

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: ۲۱ / ۱۲ / ۸۰
شماره ثبت: ۸۰۲۷۴

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

فهرست

<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
۳	چکیده گزارش
۵	پیشگفتار
	فصل اول
	چکیده ای بر ویژگیهای کانی شناسی ژئوشیمیایی، متالورژی و زمین شناسی
۷	انواع کانسارهای آهن
۸	۱- ویژگیهای کانی شناسی و ژئوشیمیایی
۱۰	۲- متالورژی کانسارهای آهن
۱۳	۳- ویژگیهای زمین شناسی انواع کانسارهای آهن
۱۶	۴- اسکارن
۲۲	۵- گونه های مختلف اسکارنها
	فصل دوم
۲۹	ویژگیهای جغرافیائی، زمین شناسی و معدنی ذخیره آهن لجنه شاهرود
۳۰	۱- ویژگیهای جغرافیای طبیعی و انسانی
۳۹	۲- سوابق پیشین
۳۹	۳- چهارچوب عملیات اکتشافی
۴۲	۴- زمین شناسی عمومی ناخیه اکتشافی
۵۲	۵- نکتونیک و ساختارهای منطقه
۵۴	۶- زمین شناسی محدوده اکتشافی

۸۰	۷- زمین ساخت و نکتونیک محدوده اکتشافی
۸۲	۸- گفتاری بر چگونگی بیدایش کانسار آهن لجنه
۹۵	۹- عوامل کنترل کننده کانسار آهن لجنه
۹۸	۱۰- شکل نوده معدنی
۱۰۱	۱۱- عملیات ژئوفیزیکی انجام گرفته بر محدوده اکتشافی
۱۰۴	۱۲- کیفیت ماده معدنی
۱۱۷	۱۳- میزان ذخیره کانسنگ آهن در محدوده مورد اکتشاف
۱۲۱	۱۴- نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۲۲	منابع مورد استفاده
۱۲۶	پیوست های گزارش
	- 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 ترانسه ها
	- یک برگ نقشه توپوگرافی - زمین شناسی بامقیاس ۱:۲۰۰۰
۱۵۳	تشکر و قدردانی

بسم الله تعالی

چکیده

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

زون اسکارنی بگونه نوار سبز رنگی در بخش بالائی پیکره نفوذی و در مجاورت کانسنگ آهن چهره ای مشخص دارد. کانیهای ایدوت 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, 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 و دولومیت) و بمیزان بسیار ناچیزی کوپریت و مالاکیت (و ندرتاً کالکوزین) آن را همراهی می کنند. مقدار مجموعه کانیهای همپراه ماده معدنی ندرتاً از بیست درصد تجاوز می کند. مقادیر منیتیت از ۲۰ تا ۵۰ درصد و هماتیت از ۳۰ تا ۶۰ درصد 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.

پیشگفتار

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 می سازد 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 تنهایی 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 (فرو کروم، فرو منگنز، فرو سیلیس و ۰۰۰۰۰)، کاربرد در صنایع شیمیایی، رنگسازی، کودسازی سیمان و بسیاری از موارد دیگر این فلز را در جایگاه ویژه ای 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 و توسعه کشور ما نیز جدا از این قاعده نیست. احداث دیگر واحدهای ذوب آهن و

فولاد سازی، افزایش تولید فولاد، تولید فروآلیاژهای 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 رادر جایگاه ویژه ای قرار داده است.

فصل اول

چکیده ای بر ویژگیهای:

- کانی شناسی و ژئوشیمیالی

- متالورژی

- زمین شناسی

انواع کانسارهای آهن

۱- ویژگیهای کانی شناسی و ژئوشیمیائی

اگر چه آهن از نظر میزان فراوانی پس از آلومینیم بعنوان دومین فلز (۵/۵ درصد) در پوسته زمین و بعنوان اولین عنصر سازنده کره خاکی (۹۰ درصد کره زمین از چهار عنصر آهن، اکسیژن، سیلیسیم و منیزیم پدید آمده است) مطرح می باشد ولی ندرتاً در طبیعت بصورت آزاد یافت می شود. در مواردی خالص این فلز به همراه فلزات نیکل (بیش از ۰/۶ درصد و ندرتاً تا حدود دو درصد) کبالت (بیش از ۰/۳ درصد) مس (بیش از ۰/۴ درصد) پلانین (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 به همراه کانیهای پیرونتیت (*FeS*) و کوهنیت (کاربید آهن - Fe_3C) می باشد. فزون بر آن گاهی این فلز بصورت دانه های بسیار ریزی در سنگهای اولترامافیکی دگرسان یافته (سربانتینیتها) به همراه پریدونیتها 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 و در پیوند با فرآورده های پس مانده ماگمایی (*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 در محیط های گوناگون مشخص خواهد شد.

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

۱- منیتیت: $Fe^{+2}Fe^{+3}O_4$ با مقدار ۷۲/۴ در صد آهن و ۲۷/۶ در صد اکسیژن یا با مقدار ۳۱ درصد FeO و ۶۹ درصد Fe_2O_3 .

۲- هماتیت: Fe_2O_3 با ۷۰ درصد آهن و ۳۰ درصد اکسیژن.

۳- گونیت ($FeO.OH$) و هیدروگونیت ($FeO.OH.nH_2O$) که عمدتاً بصورت مخلوط با سیلیس و کانیهای رسی یافت می شود. مقدار آهن بین ۴۸ تا ۶۳ درصد تغییر می کند.

۴- سیدریت: $FeCO_3$ با ۴۸/۳ درصد آهن.

۵- سیدروپلزیت $(Mg,Fe)CO_3$ با ۴۵/۱ درصد آهن.

۶- سیلیکاتهای آهن: شاموزیت و تورینگیت با ۲۷-۳۸ درصد 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 مارنیتیزاسیون (Martitization) منیتیت پدید آمده است. از اینرو 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 AFe_2O_4 بیان می شود در این راستا ممکن است بجای A فلزات Mg, Fe, Zn و Mn جای گیرند که در اینصورت کانیهای:

- منیتیت $FeFe_2O_4$

- منیزوفریت: $MgFe_2O_4$

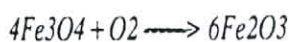
- فرانکلینیت: $ZnFe_2O_4$ یا $(Zn, Mn)Fe_2O_4$

- ژاکوبسیت: $ZnFe_2O_4$

پدید می آید گاهی در منیتیت ممکن است مقدار چند درصد عناصر منیزیم و منگنز (دو ظرفیتی) جانشین Fe^{+2} و آلومینیم و کروم جانشین Fe^{+3} شود. فزون بر آن ممکن است در حرارت های بالا مقدار TiO_2 با منیتیت (تیتانومنییت) و با کروم منیتیت بصورت کریستال مخلوط در منیتیت جای گیرند.

نقطه ذوب منیتیت ۱۵۹۴ درجه سانتیگراد است. این کانی در دمای ۱۴۵۲ درجه سانتیگراد می تواند دارای ۳۰ درصد Fe_2O_3 باشد که بهنگام سرد شدن بصورت همانیت در طول صفحات (۱۱۱) از منیتیت خارج می شود.

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



وجود مقادیری همانیت به همراه کانسارهای منیتیت دلالت بر انجام چنین فرآیندی می باشد. اگر چه ممکن است به سبب کوچکی نوده های منیتیتی، عربان شدن کانسارها، شرایط ویژه آب و هوایی، 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 می شود.

۲- متالورژی کانسارهای آهن

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

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

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

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

۲- ذخایر رسوبی (همانیت - لیمونیت + سیدریت) در کلینتون آمریکا، جنوب آفریقا، استرالیا و انگاراپیت روسیه که در پروتروزوئیک پسین تشکیل شده اند.

۳- دوره پالئوزوئیک با برجای گذاری ذخایری همراه شده که بیگانه تر آینه های نکتونیک کالدونین - هرسنین می باشد در این دوره ذخایر ماگمانی تینانومینیت در روسیه (اورال) جنوب آفریقا در کالیفرنیا، نیومکزیکو و دیگر کشورها پدید آمده است.

۴- در سنوزوئیک و کواترنر نیز ذخایر بزرگی ارخساره های رسوبی - دریائی، قاره ای و دریاچه ای آهن پدید آمده اند: غرب سبیری، 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 مکانب خاص زمین شناسی در چهارجوب الگوهای ویژه ای جای می گیرند.

اسمیرنوف (۱۹۷۶) محیط زمین شناسی پیدایش این گونه کانسارها را در مراحل مختلف چرخه های ژئوسینکلینالی و پلانفورمی ارزیابی می نماید.

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

- در مرحله میانی ژئوسینکلینالها که با نفوذ توده های گرانودیوریتی و گرانیته 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 پلانفورمی که اسکارنهای آهن پی آمد تزریق ماگمای گابرونی پدید آمده اند. 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 منیبتی گونه آهکی که در کمانهای جزیره ای (*Island arcs*) و بطور مشخص با توده های نفوذی دیوریتی و گابرونی 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 متالورژی با اهمیت بعنوان منابع در بردارنده ذخایر مس، آهن، مولیبدن، طلا و نقره جابگاه ویژه ای دارند. این زون از نظر زمانی - مکانی گواه نکاپوهای 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 معبدالک گاهی بصورت محلی سنگهای آهنی ریفی یافت می شوند.

شماری از ذخایر منیبتی 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 منیبتی گونه منیزیمی که در حاشیه قاره ها پدید آمده اند. این کانسارها بیشتر در طول کمانهائی حاشیه ای قاره ها که رخساره های سنگی مناسب در محیط های پیشین میوژنوسینکلینالها 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 منیبتیت آزاد نموده اند.

۳- ویژگیهای زمین شناسی انواع کانسارهای آهن

همانگونه که اشاره شد کانیهای آهن از معدود کانیهای است که تقریباً در تمامی محیط های زمین شناسی (آذرین، رسوبی و دگرگونی و فرآیندهای هوازدگی) بدیدار 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 (اسیرنوف ۱۹۷۶، اسیرنوف و همکاران ۱۹۸۳، بیتن ۱۹۸۱، استانتون ۱۹۷۲، پارک و همکار ۱۹۶۴ و ۰۰۰۰۰۰):

۱- ذخایر ماگمایی

۲- ذخایر کربناتی

۳- ذخایر اسکارنی

۴- ذخایر ولکانیکی - گرمایی

۵- ذخایر ولکانیکی - رسوبی

۶- ذخایر رسوبی

۷- ذخایر دگرگونی

۸- ذخایر هوازده

- از بارزترین ذخایر ماگمایی جهان که پیدایش آن بگونه نفوذی و با مجموعه ای از کانیهای منیتیت - همانیت - آپانیت همراه می باشد در کیرونای سوئد ذخایر بسیار بزرگی را پدید آورده اند (Frietsch, 1978).

همسان با این کانسار می توان به کانسار آهن - آپانیت اسفوردی (منطقه بافق) اشاره کرد که در مقیاسی بسیار کوچک و در سطح تماس رخساره ولکانیکی با نوده نفوذی پدید آمده است (صمیمی، عابدیان ۱۳۶۲).

ذخایر نیتانومنییت کوه آهن، ویومینگ و آدیرونداکس نیویورک نیز از نوع ماگمایی است (Jensen, Bateman, 1981).

در خور توجه است که چنین نوده های منییتی - همانیتی 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 می شود (Park, 1961).

از گونه های دیگر ذخایر آهن می توان به کانسارهای گونه اسکارن اشاره نمود که شمار زیادی از ذخایر منیتیت - همانیت رادر جهان پدید آورده اند ذخایر منیتیت - همانیتی - 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 هایی که بدانها اشاره ای 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 نا آنجا که ممکن است در چهارچوبی نه چندان گسترده چکیده ای از باورها، پژوهشها و نظریه های صاحبان اندیشه ای که در این زمینه نوشتارهایی ارایه داده اند نگاشته می شود و در این راستا مفاهیم واژه ها، 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.

بطور کلی واژه اسکارن برای سنگهایی بکار برده می شود که بی 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 بردارنده گارنت، پیروکسن و اپیدوت که ذخایر منیبتی را به همراه دارند بکار گرفته می شده است. در این راستا اسمیرنوف (۱۹۷۶) 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 *Tactite* بکار برده اند و بطور کلی این واژه را برای سنگهای دگرگونی مجاورتی پنوماتولیتی (*Pneumatolytic Contact-Metamorphic rock*) که معمولاً به همراه 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 (مانیبتیت، همانیت، پیریت، پیروتین، کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت، گالن، مولیبدنیت، کبالت، آرسنوپیریت، شلیت، کاسیتریت، اورانینیت، فرانکلینیت، طلا و نقره و شماری از کانیهای غیر فلزی) می باشند از اینرو دریغوند با فرآیندهای پیدایش اسکارنها نظر شماری از پژوهشگران را باد آور 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 و در این چهارچوب مفهوم واژه یاد شده را چنین بیان می کند: «اسکارن سنگی است که عمدتاً در بردارنده سیلیکاتهای کلسیم با و بدون کربناتها و معمولاً دارای منیتیت با کانیهای دربردارنده آهن می باشد».

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

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

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

Sawkins (1990) اسکارن را سنگی در بردارنده نجمی از کانیهای سیلیکاتهای دگرگونی می داند که پی آمد فرآیندهای جانشینی و گرمایی و در حین سرد شدن اجرام نفوذی فلیسک با حد واسط پدید آمده اند

از آنجهت که این رخساره سنگی در شرائطی با ویژگیهای فیزیکوشیمیائی خاص پدیدار و در هر شرائط مجموعه ای 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 گسترده‌ای در زمینه پدیده اسکارن زائی بیان

نموده‌اند

از بارزترین این دانشمندان می‌توان به عبدالله اف، سوکولوف، اسمیرنوف، کورژینسکی، ناتارینوف 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 کانی‌شناسی خود اسکارنها را چنین تعریف می‌کنند:

«اسکارنها سنگی جانشینی (*Metasomatic rocks*) هستند که از سنگ آهک، منیتیت و سیلیکاتهای منیزیمی که از تأثیر واکنشهای سنگهای کربناتی با سنگهای آلومینوسیلیکاتی (نئوده نفوذی) و محلولهای پس مانده ماگمایی (*Postmagmatic Solutions*) بر آمده از این توده نفوذی و تأثیر آنها بر سنگهای آهکی (در محل تماس) پدید آمده تشکیل شده‌اند

این پژوهشگران پدیدار شدن اسکارنها را نیازمند سه پدیده می‌دانند: دو رخساره سنگی که در مجاور هم قرار می‌گیرند و یک محلول پس مانده ماگمایی که انجام فرآیندهای شیمیایی را انجام می‌دهد و چنین فرآیندی را پدیده جانشینی (*Metasomatism*) می‌نامند.

اگر چه نوشتارهای دانشمندان روسی (اسمیرنوف ۱۹۶۸، ۱۹۷۶، اسمیرنوف و همکاران ۱۹۸۳، میلوفسکی و کونونوف ۱۹۸۵) گواه این مطلب است که کورژینسکی و سوکولوف پژوهشهای گسترده‌ای در چهارچوب اسکارنها انجام داده‌اند ولی متأسفانه به سبب در دست نبودن اصل مدارک، عقاید این پژوهشگران را در پیوند *ff* پیدایش اسکارنها از

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

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، نکتونیک 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 به همراه همکاران خود (مطالعه ذخایر معدنی ۱۹۸۳) گونه‌های مختلف ذخایر اسکارنی را تشریح نموده است.

