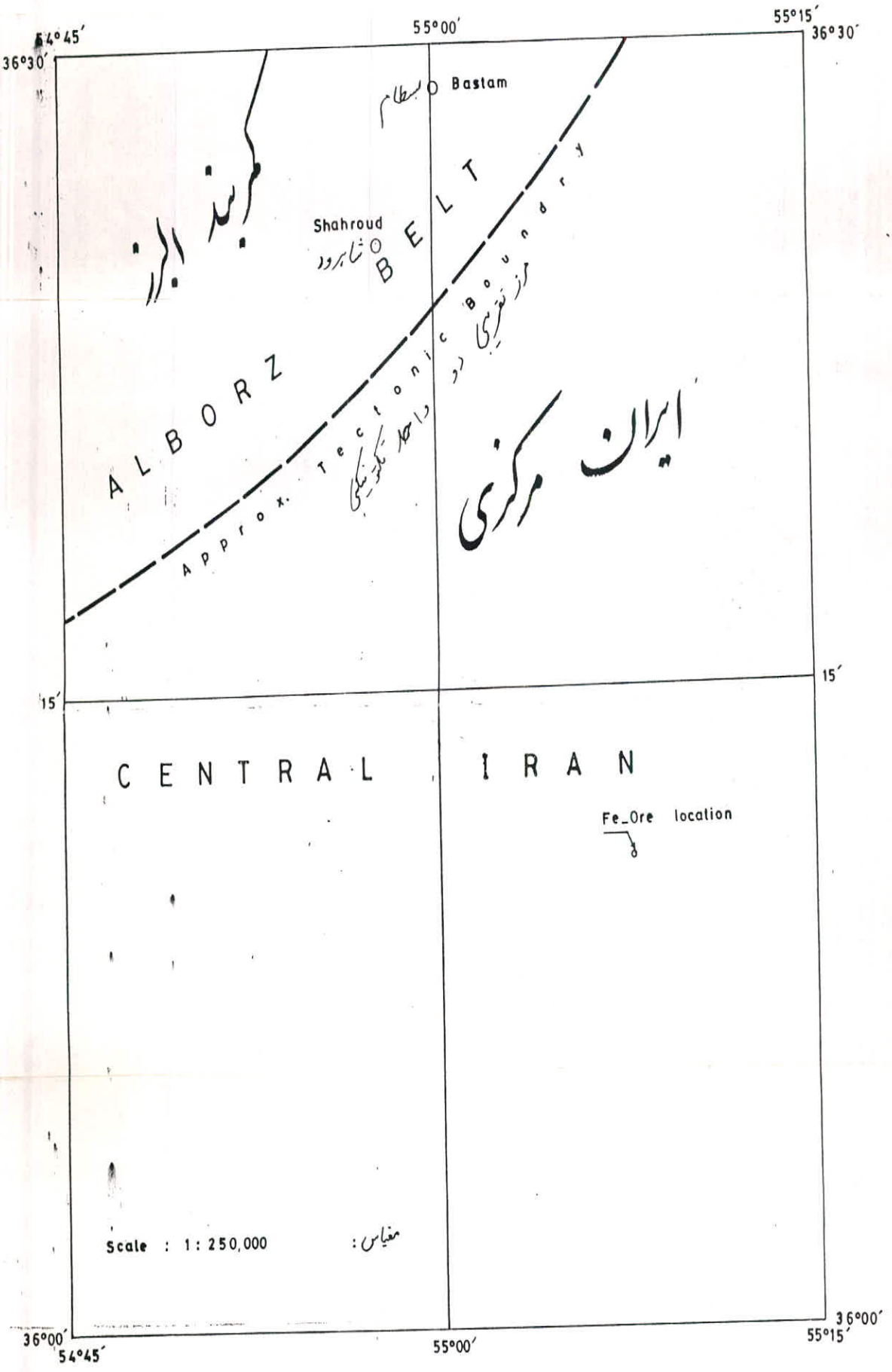
٤- در آزمایشگاه شیمی، از مجموع نمونه های برداشت شده تعداد ۲۵ نمونه تجزیه شده که نتایج آنها پیوست گزارش است.

۵- تعداد دو نمونه مخلوط ازپیکره کانسنگ آهن مورد آزمایش اسپکترومتری کمی قرار گرفته است که میزان عناصر کمیاب موجود در آنها اندازه گیری شده است.

٦- تعیین وزن مخصوص کانسنگ: بمنظور محاسبات میزان ذخیره مجموعاً هشت نمونه از محل های مختلف کانسنگ انتخاب و وزن مخصوص آنها در آزمایشگاه اداره گیری شده است.

٤- زمین شناسی عمومی ناحیه اکتشافی

همانگونه که اشاره شد این ناحیه بعنوان بخشی از پیکره ایران مرکزی (حاشیه شمالی) بشمار می آید که در پهن دشت دامنه جنوبی بلندیهای البرز گسترده شده است. (شکل ٦). بر پایه نقشه زمین شناسی گزگان(شهرابی و همکاران ۱۳٦۹) ویژگیهای چینه شناسی این ناحیه بقرار زیر می باشد.

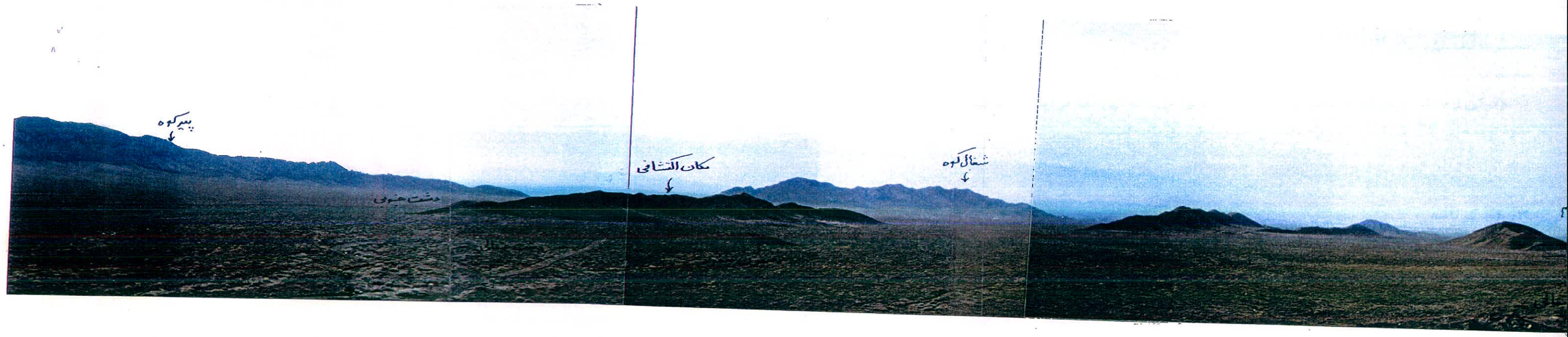


شکل (٦) - موقعیت تکتونیکی محدوده مورد اکتشاف

۱-٤- پرمین

رخساره های کربناتی پرمین (سازند جمال) از گسترده ترین واحد های زمین ساختی است که در این ناحیه رخنمون دارند (نمای ۲). در این نما محدوده اکتشافی در بردارنده ذخیره آهن در بخش میانی و جلویی عکس (رخنمون کشیده ای که در آبرفتهای سر بر آورده است) مشاهده میشود.

این واحد زمین شناسی بعنوان کهن سال ترین واحد زمین ساختی در این ناحیه بشمارمی آید که با رخساره های دولومیتی (بخش زیرین) و سنگهای آهکی فوزولین دار (بخش بالایی) در کوههای پیرکوه ،شغال کوه وتپه‌شیطان نمایان شده است. کاملترین ردیف این واحد کربناتی برنگهای خاکستری روشن وتیره، قهوه ای تا کرم رنگ و با لایه بندی ضخیم تا تودهای در پیر کوه (خاور توده معدنی) نمایان شده است. روند ساختاری این واحد شمال خاوری - جنوب باختری است که با روندساختاری واحدهای جوانتر هم سونیستند. شاخص ترین فسیل های مشاهده در این واحد فوزولین است که سن پرمین را برای آن معین نموده است. اگر چه در این ناحیه کهن تر از سازند جمال شناخته نشده ولی در ناحیه ترود این واحد زمین شناسی مستقیماً بر سازند بهرام جای گرفته است (هوشمندزاده و همکاران ۱۳۵۷).



نمای ۲- نمای عمومی از ناحیه اکتشافی- رخنمونهای سنگی واحد پرمین و مکان مورد اکتشاف

۲-٤-ژوراسیک

نخستین واحد رخنمون یافته ژوراسیک در این ناحیه سازند شمشک است که با رخساره قاره ای شیل و ماسه سنگ گستره وسیعی را در حاور ناحیه (جنوب کوه رامیان)بصورت مجموعه ای چین خورده پوشانده است. در میان مجموعه یاد شده ، ردیفی از سنگهای آتشفشانی از گونه گدازه ای و آذرآواری نیز مشاهده میشود.

دومین ردیف رسوبی ، سنگهای کربناتی سازند یادامومی باشد که بگونه ای هم شیب بر مجموعه نخستین جای گرفته است.

مجموعه رخساره ها شیلی ژوراسیک متحمل دگرگونی ضعیفی شده اند که متاثر از فازهای تکتونیکی و ماگمانیسم انجام گرفته در ژوراسیک پایانی می باشد. پی آمد فرآیند تکتونیکی نفوذ توده های گرانیتی است که در میان این مجموعه تزریق یافته است.

۳-٤- کرتاسه

پیشروی دریای کرتاسه آغازین سبب برجای گذاری سنگهای آهکی اوربیتولین دار گردیده است که بگونه ای دگرشیب برانباشته های ژوراسیک جای گرفته است. این واحد زمین ساختی بلندترین ارتفاع ناحیه را در رشته کوه ارمیان پدید آورده است. فرود بر رخساره یاد شده ، ردیفی از سنگهای آهکی و آهکهای مارنی اینوسراموس دار بصورت رشته ای باریک و نه چندان گسترده در ادامه رشته کوه ارمیان و در قسمت جنوب باختری آن رخنمون یافته است.

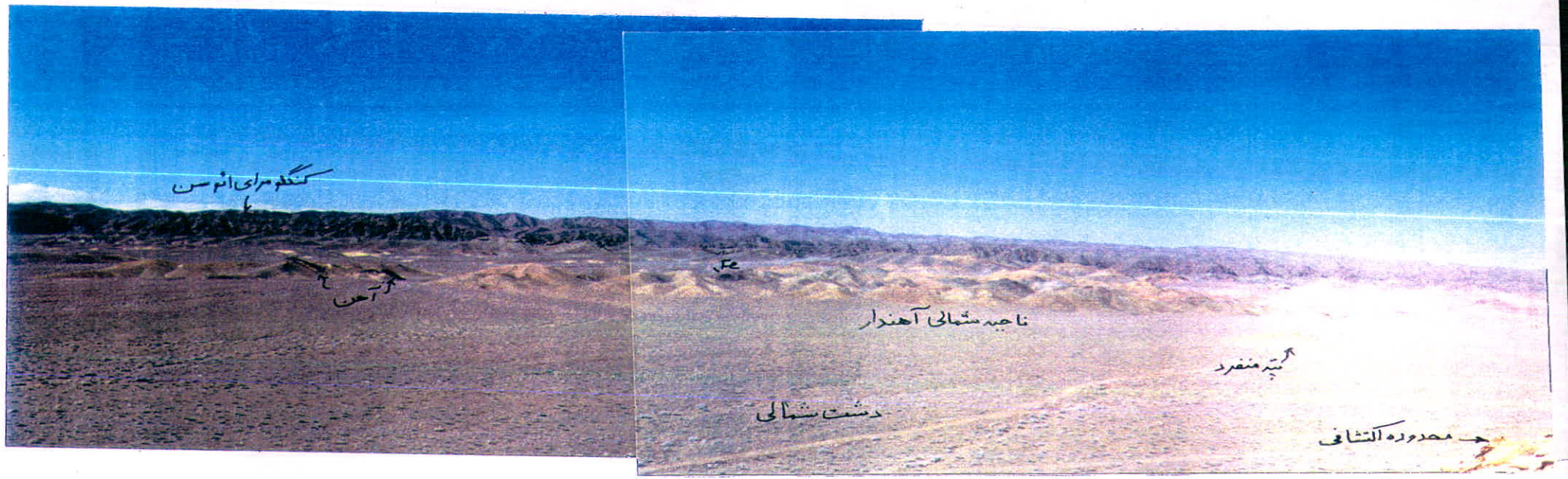
٤-٤- ائوسن

اگر چه آغاز ائوسن با تکاپوهای شدیددرونی زمین در البرز و ایران مرکزی همراه بودو سرانجام مجموعه ضخیمی از رخساره های گوناگون آتشفشانی بر جای گذاسته است ولی در ناحیه اکتشافی اثر چندان در خورتوجهی از این سنگهای آتشفشانی نمایان نشده است.

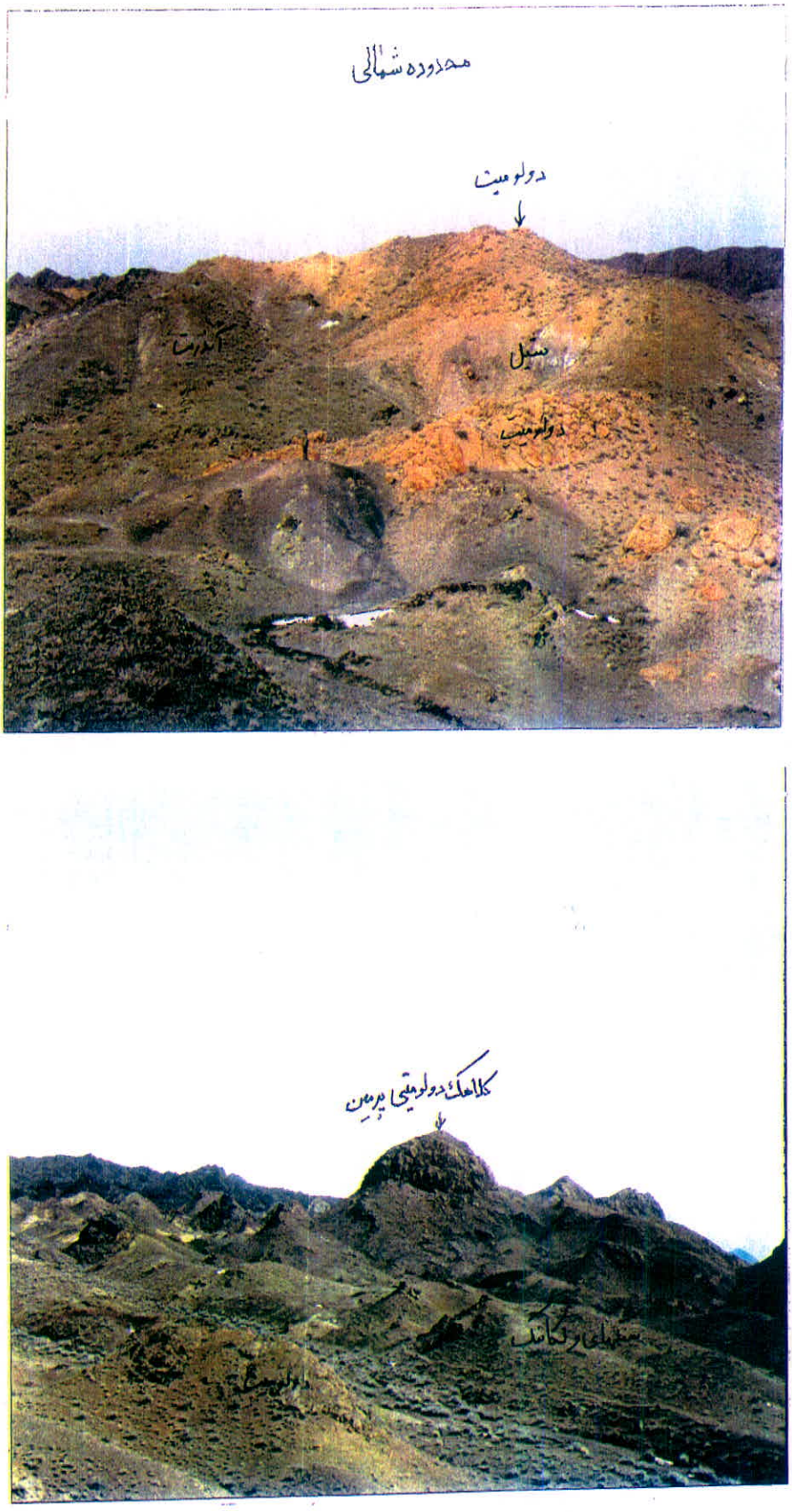
رخساره های قاره ای ائوسن با ضخامتی زیاد بگونه تاقدیسی گسیخته کوههای چاه قندی، شوشخ وجوبربون را پدید آورده اند.

از میان مجموعه سنگهای آتشفشانی ائوسن، تنها رخنمونهای کوچکی از سنگهای سبز تیره رنگ آندزیتی بصورت نوار باریکی در بخش شمالی نمایان شده است (نمای ۳) این نوار بگونه یک آمیزه تکتونیکی و منشکل از مجموعه درهمی از شیل های سیاهرنگ وماسه سنگ دانه ریز و دولومینهای تبلور یافته و قهوه ای رنگ پرمین،توده های کوچک و دگرسان یافته (اسکارنی شده) نفوذی، برونزدهای نا پیوسته و کوچکی از کانسنگ منیتیت و سرانجام رخنمونهای کوچک و نه چندان گسترده ای از سنگهای سبز تیره رنگ با ترکیب آندزیتی در بخش شمالی ذخیره آهن اکتشاف شده پدیدار شده اند (نمای ٤)

ردیفی از کنگلومرا و سنگهای آهکی نومولیت دار بعنوان اولین رخساره های رسوبی بیرونی ترین نوار ساختار تاقدیسی موجود را در کوه چاه قندی پدید آورده است (بلندیهای عقب نمای ۳) بدنبال این مجموعه ردیفی ازمارنهای گچ دار، شیل، ماسه سنگ و کنگلومرا در ناحیه انباشته شده که از میان این رخساره ها، مارنهای سبز و قرمز رنگ گچ دار چهره ای کاملاً نمایان و ضخامت قابل توجهی دارند.



نمای ۳- نمای عمومی از محدوده شمالی دارنده کانسنگ آهن واقع در شمال مکان مورد اکتشاف



نمای ٤- بالا: آمیزه‌ای از سنگهای رسوبی- آتشفشانی در محدوده شمالی

پائین: بخشی از محدوده شمالی واقع در قسمت خاوری محدوده

نمای ۵- نمای عمومی از محدوده مورد اکتشاف با افقهای سنگی گوناگون و عدسی‌های کانسنگ آهن

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

۵-٤- میوسن

رخساره های مارنی فسیل دار میوسن برنگ زرد لیموبی بصورت یک نوار باریک و با رخنمون بسیار هموار در شمال نوار بخش شمالی (آثار آن در نمای ۳ دیده میشود) در بردارنده کانسنگ آهن نمایان شده است. استمرار نهشته گذاری دریای میوسن با برجای گذاری ردیف ضخیمی از مارنهای گچ دار قرمز رنگ همراه شده که پهنه نسبتاً وسیعی گستره خاوری و جنوبی شاهرود را پوشانده اند. کنگلومرای قرمز رنگ پایان نئوژن نه تنها در کوههای ارمیان و خاور پیرکوه رخنمون یافته بلکه در گستره وسیعی از ناحیه جنوبی محدوده مورد اکتشاف را پوشانده است.

٦-٤- پلیو - پلیوستوسن

آخرین رخساره سنگی پی آمد تنشهای تکتونیکی، مجموعه ای از کنگلومرا و ماسه سنگهای پلیو-پلیوستوسن است که در کوه شوشخ و اطراف روستای جعفرخان گستره در خور توجهی را پوشانده اند.

۷-٤- کواترنر

تراسها و مخروط افکنه های کهن و جوان، نهشته های بستر مسیلها و در پایان

نهشته‌های رسی ونمکی پلایای چاه جام بعنوان شاخص ترین رخساره های انباشته شده در کواترنر هستند که گستره بسیار وسیعی رادربخش جنوبی ناحیه اکتشافی را پوشانده اند.

۵- تکتونیک و ساختارهای منطقه

همانگونه که اشاره شد ناحیه اکتشافی در شمالی ترین بخش ایران مرکزی و در دامنه جنوبی واحد تکتونیکی البرز(شکل ٦) جای گرفته است. پی آمدتحسین حرکات تکتونیکی در کامبرین - اردویسین و عملکرد گسل عطاری فرونشینی این ناحیه از ایران مرکزی بیش از البرز بوده است و در این چهار چوب نهشته هایی در کامبرین - اردویسین بر جای گذاشته شده (۱۳۰۰ متر) که در مقایسه با البرز (۵۰۰ متر) از ضخامت بیشتری برخوردار است (م، علوی ۱۹۷۲)، اگر چه کم و بیش رخساره های سنگی مشابه هستند.

در ناحیه مورد اکتشاف نه تنها کهن تر از واحد زمین ساختی پرمین ۰ (سازند جمال) رخنمون ندارد بلکه واحد های تریاس (سازند های سرخ شیل و شتری) نیز دیده نمیشوند و این نخستین نبود چینه ای قابل تشخیص در این ناحیه بشمار می آید.

پیشروی دوباره دریای ژوراسیک موجب برجای گذاری انباشته های ضخیمی از رسوبات قاره ای شبل و ماسه سنگ گردیده که هسته ناقدیسی را در بخش خاوری ناحیه پدید آورده است. پی آمد اولین تنشهای تکتونیکی در این زمان باپدیدار شدن گداره ها و برشهای ولکانیکی همراه شده که در میان سازند شمشک بر جای گذاشته شده اند.

از بارزترین و شاخص ترین رخدادهای تکتونیکی در این ناحیه می توان به رخداد کیمرین پسین اشاره نمود که هم سان با بسیاری از نقاط ایران زمین بویژه ایران مرکزی با متامورفیسم و

ماگماتیسم همراه بوده است. نفوذ توده های گرانیتی در میان سازند شمشک از مهمترین پدیده های این رخداد بشمار می آید. نفوذ این توده های گرانیتی به بعد از لیاس و قبل از آپتین نسبت میدهند (شهرابی و همکاران ۱۳۶۹).

پیشروی دوباره دریا در کرتاسه آغازین سبب انباشته شدن نهشته های کربناتی گردیده که بگونه ای دگر شیب (دومین نا پیوستگی) بر رخساره های ژوراسیک جای گرفته اند. این رخداد بیانگر نشست دریا در کرتاسه پیشین و استمرار آن تا کرتاسه پسین بوده است.

پی آمد رخداد لارامید و خروج سرزمین کرتاسه در کرتاسه پسین، هیچگونه رخساره ای در این سرزمین انباشته نشده است. بدنبال این خشکی زایی، نخستین واحد سنگی در ائوسن آغازین با تکاپوهای آتشفشانی پدیدار و بگونه انباشته های ضخیمی بر واحد های کهن تر جای گرفته است (سومین ناپیوستگی). رخداد تکتونیکی پیرینه سبب پدیدار شدن چهار مین ناپیوستگی بین نهشته های ائوسن و میوسن گردیده است. انباشته های قاره ای میوسن روال تدریجی دریای ترشیر را بنمایش می گذارد.