اسمیرنوف (۱۹۷۶-۱۹۶۸) از اسکارنها چنین یاد می کند: اسکارنها سنگهایی با ترکیب آهک- سیلیکات هستند که با انجام فرآیند جانیشینی (متازوماتیسم) در بخش مجاورت با توده نفوذنها (گونه‌های پلازیوگرانیت 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 داده‌های ارائه شده از سوی پژوهشگران این مکاتب تقریباً هم سو و چنانچه از اختلاف در جزئیات در گذریم چهارچوب کلی باورها همسان می باشند. در این راستا شماری واژه دگرگونی مجاورنی (*Contact metamorphism*)، عده‌ای جانیشینی مجاورنی (*Contact metasomatism*) برخی دیگر واژه‌های پیرومتازوماتیسم یا پنوماتولیتیک مجاورنی (*Pneumatolitic Contact*) و حتی در مواردی واژه دگرگونی جانیشینی "*Metasomatic Metamorphism*" نیز بکار برده‌اند (استانتون ۱۹۷۲).

از جمله واژه‌هایی که در این پیوند عنوان می شود واژه‌های جانیشینی (*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 معینا 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 فیزیکوشیمیایی 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 ۱۹۸۴، گارلز ۱۹۵۲، سنگستر ۱۹۵۶، ۱۹۶۹، بارت ۱۹۶۲، اسمیرنوف ۱۹۶۸، ۱۹۸۳، استانتون ۱۹۷۲، جانسون و نورتن ۱۹۸۵، میلوفسکی و کونونوف ۱۹۸۵ و ۲۰۰۰).

سنگستر (۱۹۶۹) برای اولین بار و هم سو با واژه های گرانیته شدن، کلرینی شدن، سربیتی شدن، و ۰۰۰۰۰۰ واژه اسکارن زائی یا اسکارنی شدن (*Skarnification*) در پیوند با پیدایش اسکارن بکار گرفت.

گلدشمیت (۱۹۲۲) چهارگونه متازوماتیسم و اسکولا (۱۹۳۹) پنج گونه از این فرآیند را معرفی و مفاهیم هر کدام از آنها را در چهارچوب های 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. گارلز (۱۹۵۲) نیز عنوان می کند که جانشینی بصورت حجم به حجم و نه بصورت مولکولی انجام می پذیرد. پارک و همکار (۱۹۷۶) بیان می دارد که عمل جانشینی بدون تغییر در حجم (با دست کم بمقدار بسیار جزئی) انجام می پذیرد.

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

فاز مایع برای پیدایش کانیه‌های جدید (*Metosome*) از کانیه‌های نخستین (*Pelosome*) الزامی می‌داند.

مایع

Pelosome → *Metosome*

بنابراین جان‌شینی یک کانی در فضائی خالی شده از کانی دیگر فرآیند جان‌شینی یا جایگزینی بشمار نمی‌آید بلکه در این فرآیند پی‌آمد تأثیر واکنش‌های شیمیائی و ترمودینامیکی کانیه‌های جدید از کانیه‌های نخستین پدید می‌آیند. از اینرو شرط لازم و کافی برای انجام این عمل وجود یک فاز مایع بین دو فاز جامد می‌باشد.

بهنگام تشکیل ذخایر گرمایی زمانی که حجم کانیه‌های جدید نهشته شده نسبت به حجم کانیه‌های نخستین حل شده کمتر از یک باشد در این صورت پی‌آمد فرآیندهای گرمایی حفره‌هائی در سنگ‌های میزبان پدیدار خواهند شد و زمانی این عمل متوقف می‌شود که این نسبت بیش از یک شود (*Garreles, Dreyer, 1952*) در واقع در یک واحد، حجم کانیه‌های پدید آمده برابر حجم کانیه‌های نخستین می‌باشد.

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

۱- درون اسکارن (*Endoskarn*) به بخشی از اسکارن که در مجاورت توده‌های نفوذی جای گرفته گفته می‌شود.

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 در این 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 ز اقرار می گیرند و اسکارنها 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
کوارتز و منیتیت و

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

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

گروه کانی	کانیهای اصلی	کانیهای فرعی
سیلیکات ها	پیروکسن ها (بیشتر دیوسیدتا هدنبرژیت)، گرونا (بیشتر آندرادیت تا گروسولر)، ولاستونیت و اسکا پولیت.	ارتو کلاز، پلاژیو کلاز، زیرکن، تیتانیت، تورمالین، سیلیمانیت، آندالوزیت، کوردیریت، بوستامیت، رودونیت، هلویت، دانالیت، دانوریت، لازوریت، کریزوبریل، فناسیت و بریل.
هیدروسیلیکات ها	آمفیبل، وزوویانیت، اپیدوت، ایلوایت و کلوریت.	اکسینیت، داتولیت، پرنیت، توپاز، سربانتین، آنوفیلیت، اورنیت، زونیزیت، بیوتیت، موسکویت، فلوگوپیت، سرسیست، دافنیت، نوربرژیت، کندرودیت، زنولیت، تالک، کریزوبریل - آسبست و کائولن.
اکسیدها	مانینیت، هماتیت و کوارتز	اسینیل، کاسیریت، کالسدوان، اورانینیت، کوپیت، فرانکلینیت و پرووسکیت.
سولفورها	پیریت، پروتین، کالکو پیریت، اسفالریت، گالن، مولیبدنیت و آرسنوپیریت.	مارکاسیت، بورنیت، کالکوسیت، گروپیت، بیسموتین، کانه های خاکستری، استانیت، کوبالتیت، گلوکودوت، اسکوترودیت، لو-لنزیت، کوبانیت، لینثیت، میلریت، آنتیمونیت، ژرزدورفیت، اسمالتیت، کلونانیت، اسپریلیت، کوپریت و استیبیو پالادینیت.
گروه های دیگر	کلسیت، فلونورین، باریت و شلیت.	آپاتیت، ویتزیت، سیدریت، آنکریت، مانیزیت، گرافیت، بیسموت، طلا و تفره.

جدول (۱): کانیهای ویژه آسکارنهای آهکی

گروه کانی	کانیهای اصلی	کانیهای فرعی
سیلیکات ها	پیروکسن ها (بیشتر دیوپسید تا هیدرزیست)، گرونا (بیشتر آندرادیت تا گروسولر) و فورستریت	مونتسیلیت، ارتوکلاز، پلاژیوکلاز، اسکاپولیت، نورمالین و تینانیت
نیدروسیلیکات ها	سرپانتین، آمفیبل، فلوگویت، اومیت و کلوریتونید	بارگازیت، بیوتیت، کلینوزونیزیت، اپیدوت، کلوریت، تالک، نیدروتالسیت، گرینالیت و تینیت
بورات ها	لودویژیت و کونوئیت	سوانیت، فلوئوبوریت، وارویکیت، سینالیت و سرندیبیت
اکسیدها	مانینیت، همانیت، اسپینل و کوارتز	پریکلاز و بروسیت
سولفورها	پیریت، پیروتین، کالکوپیریت و اسفالریت	مارکاسیت، بورنیت و کانه های خاکستری
گروه های دیگر	کلسیت، مانیزیت، برونزیت	باریت، آپانیت، 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 گرد آمدن کانیهای سیلیکاتهای قلبائی (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 وجود دارد.

گونه منیزیمی ذخایر اسکارنهای منیتیتی موجود در کمانهای آتشفشانی بیشتر با نفوذیهای فلسیکی هم چون کوارتز مونزونیت و تنها 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 و انسانی







۱-۱: نمائی از ریخت شناسی ناحیه

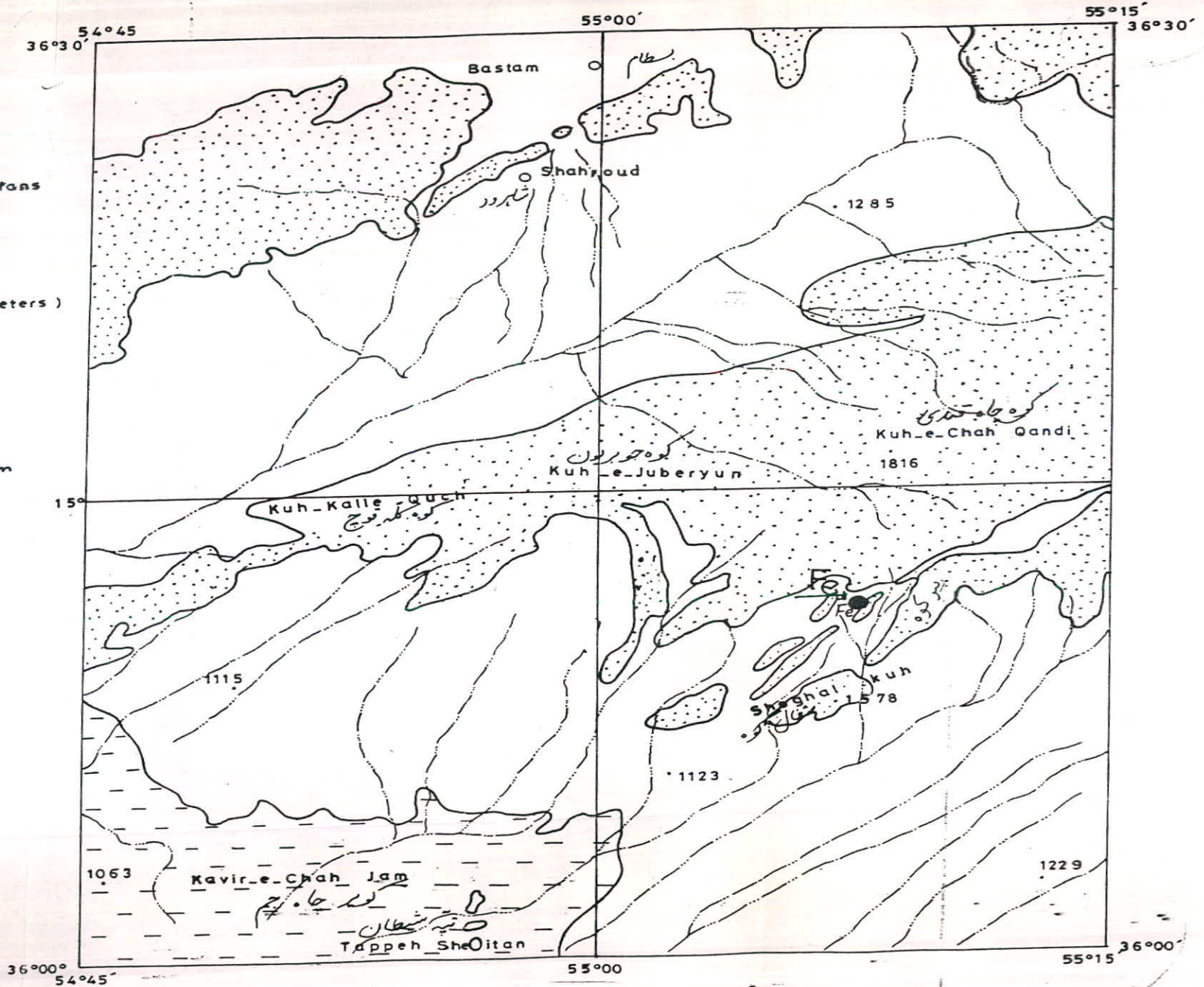
ناحیه ای که محدوده مورد اکتشاف (سنگ آهن لجنه) در آن جای دارد در بخش جنوبی شهرستان شاهرود (خاور استان سمنان) قرار گرفته است (شکل های ۱ و ۲).

پهن دشت دامغان - شاهرود با چهره ای تقریباً کویری که گستره نمکی چاه جام از شاخص ترین نمای رخساره کویری آن بشمار می آید به همراه 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.

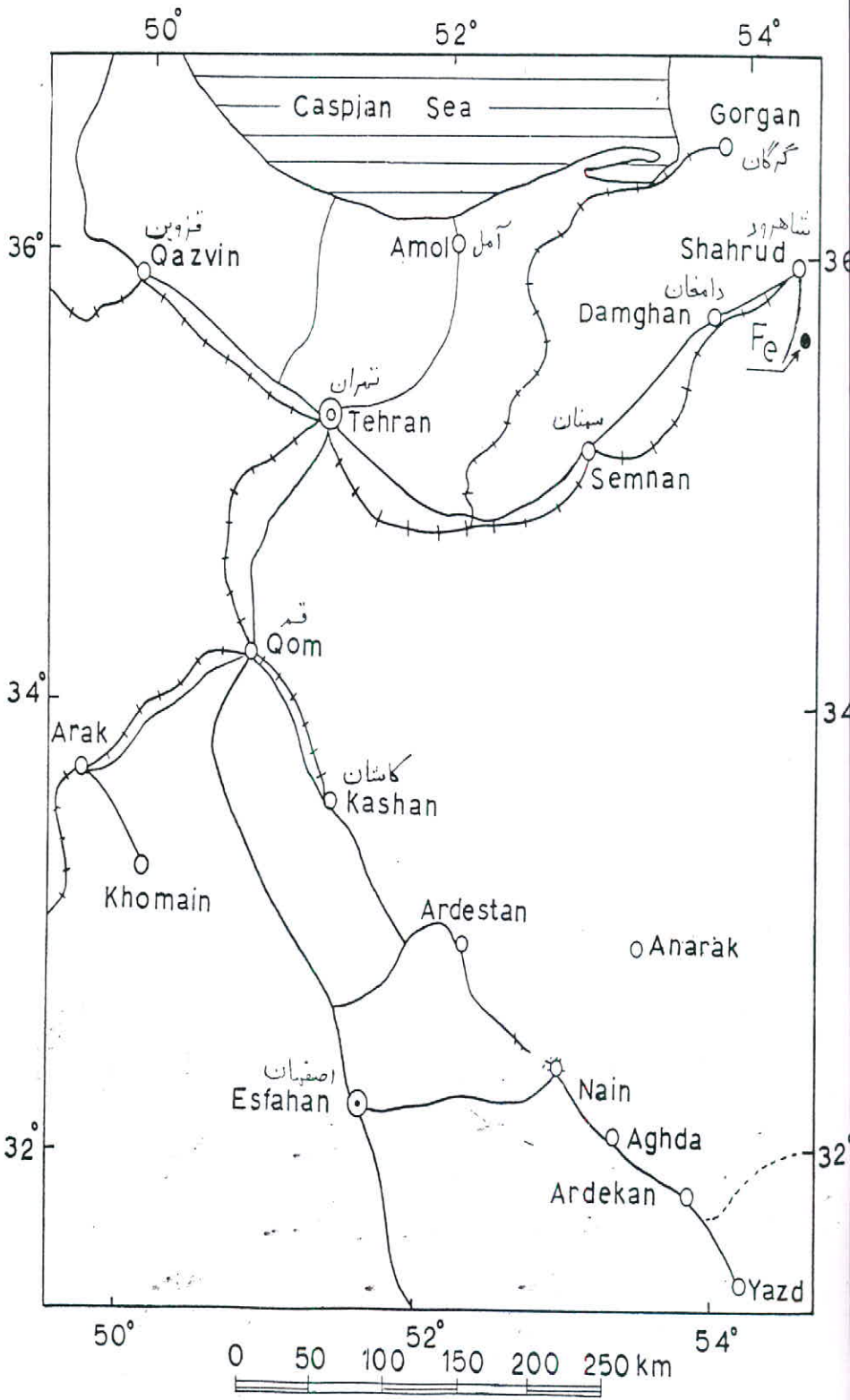
بجز نوار باریکی از رخساره های سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک که کوههای ارمیان شغال کوه و پیرکوه را پدید آورده اند تمامی بیرون زدگیهای این ناحیه از رخساره های رسوبی - آتشفشانی جوان سنوزوئیک تشکیل شده اند. کوههای شوشخ، چاه قندی، جویریون و کله قوچ از دیگر بلندیهای این ناحیه بشمار می آیند. تمامی آبریزها از دامنه 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).

L E G E N D

-  Outcrops
-  Terraces and gravel fans
-  Mud-salt (Kavir)
-  Elevation points (in meters)
-  Ore-location
-  Drainages



شکل (۳): نقشه فیزیوگرافی ناحیه اکتشافی



شکل (۲): موقعیت محل مورد اکتشاف

۱-۲: آب و هوای ناحیه

اگر چه این ناحیه در چهارچوب مناطق کویری و با آب و هوای تقریباً گرم و خشک قابل ارزیابی است معهداً بسبب وجود رشته کوه‌های البرز در بخش شمالی آن، تأثیر شرایط آب و هوایی حاکم بر ناحیه شمالی نیز بر این ناحیه مسئله ای انکار ناپذیر است. معهدالک وجود حوضه تبخیری - نمکی چاه جام که نمودی از ویژگیهای آب و هوای کویری است حکایت از شرایط ویژه آب و هوایی خاص ناحیه رامی 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 بلندبهای جنوب شاهرود به چندین ده گرم در لیتر می رسد.

۱-۳: پوشش گیاهی ناحیه

به سبب وجود شرایط 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 بونه های گونه کویری هیچگونه درختی در این ناحیه دیده نمی شود. در سالهای اخیر حفر جاههای نیمه عمیق بمنظور توسعه پسته کاری در دشتهای شمالی کفه نمکی چاه جم مورد توجه واقع شده است.

۴-۱- جغرافیای انسانی

متاسفانه شرایط خاص آب و هوایی، نبود جریانهای سطحی در حورتوجه، 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 آسفالت دماغان - 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 - تروود از این ناحیه می گذرد. این جاده تا حدود ۴۰ کیلومتری آسفالت، حدود ۴۰ کیلومتر آن خاکی و در دست احداث و مابقی آن تا تروود آسفالت می باشد. (شکلهای ۴ و ۵)

۵-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده اکتشافی

این محدوده در قسمت شمالی پیرکوه و در حدود ۸ کیلومتری حاور کلانه لجنه جای دارد. کلانه لجنه که نام این کانسار از آن گرفته شده منشکل چند ساختمان متروکه و تعدادی درخت است که در حاشیه جنوبی جاده شاهرود به تروود (حدود ۲۸ کیلومتری) قرار گرفته است (نمای ۱)

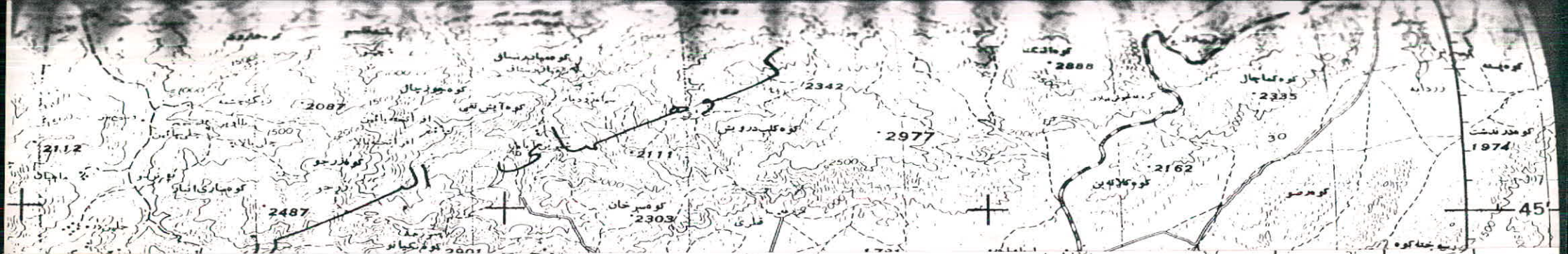
برای رسیدن باین محل پس از طی حدود ۲۸ کیلومتر از جاده آسفالت شاهرود - تروود، جاده خاکی از محل کلانه لجنه بسمت جنوب انشعاب و پس از گذر از مسیل لجنه با فاصله ای

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

شکل ۴؛ موقعیت جغرافیایی این محل را نشان میدهد.



نمای (۱) - نمایی از کلاته لجنه شاهرود



● محل ذخیره آهن لجنه شاهرود
 مقیاس : ۱:۲۵۰۰۰۰

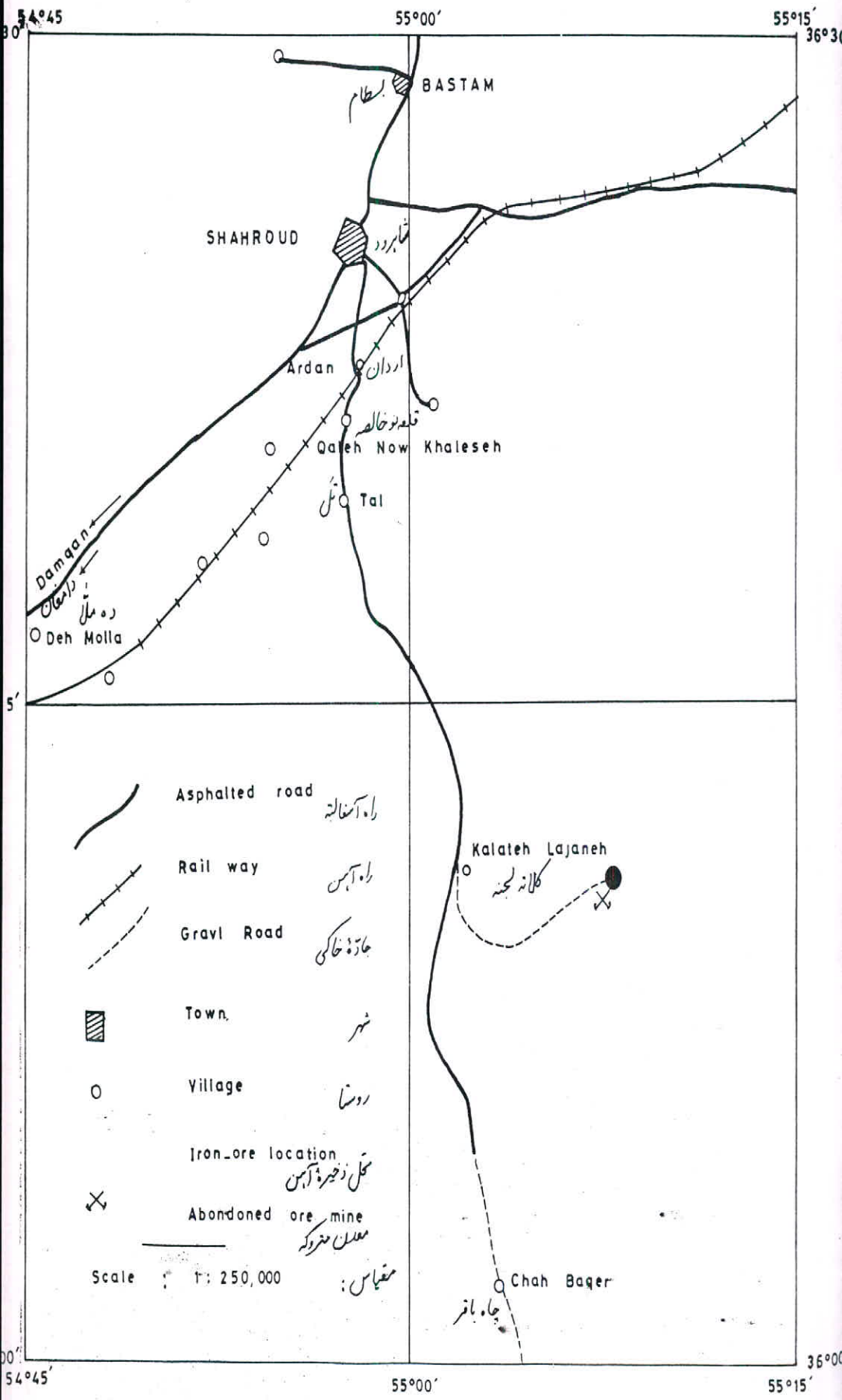
محل مورد کشف



نقشه

پایگاه سازمان جغرافیایی کشور سال ۱۳۵۴
 واحدهای نقشه‌های مجاور

رشته کوه سهند - شمالی - ۱:۲۵۰,۰۰۰



شکل (۵) - موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد اکتشاف

۲- سوابق پیشین

احتمالاً چهار گوش زمین شناسی گرگان (تنظیم از شهریابی 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 نبلور یافته پرمین احداث شده که بمقدار درخور توجهی مورد بهره 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 ترانسه های اکتشافی در کمر پائین نوده 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 دو گونه بررسی جای گرفته است.

۳-۱- عملیات صحرائی

۳-۲- کارهای آزمایشگاهی

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

۳-۱-۱- عملیات زمین شناسی - معدنی.

۳-۱-۲- عملیات ژئوفیزیکی

۱-۱-۳- عملیات زمین شناسی - معدنی

ضمن بررسی و مطالعات همه جانبه ناحیه و با توجه به شرح خدمات مندرج در پروژه اکتشافی، در این چهار چوب موارد زیر انجام گرفته است:

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

۲- تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی با مقیاس یاد شده و در همان وسعت و تلفیق آن با نقشه توپوگرافی

۳- انتخاب مناسب ترین محل جهت حفر ترانشه بمنظور ارزیابی کیفی و کمی 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 ۱-۱/۲۰ متر حفر و با دینامیت آتشیاری 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.

۱-۱-۳- عملیات ژئوفیزیکی

اگر چه در چهار چوب پروژه اکتشافی، کمی میزان اعتبار پیش بینی شده زمینه مطالعه و بررسی را محدود نموده بوده معیناً به سبب ضرورت و دستیابی 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 از میان آبرفتها سربر آورده است.

۴- میزان گسترش رخنمونهای کربناتی در این ناحیه اکتشافی

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

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

۱- روش مینیومتری

۲- روش گراویمتری

۳- روش $V.L.F$ (الکترومنیتیک)

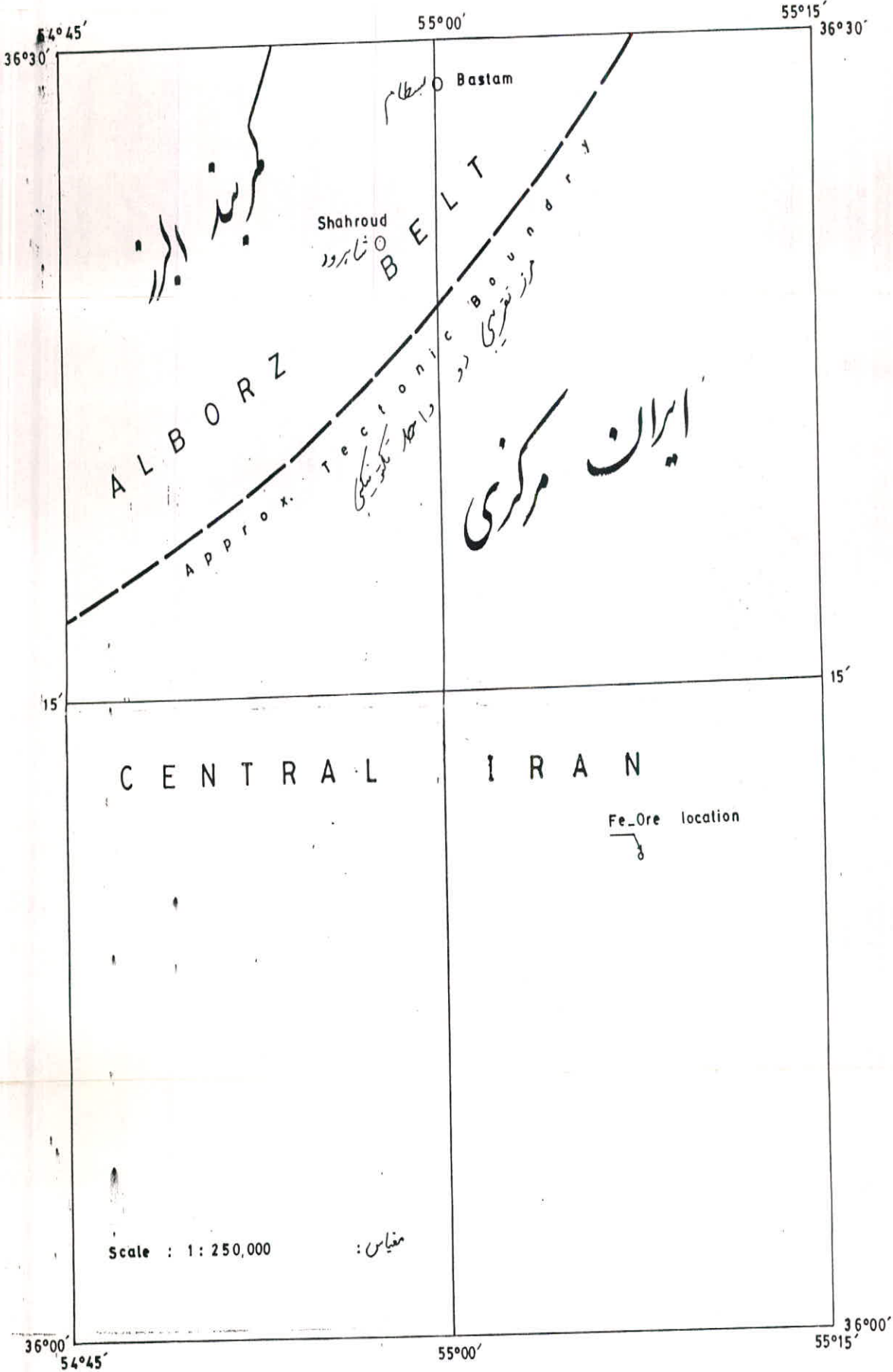
۲-۳- کارهای آزمایشگاهی

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 میکروسکوپی 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.
- ۴- در آزمایشگاه شیمی، از مجموع نمونه های برداشت شده تعداد ۲۵ نمونه تجربه شده که نتایج آنها پیوست گزارش است.
- ۵- تعداد دو نمونه مخلوط از پیکره کانسنگ آهن مورد آزمایش اسپکترومتری کمی قرار گرفته است که میزان عناصر کمیاب موجود در آنها اندازه گیری شده است.
- ۶- تعیین وزن مخصوص کانسنگ: بمنظور محاسبات میزان ذخیره مجموعاً هشت نمونه از محل های مختلف کانسنگ انتخاب و وزن مخصوص آنها در آزمایشگاه اندازه گیری شده است.

۴- 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 ۶).
 بر پایه نقشه زمین شناسی گرگان (شهرابی و همکاران ۱۳۶۹) و بزرگیهای چینه شناسی این ناحیه بقرار زیر می باشد.