از شاخص ترین گسیخته های عمل کننده در این محدوده می توان به گسلهای موجود در کوههای رامیان، چاه قندی و کوههای شوشخ و جوبربون اشاره نمود که بعنوان ساخه هایی از گسل میامی بشمار می آیند. عمل کرد گسل کوه جوبربون به تنها موجب شده که رخساره های کهن تر (سازند های جمال، شمشک و نهشته های کرتاسه) در کنار رخساره های جوانتر ترشیر جای گیرند بلکه سبب بریده شدن یال شمالی ناقدیس موجود در این ناحیه شده است.

گسلهامحور چین های کهن تر(پالئوزوئیک و مزوزوئیک) را قطع در حالیکه با محور چین های ترشیرتقریباً موازی می باشند. محور چین های کهن تقریباً شمال خاوری- جنوب باختری در حالیکه راستای محور چین های جوانتر تقریباً خاوری - باختری هستند.

٦- زمین شناسی محدوده اکتشافی

در یک چهارچوب کلی در این محدوده اکتشافی سه واحد زمین شناسی قابل تشخیص است که در نقشه زمین شناسی تهیه شده (پیوست گراش) بروشنی معرفی شده اند. گفتنی است که در مواردی هر واحد بر پایه ویژگیهای رخساره ای قابل تفکیک به دو یا سه زیر واحد دسته بندی ودرنقشه یاد شده نشان داده شده اند.

٦-١- سنگهای کربناتی پرمین

٦-٢- سنگهای آذرین نفوذی جوانتر

٦-٣- کانسنگ آهن

در نمای ٥ واحد های یاد شده را میتوان مشاهده نمود واین درحالی است که در این نمادو عصو از زیر مجموعه های واحد پرمین نیزقابل تشخیص است: ١- عصوسنگهای دولومینی متبلور یافته رنگ روشن ٢- عصو سنگ آهکهای دولومینی تیره رنگ که بگونه یک نوار بلند وکشیده در سمت راست نمادیده میشود. سینه کار معدن سنگ نما نیزدر بخش میانی این عکس قابل دیدنی است.

٦-١- سنگهای کربناتی پرمین

این واحد زمین شناسی از مجموعه ای از سنگهای دولومینی تا آهکهای دولومینی

تشکیل شده و در آن دو بخش اصلی و یک بخش فرعی جدا شده است:

۱-۱-۶- بخش زیرین: اگر چه این بخش به سبب ویژگیهای مورفولوژی و رنگ آن نمایی کاملاً مشخص دارد معهذادر بخش زیرین کانسنگ در عدسی F (عدسی اصلی) نوار سیاه رنگی ازسنگهای کربناتی دیده میشود که در ابتدا شباهت زیادی با کانسنگ آهن نشان میدهد ولی در واقع از سنگهای کربناتی تیره رنگ بابافتی بسیار دانه ریز تشکیل شده است. از این رخساره جز در محدوده ترانشه $T5$ در جای دیگر دیده نمیشود. سطح تماس آن با واحد زیرین و زیرین خود گسیخته و با نمایی عدسی گونه رخنمون یافته است.

بخش اصلی این واحد از سنگهای دولومیتی برنگهای خاکستری، کرم متمایل بقهوه ای و زرد تیره تشکیل شده است. ضخامت لایه ها نسبتاً زیاد و گاهی حالت توده ای داردبگونه ای که در مواردی شناخت شیب واقعی لایه ها نسبتاً دشوار و چندان روشن نیست. اما در مجموع شیب کلی آنها بین ٤٥ تا ٦٥ درجه تغییر و بسمت جنوب خاور است. این واحد کمر بالای کانسنگ آهن رانشکیل و سطح تماس آنها عمدتاً گسیخته می باشد. مگر در انتهای ترانشه $T5$ که سطح تماس آن تا دارای پیچ و ناب و حالت عادی دارد(نمای ۸).

نمای ٦- بالا: سینه کار معدن سنگ تزئینی احداث شده در واحد دولومیتی M1

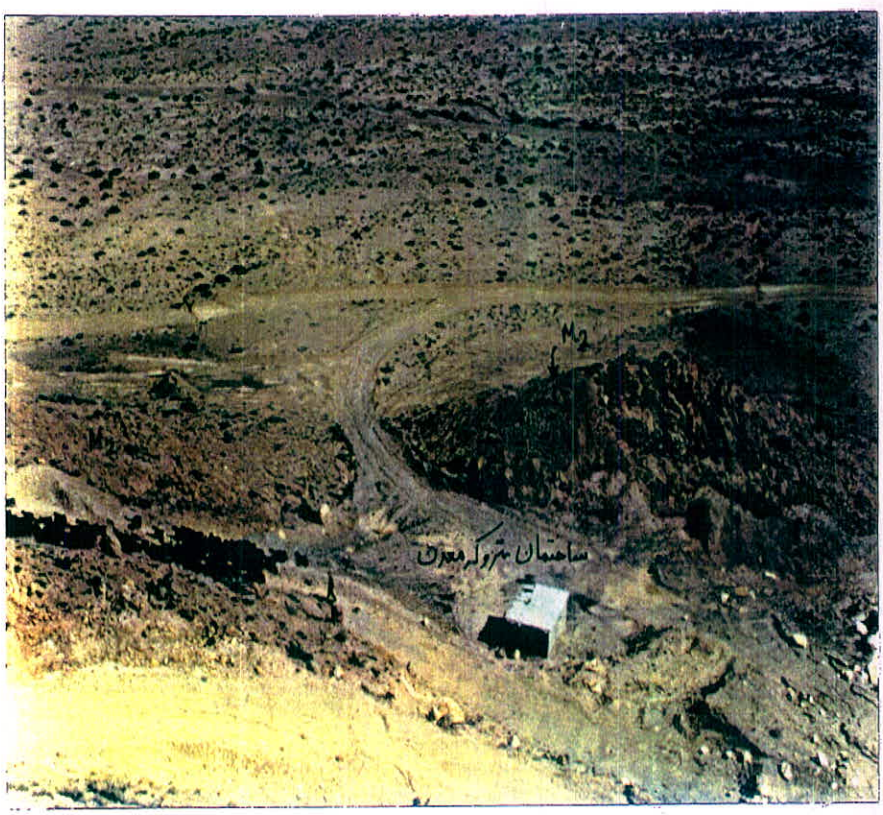
پائین: واحدهای M2,M1 در دامنه جنوبی بلندیهای مورد اکتشاف

این بخش مستقیماً در همبر با توده نفوذی و تقریباً (احتمالاً) بگونه ای هم شیب بر آن جای گرفته است بسبب دمای این توده آذرین سنگهای دولومیتی دوباره تبلور یافته و مرمری شده‌اند. این همبرشدن نه تنها سبب تبلور دوباره در سنگهای کربناتی گردیده بلکه طاهراً این سنگها را از پاره ای ناخالصی ها تهی نموده بگونه ای که سنگهای تبلور یافته کاملاً سفید رنگ و مناسب جهت سنگهای تزئینی شده اند و از اینرو است که سیمه کاری در جبهه باختری آن گشوده شده است. نمای عمومی این بخش در نماهای ۵ و ٦ و سیمه کار معدن را در نمای (٦) دیده می‌شود.

رخساره کربناتی عمدتاً دولومیتی و در مواردی از آهکهای دولومیتی تشکیل شده‌اند. سطح فرسایش یافته این سنگها بیشتر برنگ زرد متمایل بقهوه ای روشن و در سطح تازه سفید رنگ می باشد نمونه *D1* از قسمت زرد رنگ و نمونه *D2* از قسمت سفید رنگ برداشت شده است که ترکیب شیمیایی آن در جدول (۱) آورده شده است.

شماره نمونه	*CaO*	*MgO*	*Fe2O3*	*SiO2*	*L.O.I*
D1	۳۲/٤٤	۱۹/۷٤	۰/۲٤	۰/۳۱	٤٦/٦۱
D2	۵٤/۳۹	۱/۰۸	۰/۱٤	۱/۱۹	٤۳/۷۸

جدول (۱) ترکیب شیمیایی سنگهای کربناتی بخش ریرین (واحد *M1*)



نمای ۷- بالا: چگونگی پیوند واحدهای کربناتی M2,M1 در باختر محدوده

پائین: رخنمونهائی از واحد M2 در قسمت جنوب باختری محدوده

همانگونه که ترکیب شیمیایی این سنگها نشان میدهند مبین طیف گسترده ای از دولومیت تا سنگ آهک می باشد.

فرآیند جانشینی در این بخش از واحد کربناتی انجام پذیرفته بگونه ای که کانسنگ آهن در سطح همبر این بخش با توده نفوذی انباشته شده است. در خور توجه است که فرون تر پیکره‌های عدسی گونه کانسنگ آهن رگه هایی از ماده معدنی با ضخامت های گوناگون و عمدتاً کمتر از یک متر در میان این بخش او واحد دولومیتی دیده میشود که عمدتاً در راستای گسلهای قبل از کانی زایی انباشته شده اند. این پدیده در نماهای ۱۰ و ۱۴ و ۱۵ بروشنی دیده میشود.

شمار زیادی از گسلها (پیش و پس از کانی زایی) در جهات گوناگون این بخش از سنگهای کربناتی را بریده و آنرا بگونه بلوکهایی گسیخته در آورده است.

۲-۱-۶- بخش زبرین: این بخش در بردارنده سنگهای کربناتی تیره رنگی است که بصورت چند تپه نسبتاً کوچک در بخش جنوبی و بگونه یک بلندی کشیده ای در بخش باختری سینه کار معدن (نماهای ۵ و ۷) رخنمون یافته است.

اگر چه فاصله این دو بخش عمدتاً پوشیده از سنگهای اسخراجی است ولی بنظر میرسد که سطح تماس بخش‌های زیرین و زبرین گسیخته ودر مواردی در حد فاصل آن دو تشابه هایی از سنگهای نفوذی (اسکارن) مشاهده میشود (به نقشه زمین شناسی رجوع شود). بافت سنگها دانه ریز و نسبتاً تبلور یافته است. مقدار شیب اندازه گیری شده حدود ۵۲ درجه بسمت جنوب خاور است. در درون این بخش کانسنگ آهن یافت نمی‌شود ولی درزیرین ترین قسمت آن (احتمالاً در سطح گسل) رگه هایی نازک از کانسنگ آهن که هم راستا با گسل و امتداد

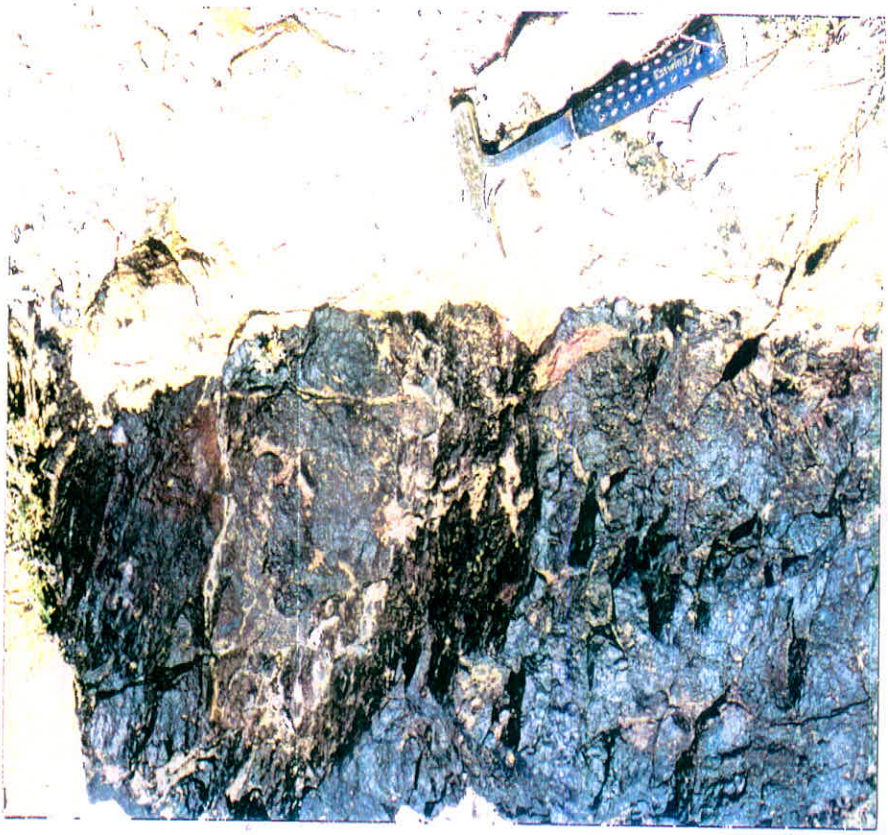
طبقات است دیده می‌شود.

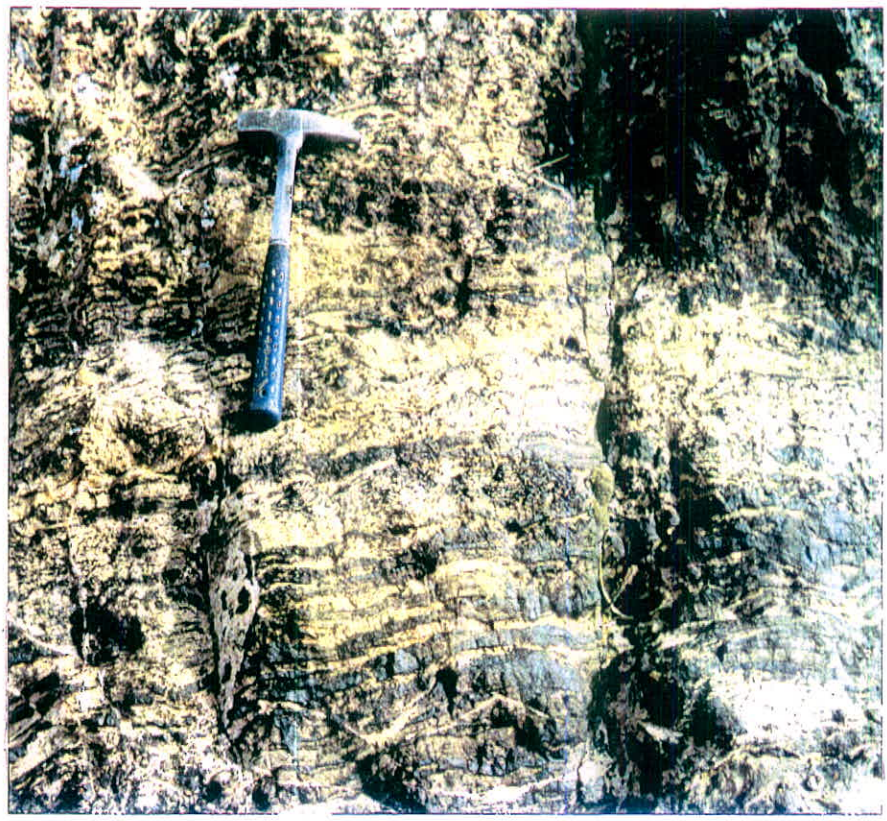
۲-۶- سنگهای آذرین نفوذی:

بطور کلی توده آذرین نفوذی (کوارتز مونزونیت) پدیدار شده در این محل بگونه نوار باریکی در دامنه شمالی سنگهای کربناتی بخش زیرین (نمای ۵) نمایان شده است. این واحد زمین ساختی با یک شیب مورفولوژی نسبتاً ملایم به دشت گسترده در پهنه شمالی این محدوده پایان می یابد.

در این واحد سنگی ازرخساره های تقریباً دگرسان نشده تا رخساره های کاملاً دگرسان شده (اسکارن) مشاهده میشود. این بدان معنی است که هر چه به سطح همبر با کانسنگ آهن (بسمت سنگهای کربناتی) نزدیکتر می شویم بر شدت دگرسانی افزوده و میزان کانیهای گونه دگرسانی افزایش می یابد با زیاد شدن کانیهای دگرسانی هم چون اپیدوت، کلریت، دیوپسید و فلوگوپیت دامنه رنگ سنگها از خاکستری روشن به خاکستری متمایل به سبز تغییر و در پایان بصورت نواری کاملاً سبز رنگ جلوه گر میگردد.

سنگهای نفوذی دارای رنگی خاکستری روشن با بافت پورفیری که بلورهای فلدسپار و پیروکسن در زمینه ای دانه ریز پراکنده‌اند. شاخص ترین رخنمون آن تپه ای است که در محدوده مشرف به پهن دشت شمال این رخنمون بلند و کشیده پدیدار شده است که نمای آن در بخش میانی نمای (۵) بصورت تپه ای رنگ روشن دیده میشود. نمونه *A1* بمنظور مطالعات پتروگرافی و معین شدن ترکیب شیمیایی آن از همین تپه برداشت شده که نتایج آن بقرار زیر می باشد.





نمای ۸- بالا: سطح تماس، پیچ‌تاب‌دار بین کانسنگ آهن و رخساره دولومیتی

پائین: جانشینی در جا از آهن در دولومیت و حفظ ساخت نخستین سنگهای دولومیتی

پتروگرافی نمونه *A1*

نام سنگ : کوارتز مونزونیت

بافت : گرانولار کمی پورفیریتیک

فنوکریست : پلاژیوکلاز شکلدار تا کمی شکدار با ترکیب متوسط (حدود الیگوکلاز آندزین) قطر ۳-۲ میلیمتر، گاهی حاشیه آنرا فلدسپات الکالن شدیداً آرژیلی شده فرا میگیرد. پلاژیوکلاز به سریسیت و کمی اپیدوت (تأثیر فرآیند اسکارن زایی) تجزیه شده است. ندرتاً بلور بیوتیت به قطر ۰/۱ میلیمتر در پلاژیوکلاز وجود دارد که نشان دهنده تبلور آن قبل از پلاژیوکلاز می باشد.

پیروکسن شکلدار با قطر حدود ۲میلیمتر تا منوکلینیک، دیالاژ با سه سیستم رخ و تجزیه به کربنات. ضمناً همسان با پلاژیوکلازها، بیوتیت نیز در این کانی یافت میشود.

زمینه : نسبتاً دانه ریز تر از فنوکریست ها بوده و قطر متوسط بلورها یک میلیمتر و کمتر از آن است کانیهای پدید آورنده زمینه عبارتند از :

۱- پلاژیوکلاز شکلدار تا بی شکل با قطر یک تا ۰/۵ میلیمتر، ترکیب متوسط، تجزیه به سریسیت، کانیهای رسی و کربنات.

۲- فلدسپار الکالن: بی شکل تا کمی شکلدار، تجزیه شده به کانیهای رسی.

۳- پیروکسن، شکلدار تا کمی شکلدار، منوکلینیک دیالار قطر چند دهم میلیمتر تا یک میلیمتر، کمی اورالیتی شده.

٤- کوارتز بی شکل حدود ۵ در صد حجم کل سنگ، قطر ۰/۲ - ۰/۵ میلیمتر

کانیهای ثانویه : سریسیت، کانیهای رسی، کربنات، اورالیت

کانیهای فرعی: آپاتیت، اسفن

کانی های کدر: اکسیدهای آهن

ترکیب شیمیایی نمونه *A1* بقرار زیر می باشد:

SiO2	٦٠/٩٨	در صد	*CaO*	٥/٩٠	در صد
Al2O3	١٧/١٧	در صد	*MgO*	١/٦٥	در صد
Fe2O3	١/٩٣	در صد	*TiO2*	٠/٤١	در صد
Na2O	٥/٢٨	در صد	*SO3*	٠/٠٢	در صد
K2O	٥/١٦	درصد	*L.O.I*	١/٢٠	درصد

ترکیب شیمیائی کوارتزمونزونیت لجه

شرح کامل مطالعه پتروگرافی و نمای میکروسکپی نمونه *A1* در پیوست گزارش می باشد.

بنابراین در این واحد سنگی دو زیر مجموعه قابل تشخیص و تفکیک می باشد:

١- سنگهای آذرین نفوذی دگرسان نیافته یا کم دگرسان یافته نخستین.

٢- سنگهای آذرین نفوذی کاملاً دگرسان یافته و همبر با رخساره دوئومسی (اسکارن)

آنچه در خور توجه است اینست که افزایش دگرسانی به بهای از بین رفتن بافت و ساخت نخستین در سنگهای کوارتز مونزونیت انجامیده و که در بخش پایانی و در همبر با توده آهن، سنگی جدید با رخساره کانی شناسی نو پدیدار شده است (اسکارن).

در این راستا نمونه *A2* که به زون اسکارنی نزدیک تر است گواه مطالب یاد شده می‌باشد بگونه ای که در مطالعه مقطع نازکی از این سنگها مقدار پیروکسن افزایش یافته و علاوه بر اوژیت دیوپسید نیز پدیدار شده است. شرح کامل پتروگرافی و نمای میکروسکپی این نمونه در

پیوست گزارش می باشد.

مطالعه پتروگرافی نمونه A2

نام سنگ : اسکارن

بافت : پورفیریتیک با زمینه میکروگرانولار

فنوکریست ها:

۱- پلاژیوکلاز: شکلدار تا کمی شکلدار قطر ۱/۵-۱ میلیمتر ندرتاً با حاشیه مضرس، فلدسپار الکالن و رشد داخلی آن با ترکیب متوسط حدود الیگوکلاز آندزین، تحریه به اپیدوت، سریسیت و کانیهای رسی.

۲- پیروکسن: کمی شکلدار گاهی با ماکل تیپ اوژیت قطر تا ۱/۵ میلیمتر، نوع آن اوریت و دیوپسید، اغلب با حاشیه مضرس حاصل از خوردگی زمینه.

زمینه: دانه ریز و از پیروکسن فراوان پلاژیوکلاز احتمالاً فلدسپار الکالن (؟) با کانیهای ثانویه سریسیت، رسی و اپیدوت و کانیهای فرعی آپاتیت و اکسید آهن.

بطور کلی در این سنگ پیروکسن فراوان و ۲۵-۲۰ درصد حجم سنگ را تشکیل میدهد.

نمونه A9 نیز از زون سبز رنگ اسکارنی گرفته شده که ترکیب کانی شناسی آن بیانگر رشد فرآیند اسکارنی شدن در این محدوده ساختمانی می باشد. شرح کامل مطالعه پتروگرافی و نمای میکروسکپی این نمونه در پیوست گزارش می باشد.

مطالعه پتروگرافی A9

سنگ دارای بافتی کریستوکلاست و در بردارنده قطعات بلوری از کوارتز، فلدسپات قلیایی به قطر چند دهم میلیمتر است. فلدسپات به سریسیت و کانیهای رسی و اپیدوت (پیستاتیت) تجزیه شده است.

زمینه سنگ شدیداً اپیدوتیزه شده بگونه ای که بلورهای پیستاتیت و کلینوروئیزیت تا قطر ۳-۲ میلیمتر بمقدار بیش از ٤٠ در صد حجم کلی سنگ رشد کرده اند.