شکل (۶) - موقعیت نکتونیکی محدوده مورد اکتشاف

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

این واحد زمین شناسی بعنوان کهن سال ترین واحد زمین ساختی در این ناحیه بشمار می آید که با رخساره های دولومیتی (بخش زبرین) و سنگهای آهکی فوزولین دار (بخش بالایی) در کوههای پیرکوه، شغال کوه و تپه شیطان نمایان شده است. کاملترین ردیف این واحد کربناتی برنگهای خاکستری روشن و تیره، قهوه ای تا کرم رنگ و بالابه بندی ضخیم ناتودهای در پیر کوه (خاور توده معدنی) نمایان شده است. روند ساختاری این واحد شمال خاوری - جنوب باختری است که با روند ساختاری 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 ترو د این واحد زمین شناسی مستقیماً بر سازند بهرام جای گرفته است (هو سمدراده و همکاران ۱۳۵۷).



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

۲-۴- 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 ارمیان) بصورت مجموعه ای چین خورده پوشانده است. در میان مجموعه یاد شده، ردیفی از سنگهای آتشفشانی از گونه گدازه ای و آذر آوری نیز مشاهده میشود.

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

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

۳-۴- کرتاسه

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

اگر چه آغاز ائوسن با تکاپوهای شدید درونی زمین در السرز و ایران مرکزی همراه بود و سرانجام مجموعه ضخیمی از رخساره های گوناگون آتشفشانی بر جای گذاشته 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 ناقصی گسیخته کوههای چاه قدی، شوش و جویریون 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 نکتونیک و منشکل از مجموعه درهمی از شیل های سیاه رنگ و ماسه سنگ دانه ریز و دولومینهای تبلور یافته و قهوه ای رنگ پریمین، توده های کوچک و دگرسان یافته (اسکارنی شده) نفودی، برزندهای ناپیوسته 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 ۴)

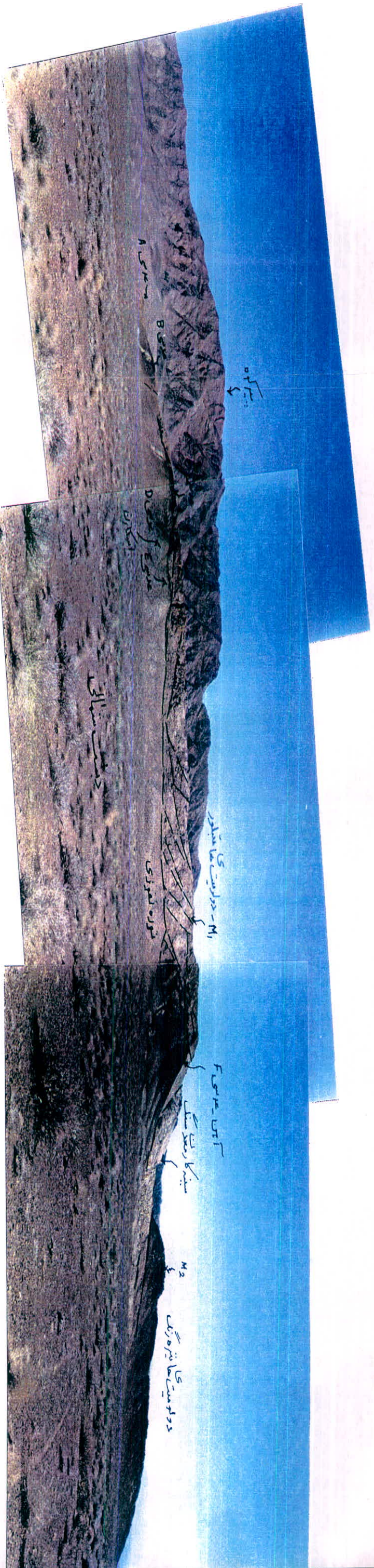
ردیفی از کنگلومرا و سنگهای آهکی نومولیت دار بعنوان اولین رخساره های رسوبی بیرونی ترین نوار ساختار ناقصی موجود را در کوه چاه قدی پدید آورده است (بلندبهای عقب نمای ۳) بدنبال این مجموعه ردیفی از مارنهای گچ دار، شیل، ماسه سنگ و کنگلومرا در ناحیه انباشته شده که از میان این رخساره ها، مارنهای سبز و قرمز رنگ 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 ۴- 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 افشای سنگی گوناگون و عدسی‌های کانسنگ آهن

رخساره های مارنی فسیل دار میوسن برنگ زرد لیمویی 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 مارتهای گچ دار قرمز رنگ همراه شده که پهنه نسبتاً وسیعی گستره خاوری و جنوبی شاهرود را پوشانده اند. کنگلومرای قرمز رنگ پایان نئوزن نه تنها در کوههای ارمیان و خاور پیرکوه رخنمون یافته بلکه در گستره وسیعی از ناحیه جنوبی محدودده مورد اکتشاف را پوشانده است.

۶-۴- پلیو - پلیوستوسن

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

۷-۴- کواترنر

تراسها و مخروط افکنه های کهن و جوان، نهشته های بستر مسیلهها و دریاها

نهشته‌های رسی و نمکی پلایای چاه جام بعنوان شاخص ترین رخساره‌های ایستاده شده در کواترنر هستند که گستره بسیار وسیعی را در بخش جنوبی ناحیه اکتشافی را پوشانده‌اند.

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 ۶) جای گرفته است. پی آمدنحسین حرکات تکتونیکی در کامبرین - اردوئیسین و عملکرد گسل عطاری فرونشینی این ناحیه را بران مرکزی بیش از البرز بوده است و در این چهار جوب نهشته‌هایی در کامبرین - اردوئیسین 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 رخساره‌های سنگی مشابه هستند.

در ناحیه مورد اکتشاف نه تنها کهن تراز واحد زمین ساختی پرمین (سازند حمال) رخنمون ندارد بلکه واحد‌های تریاس (سازند‌های سرخ شیل و شتری) پیر دیده نمی‌شوند و این نخستین نبود چینه‌ای قابل تشخیص در این ناحیه بشمار می‌آید.

پیشروی دوباره دریای ژوراسیک موجب برجای گذاری ایستاده‌های ضخیمی از رسوبات قاره‌ای شیل و ماسه سنگ گردیده که هسته تاقدیسی را در بخش خاوری ناحیه پدید آورده است. پی آمد اولین تشهای تکتونیکی در این زمان با پدیدار شدن گدازه‌ها و برشهای ولکانیکی همراه شده که در میان سازند شمشک بر جای گذاشته شده‌اند.

از بارزترین و شاخص ترین رخداد‌های تکتونیکی در این ناحیه می‌توان به رخداد کیمبرین پسین اشاره نمود که هم سان با بسیاری از نقاط ایران زمین بویژه ایران مرکزی با منامورفیزم و

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

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

پی آمد رخداد لارامید و خروج سرزمین کرناسه در کرناسه پسین، هیچگونه رخساره ای در این سرزمین انباشته نشده است. بدنبال این خشکی زایی، نخستین واحد سنگی در ائوسن آغازین با تکه پوهای آتشفشانی پدیدار و بگونه انباشته های ضخیمی بر واحد های کهن تر جای گرفته است (سومین ناپوستنگی). رخداد نکتونیک پیرینه سبب پدیدار شدن چهارمین ناپوستنگی بین نهشته های ائوسن و میوسن گردیده است. انباشته های قاره ای میوسن زوال 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 جویریون اشاره نمود که بعنوان ساحه هایی از گسل میامی بشمار می آیند. عمل کرد گسل کوه جویریون به تنها موجب شده که رخساره های کهن تر (سازند های جمال، شمشک و نهشته های کرناسه) در کنار رخساره های جوانتر ترشیر جای گیرند بلکه سبب بریده شدن یال شمالی تاقدیس موجود در این ناحیه شده است.

گسلها محور چین های کهن تر (پالئوزوئیک و مروزوئیک) را قطع در حالیکه با محور چین های ترشیر تقریباً موازی می باشند. محور چین های کهن تقریباً شمال حاوری - جنوب باختری در حالیکه راستای محور چین های جوانتر تقریباً حاوری - باختری هستند.

۶- 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 گرایش) 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 و در نقشه یاد شده نشان داده شده اند.

۶-۱- سنگهای کربناتی پرمین

۶-۲- سنگهای آذرین نفوذی جوانتر

۶-۳- کانسنگ آهن

در نمای ۵ واحد های یاد شده رامیتوان مشاهده نمود و این در حالی است که در این نماد و عضو از زیر مجموعه های واحد پرمین نیز قابل تشخیص است: ۱- عضوسنگهای دولومیتی متبلور یافته رنگ روشن ۲- عضو سنگ آهکهای دولومیتی تیره رنگ که بگونه یک نوار بلند و کشیده در سمت راست نمادیده میشود. سینه کار معدن سنگ نمایردر بخش میانی این عکس قابل دیدنی است.

۶-۱- سنگهای کربناتی پرمین

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

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 معیناً در بخش زیرین کانسنگ در عدسی F (عدسی اصلی) نوار سیاه رنگی از سنگهای کربناتی دیده میشود که در ابتدا شباهت زیادی با کانسنگ آهن نشان میدهد ولی در واقع از سنگهای کربناتی تیره رنگ با بافتی بسیار دانه ریز تشکیل شده است. از این رخساره جز در محدوده تراشه 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 نوده ای دارند. گونه ای که در مواردی شناخت شیب واقعی لایه ها نسبتاً دشوار و چندان روشن نیست. اما در مجموع شیب کلی آنها بین ۴۵ تا ۶۵ 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 تراشه T5 که سطح تماس آن تا دارای پیچ و تاب و حالت عادی دارد (نمای ۸).



نمای ۶- 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 نوده نفوذی و تقریباً (احتمالاً) بگونه ای هم شیب بر آن جای گرفته است بسبب دمای این نوده آذرین سنگهای دولومیتی دوباره تبلور یافته و مرمری شده‌اند. این همبر شدن نه تنها سبب تبلور دوباره در سنگهای کربناتی گردیده بلکه طاهر این سنگها را از پاره ای ناخالصی‌ها تهی نموده بگونه ای که سنگهای تبلور یافته کاملاً سفید رنگ و مناسب جهت سنگهای تزئینی شده‌اند و از اینرو است که سینه کاری در جبهه باختری آن گشوده شده است. نمای عمومی این بخش در نماهای ۵ و ۶ و سه کار معدن را در نمای (۶) 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 می‌باشد 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	CuO	MgO	Fe2O3	SiO2	L.O.I
D1	۳۲/۴۴	۱۹/۷۴	۰/۲۴	۰/۳۱	۴۶/۶۱
D2	۵۴/۳۹	۱/۰۸	۰/۱۴	۱/۱۹	۴۳/۷۸

جدول (۱) ترکیب شیمیایی سنگهای کربناتی بخش زیرین (واحد MI)



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

پائین: رخنمونهای از واحد M2 در قسمت جنوب باختری محدوده

همانگونه که ترکیب شیمیایی این سنگها نشان میدهند مین 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 نوده نفوذی انباشته شده است. در خور نوحه است که فروز تر پیکره های 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 قبیل از کانی زایی انباشته شده اند. این پدیده در نماهای ۱۰ و ۱۴ و ۱۵ بروشی 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 زیرین: این بخش در بردارنده سنگهای کربناتی تیره رنگی است که بصورت چند تپه نسبتاً کوچک در بخش جنوبی و بگونه یک بلندی کسیده ای در بخش باختری سینه کار معدن (نماهای ۵ و ۷) رخنمون یافته است.

اگر چه فاصله این دو بخش عمدتاً پوشیده از سنگهای استخراجی است ولی بنظر میرسد که سطح تماس بخش های زیرین و زیرین گسیخته و در مواردی در حد فاصل آن دو نشانه هایی از سنگهای نفوذی (اسکارن) مشاهده میشود (به نقشه زمین ساسی 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 بافت نمی شود ولی در زیرین ترین قسمت آن (احتمالاً در سطح گسل) رگه هایی نازک از کانسنگ آهن که هم راستا با گسل و امتداد

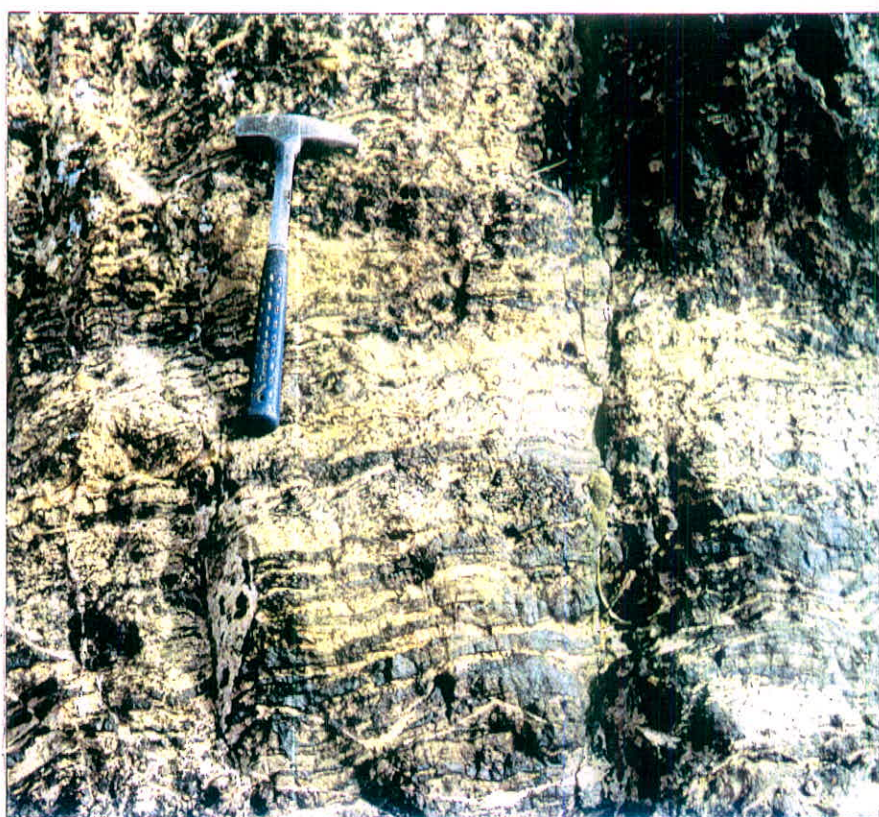
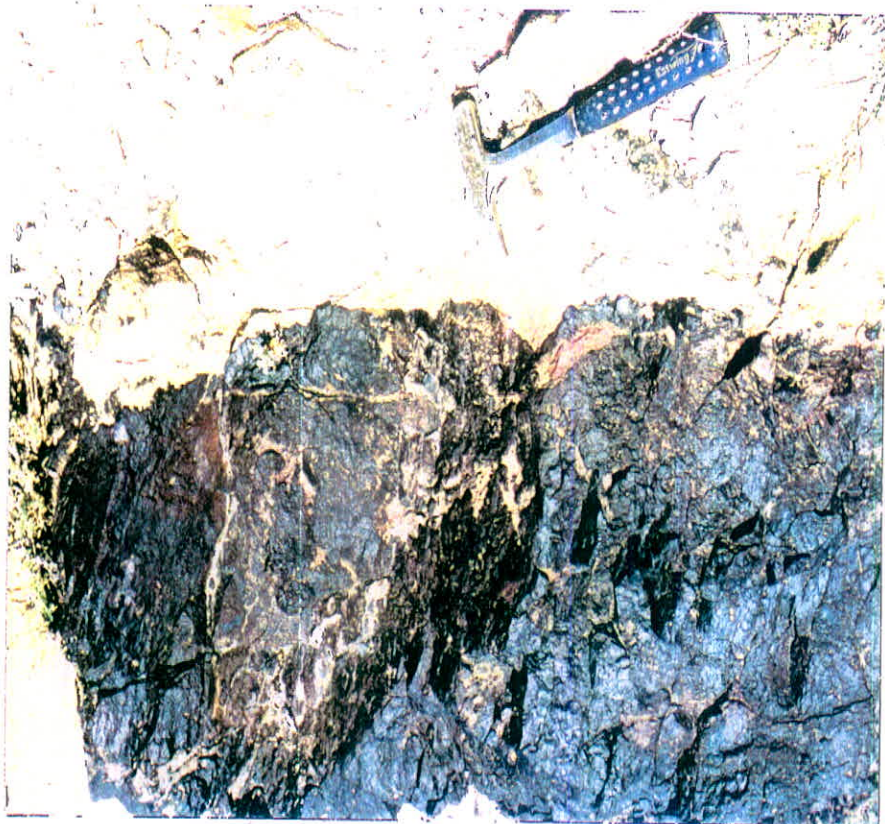
طبقات است دیده می شود.

۲-۶- سنگهای آذرین نفوذی:

بطور کلی توده آذرین نفوذی (کوآرتز 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 بک شیب مورفولوژی نسبتاً ملایم به دشت گسترده در پهنه شمالی این محدوده پایان می یابد.

در این واحد سنگی از رخساره 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 یا بافت پورفیری که بلورهای فلدسپار و پیروکسن در زمینه ای دانه ریز پراکنده اند، شاخص ترین رخنمون آن نیه 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 نیه ای رنگ روشن دیده میشود. نمونه A1. بمنظور مطالعات پتروگرافی و معین شدن ترکیب شیمیایی آن از همین نیه برداشت شده که نتایج آن تفرار زیر می باشد.



نمای ۸- بالا: سطح تماس، پیچ‌تاب‌دار بین کانسنگ آهن و رخساره دولومیتی
 پائین: جان‌شینی در جاز آهن در دولومیت و حفظ ساخت نخستین سنگ‌های دولومیتی

پتروگرافی نمونه AI

نام سنگ: کوارتز مونزونیت

یافت: گرانولار کمی پورفیریتیک

فئو کریست: پلاژیو کلاز شکلدار تا کمی شکدار با ترکیب متوسط (حدود الیگو کلاز آندزین) قطر ۳-۲ میلیمتر، گاهی حاشیه آنرا فلدسپات الکالن شدیداً آرژیلی شده فرامیگیرد. پلاژیو کلاز به سربسیت و کمی اپیدوت (تأثیر فرآیند اسکارن زایی) تجزیه شده است. ندرتاً بلور بیونیت به قطر ۰/۱ میلیمتر در پلاژیو کلاز وجود دارد که نشان دهنده تبلور آن قبل از پلاژیو کلاز می باشد.

پیروکسن شکلدار با قطر حدود ۲ میلیمتر تا منوکلینیک، دیالاز یا سه سبسم رح و تجزیه به کربنات. ضمناً همسان با پلاژیو کلازها، بیونیت نیز در این کانی یافت میشود. زمینه: نسبتاً دانه ریز تر از فئو کریست ها بوده و قطر متوسط بلورها یک میلیمتر و کمتر از آن است کانیهای پدید آورنده زمینه عبارتند از:

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

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

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

۴- کوارتز بی شکل حدود ۵ درصد حجم کل سنگ، قطر ۰/۱۲-۰/۱۵ میلیمتر

کانیهای ثانویه: سربسیت، کانیهای رسی، کربنات، اورالیت

کانیهای فرعی: آپاتیت، اسفن

کانی های کدر: اکسیدهای آهن

ترکیب شیمیایی نمونه A1 بقرار زیر می باشد:

SiO_2	۶۰/۹۸	در صد	CaO	۵/۹۰	در صد
Al_2O_3	۱۷/۱۷	در صد	MgO	۱/۶۵	در صد
Fe_2O_3	۱/۹۳	در صد	TiO_2	۰/۴۱	در صد
Na_2O	۵/۲۸	در صد	SO_3	۰/۰۲	در صد
K_2O	۵/۱۶	در صد	$L.O.I$	۱/۲۰	در صد

ترکیب شیمیایی کوارتز مونزونیت لجنه

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:

۱- سنگهای آذرین نفوذی دگرسان نیافته با کم دگرسان یافته بحسین.

۲- سنگهای آذرین نفوذی کاملاً دگرسان یافته و همبر با رخساره دولومسی (اسکارن)

آنچه در خور توجه است اینست که افزایش دگرسانی به بهای از بس رفتن یافت 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 می باشد.

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

فئوکریست 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، تجربه به اپیدوت، سریسیت و کانیهای رسی.

۲- پیروکسن: کمی شکلدار گاهی با ماکل تیپ اوژیت قطر تا ۱/۵ میلیمتر، نوع آن اوژیت 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 سرسیت و کانیه‌های رسی و اپیدوت (پیستانیت) تجزیه شده است.

زمینه سنگ شدیداً اپیدوتیزه شده بگونه‌ای که بلورهای پیستانیت و کلیسورولیزیت تا قطر ۲-۳ میلیمتر بمقدار بیش از ۴۰ درصد حجم کلی سنگ رشد کرده‌اند.

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

کانیه‌های ثانویه: اپیدوت، کلریت، سرسیت، کانیه‌های رسی، کوارتز و فلدسپات.
کانیه‌های فرعی: کانیه‌های کدر و اکسید آهن.

شرح کامل مطالعه میکروسکپی و نمای آن در مقطع نازک در پیوست گزارش می‌باشد.
از دیگر نمونه‌های اسکارنی شده می‌توان به نمونه A10 اشاره کرد که مطالعه پتروگرافی آن بشرح زیر می‌باشد:

نمونه A10

نام سنگ: سنگ آذرین بشدت اپیدوتیزه و کریستالی شده.

کانیه‌های تشکیل دهنده شامل اپیدوت بصورت بلورهای درشت پیستانیت تا قطر ۱-۳

میلیمتر بمقدار ۴۵-۵۰ در صد حجم کلی سنگ به همراه کربنات (کلسیت) نسبتاً فراوان (۲۵-۳۰ 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، سربیسیت با کلریت و کانیهای رسی
کانیهای فرعی: کانیهای کدر، اکسید آهن و آپائیت
شرح کامل پتروگرافی و نمای میکروسکوپی این نمونه در پیوست گزارش می باشد.

۳-۶- کانسنگ آهن (توده معدنی)

کانسنگ آهن برنگ سیاه با جلای فلزی و با ترکیب کانی شناسی میسیت - همانیت و عدسی گونه در شش پیکره کوچک و بزرگ در همبستر سنگهای کربناتی و کوارتز مونوزونیت 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 جانیشینی آن ها را از رخساره ای کربناتی به رخساره ای منیتینی نشان میدهد.

کمر پالین کانسنگ رخساره اسکارنی است که در پاره ای موارد دارای سطح تماسی گسیخته و در 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 بروشی نمایان است:

۱- وجود سطح تماس پریچ و ناب با سنگهای کربناتی بویژه در انتهای ترانسه 7.5 در عدسی اصلی F (نمای ۸).

۲- انجام کامل پدیده جانشینی در سنگهای دولومیتی بدون اینکه ساحه نخستین سنگها از بین برود (نمای ۸) و چنین بنظر میرسد که آهن و دولومیت بالا میاسون طرفی بگونه تناوبی تکرار شده اند. نمونه A11 از این قسمت و منظور مطالعات میکروسکپی (منقطع صیقلی) برداشت شده که نتایج آن در صفحات بعدی ملاحظه میشود.

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

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

۳- در مکانهایی که سطح تماس ناگسیخته است سنگهای کربناتی به رنگهایی هم چون کرم، خاکستری روشن و سفید رنگ جلوه گر میشوند. در مواردی این تغییر رنگ بویژه وجود لکه های 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.

۴- وجود مقادیر ناچیزی از کالکوزین در کانسنگ آهن و در سطح تماس با رول سکارن، پی آمد فرآیندهای اکسیداسیون و کربناتیزاسیون بر این کانی سولفیدی مس، بدیدار شدن مالاکیت، کوپریت و مس طبیعی است که مالاکیت بصورت لکه هایی سبز رنگ



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



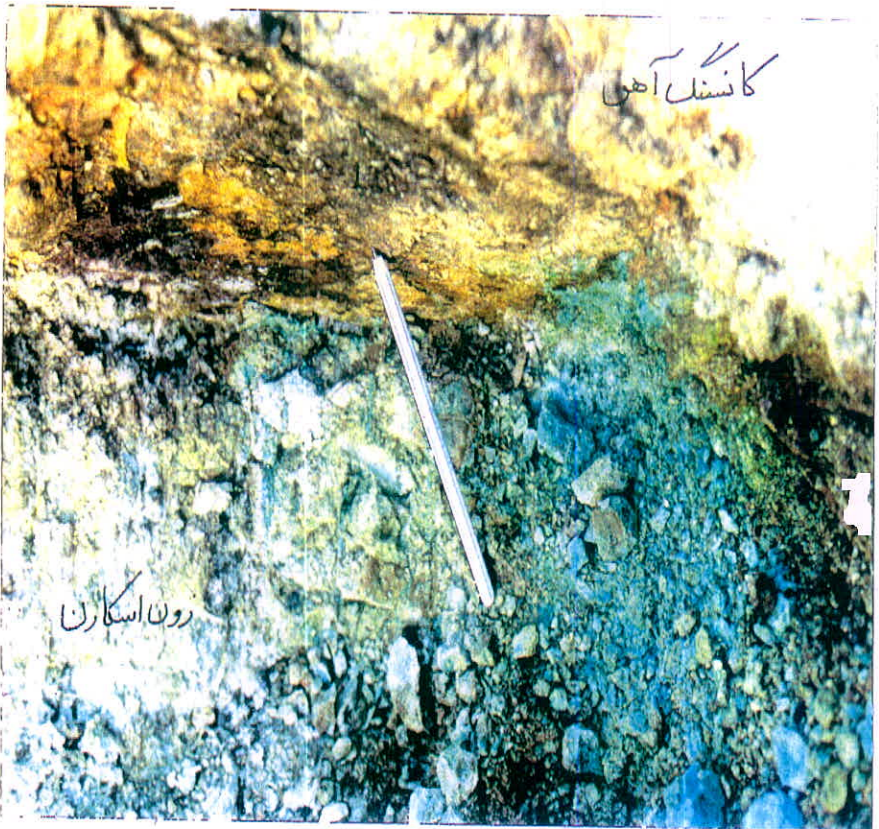
نمای ۱۰- بخش هائی از یک افق دولومیتی که در آن فرآیند جانشینی انجام نپذیرفته است.

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

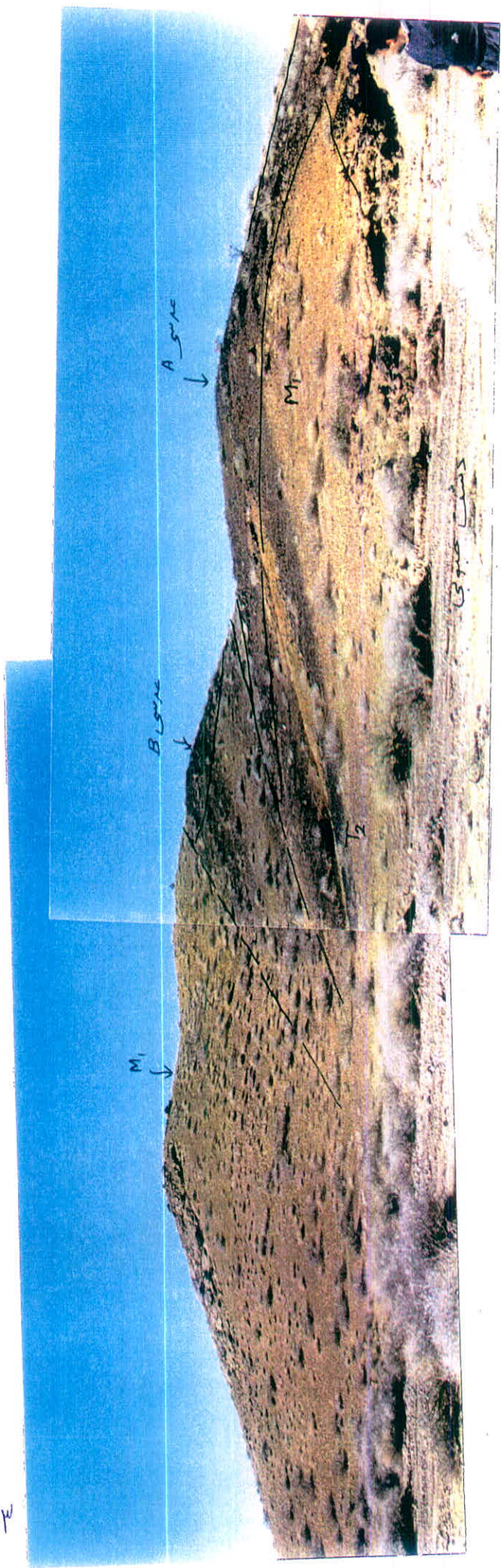
۲- رگه های آهن: گاهی محلولهای آهن‌دار در امتداد گسیختگیها نفوذ و سبب انباشته شدن اکسید آهن در امتداد این سطوح گسسته شده اند. ابعاد این رگه ها کوچک و صحامت آنها از یک متر تجاوز نمیکنند (نماهای ۱۴ و ۱۵). گفتنی است که گاهی این رگه ها بگونه عدسی های کوچکی در درون سنگهای کربناتی پدیدار میشود که در محل همسر 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 متفرد 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، هماتیت، دولومیت، کلسیت و کوارتز کانسنگ آهن را در این محدوده پدید آورده اند. فرآیند متازومانیسم در نتیجه هجوم محلولهای آهن‌دار اشتقاق یافته و از نوده کوارتز مونوزومیتی بر سنگهای دولومیتی انجام پذیرفته است. چنین بنظر می رسد که رخساره های کربناتی در جا و متاثر از محلولهای آهن‌دار با مینیت جانشین شده اند و این بگونه ای است که در بسیاری موارد و بروشنی کانسنگ آهن ویژگیهای ساخت و یافت نخستین سنگهای کربناتی را در درون خود



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

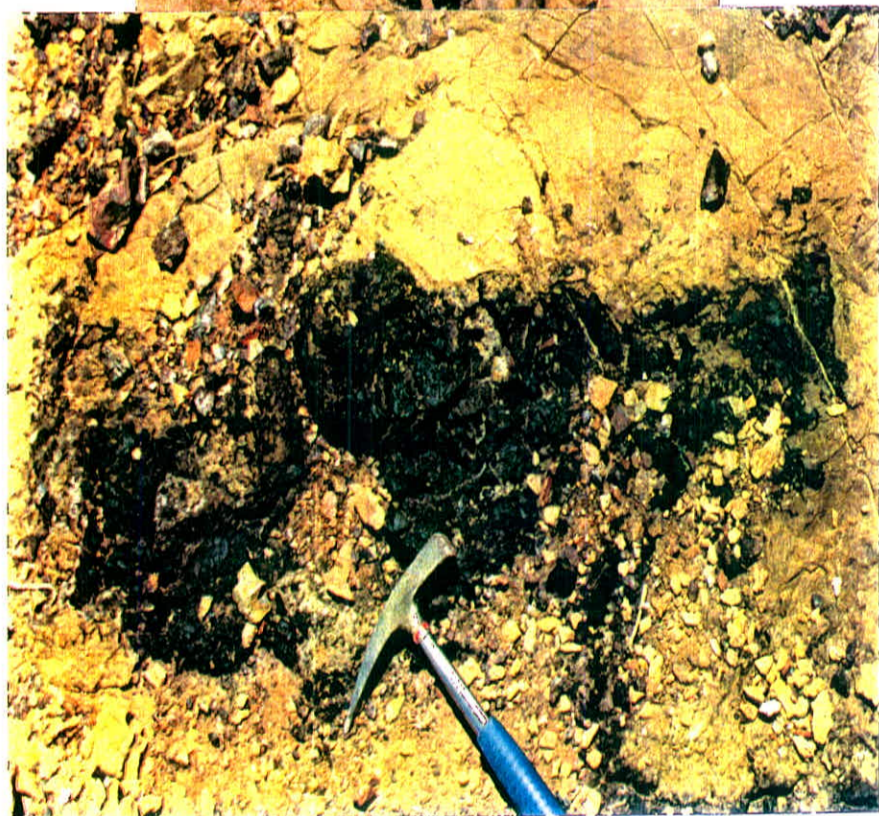
پائین: پیوند اسکارن، عدسی آهن و سنگهای دولومیتی (M1)



نمای ۱۲ - نمایی از دامنه چنوبی بلندی مورد اکتشاف در دامنه های A, B



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



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

۷۵

۷۹

۸- گفتاری بر چگونگی 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 شرایط محیطی آن

۸-۲: دگرگون شدن سنگهای کربناتی

بطور کلی سنگهای کربناتی و عمدتاً دولومیتی پریمین در پیدایش کانسار آهن حایگاه ویژه‌ای داشته‌اند . پی آمد نفوذ و همبر شدن این واحد با توده نفوذی کوارتز مونروئیتی فرآیند دگرگونی مجاورتی را منحل و سنگها کاملاً تبلور یافته‌اند . جدول (۳) دمای توده های نفوذی گونه فلسیکی را بر پایه داده های وینکلر (۱۹۷۶) و ترنر (۱۹۸۱) نشان میدهد .