بین بلورهای اپیدوت، کلریت فراوان و کوارتز و فلدسپات وجود دارد. بهر حال وسع متریکس و کریستولوکلاست در مقطع نازک گنگ بوده و تحت تأثیر آلتراسیون شدید چیس بنظر میرسد.

کانیهای ثانویه: اپیدوت، کلریت، سریسیت، کانیهای رسی، کوارتز و فلدسپات.

کانیهای فرعی: کانیهای کدر واکسید آهن.

شرح کامل مطالعه میکروسکپی و نمای آن در مقطع نازک در پیوست گزارش می‌باشد.

از دیگر نمونه های اسکارنی شده می توان به نمونه A10 اشاره کرد که مطالعه پتروگرافی آن بشرح زیر می‌باشد:

نمونـــه A10

نام سنگ : سنگ آذرین بشدت اپیدوتیزه و کربناتی شده.

کانیهای تشکیل دهنده شامل اپیدوت بصورت بلورهای درشت پیستاتیت تا قطر ۳-۱

میلیمتر بمقدار ۵۰-۴۵ در صد حجم کلی سنگ بهمراه کربنات (کلسیت) نسبتاً فراوان (۳۰-۲۵ در صد) و کلریت و گاهی بلورهای بی شکل کوارتز و فلدسپات قلیائی است. قطر این بلورها ۰/۷-۱ میلیمتر است.

کانیهای ثانویه: اپیدوت، کربنات، سریسیت با کلریت و کانیهای رسی

کانیهای فرعی: کانیهای کدر، اکسید آهن و آپاتیت

شرح کامل پتروگرافی و نمای میکروسکپی این نمونه در پیوست گزارش می‌باشد.

۳-۶- کانسنگ آهن (توده معدنی)

کانسنگ آهن برنگ سیاه با جلای فلزی و با ترکیب کانی شناسی مینیت - همانیت و عدسی گونه در شش پیکره کوچک و بزرگ در همبر سنگهای کربناتی و کوارتز مونزونیت انباشته شده است (شکل ۹).

عدسی های یاد شده در اندازه های گوناگون بگونه ای تقریباً هم شیب بر روی سنگهای نفوذی و در زیر سنگهای دولومیتی جای گرفته اند. تمام شواهد صحرایی گواه آن است که این پیکره معدنی تقریباً همسان با سنگهای دولومیتی (از نظر بافت و ساخت) روند تبدیل و جانشینی آن ها را از رخساره ای کربناتی به رخساره ای منیتیتی نشان میدهد.

کمر پائین کانسنگ رخساره اسکارنی است که در پاره ای موارد دارای سطح تماسی گسیخته ودر مواردی ناگسیخته می باشد. چنین رخدادی نیز در پیوند با کمر بالای آن یعنی با سنگهای دولومیتی نیز وجود دارد. اگر چه باید گفت که بیشترین سطح تماس آن با سنگهای کربناتی گسیخته است چندین رخداد در خور توجه در این کانسنگ بروشنی نمایان است:

۱- وجود سطح تماس پرپیچ و تاب با سنگهای کربناتی بویژه در انتهای تراسه $T5$ در عدسی اصلی F (نمای ۸).

۲- انجام کامل پدیده جانشینی درسنگهای دولومیتی بدون اینکه ساخت بخشی سنگها از بین برود (نمای ۸) و چنین بنظر میرسد که آهن و دولومیت بالا میاسیون طریق بگونه تناوبی تکرار شده اند. نمونه $A11$ از این قسمت و بمنظور مطالعات میکروسکپی (منقطع صیقلی) برداشت شده که نتایج آن در صفحات بعدی ملاحظه میشود.

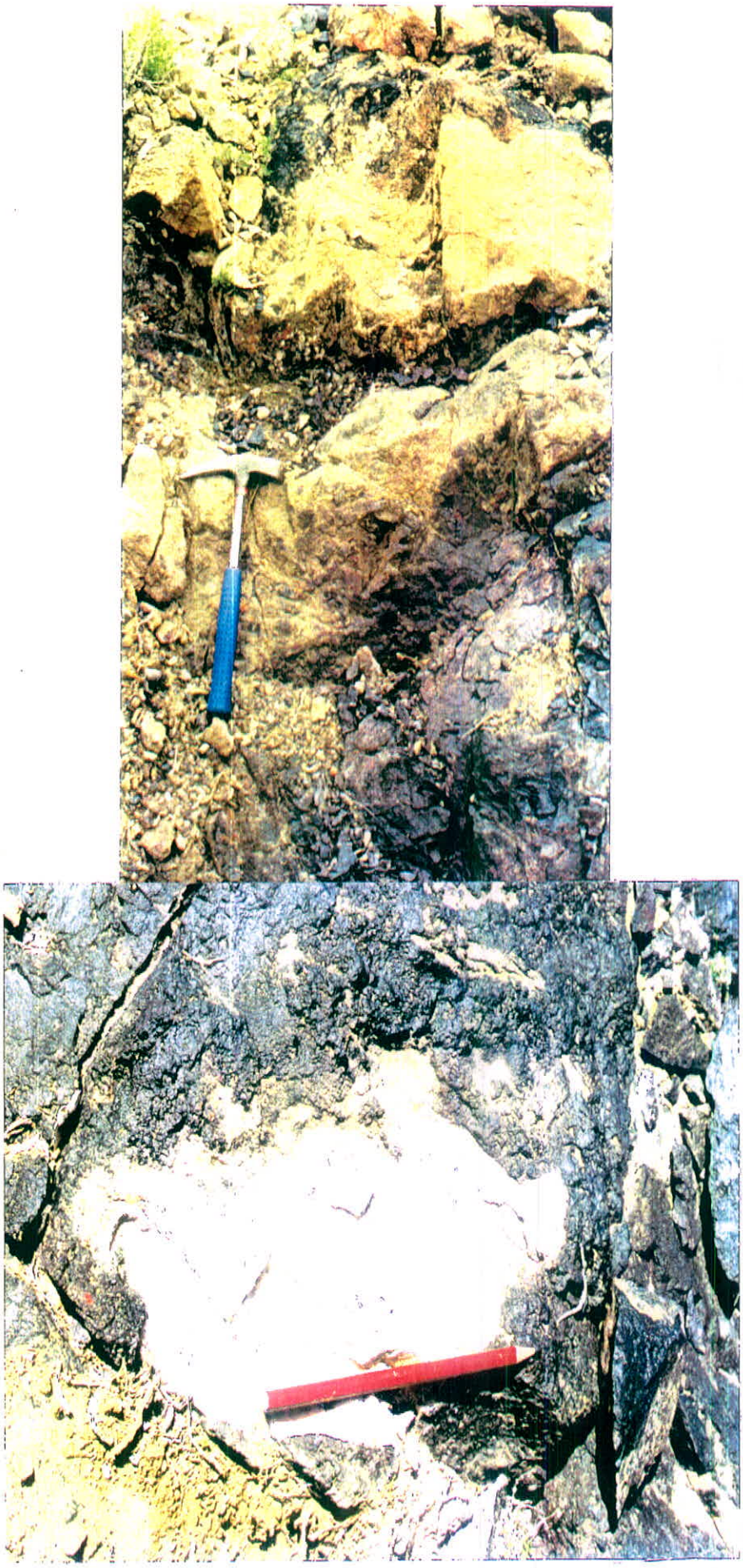
۳- وجود زنولیت گونه هایی از سنگهای دولومیتی تبلور یافته در اندازه های گوناگون در درون کانسنگ آهن (نماهای ۹ و ۱۰).

این پیکره های دولومیتی بگونه جزایری شناور در توده سیاهرنگ آهن حکایت ازانجام نگرفتن فرآیند جانشین در آنها می نماید. گاهی این جزایردر ابعاد بخشی از طبقات نمایان میشوند (عکس پائین نمای ۱۰) و این بگونه ای است که طبقات کلیه ویژگیهای بخشین خود را نگه داشته اند.

۳- در مکانهایی که سطح تماس ناگسیخته است سنگهای کربناتی به رنگهائی هم چون کرم، خاکستری روشن و سفید رنگ جلوه گر میشوند. در مواردی این تغییر رنگ بویژه وجود لکه‌های کرم تا قهوه ای روشن در نزدیکی سطح تماس احتمالاً حکایت از انجام فرآیند دولومیتی شدن در سنگ آهکهای دولومیتی نموده و سبب شده که بر میزان دولومیت موجود در سنگها افزوده گردد.

٤- وجود مقادیر ناچیزی از کالکوزین در کانسنگ آهن و در سطح تماس با درون سنگ‌هایی آمد فرآیندهای اکسیداسیون و کربناتیزاسیون بر این کانی سولفیدی مس، پدیدار شدن مالاکیت، کوپریت و مس طبیعی است که مالاکیت بصورت لکه هایی سبز رنگ

نمای ۹- وجود زئولیت گونه‌هائی آهنین نشده دولومیتی در کانسنگ آهن در عدسی F



نمای ۱۰- بخش‌هائی از یک افق دولومیتی که در آن فرآیند جانشینی انجام نپذیرفته‌است.

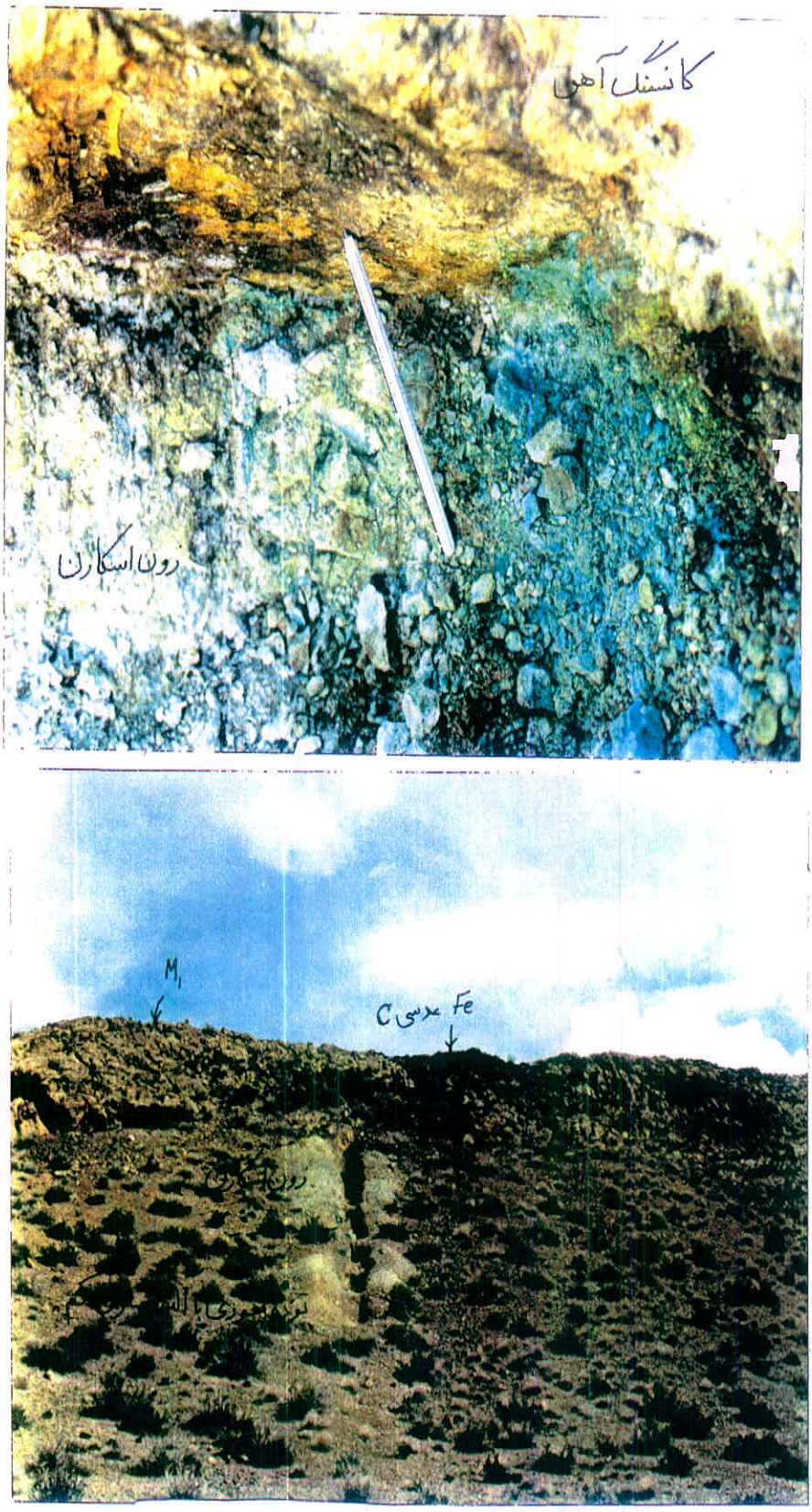
بر سطح سیاهرنگ کانسنگ آهن جلوه گر شده است. معمولاً میزان این کانیها در سطح تماس کانسنگ آهن با بخش نفوذی زیرین خود بیشتراست (نمای ۱۱).

بطور کلی کانسگ آهن بدو گونه زیر در این محدوده نمایان شده است.

۱- عدسی گونه: پیکره های اصلی کانسنگ آهن از این گونه هستند و بصورت عدسی های بزرگ و کوچک (عدسی های F,E,D,C,B,A) نمایان شده اند (نمای ۱۲ و ۱۳).

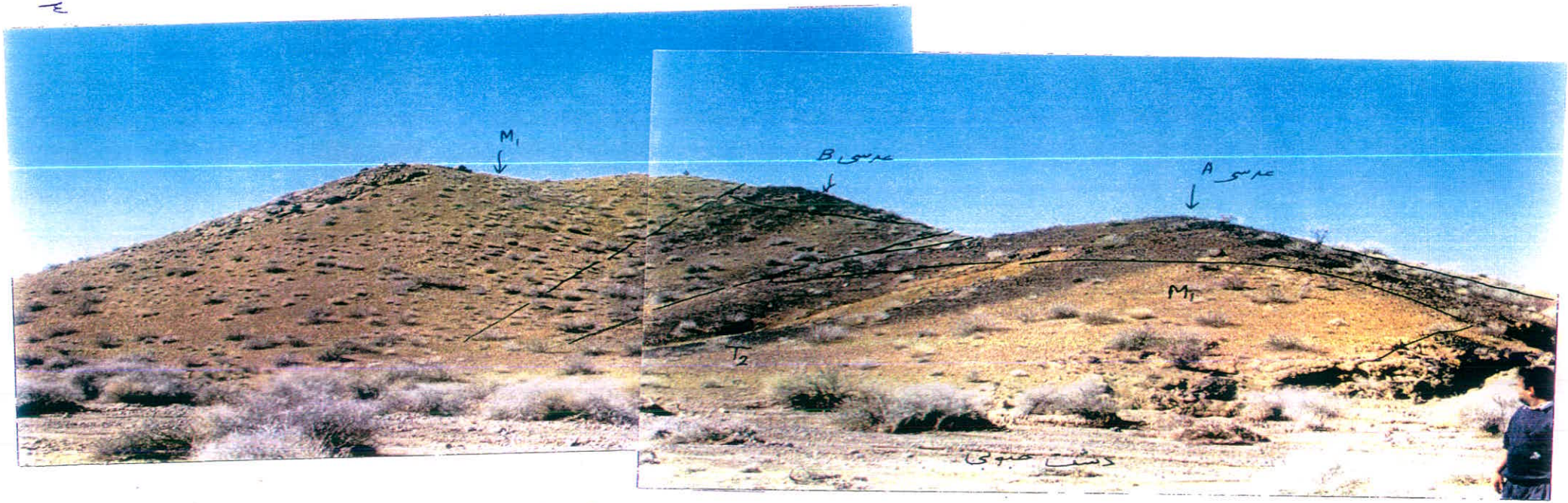
۲- رگه های آهن: گاهی محلولهای آهندار در امتداد گسیختگیها نفوذ و سبب اشباسته شدن اکسید آهن در امتداد این سطوح گسسته شده اند. ابعاد این رگه ها کوچک و ضخامت آنها از یک متر تجاوز نمیکند (نماهای ۱٤ و ۱۵). گفتنی است که گاهی این رگه ها بگونه عدسی‌های کوچکی در درون سنگهای کربناتی پدیدار میشود که در محل همبر با سنگهای دولومیتی، نوار سفید رنگ کربناتی پیکره کوچک آهنی را احاطه میکند. این عکسها مربوط به رخنمون کوچکی از دولومینهای قهوه ای رنگ است که بصورت تپه ای منفرد در میان آبرفتها (دشت شمال) سربر آورده است. این بیرون زدگی در نمای (۲) و در جلو عکس مشاهده میشود.

بطور کلی مجموعه ای از کانیهای مینیت، همانیت، دولومیت، کلسیت و کوارتز کانسنگ آهن را در این محدوده پدید آورده اند. فرآیند متاروماتیسم در نتیجه هجوم محلولهای آهندار اشتقاق یافته و از توده کوارتز مونزونیتی بر سنگهای دولومیتی انجام پذیرفته است. چنین بنظر می رسد که رخساره های کربناتی در جا و متاثر از محلولهای آهندار با منیتیت جانشین شده اند و این بگونه ای است که در بسیاری موارد و بروشنی کانسنگ آهن ویژگیهای ساخت و بافت نخستین سنگهای کربناتی را در درون خود



نمای ۱۱- بالا: اثر مالاکیت در زون اسکارنی زیر پیکرده کانسنگ آهن

پائین: پیوند اسکارن، عدسی آهن و سنگهای دولومیتی (M1)



نمای ۱۲ – نمائی از عدسی‌های B,A در دامنه جنوبی بلندی مورد اکتشاف

نمای ۱۳- نمای عمومی عدسی کانسنگ آهن F و پیوند آن با واحدهای دربرگیرنده

نمای ۱۴- رگه‌هائی از اکسید آهن در دولومیت‌های رخنمون منفرد در دشت شمالی

۸- گفتاری برچگونگی پیدایش کانسار آهن لجنه

در پیوند با مراحل گوناگون پیدایش این کانسار موارد زیر قابل توجه است ،

۸-۱ : دگرگون شدن سنگهای کربناتی کمر بالای کانسار

۸-۲: منبع پدید آورنده ماده معدنی

۸-۳ : ویژگیهای فیزیکوشیمیائی عامل پدید آورنده ماده معدنی و شرائط محیطی آن

۸-۲ : دگرگون شدن سنگهای کربناتی

بطور کلی سنگهای کربناتی و عمدتاً دولومیتی پرمین در پیدایش کانسار آهن جایگاه ویژه‌ای داشته‌اند، پی آمد نفوذ و همبر شدن این واحد با توده نفوذی کوارتز مونزونیتی فرآیند دگرگونی مجاورتی را منحمل و سنگها کاملاً تبلور یافته اند، جدول (۳) دمای توده های نفوذی گونه فلسیکی رابر پایه داده های وینکلر(۱۹۷۶) و ترنر(۱۹۸۱) نشان میدهد،

گونه توده نفوذی	دمای ماگما (سانتیگراد)	دمادر سطح تماس با سنگهای دربر گیرنده	منبع داده
گرانیتی	۷۰۰ -۸۰۰	۵۲۰ -۵۷۰	وینکلر (۱۹۷۶)
گرانودیوریتی	۸۰۰	۵۶۰-۶۸۵	ترنر(۱۹۸۱)
سینیتی	۹۰۰	۶۲۰	وینکلر(۱۹۷۶)

جدول (۲) دمای ماگماهای فلسیکی و میزان آن در سطح تماس با سنگهای در بر گیرنده

پی آمد فرآنیدهای دگرگونی همبری سنگهای دولومیتی و آهکهای دولومیتی بر حسب نزدیکی با جبهه حرارتی توده نفوذی دوباره تبلور یافته اند. میزان تبلور دوباره در پیوند با فاصله سنگهای کربناته با پیکره آذرین میباشد، بگونه ای که در همبر توده آذرین سنگها کاملاً تبلور یافته و از بافت نسبتاً همگنی برخوردار شده اند. پی آمدفرآیند دگرگونی همبری سنگهای دولومیتی از ناخالصی های موجود در خود(هم چون کربن) تهیه شده و از اینرو سنگهای تبلور یافته نسبت به سنگهای کربناتی با فاصله دورتردارای رنگی روشن و تقریباً سفید رنگ تر هستند(پارک ۱۹۷۶) این مسئله سبب شده که زمینه ای مناسب برای ایجاد سینه کاری جهت استخراج سنگهای تزئینی در واحد دولومیتی پدید آید.

معمولاً درمواردی که ماگمای نفوذی تنها از گازها و محلولهای گرمابی میباشند تنها پدیده تبلور دوباره انجام و در این راستا فرآیندهای مرمری شدن، هورنفلسی شدن صورت می گیرد. ولی زمانی که توده نفوذی با عناصر یاد شده همراه باشد ضمن پدیدار شدن فرآیندهای دگرسانی ممکن است با کانی‌سازی نیز همراه گردد.

۲-۸ منبع پدید آورنده ماده معدنی:

اگر چه پیدایش شماری از ذخایر منیتیتی را در چهار چوب پدیده نفوذی (*Shand, 1947, frietsch, 1978*) یا بگونه گدازه های منیتیتی (*Park, 1961*) ارزیابی نموده اند معهذا تقریباً تمامی پژوهشگران پیدایش ذخایر منیتیتی اسکارنی را در پیوند مستقیم بامحلولهائی که منشا ماگمائی دارند میدانند (*1964, Lamey 1961, Korzhinsky, 1960*)

Stanton 1972. Davidson, et. al. 1965, Stevenson et. al. Bawman, et. al. 1985, Smirinov 1976, Park, et. al. 1976, Le Bel, 1985, ...)

موارد زیادی از این باورها برمبنای پژوهشهای صحرائی، مطالعات کانی شناسی وسنگ شناسی و درمواردی این مطالعات بر پایه بررسی ادخالهای (انکلوزیون) مایع *(Le Bel 1985)* یا انکلوزیونهای مایع و ایزوتوپهای پایدار *(Meinert,et al,1981)* قرار گرفته است . شماری از پژوهشگران افزون بر محلولهای پس مانده ماگمائی *(Post Magmatic)* ورود مقادیر نسبتاً کمی از آبهای جوی نیز دراین محلولها ضروری دانسته اند- باومن وهمکاران (۱۹۸۵) این مقدار آب را کمتر از ده صد میدانند. سنگستر(۱۹۶۹) ضمن بررسی دخائر منیتیتی جانشینی در کلمبیادر پیوند با منبع تامین کننده آهن چهار نظر راعنوان میکند. چهارمین آنها باورایشان بر آن جای گرفته است .اینست که این ذخایر ازمحلولهای گرمابی اشتقاق یافته از پلوتونهای گرانیتی مجاور سنگهای آهکی پدید آمده اند. بنابراین با توجه به مشاهدات صحرائی و وجود عناصر عینی تقریباً تمامی باورها بر اینست که محلولهای کانسار از توده های نفوذی جای گرفته در مجاور سنگهای کربناتی اشتقاق یافته‌اند. وجود سنگهای پلوتونی دگرسان یافته کوارتزمونزونیتی موجود در لجنه که با سنگهای دولومیتی همبر شده اند از همین قانونمندی پیروی می نماید. از اینرو بارزترین منبع تولید کننده محلولهای در بر دارنده آهن در این محل توده نفوذی مونزونیتی است که در حال حاضر در مجاورت سنگهای کربناتی پرمین نمایان شده اند. این توده نفوذی در همبر با سنگهای کربناتی (با کانسنگ) زون اسکارنی را پدید آورده است که بصورت یک زون سبز رنگ کاملاً مشخص نمایان است. کلریت، اپیدوت، فلوگوپیت از عمده کانیهای اسکارنی موجود در این زون میباشد.