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

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

پی آمد فرآیندهای دگرگونی همیری 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 همسر توده آذرین سنگها کاملاً تبلور یافته و از بافت نسبتاً همگنی برخوردار شده اند. پی آمد فرآیند دگرگونی همیری 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 دورتر دارای 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 در مواردی که ماگمای نفوذی نهی از گازها و محلولهای گرمایی 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 باد شده همراه باشد ضمن پدیدار شدن فرآیندهای دگرسانی ممکن است با کانی سازی نیز همراه گردد.

۸-۲ منبع پدید آورنده ماده معدنی:

اگر چه پیدایش شماری از ذخایر منیتمیتی را در چهار چوب پدیده نفوذی (1978) *(Shund, 1947, frietsch,* یا بگونه گدازه های منیتمیتی *(Park, 1961)* ارزیابی نموده اند معهداً تقریباً تمامی پژوهشگران پیدایش ذخایر منیتمیتی اسکارتی را در پیوند مستقیم با محلولهایی که منشأ ماگمایی دارند میدانند *(1964, Lamey 1961, Korzhinsky, 1960)*

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

موارد زیادی از این باورها بر مبنای پژوهشهای صحرایی، مطالعات کانی شناسی و سنگ شناسی و درموردی 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 ماگمایی (Post Magmatic) ورود مقادیر نسبتاً کمی از آبهای جوی نیز در این محلولها ضروری دانسته اند. باومن و همکاران (۱۹۸۵) این مقدار آب را کمتر از ده صد میدانند. سنگستر (۱۹۶۹) ضمن بررسی دخالر مینیتی جایشینی در کلمبیادر پیوند با منبع نامین کننده آهن چهار نظر را عنوان میکند. چهارمین آنها باورایشان بر آن جای گرفته است. اینست که این ذخایر از محلولهای گرمایی اشتقاق یافته از پلوتونهای گرانیتی مجاور سنگهای آهکی پدید آمده اند. بنابراین با توجه به مشاهدات صحرایی و وجود عناصر عینی تقریباً تمامی باورها بر اینست که محلولهای کانسار از توده های نفوذی جای گرفته در مجاور سنگهای کربناتی اشتقاق یافته اند. وجود سنگهای پلوتونی دگرسان یافته کوارتز مونوزویتی 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 مونوزویتی است که در حال حاضر در مجاورت سنگهای کربناتی پر مین 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.

کانسنگی که امروز به گونه های مختلف همانیت با منینیت با 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 تنها در پیوند با ترکیب شیمیائی بلکه در رابطه با ویژگیهای فیزیکوشیمیائی محلولها و محیطی که کانسنگ در آن شرایط پدید آمده اند نه فقط اتفاق نظر ندارند بلکه در شماری از موارد نظریه های گوناگونی ارائه داده اند.

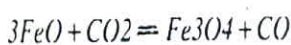
تمامی این محققین بر این باورند که محلولهای گرمایی بگونه یک کمپلکس در بر دارنده کلرورها، فلورورها، بیکربناتها، سولفاتها، سیلیکاتها و مقادیر متفاوتی از انواع فلزات میباشند. کیفیت شیمیائی محلولها (اسیدی، قلیائی یا خنثی بودن)، چگونگی وجود کانیها یا فلزات در این محلولها، غلظت محلولها، دما و فشار محلولها،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

چهار چوب های فرآیندهای ترمودینامیکی ویژه و مطالعه بر فاز دیاگرامهای گوناگون و پدید آوردن سیستم های خاص در شرایط فیزیکوشیمیائی ویژه نه تنها روند تکوین و تشکیل بسیاری از کانپها را در 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 داده اند. 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» میباشد از اینرو گفتار را در همین چهارچوب بسنده می کنیم.

همانگونه که اشاره شد منبع آهن، ترکیب شیمیائی عامل در بر دارنده آهن و دربابان تغییر شرایط در پیوند با بر جای گذاری منیتیت از عمده مواردی است که در تنوری تشکیل کانسارهای منیتیت گرمایی جایگاه ویژه ای دارند (Holser, Schneer, 1961).

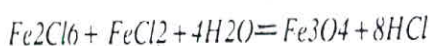
نتایج بدست آمده از پژوهشهای ترمودینامیکی باور بیشتر پژوهشگران را بر این اصل قرار داده که تشکیل منیتیت در ذخایر اسکارنسی در پیوند با کلورورها و هیدروکسید آهن است که طی فرآیندهای گوناگون سبب بر جای گذاری منیتیت میگردد. (Zeis 1929, Butler 1927, 1923, Garrels 1952, Krauskopf 1957, Holser, Schneer 1961, Kalnin 1962, Stevenson, Jeffery 1964, Sangster 1969, Shand 1974,)

Butler (1923 1927) پیشنهاد میکند که آهن بر پایه فرآیند زیر اکسید میگردد.

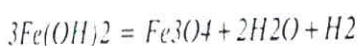


دی اکسید کربن در زمان نفوذ توده آذرین و انجام فرآیند جانشینی از سنگهای کربناتی آزاد میشود.

Zeis (1929) باور دارد که پیدایش منیتیت در ناحیه کاتمانی پی آمد فرآیند زیر میباشد.



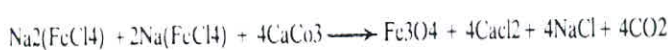
Shand (1947) بر اساس فرآیند اکسیداسیون بیان میکند که هیدروکسید فرو بگونه زیر به منیتیت تبدیل میشود:



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 فرآیندی بین محلول کلرو فرو و کلسیت نیز چنین میباشد.

Holser, Schneer (1961) ابعاد تشکیل منیتیت گرمایی را در چهار چوب فرآیندهای ترمودینامیکی بگونه ای گسترده مورد توجه قرار داده و بر پایه 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 و هیدروکسید آهن و واکنش با یون H^+ بررسی کرده اند. این پژوهشگران با ایجاد فرآیند بین کلرورهای آهن و کلسیت در دمای ۳۲۰ درجه سانتیگراد و فشار ۱۱۰۰ بار بلورهای منیتیت را بوجود آورده اند.

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



Stevenson, Jeffery (1964) در پیوند با کاتسار منیتیت گونه اسکارنی در جزیره ونکوور کلمبیا باور هولزر و همکار (۱۹۵۱) می پذیرند ولی نوع محلول در بر دارنده فلز راز گونه محلول بونی (Ionic Solution) با حالتی کلونیدال میدانند در حالیکه هولزر و همکار محلول را بصورت یک محلول حقیقی (True Solution) می دانند. استونسون و همکار بیان می دارند که آهن از یک محلول اسیدی و بصورت کلونیدال در یک محلول بونی و بهنگام جانشینی

در سنگ آهک بصورت منیئیت نهشته شده است در حالیکه هولزر و همکار سوسپانسیونهای کلوئیدی را باور ندارند.

Sangster (1969) پی آمد پژوهشهای صحرایی و آزمایشگاهی بر بیست دحیره منیئیتی گونه اسکارنی در کلمبیا، تقریباً همساز با نظریه هولزر و همکار (۱۹۶۱) بیان می دارد که: این ذخایر منیئیتی گونه اسکارن از مجاورت سنگهای کربناتی با توده های پلوتونی دارای ترکیب حد واسط (تقریباً از گابرو تا کوارتز مونزونیت) 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 در محل تماس سنگهای نفوذی با سنگهای کربناتی کانسنگ منیئیت انباشته شده است. مجموع شرایط یادشده 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 تماس یا بواقع دمای فرآیند اسکارن زائی

۳- دمای تشکیل کانسنگ (منیئیت)

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

شماری از کانیها بعنوان دماسنج که طی فرآیندهای گوناگون در آزمایشگاهها بطور تجربی بدست آورده اند دمای ماگمای مذاب و تبلور آن را تخمین زده اند، اگرچه در مواردی تلاش بر این بوده است که ماگماها را بگونه تجربی تولید کنند. دمای گذاره های نازک در هالوانی بین ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری نموده اند (Burth, 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 پائین تر از دمای ماگما و تبلور آن انجام می پذیرد. از اینرو پیدایش کانی های اسکارنی در دما و فشاری کمتر از شرایط حاکم بر ماگمای تولید کننده سنگهای نفوذی پدید می آیند. پژوهشهای 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.

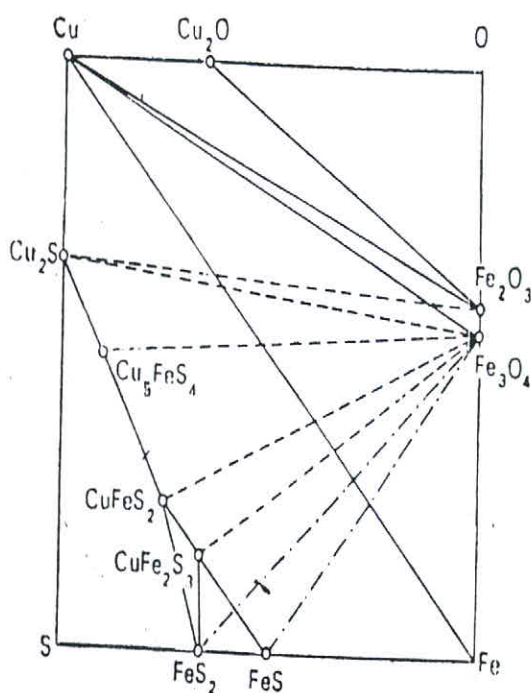
در این پیوند گونه های مختلف کانیهای پدید آورنده زون اسکارن جایگاه ویژه ای دارند. مطالعات سنگ شناسی و XRD بیانگر وجود کانیهای کلریت، اپیدوت و فلوگوپیت بوده است که شماری از کانیهای ثانویه دیگر از جمله ابلیت، کلسیت، دولومیت، آپاتیت، آناتاز، ژیبس و غیره آنها را همراهی میکنند. نه در مطالعات میکروسکوپی (مقاطع نازک و صیقلی) و در نه مطالعه با XRD به وجود کانی گارنت اشاره نشده اگرچه در مشاهدات صحرائی حضور این کانی را بدرستی نمیتوان معین نمود. کانیهای پدید آورنده شماری از نمونه های (A4, A5, A6, A8) سنگهای اسکارنی در پیوست گزارش میباشد.

۳- دمای تشکیل کانسنگ منیتیتی؛ گذاره های منیتیتی - هماتیتی همانند کانسارهای موجود در شمال شیلی که در سطح جریان بافته اند دمائی در حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد با بیشتر برای آنها تصور شده است. (Park, 1961)

اما در این گونه ذخایر که فرآیند پیدایش بصورت جانشینی انجام پذیرفته و در مجموع فرآیندهای ترمودینامیکی حاکم بر محیط متفاوت از نوع ذخایر حریرانی است چهار چوب فیزیکوشیمیایی موجود بر محیط پیدایش کانسنگ بر پایه آزمایشهای تجربی و فاز دیاگرامهای گوناگون که در سیستمهای 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 آید لذا دمای پیدایش این گونه کانسنگ ها بر مراتب کمتر از دمای فرآیند اسکارنی شدن میباشد. سنگستر (۱۹۶۹) دمای نوده های نفوذی در ذخایر کلمبیا را حدود ۹۰۰-۸۰۰ درجه سانتیگراد، دمای اسکارنی شدن را بین ۸۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و دمای تشکیل کانیهای سولفیدی همراه کانسنگ منینیت را ۵۵۰-۴۰۰ درجه سانتیگراد معین نموده است. به سبب اینکه کانی منینیت پس از فرآیند اسکارن زائی و پیش از فرآیند سولفید زائی انجام پذیرفته دمائی معادل ۶۰۰-۵۰۰ درجه سانتیگراد برای محلولهای منینیت زایش بینی نموده است. باید توجه نمود که کالکوزین معمولاً در دمائی حدود ۴۳۰ درجه سانتیگراد تشکیل میشوند.

در کانسار لجنه فزون بر کانیهای منینیت هماتیت، مقادیر بسیار کمی از کانی کالکوزین وجود دارد که عمدتاً در سطح تماس نوده نفوذی با نوده کانسنگ مشاهده میشود. بیشترین بخش از کانیهای طی فرآیندهای اکسیداسیون و کربناتیزاسیون به کوپریت، مس طبیعی و مالاکیت تبدیل شده اند. بنابراین نبود کانیهای سولفیدی (پیریت، کالکوپریت، بورنیت، کالکوزین، پیرویت و غیره) پی آمد عدم فراوانی عناصر گوگرد و مس در محیط 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 در پیوند با آن کانیهای



شکل (۷) سیستم نرمودینامیکی تشکیل کانیها در چهار جوب $Cu-Fe-S-O$

منیتیت - هماتیت و کالکوزین بعنوان یک مجموعه پدیدار شده است (شکل ۸).
 بتختین (نقل از اسمیرنوف ۱۹۷۶) و هم چنین Kullerud (۱۹۵۷) سیستم $Fe-S-O$ را در
 چهار جوب فرآیندهای نرمودینامیکی ارزیابی و در نتیجه کانیهای پدید آمده و دمای تبلور
 آنها را اندازه گیری نموده اند. در این سیستم مجموعه ای از کانیهای سولفیدی اکسیدی آهن
 در طیف دمایی بین ۵۶۰ تا ۷۴۳ درجه سانتیگراد پدیدار شده اند. پیریت، پیروتیت، منیتیت و
 هماتیت بعنوان کانیهای پدید آمده در این سیستم مطرح میشوند که در هر دما این مجموعه کم
 و بیش تغییر می نمایند. همانگونه که مشاهدات صحرایی و مطالعه مقاطع صیقلی نمونه هایی
 از کانسنگ نشان میدهند به همراه کانه های منیتیت و هماتیت 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 به همراه کوپریت - (Cu_2O) در بخش بالائی زون اکسیداسیون واز کالکوزین پدید می آید.