۳-۸- ویژگیهای فیزیکوشیمیائی عامل پدید آورنده ماده معدنی و شرایط محیطی آن

کانسنگی که امروز به گونه های مختلف همانیت یا منینیت یا مخلوطی از این دو کانی در مجاورت سنگهای کربناتی و آذرین جای گرفته اند چگونه بوده است ؟

آنچه که تا این مقطع زمانی ارائه شده است گویای این مطلب است که تمامی پژوهشگران نه تنهادر پیوند با ترکیب شیمیائی بلکه در رابطه با ویژگیهای فیزیکوشیمیائی محلولها و محیطی که کانسنگ در آن شرائط پدید آمده اند نه فقط اتفاق نظر نداردبلکه در شماری از موارد نظریه های گوناگونی ارائه داده اند.

تمامی این محققین بر این باورند که محلولهای گرمابی بگونه یک کمپلکس در بر دارنده کلرورها ، فلورورها ، بیکربناتها ، سولفاتها، سیلیکاتها ومقادیر متفاوتی از انواع فلزات میباشند. کیفیت شیمیائی محلولها(اسیدی ، قلیائی یا خنثی بودن) ، چگونگی وجود کانیهایا فلزات در این محلولها ، غلظت محلولها، دماو فشار محلولها، چگونه انباشته شدن ذخایر،مجموع فرآیندهای انجام پذیرنده در محلولها ،محیط های فیزیکوشیمیائی پیدایش گونه های مختلف کانیهای گرمابی ، میزان حلالیت فلزات با ترکیبات آنها در محلولها، چگونگی امتزاج یا عدم امتزاج وترکیبات موجود در محلولها، چگونگی عملکرد این محلولها و ترکیبات موجود در آنهابا سنگهای میزبان ودر بر گیرنده وشمار زیادی از موارد دیگر، عناوینی هستند که پژوهشگران زیادی در پیوند با آنها تحقیق و نوشتارهای زیادی ارائه داده اند ولی آنچه چکیده این نوشتار ها وپژوهشها بیان می نمایند عدم دستیابی از شناخت کافی از ویژگیهای فیزیکوشیمیائی محلولهای گرمابی و چگونگی رفتار آنها در محیط تشکیل کانسارها میباشد. اگرچه در راستای این پژوهشها، چه نظری وچه تجربی ، داده های بدست آمده اساس و پایه علم متالوژنی را پدید آورده اند و بررسی های آزمایشگاهی انجام گرفته در

چهار چوب های فرآیندهای ترمودینامیکی ویژه ومطالعه بر فاز دیاگرامهای گوناگون و پدید آوردن سیستم های خاص در شرائط فیزیکوشیمیائی ویژه نه تنها روند تکوین و تشکیل بسیاری از کانیها رادر سیستم های خاص معرفی نموده بلکه در پیوند با پیش بینی های لازم جهت اکتشاف بسیاری از مواد معدنی گامهای پرباری برداشته و الگوهای ویژه ای را ارائه داده‌اند. بدون تردید ذکر نام و نشان تمامی این پژوهشگران نه در حوصله این گزارش است و نه به سبب زیادی شمار آنها قابل ارائه. فزون بر آن چون این کار اکتشافی صرفاً بر ماده معدنی آهن « کانی منیتیت » میباشداز اینرو گفتار را در همین چهارچوب بسنده می کنیم.

همانگونه که اشاره شد منبع آهن، ترکیب شیمیائی عامل در بر دارنده آهن ودرپایان تغییر شرایط در پیوند با برجای گذاری منیتیت از عمده مواردی است که در تئوری تشکیل کانسارهای منیتیت گرمابی جایگاه ویژه ای دارند(*Holser,Schneer,1961*).

نتایج بدست آمده از پژوهشهای ترمودینامیکی باور بیشتر پژوهشگران را بر این اصل قرار داده که تشکیل منیتیت در ذخایر اسکارنی در پیوند با کلرورها و هیدروکسید آهن است که طی فرآیندهای گوناگون سبب برجای گذاری منیتیت میگردد.

(Zeis 1929, Butler 1927, 1923, Garrels 1952, Krauskopf 1957, Holser, Schneer 1961, Kalnin 1962, Stevenson, Jeffery 1964, Sangster 1969, Shand 1974, ...)

Butler (1923 1927) پیشنهادمیکند که آهن بر پایه فرآیندزیر اکسید میگردد.

$$3FeO + CO2 = Fe3O4 + CO$$

دی اکسید کربن در زمان نفوذ توده آذرین و انجام فرآیند جانشینی از سنگهای کربناتی آزاد میشود.

Zeis (1929) باور دارد که پیدایش منیتیت درناحیه کانمائی پی آمد فرآیند زیر میباشد.

$$Fe2Cl6 + FeCl2 + 4H2O = Fe3O4 + 8HCl$$

Shand (1947) بر اساس فرآیند اکسیداسیون بیان میکند که هیدروکسید فرو بگونه زیر به منیتیت تبدیل میشود:

$$3Fe(OH)2 = Fe3O4 + 2H2O + H2$$

Garrels (1952) بیان میکند که محلول کلرید فریک با کربنات کلسیم جامد، در ابتدا هیدروکسید فریک تشکیل ولی بلافاصله شکسته شده و به اکسید فریک تبدیل میگردد. انجام چنین فرآیند ی بین محلول کلروفرو وکلسیت نیز چنین میباشد.

Holser, Schneer (1961), ابعاد تشکیل منیتیت گرمابی رادر چهار چوب فرآیندهای ترمودینامیکی بگونه ای گسترده مورد توجه قرارداده و برپایه پدیدار شدن منیتیت (بگونه مصنوعی) که پی آمد انجام فرآیند بین محلولهای کلرید آهن اسیدی با کلسیت در دما و فشار بالا تشکیل می گردند مبنای پیدایش این کانی را بر پایه وجود کلرورها وهیدروکسید آهن و واکنش با یون H^+ بررسی کرده اند. این پژوهشگران با ایجاد فرآیندبین کلرورهای آهن وکلسیت در دمای ۳۲۰ درجه سانتیگراد و فشار ۱۱۰۰ بار بلورهای منیتیت را بوجود آورده اند.

Kalnin (1962) یونهای پچیده ای برای تشکیل منیتیت پیشنهاد میکند.

$$Na2(FeCl4) + 2Na(FeCl4) + 4CaCo3 \longrightarrow Fe3O4 + 4Cacl2 + 4NaCl + 4CO2$$

Stevenson,Jeffery (1964) در پیوند با کانسار منیتیت گونه اسکارنی در جزیره ونکوور کلمبیا باور هولزر وهمکار (۱۹۵۱) می پذیرند ولی نوع محلول در بر دارنده فلز رااز گونه محلول یونی *(Ionic Solution)* با حالتی کلوئیدال میدانندرحالیکه هولزر و همکار محلول را بصورت یک محلول حقیقی *(True Solution)* می دانند. استونسون و همکار بیان می‌دارند که آهن از یک محلول اسیدی و بصورت کلوئیدال در یک محلول یونی وبهنگام جانشینی

درسنگ آهک بصورت منیتیت نهشته شده است درحالیکه هولزر وهمکار سوسپانسیونهای کلوئیدی را باور ندارند.

Sangster (1969) پی آمد پژوهشهای صحرائی و آزمایشگاهی بر بیست دخیره منیتیتی گونه اسکارنی درکلمبیا، تقریباً همساز با نظریه هولزروهمکار (۱۹۶۱)بیان می دارد که:

این ذخایر منیتیتی گونه اسکارن از مجاورت سنگهای کربناتی با توده های پلوتونی دارای ترکیب حد واسط (تقریباً ازگابرو تا کوارتزمونزونیت) که دمای آنها بین ۸۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد بوده است پدید آمده اند. فرآیند پیدایش چنین بوده است: محلولهای اشتقاق یافته از توده های نفوذی که در بر دارنده کلرید آهن بوده اند با دمائی بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد در مجاورت با سنگهای آهکی خنثی و درمحل تماس سنگهای نفوذی با سنگهای کربناتی کانسنگ منیتیت انباشته شده است. مجموع شرائط بادشده همساز با عناصر موجود در کانسار آهن لجنه میباشد.

۱-۳-۸- دما و میزان فشار گازهای اکسیژن و گوگرد

در پیوند با میزان دما سه مورد قابل توجه است.

۱- دمای توده نفوذی

۲- دما در محل سطح تماس یا بواقع دمای فرآیندا سکارن زائی

۳- دمای تشکیل کانسنگ (منیتیت)

۱- دمای توده نفوذی: بجز درمواردی که گدازه های آتشفشانی در دسترس بوده است اندازه گیری مستقیم توده های نفوذی پلوتونی تا ممکن و در مواردی تنها با توجه به درجه تبلور

شماری از کانیها بعنوان دماسنج که طی فرآیندهای گوناگون در آزمایشگاهها بطورتجربی بدست آورده اند دمای ماگمای مذاب و تبلور آن را تخمین زده اند، اگرچه درمواردی تلاش بر این بوده است که ماگماها رابگونه تجربی تولید کنند. دمای گدازه های تازه درهاوائی بین ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری نموده اند(*Barth,1962*) و این در حالی است که دمای شماری از ماگماها در جدول (۲)نشان داده است .

۲- دما در محل سطح تماس (دمای اسکارنی شدن) : بدون تردید انجام فرآیند دگرسانی در دمائی پائین‌تراز دمای ماگما و تبلور آن انجام می پذیرد. از اینرو پیدایش کانی های اسکارنی در دماوفشاری کمتر ازشرایط حاکم بر ماگمای تولید کننده سنگهای نفوذی پدید می آیند. پروهشهای تجربی بسیاری که بر رخساره های گوناگون سنگهای دگرگونی انجام گرفته بسهولت طیف تغییر دما در محیط تشکیل اسکارن با بواقع در زون سطح تماس سنگهای نفوذی با سنگهای کربناتی قابل پیش بینی است.

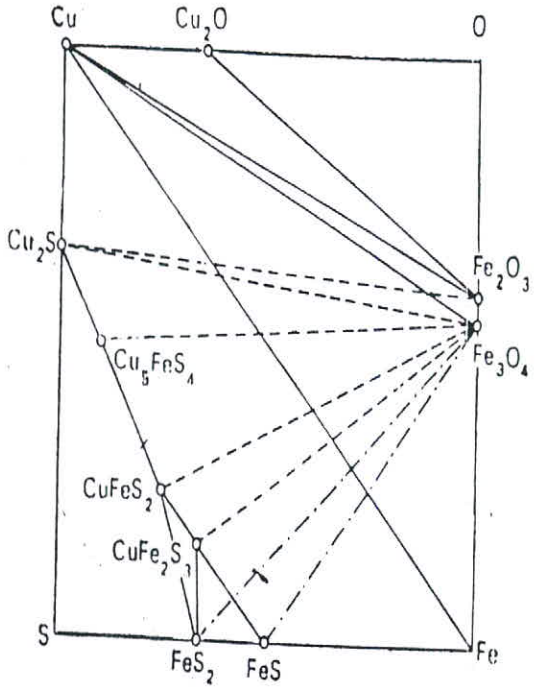
در این پیوند گونه های مختلف کانیهای پدید آوردنده زون اسکارن جایگاه ویژه‌ای دارند. مطالعات سنگ شناسی و *XRD* بیانگر وجود کانیهای کلریت، اپیدوت وفلوگوپیت بوده است که شماری از کانیهای ثانویه دیگر از جمله ابلیت، کلسیت، دولومیت، آپاتیت، آناناز،ژیپس و غیره آنها را همراهی میکنند. نه در مطالعات میکروسکپی (مقاطع نازک و صیقلی) و در نه مطالعه با *XRD* به وجود کانی گارنت اشاره نشده اگرچه در مشاهدات صحرائی حضور این کانی رابدرستی نمینوان معین نمود. کانیهای پدید آوردنده شماری از نمونه های (*A4,A5,A6,A8*) سنگهای اسکارنی در پیوست گزارش میباشد.

۳- دمای تشکیل کانسنگ منیتیتی؛ گدازه های منیتیتی - همانیتی همانند کانسارهای موجود در شمال شیلی که در سطح جریان یافته اند دمائی در حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد یا بیشتر برای آن ها تصور شده است . (*Park,1961*)

اما در این گونه ذخایر که فرآیند پیدایش بصورت جانشینی انجام پذیرفته ودرمجموع فرآیندهای ترمودینامیکی حاکم بر محیط متفاوت از نوع ذخایر جریانی است چهار چوب فیزیکوشیمیایی موجود برمحیط پیدایش کانسنگ بر پایه آزمایشهای تجربی و دیاگرامهای گوناگون که در سیستم های گوناگون ترمودینامیکی انجام پذیرفته معین و دمای تشکیل آنها بر آورد میگردد.

از آنجهت که کانسنگ منینیتی و دیگر کانیهای همراه معمولاً پس از تشکیل کانیهای اسکارن پدید می آیند لذا دمای پیدایش این گونه گانسنگ ها بمراتب کمرت ازدمای فرآیند اسکارنی شدن میباشد. سنگستر (۱۹۶۹) دمای توده های نفوذی درذخایر کلمبیا را حدود ۹۰۰- ۸۰۰ درجه سانتیگراد،دمای اسکارنی شدن را بین ۴۸۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و دمای تشکیل کانیهای سولفیدی همراه کانسنگ منینیت را ۵۵۰- ۴۰۰ درجه سانتیگراد معین نموده‌است. به سبب اینکه کانی منینیت پس از فرآیند اسکارن زائی وپیش از فرآیند سولفید زائی انجام پذیرفته دمائی معادل ۶۰۰- ۵۰۰ درجه سانتیگراد برای محلولهای منینیت زاپیش بینی نموده است . باید توجه نمود که کالکوزین معمولاً در دمائی حدود ۴۳۰ درجه سانتیگراد تشکیل میشوند.

در کانسار لجنه فزون بر کانیهای منینیت همانیت، مقادیر بسیار کمی ارکانی کالکوریت وجود دارد که عمدتاً در سطح تماس توده نفوذی با توده کانسنگ مشاهده میشود. بیشترین بخش از کانیها طی فرآیند های اکسید اسیون و کربنانیزاسیون به کوپریت، مس طبیعی ومالاکیت تبدیل شده اند. بنابراین نبود کانیهای سولفیدی (پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، کالکوزین، پیرونیت و غیره) پی آمد عدم فراوانی عناصر گوگرد و مس درمحیط میباشد. با توجه به کانیهای موجود مناسب ترین سیستم ترمودینامیکی در حور توجه برای این کانسار سیستم *Cu-Fe-S-O*(نقل از اسمیرنوف ۱۹۷۶) است که درپیوند با آن کانیهای



شکل (۷) سیستم ترمودینامیکی تشکیل کانیها در چهار چوب *Cu-Fe-S-O*

منینیت - همانیت و کالکوزین بعنوان یک مجموعه پدیدار شده است (شکل ۸).

بنختین (نقل از اسمیرنوف ۱۹۷۶) وهم چنین *Kullerud* (۱۹۵۷) سیستم *Fe-S-O* را در چهار چوب فرآیندهای ترمودینامیکی ارزیابی و درنتیجه کانیهای پدید آمده و دمای تبلور آنها را اندازه گیری نموده اند. در این سیستم مجموعه ای از کانیهای سولفیدی اکسیدی آهن در طیف دمائی بین ۵۶۰ تا ۷۴۳ درجه سانتیگراد پدیدار شده اند. پیریت، پیروتیت، منینیت و همانیت بعنوان کانیهای پدید آمده دراین سیستم مطرح میشوند که در هر دما این مجموعه کم و بیش تغییر می نمایند. همانگونه که مشاهدات صحرائی ومطالعه مقاطع صیقلی نمونه هائی از کانسنگ نشان میدهند بهمراه کانه های منینیت و همانیت مقادیر جزئی کانیهای مالاکیت، آزوریت، کوپریت و مس طبیعی یافت میشود که مقدار آنها کمتر از ۲ درصد

میباشد. کانیهای اخیر تماماً پی آمد فرآیند اکسیداسیون و کربناتیزاسیون بر کانی کالکوزین پدید آمده اند. مس طبیعی معمولاً بهمراه کوپریت ـ *(Cu2O)* در بخش بالائی زون اکسیداسیون واز کالکوزین پدید می آیند.

۲-۳-۸- میزان فشار اکسیژن و گوگرد در محلولهای کانی ساز:

از آن جهت که کانیهای سولفیدی هم چون پیریت پیروتین، کالکوپیریت، بورنیت در این کانسار یافت نمیشوند لذا میتوان بیان نمود که درصد گوگرد موجود در محلولهای سازنده کانسنگ بسیار ناچیز و بعنوان یک عامل شیمیائی در روند فرآیند های ترمودینامیکی درخور توجه نیستند. در پیوند با فشار اکسیژن موجود در گازها،بخارات ومحلولهای پدید آورنده کانسارها از جمله کانسارهای آهن شمار زیادی از پژوهشگران *(Garrels,1960,Krauskopf,1957,Holland,1957,Betekhtin,1953)* به تحقیق پرداخته اند.

بر پایه محاسبات و پژوهشهای انجام شده بوسیله این پژوهشگران عنوان شده که درهنگام تشکیل ذخایر منیتینی - هماتینی میزان اکسیژن موجود در محیط از مهمترین عوامل ونقش اصلی در پدید آوردن نوع کانی دارد. از اینرو است که کراسکوپف (۱۹۵۷) مقدار اکسیژن آزاد و بخارات، در بهترین حالت آن بوسیله فرآیند اکسیداسیون آهن معین می نماید. دراین راستا یک حد فوقانی و یک حد تحتانی برای میزان فشار اکسیژن تعریف می نمایند که روند تشکیل کانیهااز آهن فلزی - منیتیت تا هماتیت تغییر میکند:

حد پائینی فشار اکسیژن $3Fe + 2O3 \longrightarrow Fe3O4$

حد بالائی فشار اکسیژن $2Fe3O4 + \frac{1}{2} O2 \longrightarrow 3Fe2O3$

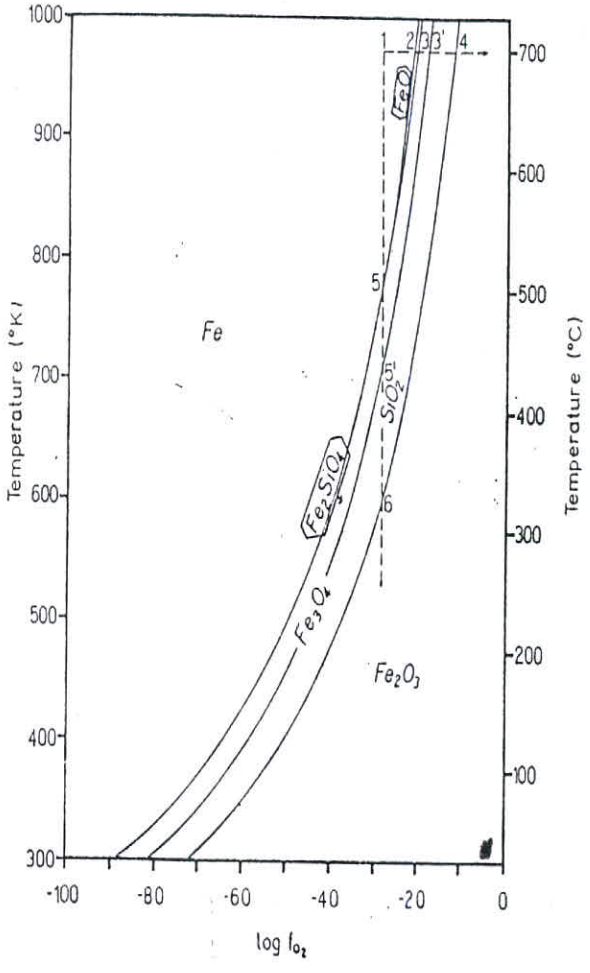
بر پایه فشار اکسیژن موجود در محیط وجود سیستم تعاونی بین ترکیبات مکانیزم پایداری یا ناپایداری آنها تغییر ودراین چهارچوب یک یا دو کانی در محیط پدیدار و با تغییر میزان اکسیژن از دو کانی موجود در محیط یکی ناپایدار ودیگری پایدارتر میگردد. هلند (۱۹۵۷) منحنی تجربی را در پیوند با حوزه پایداری اکسیدهای آهن ارائه نموده که ناحیه پیدایش منیتیت را دراینگونه کانسار ها معین می نماید(شکل ۸). بر اساس این منحنی حوزه تشکیل منیتیت در دمائی بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه محاسبه شده است . این دما مربوط به خود کانی منیتیت و بدون وجود هماتیتی و فلز آهن میباشد. میزان فشار اکسیژن در سیستم تعادلی در پیوند با منیتیت بین 10^{-16} تا 10^{-28} اتمسفر میباشد.

بر پایه پژوهشهای هلند (۱۹۵۹) وارائه شکل (۸) که مبین میزان پایداری آهن واکسیدهای آن در سیستم *Fe-O* میباشد چنین استنباط میشود که:

۱- تا نقطه یک آهن فلزی پایدار میباشد.

۲- با افزایش فشار اکسیژن درمحیط محدوده پایداری و زنیت *(FeO)* به نقطه ۲ میرسد و در این نقطه *Fe* با *FeO* درحال تعادل هستند.

۳- بین نقاط ۲و۳ وزنیت پایدار است . ولی با افزایش میزان فشار اکسیژن روند انجام فرآیندها بسوی تشکیل منیتیت *(Fe3O4)* پیش رفته ودر این نقطه *FeO* با *Fe3O4* درحال تعادل هستند ولی چنانچه مجدداً میزان فشار اکسیژن محیط افزایش یابد*FeO* موجود در محیط بصورت ناپایدار در آمده وتماماً به منیتیت تبدیل میشونداز اینرو بین نقاط ۳و٤ منیتیت کاملاً پایدار است . چنانچه مجدداً فشار اکسیژن افزایش یابد (در نقطه ٤) مقداری هماتیت پدیدار و در حال تعادل با منیتیت نمایان میشوند(وجود مجموعه منیتیت - هماتیت در بسیاری از کانسارهای اسکارنی ازجمله لجنه) . و در واقع این همان فرآیند مارتینیزاسیون است که انجام



شکل (۸) - منحنی پایداری آهن و اکسیدهای آهن در سیستم *Fe-O*

می‌پذیرد.