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

از آن جهت که کانیهای سولفیدی هم چون پیریت پیروتین، کالکوپیریت، بورتیت 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 در خور توجه نیستند. در پیوند با فشار اکسیژن موجود در گازها، بخارات و محلولهای 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 در هنگام تشکیل ذخایر منیبتی - هماتیتی میزان اکسیژن موجود در محیط از مهمترین عوامل و نقش اصلی در پدید آوردن نوع کانی دارد. از اینرو است که کراسکوف (۱۹۵۷) مقدار اکسیژن آزاد و بخارات، در بهترین حالت آن بوسیله فرآیند اکسیداسیون آهن معین می نماید. در این راستا یک حد فوقانی و یک حد تحتانی برای میزان فشار اکسیژن تعریف می نمایند که روند تشکیل کانیها از آهن فلزی - منیبتیت تا هماتیت تغییر میکند:

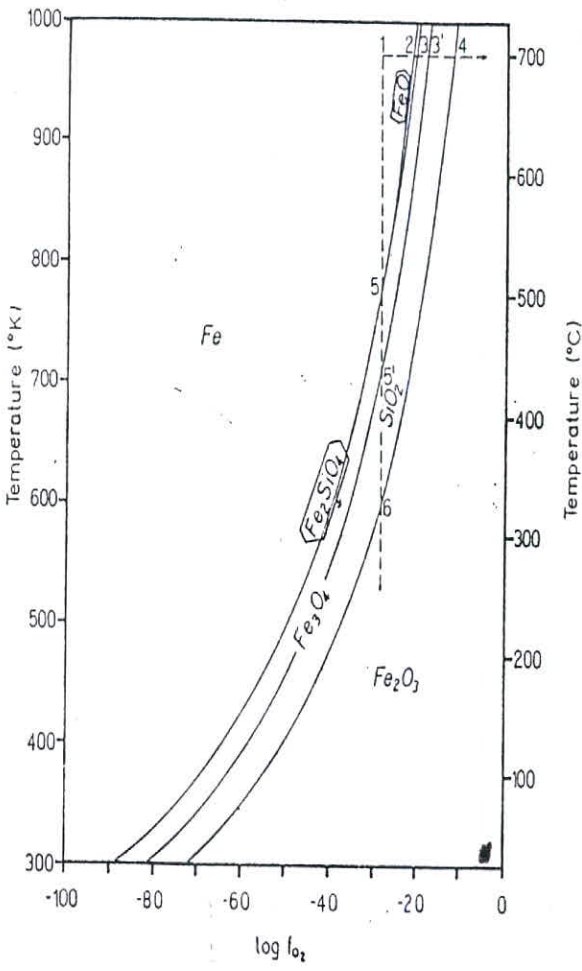




بر پایه فشار اکسیژن موجود در محیط وجود سیستم تعاونی بین ترکیبات مکائیزم پایداری با ناپایداری آنها تغییر و در این چهارچوب یک یا دو کانی در محیط پدیدار و با تغییر میزان اکسیژن از دو کانی موجود در محیط یکی ناپایدار و دیگری پایدارتر میگردد. هلند (۱۹۵۷) منحنی تجربی را در پیوند با حوزه پایداری اکسیدهای آهن ارائه نموده که ناحیه پیدایش منیتیت را در اینگونه کانسارها 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) و ارائه شکل (۸) که مبین میزان پایداری آهن و اکسیدهای آن در سیستم $Fe-O$ میباشد چنین استنباط میشود که:

- ۱- تا نقطه یک آهن فلزی پایدار میباشد.
- ۲- با افزایش فشار اکسیژن در محیط محدوده پایداری و زنتیت (FeO) به نقطه ۲ میرسد و در این نقطه Fe با FeO در حال تعادل هستند.
- ۳- بین نقاط ۲ و ۳ وزنتیت پایدار است. ولی با افزایش میزان فشار اکسیژن روند انجام فرآیندها بسوی تشکیل منیتیت (Fe_3O_4) پیش رفته و در این نقطه FeO با Fe_3O_4 در حال تعادل هستند ولی بچنانچه مجدداً میزان فشار اکسیژن محیط افزایش یابد FeO موجود در محیط بصورت ناپایدار در آمده و تماماً به منیتیت تبدیل میشوند از اینرو بین نقاط ۳ و ۴ منیتیت کاملاً پایدار است. چنانچه مجدداً فشار اکسیژن افزایش یابد (در نقطه ۴) مقداری هماتیت پدیدار و در حال تعادل با منیتیت نمایان میشوند (وجود مجموعه منیتیت - هماتیت در بسیاری از کانسارهای اسکارنی از جمله لجه) و در واقع این همان فرآیند میاریتیزاسیون است که انجام



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

می پذیرد.

چنانچه دوباره مقدار فشار اکسیژن موجود در محیط افزایش یابد در این حالت تمامی مینیت بصورت ناپایدار در آمده و تمام ماده معدنی بصورت همانیت پایدار نمایان خواهد شد.

حال چنانچه بجای افزایش فشار اکسیژن موجود در محیط بگونه ای دمای محیط کاهش یابد، در این حالت فلز آهن تا نقطه ۵ پایدار و در صورت رسیدن سیستم به نقطه ۵ آهن بصورت ناپایدار در آمده و تقریباً با مینیت بحال تعادل میرسند. تا دمای کمتر از ۵۵۰ درجه سانتیگراد FeO در پیوند با آهن و مینیت بصورت ناپایدار و در محدوده نقاط ۵ و ۶ مینیت بعنوان یک اکسید آهن پایدار نمایان میشود. در نقطه ۶ مینیت با همانیت در تعادل و در دمای پائین نقطه ۶ همانیت بعنوان یک اکسیژن آهن پایدار نمایان میشود.

در این سیستم تنها اکسیژن و فلز آهن مطرح هستند ولی چنانچه عناصر دیگری وجود داشته باشند وارد شبکه ساختمانی (کریستال مخلوط) کانیها میشوند (تینانیم در مینیت). حال چنانچه این مکانیزم تجربی را در پیوند با ذخیره آهن لجنه مورد مطالعه و بررسی قرار دهیم انجام فرآیندهای اکسیداسیون مشابه آنچه در شکل (۸) رخ میدهد در این ذخیره آهن جایگاه ویژه ای خواهد داشت. مجموعه کانیهای مینیت - همانیت این ذخیره مبین وجود شرایط نرمودینامیکی حاکم بر نقطه ۶ میباشد.

۹- عوامل کنترل کننده کانسار آهن لجنه

از آنجهت که فرآیند کانی سازی بوسیله گازها، بخارات و محلولهای گرمایی اشتقاق یافته از ماگمای نفوذی انجام پذیرفته از اینرو عناصر ساختاری (بافت و ساخت سنگها)

موجود در سنگهای در برگیرنده و همچنین ترکیب شیمیائی و کانی شناسی آنها و ویژگیهای ترمودینامیکی موجود در محیط از مهمترین عوامل کنترل کننده در جای گیری کانسنگ بشمار می آیند. در این راستا شماری از عوامل بعنوان عناصر فیزیکی و شماری 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 در جای گیری ماده معدنی از اهمیت ویژه ای برخوردارند. در یونند 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 و محلولهای کانی ساز دارای نقش در خور توجهی میباشند. هر چه میزان نفوذ پذیری در سنگها بیشتر باشد ^{بالتر} بالتبع حوزه مهاجرت محلولها گسترده تر خواهد شد.

از آنجهت که سنگهای در بر گیرنده قدیمتر کربناتی و عمدتاً سنگهای دولومیتی میباشند بنابراین جایگاه این سنگها در انباشته نمودن کانسنگ مسئله در خور توجه است. در میان رخساره های کربناتی، سنگهای دولومیتی و آهکهای دولومیتی دارای نخلخل زیادتری نسبت به سنگهای آهکی خالص میباشند از اینرو میزان نفوذ پذیری این سنگها بمراتب بیش از سنگهای آهکی است و همین 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 ویژه‌ای برخوردار است.

۲- لایه بندی، درزها، شکستگیها و گسلها: فضا‌های حالی در عبور محلولها و گازهای کانیساز نقش عمده‌ای دارند. از اینرو چنین عناصر ساختاری در مهاجرت محلولها و انجام فرآیند جانشینی در سنگهای دولومیتی نقش عمده و درخور توجه ایفا می نمایند. اگرچه ضخامت لایه های کربناتی زیاد میباشد معیناً وجود سطوح لایه بندی در چرخش گازها و محلولها امری اجتناب ناپذیر است.

از نظر زمانی دو نوع گسل قابل شناسائی است: گسلهای قبل از کانی سازی و گسلهای بعد از 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 جایگاهی توده معدنی و سنگهای 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 و محلولها دارای نقش در توجیهی هستند.

بنابراین مجموع عناصر یاد شده بعنوان عواملی در حرکت و چرخش گازها و محلولها و توسعه دامنه فرآیند متازوماتیسم جایگاه ویژه‌ای دارند که هر کدام از قانونمندی ویژه‌ای پیروی میکنند.

سنگهای کربناتی یکی از رخساره های سنگی است که نقش آن در اجسام فرآیندهای متازوماتیسم مجاورتی و بر جای گذاری کانسنگها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این میان دو عنصر قابل اشاره است.

۱- تفکیک و تمرکز آهن از مذابهای سیلیکاتی

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

این دو عامل بعنوان دو ویژگی در سنگهای کربناتی مطرح میباشند (Sungster, 1969). واکنش زائی سنگهای کربناتی در مقابل محلولهای کانی ساز چنان اهمیتی دارد که اشاره شود سنگهای آهنی بیش از ۹۰ درصد ذخایر جانشینی را در ناحیه بیوک نوآوار پدید آورده اند (پارک ۱۹۷۶). گازها و محلولهای آهندار اشتقاق یافته از توده نفوذی که بسوی نواحی کم فشار (سطح همبر یا سنگهای کربناتی، درزها و شکستگیها و گسلها، سطوح لایه بندی و...) مهاجرت می نمایند در مجاورت سنگهای کربناتی خنثی شده و در پایان این رخساره های سنگی اجازه ته نشینی کانسنگ را بصورت منیتیت میدهند. هر چه مقدار اکسیژن موجود در محلول کمتر و بالعکس مقدار کربنات زیاد تر باشد پایداری منیتیت بیشتر خواهد شد.

۱۰- شکل توده معدنی

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

کربناتی) جای گرفته است. فرآیندهای پیدایشی این کانسنگ گوبای 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 آن جهت که رخدادهای نکتونیک پس از کانی سازی بر این مجموعه اثر در حور نوحهی داشته اند از اینرو در حال حاضر این واحد معدنی بصورت عدسی های گسیخته ای رحمون دارند که دست کم شش عدسی جدا از هم قابل تشخیص است. ما در این گزارش و بر پایه نقشه زمین شناسی فراهم آمده عدسی ها را از سمت شمال خاور به جنوب باختر با نام عدسی های F, E, D, C, B, A معرفی کرده ایم که در این میان عدسی F بعنوان بزرگترین عدسی (در جنوب باختر و در مجاور سینه کار معدن سنگ) در جایگاه ویژه ای قرار گرفته است (شکل ۱)

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

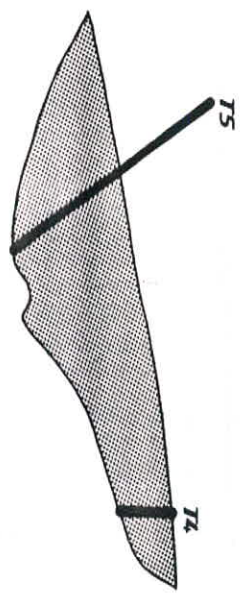
آنچه در رخنمون این عدسی ها نمایان است گوبای واحدی است که بر بالای سنگهای آذرین و در زیر سنگهای کربناتی وهم روند (در تمامی جهات) با این واحدها بویزه سنگهای کربناتی میباشد. و در این جا است که برای اثبات این تفکر بسوی داده های ژئوفیریک انجام گرفته رومی آوریم و تلاش مینمائیم ناشکل فضائی این کانسنگ را بگونه ای روشن تر ترسیم نمائیم.

عدسی آهن
 ت راندیشه
 ایستگاه نقشه برداری

مقیاس ۱:۲۰۰۰



S11
 Δ



S8
 Δ

S9
 Δ

S1
 Δ

S7
 Δ

S6
 Δ



S2
 Δ



S4
 Δ



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 خواهد شد معینا جا دارد که در این جا بگونه ای فشرده، چکیده ای از این عملیات اکتشافی که بواقع مکمل کارهای اکتشافی انجام شده میباشد ارائه شود. در این مطالعات و بررسی ها روش های ژئوفیزیکی زیر بکار گرفته شده است.

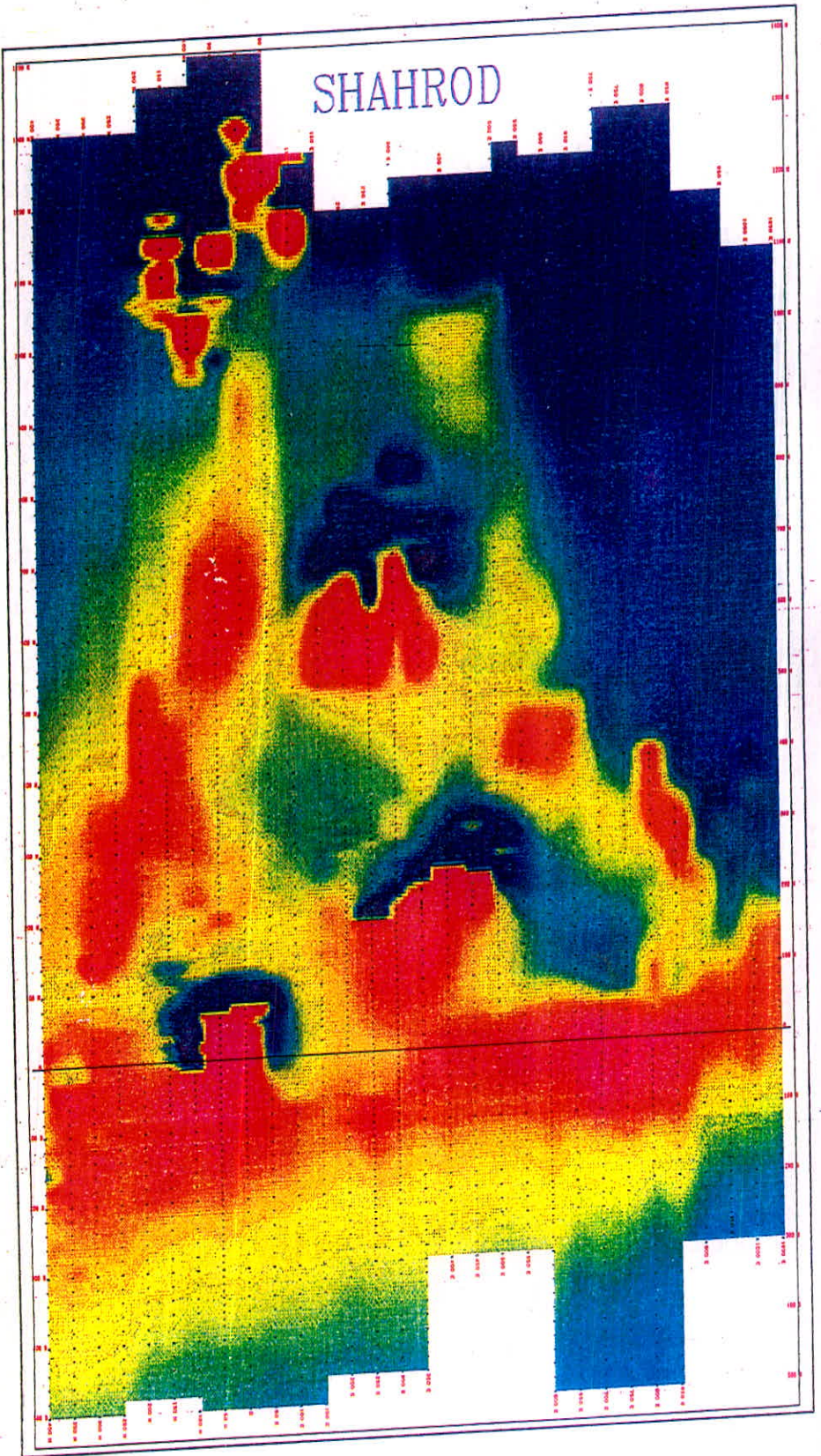
۱- روش مینیومتری که شدت کل میدان مغناطیسی و گرادیان قائم میدان را برداشت می نماید (بیش از ۳۵۰۰ نقطه) این عملیات در کل ناحیه جنوبی، شمالی و دشت بین آنها انجام گرفته است.