چنانچه دوباره مقدار فشار اکسیژن موجود در محیط افزایش یابد در این حالت تمامی مینیت بصورت ناپایدار در آمده وتمام ماده معدنی بصورت همانیت پایدارنمایان خواهد شد.

حال چنانچه بجای افزایش فشار اکسیژن موجود در محیط بگونه ای دمای محیط کاهش یابد،دراین حالت فلز آهن تا نقطه ۵ پایدار ودرصورت رسیدن سیستم به نقطه ۵ آهن بصورت ناپایدار در آمده وتقریباً با منیتیت بحال تعادل میرسند. تا دمای کمتر از ۵۵۰ درجه سانتیگراد FeO درپیوند با آهن ومنیتیت بصورت نا پایدار ودر محدوده نقاط ۵ و۶ منیتیت بعنوان یک اکسید آهن پایدار نمایان میشود. درنقطه ۶ منیتیت با همانیت در تعادل ودردمای پائین نقطه ۶ همانیت بعنوان یک اکسیژن آهن پایدار نمایان میشود.

دراین سیستم تنها اکسیژن و فلز آهن مطرح هستند ولی چنانچه عناصردیگری وجود داشته باشند وارد شبکه ساختمانی (کریستال مخلوط) کانیها میشوند(تیتانیم در منیتیت).

حال چنانچه این مکانیزم تجربی را در پیوندباذخیره آهن لجنه مورد مطالعه و بررسی قرار دهیم انجام فرآیندهای اکسیداسیون مشابه آنچه در شکل (۸) رخ میدهددراین ذخیره آهن جایگاه ویژه ای خواهدداشت. مجموعه کانیهای منیتیت - همانیت این ذخیره مبین وجود شرایط ترمودینامیکی حاکم بر نقطه ۶ میباشد.

۹- عوامل کنترل کننده کانسار آهن لجنه

از آنجهت که فرآیند کانی سازی بوسیله گازها، بخارات ومحلولهای گرمابی اشتقاق یافته از ماگمای نفوذی انجام پذیرفته از اینرو عناصر ساختاری (بافت وساخت سنگها)

موجود درسنگهای در برگیرنده وهمچنین ترکیب شیمیائی و کانی شناسی آنها وویژگیهای ترمودینامیکی موجود در محیط از مهمترین عوامل کنترل کننده در جای گیری کانسنگ بشمار می آیند. دراین راستا شماری از عوامل بعنوان عناصر فیزیکی وشماری بعنوان عناصر شیمیائی قابل توصیف میباشند.

۱-۹- عوامل فیزیکی

وجود دو رخساره گوناگون سنگی (آذرین و رسوبی) بعنوان سنگهای در بر گیرنده، با توجه به ویژگیهای متفاوت فیزیکی درجای گیری ماده معدنی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. درپیوند با این ویژگیها شمار زیادی از عناصر فیزیکی قابل توجه اند که بارزترین آنها عبارتند از:

نفوذ پذیری سنگهای کربناتی: میزان نفوذ پذیری سنگها در مهاجرت گازها ومحلولهای کانی ساز دارای نقش درخور توجهی میباشند- هر چه میزان نفوذپذیری درسنگها بیشتر باشد بالتبع حوزه مهاجرت محلولها گسترده تر خواهد شد.

از آنجهت که سنگهای در بر گیرنده قدیمتر کربناتی و عمدتاً سنگهای دولومینی میباشند بنابراین جایگاه این سنگها در انباشته نمودن کانسنگ مسئله درخور توجه است.

درمیان رخساره های کربناتی، سنگهای دولومینی و آهکهای دولومینی دارای تخلخل زیادتری نسبت به سنگهای آهکی خالص میباشند از اینرو میزان نفوذ پذیری این سنگها بمراتب بیش از سنگهای آهکی است وهمین امر اجازه حرکت و چرخش محلولهای کانی ساز را در درون خود آسانتر می نماید(پارک ۱۹۷۶). از اینرو بسیاری از زمین شناسان باور

دارند که سنگهای دولومیتی میزبانهای بسیار خوبی برای انباشته شدن مواد معدنی هستند (*Hayward,Triplett,1931*) ، بنابراین نقش سنگهای دولومیتی بویژه بافت و ساخت موجود در آنها بعنوان یکی از مهمترین عوامل فیزیکی در کنترل مواد معدنی از اهمیت ویژه ای برخوردار است .

۲- لایه بندی ،درزها ، شکستگیها و گسل ها: فضاهای خالی در عبور محلولها و گازهای کانیساز نقش عمده ای دارند ، از اینرو چینین عناصر ساختاری در مهاجرت محلولها و انجام فرآیند جانشینی در سنگهای دولومیتی نقش عمده ودرخور توجه ایفا می نمایند .

اگرچه ضخامت لایه های کربناتی زیاد میباشد معهذا وجود سطوح لایه بندی در چرخش گازهاو محلولها امری اجتناب ناپذیر است .

از نظر زمانی دو نوع گسل قابل شناسائی است : گسلهای قبل از کانی سازی و گسلهای بعداز کانی سازی . گسلهای قبل از کانی سازی بعنوان یک عنصر فیزیکی در مهاجرت و چرخش محلولهای کانی سازی جایگاه ویژه‌ای دارند . گسلهای پس از کانی سازی تنها در جابجائی توده معدنی وسنگهای در برگیرنده حائز اهمیت است . فرون بر چینه بندی سنگهای کربناتی ، سطح همبری توده نفوذی با سنگهای یاد شده از دیگر عواملی است که در حرکت گازها ومحلولها دارای نقش درتوجهی هستند .

بنابراین مجموع عناصر یاد شده بعنوان عواملی درحرکت و چرخش گازها ومحلولها وتوسعه دامنه فرآیند متازومانیسم جایگاه ویژه ای دارندکه هرکدام از قانونمندی ویژه‌ای پیروی میکنند .

۲-۹- عوامل شیمیائی

سنگهای کربناتی یکی از رخساره های سنگی است که نقش آن در انجام فرآیندهای متازوماتیسم مجاورتی و برجای گذاری کانسنگها از اهمیت ویژه ای برخوردار است ۰ در این میان دو عنصرقابل اشاره است ۰

۱- تفکیک وتمرکز آهن از مذابهای سیلیکاتی

۲- میزان حلالیت پذیری و خنثی نمودن محلولهای در بر دارنده آهن ۰

این دو عامل بعنوان دو ویژگی در سنگهای کربناتی مطرح میباشد(*Sangster,1969*)۰ واکنش زائی سنگهای کربناتی درمقابل محلولهای کانی ساز چنان اهمیتی داردکه اشاره شود سنگهای آهکی بیش از ۹۰ درصد ذخایر جانشینی را درناحیه بیوک نواوا را پدید آورده اند(پارک ۱۹۷۶)۰ گازها ومحلولهای آهندار اشتقاق یافته از توده نفوذی که بسوی نواحی کم فشار (سطح همبر با سنگهای کربناتی ، درزها و شکستگیها و گسلها ، سطوح لایه بندی و۰۰۰۰) مهاجرت می نمایند در مجاورت سنگهای کربناتی خنثی شده و درپایان این رخساره های سنگی اجازه ته نشینی کانسنگ را بصورت متینیت میدهند ۰هر چه مقدار اکسیژن موجود در محلول کمتر وبالعکس مقدار کربنات زیاد تر باشد پایداری متینیت بیشتر خواهد شد ۰

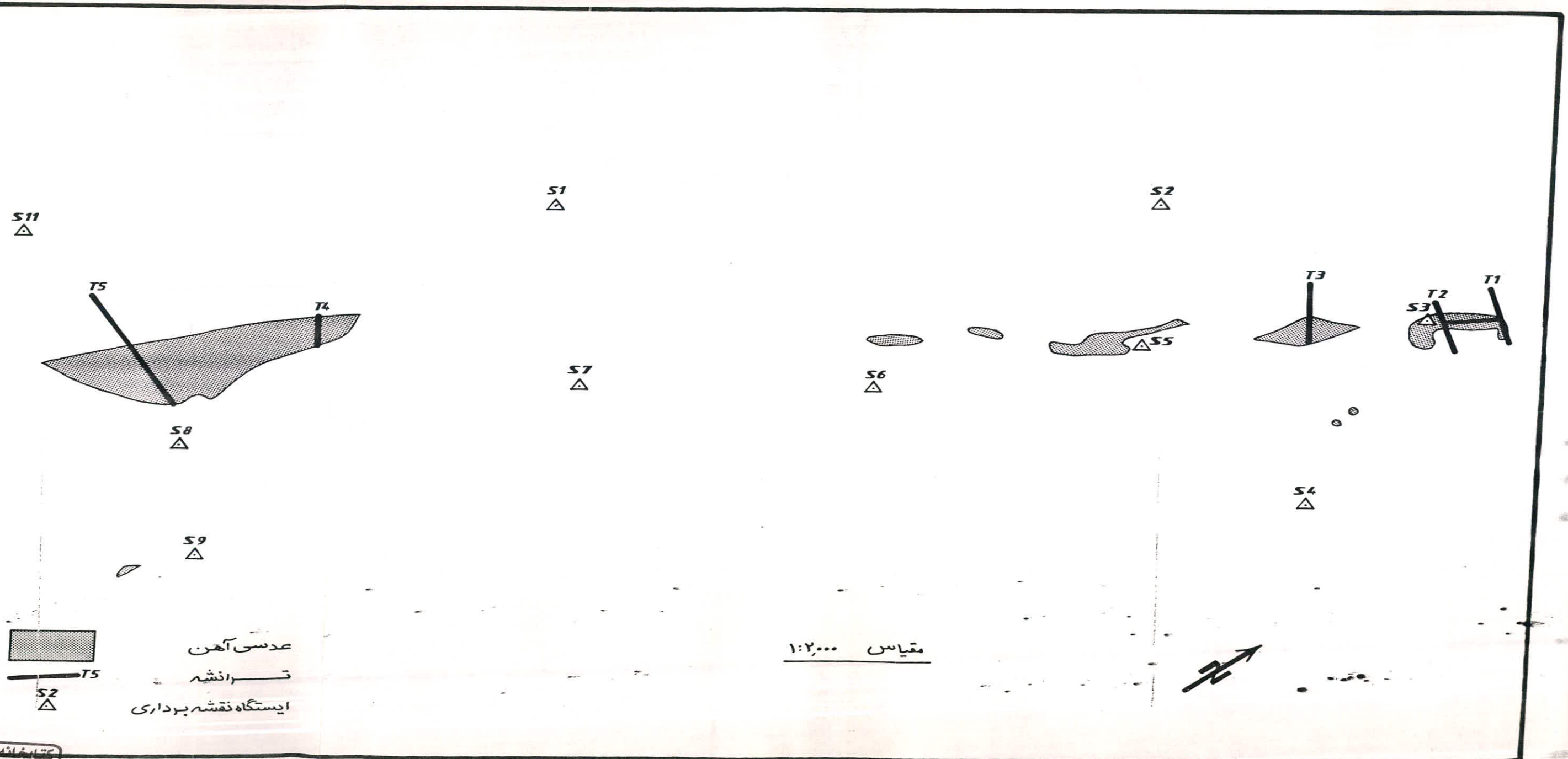
۱۰- شکل توده معدنی

همانگونه که اشاره شد پیکره کانسنگ آهن در همبر سنگهای کوارتز مونزونیتی با سنگهای کربناتی بگونه ای تقریباً هم شیب (بر روی سنگهای آذرین و در زیر واحد

کربناتی)جای گرفته است . فرآیندهای پیدایشی این کانسنگ گویای شکل آن خواهد بود و از آن جهت که باور بر انجام فرآیندهای جانشینی در سنگهای کربناتی است بنابراین بخش های زیرین این رخساره کربناتی در جا با اکسیدهای آهن جانشین گردیده اند ولی از آنجهت که رخدادهای تکتونیکی پس از کانی سازی بر این مجموعه اثر درخور توجهی داشته اند از اینرو درحال حاضر این واحد معدنی بصورت عدسی های گسیخته ای رخنمون دارند که دست کم شش عدسی جدا از هم قابل تشخیص است . ما دراین گزارش و بر پایه نقشه زمین شناسی فراهم آمده عدسی ها را ازسمت شمال خاور به جنوب باختر با نام عدسی های F,E,D,C,B,A معرفی کرده ایم که دراین میان عدسی F بعنوان بزرگترین عدسی(درجنوب باختر ودر مجاور سینه کار معدن سنگ) در جایگاه ویژه ای قرار گرفته است (شکل ۹)

شیب تمامی این عدسی ها به پیروی از سنگهای کربناتی به سمت جنوب خاور وبین ۴۰ تا ۶۰ درجه تغییر میکند . سطح تماس این عدسی ها عمدتاً گسیخته و با سنگهای کمر پائین وکمر بالای خود گسلیده (بجز در بخشی از عدسی F که در همبر سنگهای کربناتی - درانتهای ترانشه $T5$ جای گرفته است) میباشد .

آنچه در رخنمون این عدسی ها نمایان است گویای واحدی است که بر بالای سنگهای آذرین ودر زیر سنگهای کربناتی وهم روند(درتمامی جهات) با این واحد ها بویژه سنگهای کربناتی میباشند . و در این جا است که برای اثبات این تفکر بسوی داده های ژئوفیزیکی انجام گرفته رو می آوریم و تلاش مینمائیم تاشکل فضائی این کانسنگ رابگونه ای روشن تر ترسیم نمائیم .



شکل شماره ۹ عدسی‌های کانسنگ آهن

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۱۱- عملیات ژئوفیزیکی انجام گرفته بر محدوده اکتشافی

اگرچه مجموعه داده ها و پردازش های انجام گرفته در چهار چوب این عملیات در گزارشی مستقل ارائه خواهدشد معهذا جا دارد که دراین جا بگونه ای فشرده ، چکیده ای از این عملیات اکتشافی که بواقع مکمل کارهای اکتشافی انجام شده میباشد ارائه شود ، دراین مطالعات و بررسی ها روش های ژئوفیزیکی زیر بکار گرفته شده است .

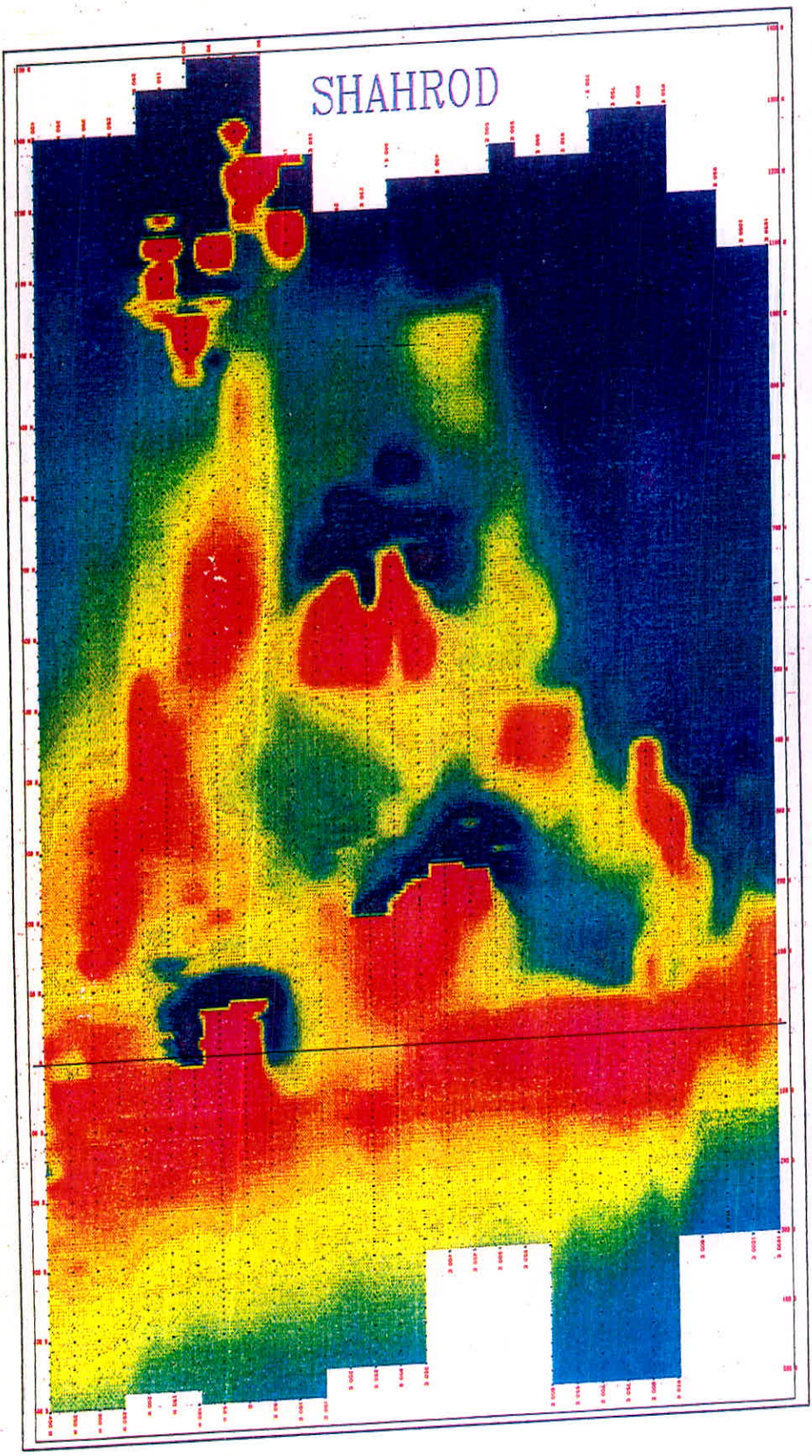
۱- روش منیتومتری که شدت کل میدان مغناطیسی و گرادیان قائم میدان رابرداشت می نماید(بیش از ۳۵۰۰ نقطه) .این عملیات در کل ناحیه جنوبی ،شمالی و دشت بین آنها انجام گرفته است .

۲- روش گراویمتری که بر پایه سنجش ثقل زمین در محدوده اکتشافی عمل میکنند(بیش از ۲۵۰ نقطه) .

۳- روش V.L.F که مولفه های الکتریکی ومغناطیسی میدان الکترومنیتیک را با استفاده از امواج با فرکانس کوتاه اندازه گیری می نماید (بیش از ۱۰۰ نقطه) .

اگرچه بر اساس شرح خدمات مندرج در قرار دادمیبایست عملیات منیتومتری تنها بر محدوده اکتشافی مورد قرار داد انجام پذیرد معهذا با عنایت بر آنچه در سر فصل ۲-۱-۳ بیان گردید دامنه مطالعات تا بخش شمالی این محدوده که خود در بر دارنده رخنمونهائی از کانسنگ آهن میباشد گسترش یافت .

شکل ۱۰- نقشه منیتومتری از ناحیه مورد اکتشاف را نشان میدهد . همانگونه که دراین نقشه ملاحظه میشود فزون بر رخنمونهای کانسنگ آهن چه در محدوده شمالی و چه در محدوده جنوبی (محدوده مورد اکتشاف) آنومالیهائی از آهن در زیر آبرفتهای دشت بین محدوده های یاد شده نشان داده شده است . از طرفی دامنه گسترش کانسنگ آهن در طرفین محدوده جنوبی مورداکتشاف تقریباًمحدودوازاین نظر گستردگی زیرسطحی را نشان



شکل (۱۰) - نقشه منیتومتری کل ناحیه اکتشافی لجنه

مقیاس ۱: ۱۰۰۰۰

نمای ۱۵- رگه‌ها و عدسی‌های کوچک اکسید آهن در دولومیت‌های رخنمون منفرد در دشت شمالی

نمیدهد. داده های ژئوفیزیکی هم شیب بودن پیکره کانسنگ را با سنگهای کربناتی تائید می نماید.

بدیهی است تجزیه و تحلیل، تعبیر و تفسیر نهائی در گزارش ژئوفیزیک که بگونه‌ای مستقل تهیه خواهد شد ارائه میشود.

۱۲- کیفیت ماده معدنی

جدول بدست آمده از تجزیه های شیمیائی بر روی نمونه های برداشت شده از ترانشه ها و هم چنین مطالعات مقاطع صیقلی و XRD مبین وجود کانیهای منیتیت، همانیت و کربنات و مقدار کمی گوتیت در این کانسنگ میباشد. مشاهدات صحرائی بروشی قطعات جزیره گون (هم چون زنولیت) دولومیتی درمیان کانسنگها نشان میدهد که ابعاد آنها از چندین ده سانیتمتر مربع تا حدود ۲ متر مربع تغییر میکند. بیشترین این قطعات در عدسی F ملاحظه میشود. جداول مربوط به ترانشه ها کیفیت این کانسنگها را بخوبی نشان میدهند. ضمناً باتوجه به‌تجزیه های شیمیائی انجام گرفته بر روی نمونه ها میانگین درصد کانیهای منیتیت، همانیت و دیگر کانیهای موجود در هر عدسی بشرح زیر میباشد. (جدول ٤).

عدسی	منیتیت	همانیت	دیگر کانیها
A	۳۰/٦۲	۵۵/۳٦	۱٤/۰۲
B	۲٦/٤۷	۵۰/٤۸	۲۳/۰۵
C	-	-	-
*D**	-	-	-
*E**	-	-	-
F	۳٤/۱۵	٤٦/۵۸	۱۹/۲۷

جدول (٤) میانگین درصد کانیهای آهن و غیره درعدسی ها

(٥) از عدسی *C* تنها نمونه ای بعنوان نمونه نماینده (به سبب کوچکی عدسی) برداشت شده که نتیجه آن در جدول پیوست میباشد ضمناً از عدسی های *D* و *E* نیز به سبب همسانی نمونه ای گرفته نشده است .

ترانشه *T1*

از این ترانشه (با طول ۳۰ متر) ٦ نمونه برداشت شده که ترکیب شیمیائی آنها بقرار زیر میباشد

(جدوال ۵و٦) .

ضمناً مقادیر درصد منیتیت و همانیت و سایر کانیهای موجود در این نمونه در جدول (۱۷)

ملاحظه میشود.

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T1-1	۱/۵۹	۷٤/۵۷	۱٤/۵	۱/۷۵	۳/٤٦	۱/۳۹
T1-2	۱/۸۵	۷۸/۳٤	۱۰/۲	۱/۷۳	۳/۳۹	۲/٤۷
T1-3	۱/۷۹	۷۸/۲۸	۸/٦۸	۲/٦۷	۲/۷۷	۲/۷٦
T1-4	۳/٤۷	۷۱/۷۹	۹/٤	۳/۳۷	٤/٤۳	٤/۸۷
T1-5	۳/٦۸	۷۸/۲٦	۸/۰۹	۱/۱۲	٤/۵٦	۲/۱۵
T1-6	۳/٤۳	۷۰/٤۸	٦/۵٤	۵/۰۳	۵/۵۹	٦/۸۳

جدول (۵) ترکیب شیمیائی نمونه های ترانشه T1 (عدسی A)

هر سه نمونه بالا (۱و۲و۳) و (٤و۵و٦) به نسبت مساوی با هم مخلوط و نمونه ای متوسط جهت اندازه گیری سایر اکسیدهاتهیه شده که مقادیر این اکسیدهاو عناصر درجداول (٦و۱٦) ارائه شده است .

شماره نمونه	TiO2	SO3	P2O5	MnO	PPm
					Cr
M1	۰/۰٦	۰/۰٤	۰/۳٤	۰/۲۸	٦٤
M2	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۲۳	۰/۱۸	۸۸

جدول (٦) سایر اکسیدها در نمونه هائی از ترانشه T1 عدسی A

آزمایش XRD انجام گرفته بر روی نمونه T1-1 مبین وجود کانیهای منیتیت ، هماتیت ، گوتیت ،دولومیت و کلریت در این نمونه میباشد ویژگیهای زمین شناسی این ترانشه در پیوست گزارش میباشد.

ترانشه T2

مجموعاً دو نمونه در طول این ترانشه (۱۱متر) برداشت شده که نمونه یک در طول ۵ متر و نمونه دوم در طول ٦ متر گرفته شده است . نتایج این نمونه ها بقرار زیر میباشد(جدول ۷) مقدار درصد منیتیت ، هماتیت و سایر کانیهای موجود در این نمونه ها در جدول (۱۷) نشان داده شده است . ضمناً ویژگیهای زمین شناسی و معدنی این ترانشه در پیوست گزارش است .

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T2-1	۲/۷۰	۷۹/۳٦	۷/٦۱	۱/۸٤	۳/۵۵	۲/۵٦
T2-1	۱/۷۵	۸۳/۳۱	۸/۵۳	۰/٤۱	۲/۷۹	۰/۸٤

جدول (۷) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده از ترانشه T2 عدسی A

M3 متوسط مخلوطی از دو نمونه فوق الذکر میباشد که مقادیر اکسیدهای دیگر آن عبارتند از (جدول ۸).

PPm	درصد				
شماره نمونه	TiO2	SO3	P2O5	MnO	Cr
M3	۰/۱٤	۰/۰۲	۰/۳۷	۰/۱۸	۸٤

جدول (۸) سایر اکسیدها در نمونه های ترانشه T2 عدسی A

گفتنی است که ترانشه *T2,T1* بصورت عمود بر هم درعدسی *A* حفر شده اند. ضمناً مقادیر کانیهای منینیت ، همانیت و دیگر کانیهای موجود در نمونه های فوق الذکر در جدول (۱۷) ارائه شده است

ترانشه *T3*

طول این ترانشه حدود ٤١/٥ متر است. ضخامت ظاهر شدهعدسی آهن در این ترانشه به حدود ١٦ متر میرسد. چهار نمونه از این ترانشه گرفته شده که نتایج آن بقرار زیر میباشد(جدول ۹) ضمناً مقدار درصد کانیهای منینیت ،همانیت و دیگر کانیهای موجود در هر نمونه در جدول (۱۷) ارائه شده است .

شماره نمونه	*SiO2*	*Fe2O3*	*FeO*	*CaO*	*MgO*	*L.O.I*
T3-1	۳/۰۱	۷۰/۵۹	۱۱/۹	٤/۱۸	٤/۳۷	۳/۹۲
T3-2	۱/۱۵	۷۲/۵۲	۷/۰۳	٤/٦۰	۵/۷۸	۷/۳۲
T3-3	۱/۹۱	۵٦/۱٤	۲/۹٦	۱۱/۷۹	۷/۸۹	۱۷/۰۲
T3-4	۱/۹٦	۷٦/۷۹	۹/۱۹	۱/۳۸	٤/٤۵	۲/۱۳

جدول (۹) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده *T3* عدسی *B*

نمونه *M4* حاصل مخلوط متوسطی از نمونه های این ترانشه است که مقادیر اکسیدهای آن در جدول (۱۰) نشان داده شده است .

PPm	درصد				
Cr	Mno	P2O5	SO3	TiO2	شماره نمونه
٧٢	٠/٣٥	٠/٢٩	٠/٠١	٠/٠٧	M4

جدول (١٠) سایر اکسیدها در نمونه های متوسط از ترانشه T3، عدسی B

این ترانشه عمود بر عدسی B حفر شده است . مشخصات عمومی این ترانشه در پیوست گزار است از عدسی C نمونه ای برداشت شده که نتیجه تجزیه شیمیائی آن بقرار زیر است (جدول ١١)

L.O.I	MgO	CaO	FeO	Fe2O3	SiO2	عدسی
٣/١٢	١/٨٨	١/٤٧	٥/٠٥	٨٥/١٦	٢/٠٤	C

جدول (١١) ترکیب شیمیائی نمونه گرفته شده از عدسی C

عدسی C - دارای ٢٥ متر طول و پهنای متوسط آن نیز در حدود ٥ ـ ٤ متر است .

عدسی D - دارای ١٠ متر طول وحدود ٣ متر ضخامت ظاهری دارد .

عدسی E - دارای ٢٥ متر طول و حدود ٣ متر ضخامت ظاهری دارد .

ازدو عدسی E,D نمونه ای برداشت نشده است .

ترانشه T4

این ترانشه به طول ٢٢ متر در عدسی اصلی (عدسی F) حفر شده و جمعاً ٤ نمونه برداشت شده است ضخامت ظاهری توده آهن درامنداد این ترانشه حدود ٢٢ متر است . ترکیب

شیمیائی نمونه های گرفته شده در جدول (۱۲) نشان داده شده است .

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T4-1	۳/۱۲	۷۰/۶۷	۷/۳۸	٤/۱۰	٤/۷۹	٦/٥٤
T4-2	۲/۳۳	٦۷/۸۹	۸/۹۷	۳/۷٦	٦/۳۹	۷/۰۱
T4-3	۲/٦۳	۷۰/٥۲	۱۰/٥۳	۲/٥۹	٥/۰٦	٤/٦۱
T4-4	۲/۱۸	۷٦/۲۱	۱۰/۳٥	۲/۰٥	۳/۷۰	۲/٥۸

جدول (۱۲) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده از ترانشه T4 عدسی F

نمونه M5 مخلوط متوسطی است از چهار نمونه فوق الذکر است که سایر اکسیدهای موجود در آن در جدول (۱۳) ارائه شده است .

شماره نمونه	درصد				PPm
	TiO2	SO3	P2O5	Mno	Cr
M5	۰/۰٤	۰/۱۱	۰/۳۷	۰/۲٦	٤٥

جدول (۱۳) سایر اکسیدهادر نمونه M5 از ترانشه T4 عدسی F

ضمناً مقدار درصد کانیهای منیتیت ، هماتیت و دیگر کانیهای موجود در این نمونه ها در جدول (۱۷) ارائه شده است .

ترانشه T5

این ترانشه در پهن ترین قسمت عدسی اصلی (F) حفر شده و جمعاً ۷ نمونه از آن برداشت شده است. ضخامت ظاهری این عدسی (طول ترانشه) حدود ۳۲ متر است که طول نمونه‌برداری برای هر نمونه ۵ متر و طول نمونه برداری T5-7 حدود ۲ متر است. ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده در جدول (۱٤) و مقادیر سایر اکسیدهای موجود در نمونه متوسط در جدول (۱۵) نشان داده شده است. ضمناً مقادیر درصد کانیهای مینیت همانیت و دیگر کانیها (کلسیت ،دولومیت ، کلریت و ...) دراین نمونه ها در جدول (۱۷) ارائه شده است.

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T5-1	۱/۷۳	۷۱/۲۱	۷/۰۱	٤/۷۵	٤/۹٦	۷/٦۷
T5-2	۱/۲٦	۷۰/٤۸	۹/٤۵	۲/۵۵	٦/۵۵	٦/۳٤
T5-3	۱/۲۱	٦۸/۲۸	۱۱/۷	۳/۸۲	۵/٦٤	۲/۸۹
T5-4	۲/۰۹	٦٦/۷۰	۹/۹٤	٤/۲٦	۵/۹٦	۷/۰۸
T5-5	۲/٤۱	٦۵/۰۳	۱٤/٤	۳/۲۵	۵/۵۳	۵/۰۲
T5-6	۱/۱۸	۷٤/۰٤	۱۳/۲	۲/۳۸	٤/٤۳	۲/۷۱
T5-7	۱/۵۲	۷٤/۲۸	۹/۸۸	۲/٦٤	٤/۷٤	۳/۷۱

جدول (۱٤) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده از ترانشه T5 عدسی F

از مخلوط سه نمونه اول نمونه ای متوسط (M6) و از مخلوط چهار نمونه دوم نمونه متوسط (M7) دیگری تهیه شده که میزان دیگر اکسیدهای موجود در آنها بقرار زیر است (جدول ۱۵)

PPm	درصد				
Cr	Mno	P2O5	SO3	TiO2	شماره نمونه
۳۰	۰/٤٥	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۸	M6
۵۰	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۰٤	۰/۰۵	M7

جدول (۱۵) - سایر اکسیدها در نمونه متوسط از ترانشه T5 عدسی F

گفتنی است که این ترانشه نیز در عدسی F حفر شده است ۰ درصد کانیهای مینیت ، همانیت و دیگر کانیهای موجود در نمونه ها در جدول ۱۷ ارائه شده است ۰

از میان نمونه های مخلوط شده دو نمونه M1 (عدسی A) و M6 (عدسی F) انتخاب و مورد آزمایش اسپکترومتری قرار گرفته که نتایج آن بقرار زیر میباشد(جدول ۱۶)۰

M6	ppm	M1	عناصر
٢٧١١		٢٢٦	Zn
١٨٨		٩٣	Co
٢١		٤٨	Pb
٤٧		٥٤	Ni
٢٦		٥٢	Cu
٩		١١	W
٤		١٩	As
٢		٣	Rb
١٩٧		٥٢	Sr
٨		٩	Y
٤		٦	Nb
٤		٨	Mo
٤		١٠	Sb
١		١	Bi
١٥		٣	Zr

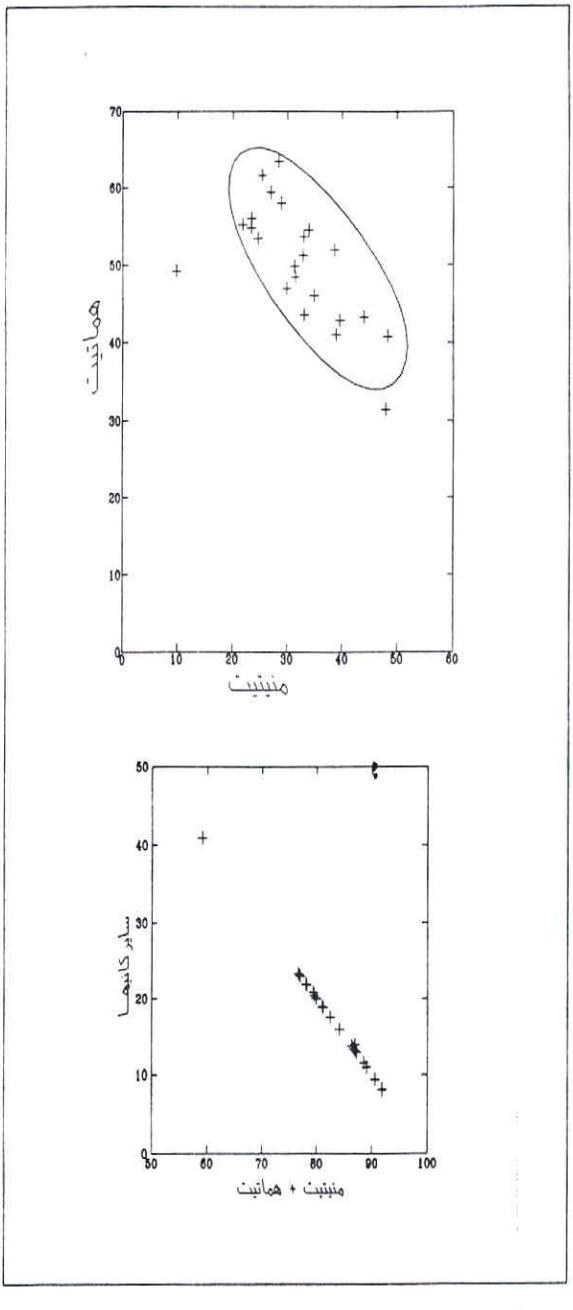
جدول (١٦) عناصر کمیاب در کانسنگ آهن

شماره نمونه	منیتیت	هماتیت	دیگر کانیها
T1-1	٤٨/٢٨٥	٤٠/٧٧١	١٠/٩٤٤
T1-2	٣٣/٩٦٦	٥٤/٥٦٤	١١/٤٧٠
T1-3	٢٨/٩٠٤	٥٨/٠٤٧	١٣/١١٩
T1-4	٣١/٣٠٢	٤٩/٨٩٧	١٨/٨١٩
T1-5	٢٦/٩٤٠	٥٩/٤٠٢	١٣/٦٥٨
T1-6	٢١/٧٧٨	٥٥/٢٣٥	٢٢/٩٨٧
T2-1	٢٥/٣٤١	٦١/٦٢١	١٣/٠٣٨
T2-2	٢٨/٤٠٥	٦٣/٤٢٧	٨/١٦٨
T3-1	٣٩/٦٢٧	٤٢/٨٥١	١٧/٢٢
T3-2	٢٣/٤١٠	٥٦/١٣٣	٢٠/٤٥٧
T3-3	٩/٨٥٧	٤٩/٢٤٠	٤٠/٩٠٣
T3-4	٣٣	٥٣/٦٩٠	١٣/٣١٠
T4-1	٢٤/٥٧٥	٥٣/٤٦٧	٢١/٩٥٧
T4-2	٢٩/٨٧٠	٤٦/٩٨١	٢٣/١٤٩
T4-3	٣٤/٩٦٥	٤٦/٠٦٤	١٨/٩٩١
T4-4	٣٨/٦٣٢	٥١/٩٦٨	٩/٤٠٠
T5-1	٢٣/٣٤٢	٥٤/٨٧٠	٢١/٧٨٧
T5-2	٣١/٤٦٨	٤٨/٤٥٢	٢٠/٠٨٠
T5-3	٣٨/٩٦١	٤١/٠٠٧	٢٠/٠٣٢
T5-4	٣٢/١٠٠	٤٣/٥٣٠	٢٣/٣٧٠
T5-5	٤٧/٩٥٢	٣١/٤٦٤	٢٠/٨٥٤
T5-6	٤٣/٩٥٦	٤٣/٢٧١	١٢/٧٧٣
T5-7	٣٢/٩٠٠	٥١/٢٥٠	١٥/٨٥٠

جدول ١٧درصد کانیهای منیتیت ،هماتیت و دیگر کانیها در نمونه های برداشت شده

گفتنی است که دولومیت، کلسیت، گونیت، کمی کلریت ومالاکیت از عمده کانیهایی است که کانسنگ را همراهی میکنند.

شکل (۱۱) منحنی های تغییرات کانیهای مینیت و همانیت و هم چنین مجموع کانیهای همانیتی - مینیتیت را نسبت به سایر کانیهای موجود در کانسنگ نمایش میدهند. همانگونه که این منحنی ها نشان میدهند پیوندی بر عکس بین میزان کانیهای بادشده وجوددارد. هرچه بر مقدار همانیت (بر حسب شدت ماربنیزاسیون) افزوده شود ازمقدار مینیتیت کاسته میگردد، از طرفی با اضافه شدن مقدار ناخالصی ها، مقدار مجموع کانیهای آهن کاهش می یابد.



شکل (۱۱)- منحنی های تغییرات مقدار کانیها در کانسنگ آهن

۱۳- میزان ذخیره کانسنگ آهن در محدوده مورد اکتشاف

اگرچه بر پایه داده های زمین شناسی و ژئوفیزیکی کانسنگ آهن نه تنها در بخش های دیگر این ناحیه چه در سطح و چه در عمق خود را نشان داده است معهذا اساس محاسبه ذخیره تنها در محدوده برداشت نقشه متمرکز و در این مرحله بناچار (به سبب نبود اطلاعات کافی از جمله نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی - معدنی) از منظور نمودن دیگر رخنمونها (بخش شمالی) صرفنظر می نمائیم.

۱-۱۳- وزن مخصوص کانسنگ آهن

بمنظور بدست آوردن این ویژگی فیزیکی هشت قطعه نسبتاً کوچک از نقاط مختلف عدسی ها (عمدتاً در عدسی F) تهیه و از طریق مستقیم آزمایشگاهی وزن مخصوص متوسط این کانسنگ اندازه گیری شده است.

وزن مخصوص منیتیت حدود ۵/۱۸ و از آن همانیت حدود ۵/۲۶ است. ارقام بدست آمده از اندازه گیری های انجام شده عبارتنداز : ٤/٧ ، ٣/٤ ، ٤/٦٣ ، ٣/٥ ، ٤/٧ ، ٤ ، ٤/٣ ، ٤/٨. بنابراین با توجه باین اعداد وزن مخصوص متوسط کانسنگ ٤/٣ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد و پائین بودن این عدد متوسط نسبت به اوزان مخصوص منیت و همانیت گویای وجود دیگر کانیهای با وزن مخصوص کم می باشد شواهد صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی گویای وجود کانیهای کربناتی در این کانسنگ می باشد.

۲-۱۳- محاسبه میزان ذخیره آهن

با توجه به مجموعه داده های بدست آمده زمین شناسی و ژئوفیزیکی در این کانسار محاسبه دو گونه ذخیره در خور توجه خواهد بود:

۱- ذخیره قطعی کانسار که بر پایه داده های زمین شناسی و معدنی، نقشه های تهیه شده و مطالعات صحرائی محاسبه شده است.

۲ - ذخیره ممکن کمر بالای این واحد معدنی از سنگهای کربناتی تشکیل شده و این واحد سنگی بگونه یک پوشش بر روی کانسنگ آهن جای گرفته است.

چون در حال حاضر هیچگونه عملیات حفاری عمقی انجام نگرفته و اطلاعات موجود صرفاً بر پایه داده های ژئوفیزیکی است از اینرو بر مبنای تحلیلهای ژئوفیزیکی این محاسبه در چهارچوب ذخیره ممکن ارائه خواهد شد.

۱-۲-۱۳- ذخیره قطعی:

با توجه به مجموعه داده های موجود اعم از نقشه های توپوگرافی زمین شناسی و مشاهدات صحرائی، شش عدسی در این کانسار نمایان شده است که ابعاد مفید و معین آنها (با توجه به شکل تقریباً صفحه‌ای) و میزان ذخیره قطعی آن در جدول (۱۸) ارائه شده است. شکل (۹) نمای ساده شدهٔ عدسی های موجود در این کانسار را نشان می دهد. گفتنی است که محاسبه میزان ذخیره عدسی A تا E بطور مستقیم و باندازه گیریهای صحرائی و ار آن F بطور غیر مستقیم و با ترسیم مقاطع انجام گرفته است. دراین روش با استفاده از

فرمـــــــول $V = \frac{L}{3}(S1 + S2 + \sqrt{S1S2})$ و $Q = v.d$ میزان ذخیره عدسی یاد شده اندازه گیری شده است.

عدسی	طول مفید متر	عرض مفید متر	ضخامت متوسط متر	وزن مخصوص متوسط گرم بر سانتیمتر مکعب	میزان ذخیره تن
A	۳۰	۱۵	۵	٤/۳	۱۱٦۱۰
B	٤۰	۱۵	۸	۰	۲۰٦٤۰
C	۲٦	۱۰	۷	۰	۷۸۲٦
D	۱۰	۱۰	۳	۰	۱۲۹۰
E	۲۵	۱۰	۳	۰	۳۲۲۵
F	۱۵۰	۲۰	۲۵	۰	۳۲۲۵۰۰
ذخیره قطعی کانسار					۳٦۷۰۹۱

جدول (۱۸) : ابعاد و ذخیره قطعی کانسار آهن لحه

۲-۲-۱۳- ذخیره ممکن

همانگونه که اشاره شد ذخیره قطعی کانسار صرفاً بر پایه ابعاد رخنمون یافته عدسی ها آهن و تقریباً آنچه در سطح دیده می شود اندازه گیری و محاسبه شده است. داده های زمین شناسی حکایت از استمرار این عدسی ها در عمق و درجهت جنوب خاور (در زیر سنگهای کربناتی) می نماید. داده های ژئوفیزیکی نیز گویای این واقعیت است و همانگونه که در

گزارش ژئوفیزیک مربوط به این کانسار و چکیده آن در این گزارش آمده است عدسی های آهن هم جهت با لایه بندی و در راستای شیب طبقات گسترش یافته است. بنابر این اگر پائین ترین نقطه ارتفاع دشت مجاور کانسار را بعنوان سطح پایه (در این مرحله محاسباتی بعنوان پائین ترین سطح قابل استخراج) مورد توجه قرار دهیم و بر پایه ارتفاع این سطح (۱٤۰۰ متر) میزان ذخیره ممکن را با روش مقطعی اندازه گیری و محاسبه نمائیم ذخیره ای در حدود ۱۱٦٥٦۰۰ تن بعنوان «ذخیره ممکن» برای این کانسار قابل ارائه است. گفتنی است که در این محاسبات میزان ذخیره عدسی های A تا E (به سبب کوچکی ابعاد و وضعیت مورفولوژی) همان اعداد ذخیره قطعی در نظر گرفته شده و در این رابطه تنها عدسی F که بعنوان بزرگترین عدسی و عدسی اصلی در این کانسار مطرح می باشد در محاسبات منظور شده است.

۱۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

کانسنگ آهن لجنه از گونه اسکارنی با کانیهای منیتیت - هماتیت بصورت عدسی هایی در بین توده آذرین کوارتز مونزونیتی و سنگهای آهکی برمین جای گرفته است. از نظر درجه خلوص در خور توجه و میزان کانیهای غیر آهنی همراه آن نسبتاً اندک است. بنابراین این کانسار چه از نظر ذخیره و چه از نظر عیار می تواند مورد توجه قرار گیرد.

بدون تردید با توجه به ابعاد رخنمون یافته ماده معدنی و مطالعات ژئوفیزیکی انجام گرفته میزان ذخیره موجود در این محل بمراتب بیش از ارقام ارائه شده میباشد از اینرو برای اثبات ذخیره قطعی در صورت امکان و وجود اعتبار مورد لزوم در مرحله اول عملیات حفاری معره گیری و پس از آن تهیه نقشه های توپوگرافی - زمین شناسی بزرگ مقیاس تر (در حدود ۱:۱۵۰۰) پیشنهاد میشود. بدیهی است که عملیات حفاری در مرحله نخست بر توده های رخنمون یافته ودر مراحل بعدی در سایر نقاط متمرکز گردد.

منابع فارسی مورد استفاده

شهرابی و همکاران (۱۳۶۹) - نقشه زمین شناسی گرگان - ۱:۲۵۰،۰۰۰، سازمان زمین شناسی کشور

هوشمندزاده و همکاران (۱۳۵۷) - تحول پدیده های زمین شناسی ناحیه ترود (از پرکامبرین تا عهد حاضر)، گزارش شماره *H5*، سازمان زمین شناسی کشور

علی پور - کرامت اله (مترجم) ۱۳۶۷، زمین شناسی ذخایر معدنی ترجمه شده از متن انگلیسی کتاب: *Smirinov, V.I., (1976), Geology of Mineral Deposits.*

صمیمی - عابدیان ۱۳۶۲، اکتشافات تفصیلی کانسار آپاتیت اسفوردی، سازمان زمین شناسی کشور

سهیلی، شهرابی ۱۳۶۱، گزارش زمین شناسی ذخایر سنگ آهن مجموعه همه کسی همدان سازمان زمین شناسی کشور،انتشارات داخلی

مرجعی ۱۳۶۳، گزارش اکتشافات کانسارهای آهن همدان سازمان زمین شناسی کشور، انتشارات داخلی

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

References

1. *Alavi - Naini, M., 1972, Etude Geologique de la region de Djam, G.S.I., Rep. No. 23.*
2. *Barnes, H.L., Kullerud, G., 1957, Relation between Compositions of ore fluids and ore deposits, Econ. Geol. Vol. 54, pp. 825-830.*
3. *Barth, T.F.W, 1962, Teoretical Petrology, second Edition, John wiley and Sons, Inc.*
4. *Baumann, & 1976, Introdction to ore deposits,*
5. *Betekhtin, A., Acourse of Mineralogy, Peace Publishers,*
6. *Bookstorm, A.A., (1977) The Magnetite deposits of El Roomeral, Chile, Econ. Geol. V.72, pp. 1101-1130.*
7. *Bowen, J., O'Neil, J., Essene, E.J., 1985, Contact Skarn Formation of Elkhora Montana II-Origin and Evolution of C-O-H Skan Fluids, Am. Jour. of Sci., Vol. 285, pp 621-660.*
8. *Dadison, A., Wyllie, P.J., 1965, Zoned Magnetite and platy magnetite in Cornwall type ore deposits, Econ. Geol. Vol. 60, pp 766-771.*
9. *Eastwood, G.E.P, 1965, Replacement Magnetite on Vancouver Island, British Columbia, Econ. Geol., V. 60- pp 124-148.*
10. *Frietsch, R., 1978, on the magmatic origin of Iron Ores of the Kiruna type, Econ. Geol., Vol. 73, pp. 478-485.*

11. Garvels, R.M., Dreyer, R.M., 1952, Mechanism of Limestone replacement at low temperatures and pressure, Bull. Geol. Soc. Am., Vol. 63, pp. 325-380.

12. Holland, H.O., 1959, Some applications of thermochemical data to problems of ore deposits, Econ. Geol. Vol. 54, pp. 284-233.

13. Holser, W.T., Schnear, C.J. 1961, Hydrothermal Magnetite, Geol. Soc. of Am. Bull. V. 72, pp 369-386.

14. Jensen, M.L., Bateman, A.M., 1981, Economic Mineral Deposits, John Wiley and Sons.

15. Krauskopf, K.B., 1975, The heavy metal content of magmatic vapor at 600 C, Econ. Geol., Vol. 52, pp. 13-27.

16. Lamey, C.A., 1961, Contact Metasomatic Iron Deposits of California, Geol. Soc. of Am. Bull. V. 72, pp 669-678.

17. Meinert, L., 1984, Mineralogy and Petrology of Iron Skarn in Western British Columbia - Canada, V. 79, pp 869-882.

18. Milovsky, A.V., Kononov, O.V., 1985, Mineralogy, Mir Publishers.

19. Park, Jr, C.F, 1961, A Magnetite "Flow" in Norther Chile, Econ, Geol., Vol. 56, pp. 431-441.

20. Park, C.F., Mac Diarmid, R.A., 1964, Ore Deposits

21. Park, Jr.C.F., 1972, The Iron Ore Deposits of the Pacific Basin, Econ, Geol., Vol. 67, pp. 339-349.

22. Pitcher, W., 1993, The Nature and origin of Granite

23. Sangster, D.F., 1965, Collo form Magnetite in a contact Metasomatic Iron deposit - a discussion, Econ. Geol., Vol. 60, pp 824-826.

24. Sangster, D.F., 1969, The contact Metasomatic Magnetite Deposits of Southwestern British Columbia, Geological Survey of Canada, Bull. 172.

25. Sawkins, F.J., 1990, Metal Deposits in Relation to Plate tectonics, second Edition, springer - verlag.

26. Shand, S.J., 1947, The genesis of intrusive magnetite and related ores, Econ. Geol. Vol. 42, pp. 634-636.

27. Smirnov, V.I., 1968, The source of Ore-Forming Material, Econ. Geol., Vol. 63, pp. 380-389.

28. Smirnov, V.L., et al., 1983, Studies of Mineral Deposits Mir Publishers.

29. Steven son, J.S., Jeffery, W.G., 1964, Colloform Magnetite in a contact Metasomatic Iron deposit; Econ. Geol., vol. 59, pp. 1298-1305.

30. Stanton, R.L., 1972, Ore Petrology,

31. Turner, F.J., Vehoogen, J., 1960, Igneous and Metamorphic petrology, McGraw-Hill.

32. Turner, F.J. 1981, Metamorphic Petrology, 2th. edition,

33. Winkler, H., G.F., 1976, Petrogenesis of Metamorphic Rocks, 4th. edition, springer - verlag.

پیوست های آزمایشگاهی

۱- نتایج تجزیه های شیمیائی بر روی نمونه ها

۲- نتایج مطالعات کانی شناسی (XRD)

۳- نتایج مطالعات اسپکترومتری کمی

٤- نتایج مطالعات مقاطع صیقلی

۵- نتایج مطالعات پترو گرافی

نتایج بررسی های شیمیائی و دیفرکتومتری

اشعه ایکس

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹ ، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ANALYSIS REQUESTED BY:
وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات سمنان

LABORATORY NO.: 03/74-093
YOUR NO.: 7490
DATE: 1374.04.19

CHEMICAL ANALYSIS REPORT

طرح اکتشافی آهن لجنه

No.	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	LOI	SO3	TiO2
A-1	60.98	17.17	1.93	5.90	1.65	5.28	5.16	1.20	0.02	0.41

No.	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	LOI	TiO2	SO3	P2O5	MnO	Cr ug/g
T1-1	1.59	74.57	14.49	1.75	3.46	1.39					
T1-2	1.85	78.34	10.2	1.73	3.39	2.47					
T1-3	1.79	78.28	8.68	2.67	2.77	2.76					
T1-4	3.47	71.79	9.4	3.37	4.43	4.87					
T1-5	3.68	78.26	8.09	1.12	4.56	2.18					
T1-6	3.43	70.48	6.54	5.03	5.59	6.83					
M-1							0.06	0.042	0.34	0.28	64
M-2							0.07	0.025	0.33	0.18	88
T2-1	2.70	79.36	7.61	1.84	3.55	2.54					
T2-2	1.75	83.31	8.53	0.41	2.79	0.84					
M-3							0.14	0.015	0.37	0.18	84
T3-1	3.01	70.59	11.9	4.18	4.37	3.92					
T3-2	1.15	72.52	7.03	4.60	5.78	7.32					
T3-3	1.91	56.14	2.96	11.79	7.89	17.02					
T3-4	1.96	76.79	9.91	1.38	4.45	2.13					
M-4							0.07	0.012	0.29	0.35	73

7/25/95 10:19 AM

تهران ـ بلوار میرداماد، میدان مادر، خ. وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۲، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۲۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات

اداره کل معادن و فلزات سمنان

LABORATORY NO.: 03/74-093
YOUR NO.: 7490
DATE: 1374.04.19

CHEMICAL ANALYSIS REPORT

طرح اکتشافی آهن لجنه

No.	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	LOI	TiO2	SO3	P2O5	MnO	Cr ug/g
T4-1	3.12	70.67	7.38	4.10	4.79	6.54					
T4-2	2.33	67.89	8.97	3.76	6.39	7.01					
T4-3	2.63	70.52	10.53	2.59	5.06	4.61					
T4-4	2.18	76.21	10.35	2.05	3.70	2.58					
M-5							0.04	0.109	0.37	0.26	45
T5-1	1.73	71.21	7.01	4.75	4.96	7.67					
T5-2	1.26	70.48	9.45	2.55	6.55	6.34					
T5-3	1.21	68.28	11.68	3.82	5.64	5.89					
T5-4	2.09	66.70	9.94	4.26	5.96	7.08					
T5-5	2.41	65.03	14.37	3.25	5.53	5.02					
T5-6	1.18	74.04	13.2	2.38	4.43	2.71					
T5-7	1.52	74.28	9.88	2.64	4.74	3.71					
M-6							0.08	0.013	0.35	0.45	30
M-7							0.05	0.042	0.35	0.30	50
C	2.04	85.16	5.05	1.47	1.88	3.12					
D-1	0.31	0.24	0.35	32.44	19.74	46.61					
D-2	1.19	0.14		54.39	1.08	43.78					

7/25/95 10:20 AM

تهران - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات

اداره کل معادن و فلزات سمنان

SPECTROMETRIC ANALYSIS REPORT

Element ug/g	M-1	M-6
Zn	226	2711
Co	93	188
Pb	48	21
Ni	54	47
Cu	52	26
W	11	9
As	19	4
Rb	3	2
Sr	52	197
Y	9	8
Nb	6	4
Mo	8	4
Sb	10	4
Bl	1	1
Zr	3	15

7/23/95 4:43 PM

تهران - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۲۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات

اداره کل معادن و فلزات سمنان

LABORATORY NO.: 03/74-093
YOUR NO.: 7490
DATE: 1374.04.19

X-RAY POWDER DIFFRACTION ANALYSIS REPORT

NO.	MINERAL COMPOSITION
A-4	CLINOCHLORE IIB + ALBITE + GYPSUM + ILLITE + EXPANDIBLE MINERALS + JAROSITE + QUARTZ + CALCITE + PYROXENE.
A-5	ALKALINE FELDSPAR + PLAGIOCLASE + CALCITE + DOLOMITE + GYPSUM + QUARTZ + PYROXENE + CHLORITE + APATITE + EXPANDIBLE MINERALS+ PYROXENE + EPIDITE.
A-6	CHLORITE + DOLOMITE + CALCITE.
A-8	PLAGIOCLASE + AUGITE + CALCITE + CHLORITE + MICA, DI-OCT. + QUARTZ + ANATASE + APATITE + EPIDOTE + MAGNETITE + PYRITE + EXPANDIBLE MINERALS.

7/25/95 10:25 AM

تهران ـ بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

مطالعات مقاطع صیقلی

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۲۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

نمونه شماره A11

تشکیل دهنده ها: اکسید وهیدروکسیدهای آهن ، کربنات های مس ، کوپریت ، مس طبیعی ترکیبات آهن شامل منیتیت وهماتیت فراوانترین کانی کدر موجود است که بشکل قطعات پراکنده درزمینه کانیهای شفاف مشاهده شده وبعضا حالت مختلط دارند بدین ترتیب منیتیت کانی اولیه وهماتیت ناشی از مارتیتی شدن آن بوده درزمینه کانی مزبور مشاهده میشود . کربنات های مس بحالت آغشتگی ولکه های پراکنده دربعضی قسمتهاوجود داردعلاوه برآن دوقطعه کوپریت حاوی ادخالهای مس طبیعی نیز دریک قسمت مقطع مشاهده میشود مقدار کانیهای مس مجموعا کمتر از ۱٪ است .

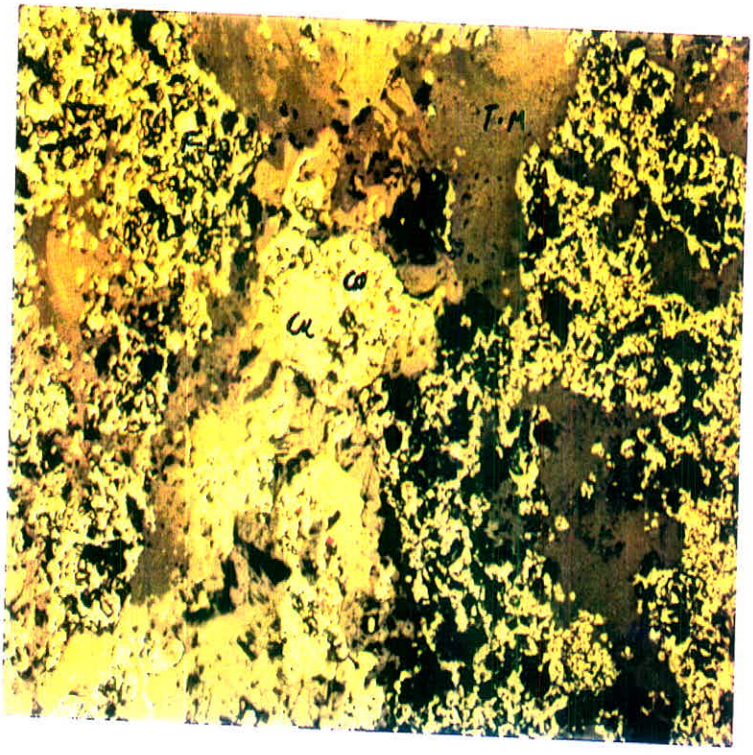
تهران ـ بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

Kan_Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

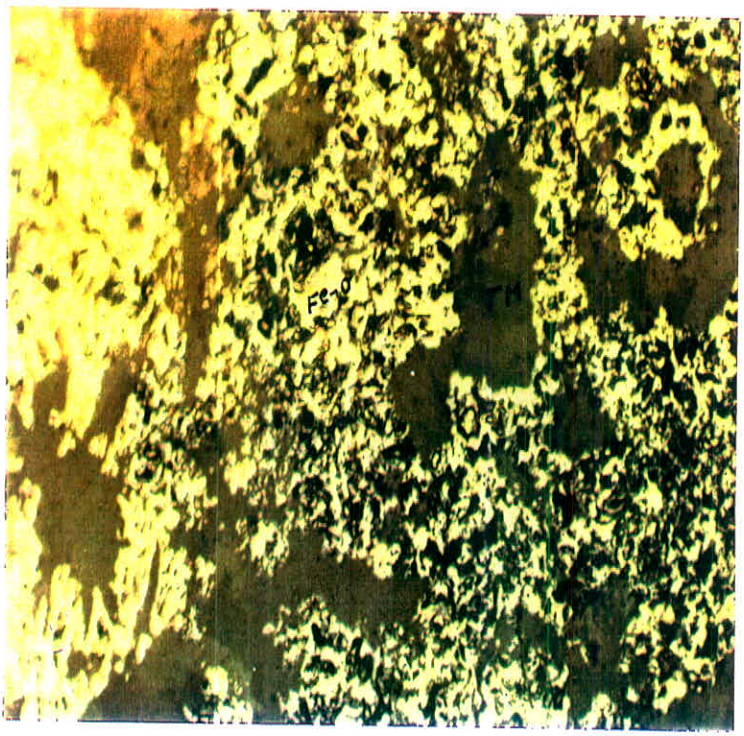
کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

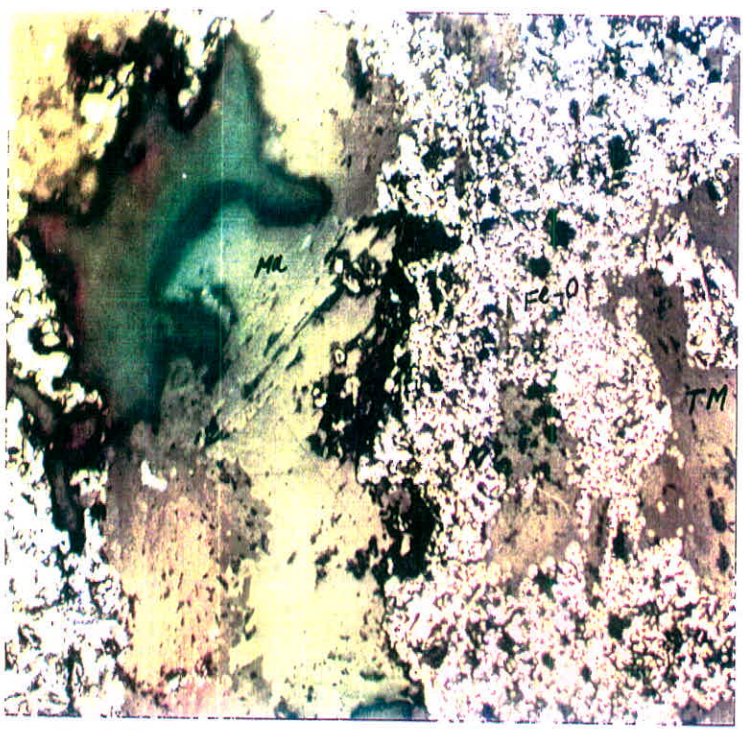


تصویر شماره یک - مس طبیعی درزمینه کوپریت بزرگنمائی x۲۰۰

Co= Native Copper; Cu= Cuprite; Fe-O= Iron Oxides
(Magnetite + Hematite); T-M(Transparent Minerals;
MA= Malachite; Az= Azurite; Mg= Magnetite;
He= Hematite.



تصویر شماره ۲ـ منیتیت وهماتیت بحالت مختلط بزرگنمائی ۲۰۰x



تصویر شماره ۳ـ مالاکیت بزرگنمائی ۲۰۰x

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

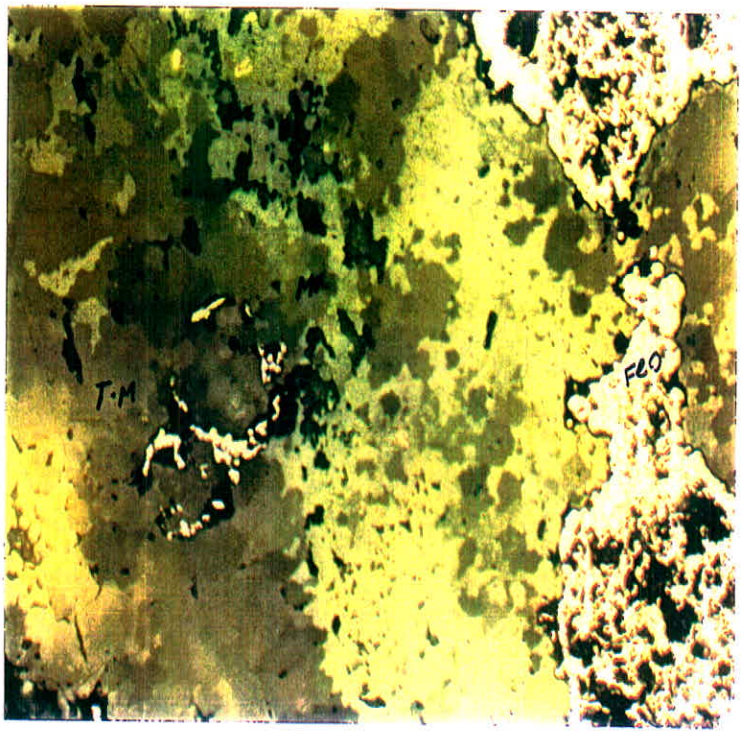
پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

نمونه شماره PA

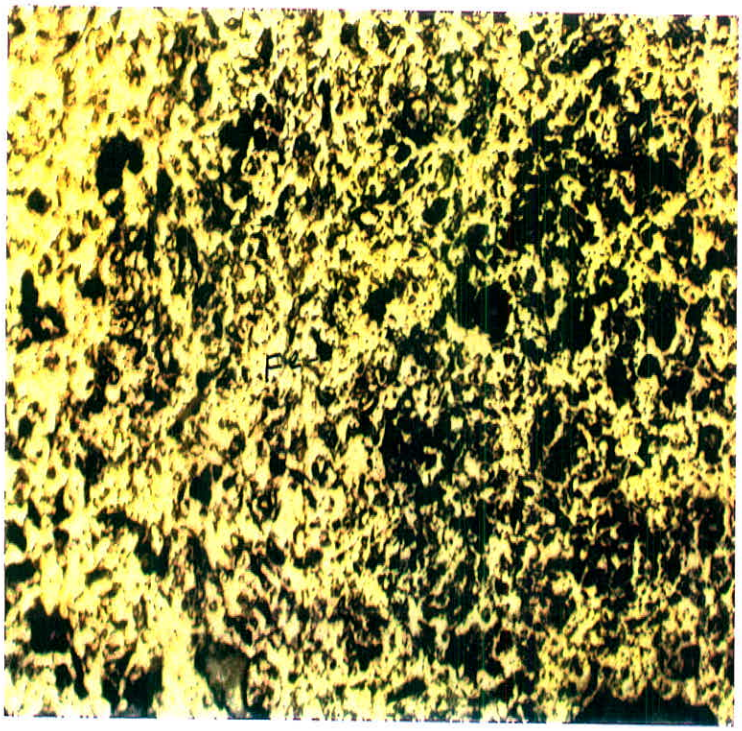
تشکیل دهنده ها: اکسید ونیدروکسیدهای آهن ، کربنات های مس

بخش غالب زمینه شامل ترکیبات آهن بوده از کانیهای هیپوژن وسوپرژن تشکیل شده است . کانی اولیه که غالب نیز میباشد منیتیت است این کانی درحواشی سطوح میکروفراکچرها مارتیتی گردیده است . ازدیگر ترکیبات آهن وجود گوتیت دربعضی قسمتهامشکوک میباشد که مربوط به فاز دیگر کانی سازی میباشد . ازترکیبات مس مالاکیت به شکل قطعات پراکنده تقریبا درتمام مقدار زمینه مشاهده شده ومقدار آن ۱ تا ۲ ٪ است . درهمراهی بااین قطعات کانیهائی باانعکاسات داخلی قرمز وجود دارند که احتمالا کوپریت [؟] میباشد.

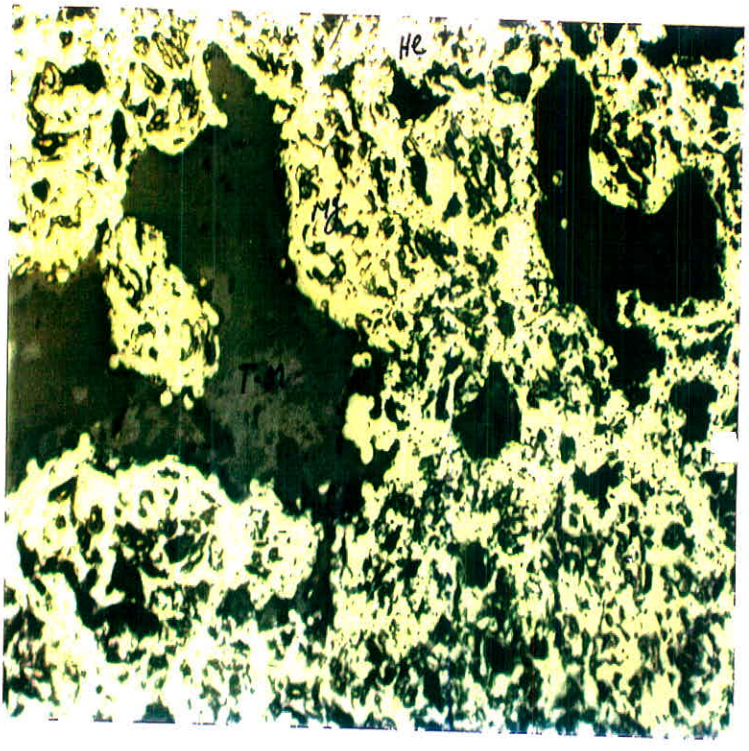
تهران - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ. وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹



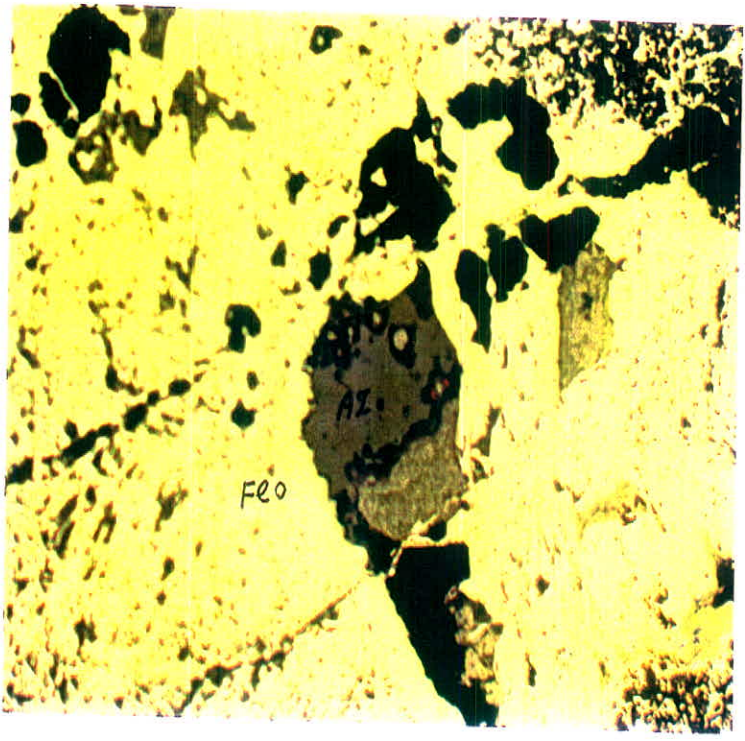
تصویر شماره ۴ـ مالاکیت بزرگنمائی ۲۰۰x



تصویر شماره ۵ـ منیتیت ، هماتیت بزرگنمائی ۲۰۰x



تصویر شماره ۶ـ منیتیت ، هماتیت بزرگنمائی x۲۰۰



تصویر شماره ۷ـ کربنات مس (آزوریت)؟ درمجاورت منیتیت بزرگنمائی x۲۰۰

کانپژوه

شرکت تحقیقات کانی‌شناسی و زمین‌شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

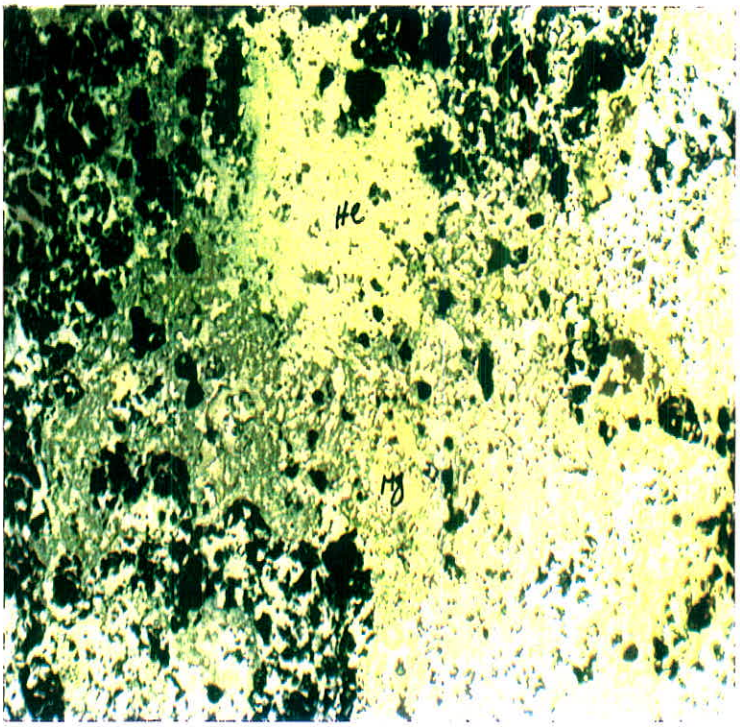
گزارش مطالعات مقاطع صیقلی

نمونه شماره A3

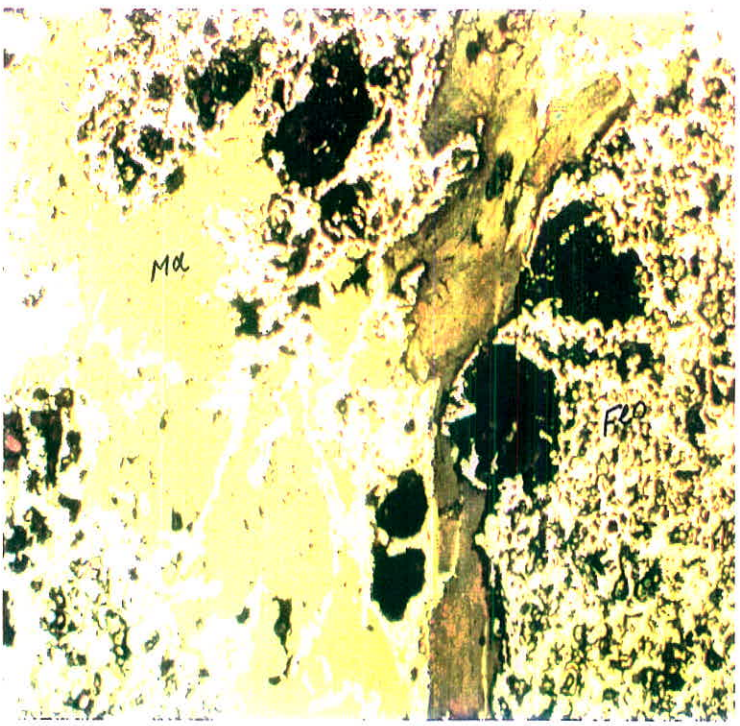
تشکیل دهنده ها: اکسید ونیدروکسیدهای آهن ، کربناتهای مس

کانیهای کدر موجود شامل عمدتا منیتیت ، هماتیت وگوتیت میباشد که بخش اعظم زمینه رااشغال نموده است . منیتیت اولیه بوده و هماتیت و گوتیت ناشی از دگرسانی است . هماتیت بشکل تیغه های بسیار نازك درامتداد میکروفراکچرها باالگوهای منظم مشاهده میشود وبراساس انعکاسات قرمز رنگ از منیتیت قابل تمایز است . ترکیبات مس بشکل کربنات ها عمدتا مالاکیت ، لکه های پراکنده کوچکی را ایجاد نموده است که مقدار آن از ۱ ٪ کمتر است . گوتیت باساخت ریتمیك و کنکرسیونی از بقیه تشکیل دهنده هاقابل تمایز است .

تهران ـ بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری‌پور، شمارهٔ ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹



تصویر شماره ۸ـ منیتیت ، هماتیت بزرگنمائی ۲۰۰x



تصویر شماره ۹ـ مالاکیت بزرگنمائی ۲۰۰x

مطالعات سنگ شناسی

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه : A1

نام سنگ : کوارتز مونزونیت

ماکرسکپی : دارای بافت دانه ای و متبلور برنگ کرم صورتی وکانی مافیک نسبتا کم ۱۵-۱۰ ٪ حجم کل سنگ .

میکرسکپی :

بافت : گرانولر ، کمی پورفیریتیک

فنوکریست : پلاژیوکلاز ، شکل دار تاکمی شکل دار، ترکیب متوسط (حدود الیگوکلاز - آندزین) قطر ۲.۳ میلیمتر. گاهی حاشیه آنرافلدسپات آلکالن شدیدا آرژیلیزه فرا میگیرد. پلاژیوکلاز به سریسیت و کمی اپیدت تجزیه شده است .

توجه : ندرتا بلور بیوتیت به قطر ۱ ، ۰ میلیمتر درپلاژیوکلاز وجود دارد که نشاندهنده تبلور آن قبل از پلاژیوکلاز است .

۲. پیروکسن ، شکل دار، قطر حدود ۲ میلیمتر ، مونوکلینیک ، دیالاژ باسه سیستم رخ ، تجزیه به کربنات .

توجه : بیوتیت های موجود در پلاژیوکلاز در پیروکسن نیز وجود دارد

زمینه : نسبتا دانه ریزتر از فنوکریست ها بوده و قطر متوسط بلورها یک میلیمتر و کمتر ازآن است . کانیهای آن بشرح زیراست :

۱) پلاژیوکلاز، شکل دار تاکمی شکل دار، قطر متوسط ۱- ۵ ، ۰ میلیمتر، ترکیب متوسط ، تجزیه به سریسیت و کانیهای رسی و کربنات

۲) فلدسپات آلکالن ، بی شکل تاکمی شکل دار، تجزیه شدیدا به کانیهای رسی .

۳) کانی مافیک ، پیروکسن ، شکل دار تا کمی شکل دار ، مونوکلینیک ، دیالاژ قطر چند دهم میلیمتر تا ۱ میلیمتر ، کمی اورالیتیزه .

۴) کوارتز. بی شکل . حدود ۰.۵ حجم کل سنگ . قطر ۲ . ۰ ۵ . ۰ میلیمتر

کانیهای ثانویه : سریسیت . کانیهای رسی . کربنات . اورالیت

کانیهای فرعی : آپاتیت . اسفن . کانی کدر . اکسید آهن

Kan_Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه A.1 (کوارتز مونزونیت)

دراین تصویر آمفیبول و پیروکسن (۸ گوش) درکنار پلاژیوکلاز (الیگوکلاز - آندزین)

و فلدسپات آلکالن بابافت دانه ای (گرانولر) مشاهده میشود .

Kan_Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه : A-2

نام سنگ : پیروکسن تراکی ؟ آندزیت . آلکالی بازالت

ماکرسکپی : برنگ خاکستری تیره و دانه ریز است . فنوکریست هاروی سنگ قابل تشخیص نیست .

میکرسکپی :

بافت : پورفیریتیک . زمینه میکروگرانولر

فنوکریست :

۱) پلاژیوکلاز . شکل دار تاکمی شکل دار. قطر ۰/۱ . ۱ میلیمتر. ندرتا باحاشیه مضرس فلدسپات آلکالن و رشد تداخلی آن . ترکیب متوسط حدود الیگوکلاز . آندزین . تجزیه به اپیدت . سریسیت و کانیهای رسی .

۲) پیروکسن . کمی شکل دار. گاهی باماکل تیپ اوژیت . قطر تا ۰/۵ میلیمتر . نوع آن اوژیت . دیوپسید . اغلب باحاشیه مضرس حاصل از خوردگی زمینه .

زمینه : دانه ریز و از پیروکسن فراوان وپلاژیوکلاز و احتمالا فلدسپات آلکالن ؟ تشکیل شده است . کانیهای ثانویه سریسیت . کانیهای رسی و اپیدت است . کمی بیوتیت بصورت بلورهای ریز ۰/۱ میلیمتر در نقطه ای متمرکز است .

کانیهای ثانویه : سریسیت . کانیهای رسی . اپیدت

کانیهای فرعی : آپاتیت . کانی کدر. اکسید آهن .

توجه :

۱. بعلت آنکه درزمینه وجود فلدسپات آلکالن بطور قطعی قابل تشخیص نیست لذا علامت سوال درمقابل تراکی آندزیت گذاشته شد

۲. پیروکسن فراوان بوده و درحدود ۲۰.۲۵٪ است لذا نام تراکی؟ بازالت یا آلکالی؟

بازالت نیز قابل اطلاق است .

Kan_Pazhouh

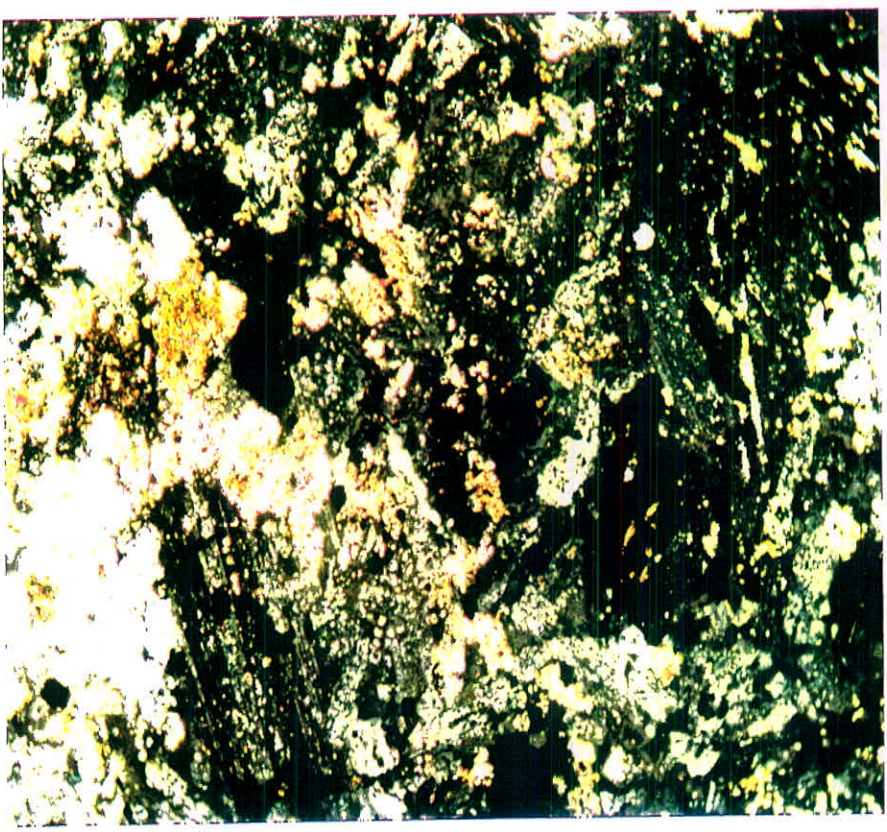
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه A.2 (پیروکسن تراکی ؟ آندزیت)

دراین تصویر پیروکسن های کمی شکل دار تابی شکل را دربین پلاژیوکلاز میبینیم که گاهی پلاژیوکلاز باحاشیه فلدسپات آلکالن احاطه میشود.



Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه : A-7

نام سنگ : کریستال توف کلریتیزه باترکیب اسیدی

Chloritized Crystal Tuff with Acidic composition

ماکروسکپی :

برنگ خاکستری تیره مایل به سبز ودانه ریز است .

میکرسکپی :

بافت : کریستالوکلاستیک . و تیروکلاستیک

کانیها:

کریستالو کلاست : شامل بلورهای کوارتز زاویه دار وخرد شده به قطر ۰/۵ . ۰/۳ میلیمتر وکمی فلدسپات قلیائی و آلبیت که سریسیتیزه است .

متریکس : شامل کلریت فراوان کوارتز . فلدسپات . کربنات و کانیهای رسی است که براثر دوتریفیکاسیون شیشه حاصل شده است .

کانیهای ثانویه : سریسیت . کربنات . کلریت . کوارتز فلدسپات

کانیهای فرعی : آپاتیت . کانی کدر. اکسید آهن . لوکوکسن (براثر تجزیه تیتانومنیتیت .

Kan_Pazhouh

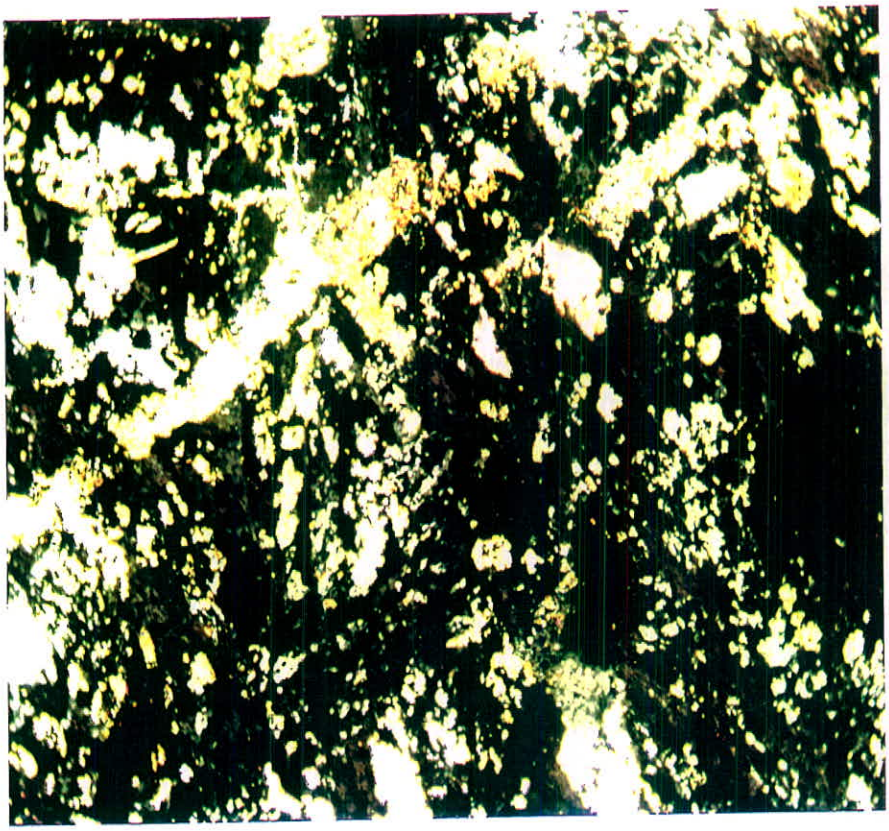
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه A.7 (کریستال توف کلریتیزه باترکیب اسیدی)

فنوکلاست کوارتز وپلاژیوکلاز اسیدی درمتریکس شیشه ای شدیدا کلریتیزه کربناتیزه و آرژیلیزه قراردارد. شیشه علاوه برکانیهای فوق به کوارتز فلدسپات دوتریفه شده است . رگه کلسیت تصویر را قطع میکند.



Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه : A-9

نام سنگ : توف شدیدا دوتریفه (کلریتیزه و اپیدتیزه)

ماکرسکپی : برنگ سبز روشن بوده وشدیدا تجزیه شده است . روی نمونه دستی ولکانو دتریتیک بودن مشخص است .

میکرسکپی :

بافت : کریستالوکلاستیک . و تیروکلاستیک

کریستالوکلاست : شامل قطعات بلوری از کوارتز وفلدسپات قلیائی به قطر چند دهم میلیمتر است . فلدسپات به سریسیت وکانیهای رسی و اپیدت (پیستاسیت) تجزیه شده است .

متریکس : شدیدا اپیدوتیزه است بطوریکه بلورهای پیستاسیت و کلینوزونیزیت تا قطر ۲.۳ میلیمتر به مقدار بیش از ۴۰ ٪ حجم کلی سنگ رشد کرده اند.

بین بلورهای اپیدت کلریت فراوان وکوارتز وفلدسپات قلیائی وجود دارد. بهرحال وضع متریکس و کریستالوکلاست در مقطع نازک گنگ بوده وتحت تاثیر آلتراسیون شدید چنین به نظر میرسد .

کانیهای ثانویه : اپیدت . کلریت . سریسیت . کانیهای رسی . کوارتز فلدسپات .

کانیهای فرعی : کانی کدر، اکسید آهن

توجه : گاهی تجمعات سریسیت بصورت جهت دار است ولی بعلت کم بودن وسعت آن نمیتوان منشاء آنرا بطور حتم مورد تجزیه و تحلیل قرارداد.

Kan_Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه A.9 توف شدیدا دوتریفه (کلریتیزه واپیدتیزه)

اپیدت های درشت (پیستاسیت و کلینوزوئیزیت) رادرمیان کلریت های ریز بلور مشاهده میشود .

Kan_Pazhouh

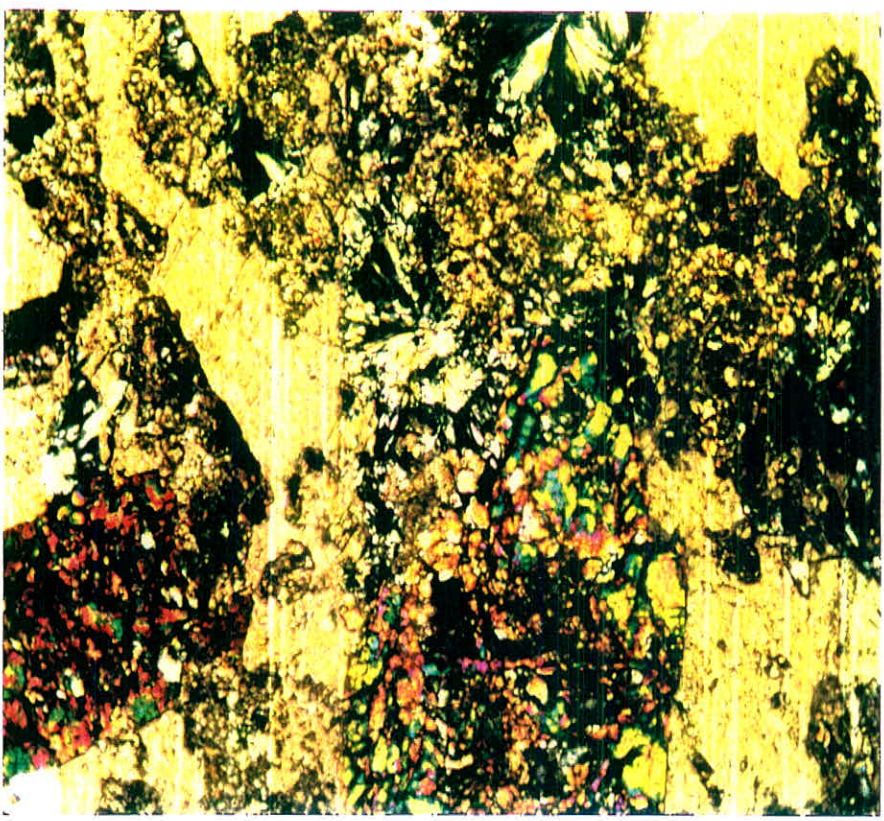
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی

شماره نمونه A.10 (سنگ آذرین بشدت اپیدتیزه وکربناتیزه)

بلورهای درشت اپیدت (پیستاسیت) درمیان کربنات وکلریت . ماکل کلسیت وتبلور اسفرولیتی درکلریت مشاهده میشود.



تشکر و قدردانی

نگارنده از جانب خود و شرکت توسعه علوم زمین از کلیه کارکنان اداره کل معادن و فلزات استان سمنان بویژه آقایان مهندس شریعتی بیدار مدیر کل و مجری محترم پروژه مهندس هاشمی مسئول اداره اکتشاف و مهندس دهملائی مسئول دفتر اداره معادن در شهرستان شاهرود که در راه اجرای این پروژه همکاری و مساعدتهای همه جانبه ای مبذول داشته اند صمیمانه سپاسگزاری و تشکر می‌نماید.