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 و مغناطیسی میدان الکترومینیستیک را با استفاده از امواج با فرکانس کوتاه اندازه گیری می نماید (بیش از ۱۰۰ نقطه).

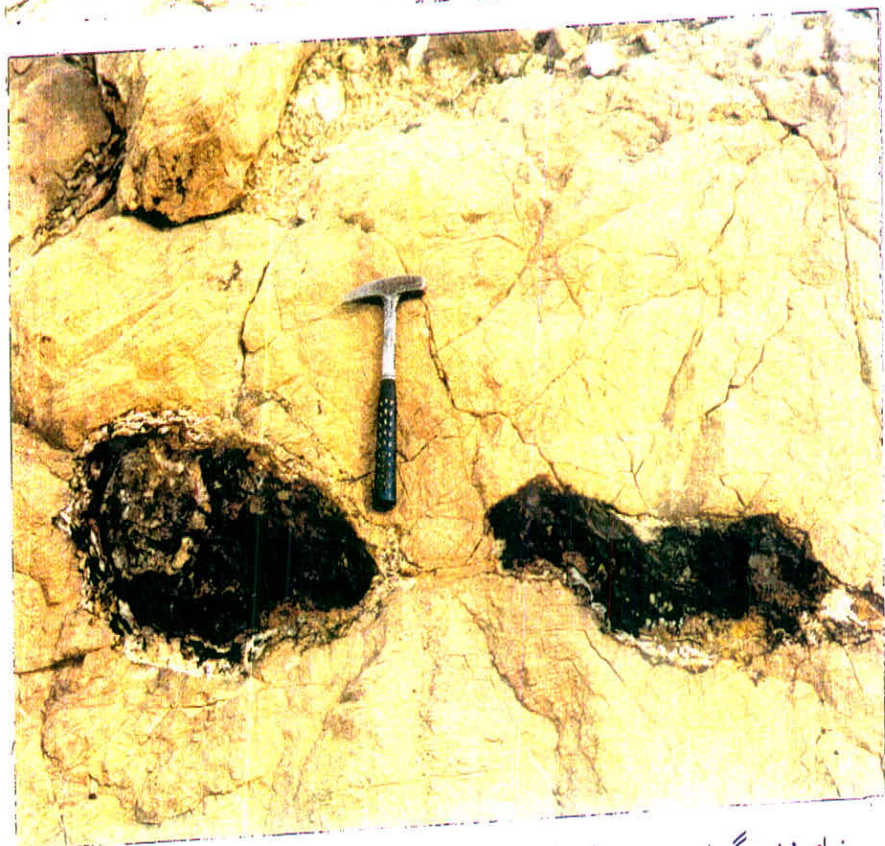
اگرچه بر اساس شرح خدمات مندرج در قرار داد میبایست عملیات مینیومتری تنها بر محدوده اکتشافی مورد قرار داد انجام پذیرد معینا با عنایت بر آنچه در سرفصل ۲-۱-۳ بیان گردید دامنه مطالعات تا بخش شمالی این محدوده که خود در بر دارنده رخنمونهای از کانسنگ آهن میباشد گسترش یافت.

شکل ۱۰- نقشه مینیومتری از ناحیه مورد اکتشاف را نشان میدهد. همانگونه که در این نقشه ملاحظه میشود فزون بر رخنمونهای کانسنگ آهن چه در محدوده شمالی و چه در محدوده جنوبی (محدوده مورد اکتشاف) آنومالیهای از آهن در زیر آبرفتنهای دشت بین محدوده های یاد شده نشان داده شده است. از طرفی دامنه گسترش کانسنگ آهن در طرفین محدوده جنوبی مورد اکتشاف تقریباً محدود و از این نظر گستردهگی زیر سطحی را نشان



شکل (۱۰) - نقشه مینومتری کل ناحیه اکتشافی لجنه

مقیاس ۱: ۹۰۰۰۰



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 تأیید می نماید.

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

۱۲- کیفیت ماده معدنی

جدول بدست آمده از تجزیه های شیمیائی بر روی نمونه های برداشت شده از ترائشه 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 بروشنی قطعات جزیره گون (هم چون زئولیت) دولومیتی در میان کانسنگها نشان میدهد که ابعاد آنها از چندین ده سانتیمتر مربع تا حدود ۲ متر مربع تغییر میکنند. بیشترین این قطعات در عدسی F ملاحظه میشود. جداول مربوط به ترائشه ها کیفیت این کانسنگها را بچوبی نشان میدهد. ضمناً با توجه به تجزیه های شیمیائی انجام گرفته بر روی نمونه ها میانگین درصد کانیهای منیتیت، همانیت و دیگر کانیهای موجود در هر عدسی شرح زیر میباشد. (جدول ۴).

عدسی	منیتیت	هماتیت	دیگر کانیها
A	۳۰/۶۲	۵۵/۳۶	۱۴/۰۲
B	۲۶/۴۷	۵۰/۴۸	۲۳/۰۵
C	-	-	-
D*	-	-	-
E*	-	-	-
F	۳۴/۱۵	۴۶/۵۸	۱۹/۲۷

جدول (۴) میانگین درصد کانیهای آهن و غیره در عدسی ها

(ه) 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 .

ترانسه T1

از این ترانسه (با طول ۳۰ متر) ۶ نمونه برداشت شده که ترکیب شیمیائی آنها نقرار زیر

میباشد

(جدول ۵ سو ۶)

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

ملاحظه میشود.

شماره نمونه	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T1-1	۱/۵۹	۷۴/۵۷	۱۴/۵	۱/۷۵	۳/۴۶	۱/۳۹
T1-2	۱/۸۵	۷۸/۳۴	۱۰/۲	۱/۷۳	۳/۳۹	۲/۴۷
T1-3	۱/۷۹	۷۸/۲۸	۸/۶۸	۲/۶۷	۲/۷۷	۲/۷۶
T1-4	۳/۴۷	۷۱/۷۹	۹/۴	۳/۳۷	۴/۴۳	۴/۸۷
T1-5	۳/۶۸	۷۸/۲۶	۸/۰۹	۱/۱۲	۴/۵۶	۲/۱۵
T1-6	۳/۴۳	۷۰/۴۸	۶/۵۴	۵/۰۳	۵/۵۹	۶/۸۳

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

هر سه نمونه بالا (۱ و ۲ و ۳) و (۴ و ۵ و ۶) به نسبت مساوی با هم مخلوط و نمونه ای متوسط جهت اندازه گیری سایر اکسیدها تهیه شده که مقادیر این اکسیدها و عناصر در جدول (۶ و ۱۶) ارائه شده است.

PPm	درصد				
شماره نمونه	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	Cr
M1	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۳۴	۰/۲۸	۶۴
M2	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۲۳	۰/۱۸	۸۸

جدول (۶) سایر اکسیدها در نمونه هائی از ترانسه T1 عدسی A

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

ترانسه T2

مجموعاً دو نمونه در طول این ترانسه (۱۱ متر) برداشت شده که نمونه یک در طول ۵ متر و نمونه دوم در طول ۶ متر گرفته شده است. نتایج این نمونه ها بقرار زیر میباشد (جدول ۷) مقدار درصد منیتیت، همانیت و سایر کانیهای موجود در این نمونه ها در جدول (۱۷) نشان داده شده است. ضمناً ویژگیهای زمین شناسی و معدنی این ترانسه در پیوست گزارش است.

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T2-1	۲/۷۰	۷۹/۳۶	۷/۶۱	۱/۸۴	۳/۵۵	۲/۵۶
T2-1	۱/۷۵	۸۳/۳۱	۸/۵۳	۰/۴۱	۲/۷۹	۰/۸۴

جدول (۷) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده از ترانسه 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	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۳۷	۰/۱۸	۸۴

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

گفتنی است که ترانسه T2, T1 بصورت عمود بر هم در عدسی A حفر شده اند. ضمناً مقادیر کانیهای منیتیت، هماتیت و دیگر کانیهای موجود در نمونه های فوق الذکر در جدول (۱۷) ارائه شده است

ترانسه T3

طول این ترانسه حدود ۱/۵ متر است. ضخامت ظاهر شده عدسی آه در این ترانسه به حدود ۱۶ متر میرسد. چهار نمونه از این ترانسه گرفته شده که نتایج آن بقرار زیر می باشد (جدول ۹) ضمناً مقدار درصد کانیهای منیتیت، هماتیت و دیگر کانیهای موجود در هر نمونه در جدول (۱۷) ارائه شده است.

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CuO	MgO	L.O.I
T3-1	۳/۰۱	۷۰/۵۹	۱۱/۹	۴/۱۸	۴/۳۷	۳/۹۲
T3-2	۱/۱۵	۷۲/۵۲	۷/۰۳	۴/۶۰	۵/۷۸	۷/۳۲
T3-3	۱/۹۱	۵۶/۱۴	۲/۹۶	۱۱/۷۹	۷/۱۸۹	۱۷/۰۲
T3-4	۱/۹۶	۷۶/۷۹	۹/۱۹	۱/۳۸	۴/۴۵	۲/۱۳

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

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

PPm	درصد				
Cr	Mno	P2O5	SO3	TiO2	شماره نمونه
۷۲	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۷	M4

جدول (۱۰) سایر اکسیدها در نمونه های متوسط از ترانسه T3، عدسی B
 این ترانسه عمود بر عدسی B حفر شده است. مشخصات عمومی این ترانسه در پیوست گزار
 است از عدسی C نمونه ای برداشت شده که نتیجه تجزیه شیمیائی آن بقرار زیر است (جدول
 ۱۱)

L.O.I	MgO	CaO	FeO	Fe2O3	SiO2	عدسی
۳/۱۲	۱/۸۸	۱/۴۷	۵/۰۵	۸۵/۱۶	۲/۰۴	C

جدول (۱۱) ترکیب شیمیائی نمونه گرفته شده از عدسی C

- عدسی C - دارای ۲۵ متر طول و بهنای متوسط آن نیز در حدود ۵-۴ متر است.
- عدسی D - دارای ۱۰ متر طول و حدود ۳ متر ضخامت ظاهری دارد.
- عدسی E - دارای ۲۵ متر طول و حدود ۳ متر ضخامت ظاهری دارد.
- از دو عدسی E, D نمونه ای برداشت نشده است.

ترانسه T4

این ترانسه به طول ۲۲ متر در عدسی اصلی (عدسی F) حفر شده و جمعاً ۴ نمونه برداشت
 شده است ضخامت ظاهری توده آهن در امتداد این ترانسه حدود ۲۲ متر است. ترکیب

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

شماره نمونه	SiO2	Fe2O3	FeO	CuO	MgO	L.O.I
T4-1	۳۱۱۲	۷۰/۱۶۷	۷/۳۸	۴/۸۰	۴/۷۹	۶/۵۴
T4-2	۲/۳۳	۶۷/۱۸۹	۸/۹۷	۳/۷۶	۶/۳۹	۷/۰۱
T4-3	۲/۶۳	۷۰/۱۵۲	۱۰/۵۳	۲/۵۹	۵/۰۶	۴/۶۱
T4-4	۲/۱۸	۷۶/۲۱	۱۰/۳۵	۲/۰۵	۳/۷۰	۲/۵۸

جدول (۱۲) ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده از ترانسه 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 .

PPm	درصد				
Cr	Mno	P2O5	SO3	TiO2	شماره نمونه
۴۵	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۱۱	۰/۰۴	M5

جدول (۱۳) سایر اکسیدها در نمونه M5 از ترانسه 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 بهن 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 نمونه برداری برای هر نمونه ۵ متر و طول نمونه برداری T5-7 حدود ۲ متر است. ترکیب شیمیائی نمونه های گرفته شده در جدول (۱۴) و مقادیر سایر اکسیدهای موجود در نمونه متوسط در جدول (۱۵) نشان داده شده است. ضمناً مقادیر درصد کانیهای مسینیت همانیت و دیگر کانیها (کلسیت، دولومیت، کلریت و ۰۰۰) در این نمونه ها در جدول (۱۷) ارائه شده است.

شماره نمونه	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	L.O.I
T5-1	۱/۷۳	۷/۱۲۱	۷/۰۱	۴/۷۵	۴/۹۶	۷/۶۷
T5-2	۱/۲۶	۷۰/۴۸	۹/۴۵	۲/۵۵	۶/۵۵	۶/۳۴
T5-3	۱/۲۱	۶۸/۲۸	۱۱/۷	۳/۸۲	۵/۶۴	۲/۸۹
T5-4	۲/۰۹	۶۶/۷۰	۹/۹۴	۴/۲۶	۵/۹۶	۷/۰۸
T5-5	۲/۴۱	۶۵/۰۳	۱۴/۴	۳/۲۵	۵/۵۳	۵/۰۲
T5-6	۱/۱۸	۷۴/۰۴	۱۳/۲	۲/۳۸	۴/۴۳	۲/۷۱
T5-7	۱/۵۲	۷۴/۲۸	۹/۸۸	۲/۶۴	۴/۷۴	۳/۷۱

جدول (۱۴) 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 تقرار زیر است (جدول

(۱۵)

PPm	درصد				
	Cr	Mno	P2O5	SO3	TiO2
۳۰	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۰۱	۰/۰۸	M6
۵۰	۰/۳۰	۰/۳۵	۰/۰۴	۰/۰۵	M7

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

گفتنی است که این ترانسه نیز در عدسی F حفر شده است. درصد کانیهای منیتیت، همانیت و دیگر کانیهای موجود در نمونه ها در جدول ۱۷ ارائه شده است.

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

<i>M6</i>	<i>ppm</i>	<i>M1</i>	عناصر
۲۷۱۱		۲۲۶	Zn
۱۸۸		۹۳	Co
۲۱		۴۸	Pb
۴۷		۵۴	Ni
۲۶		۵۲	Cu
۹		۱۱	W
۴		۱۹	As
۲		۳	Rb
۱۹۷		۵۲	Sr
۸		۹	Y
۴		۶	Nb
۴		۸	Mo
۴		۱۰	Sb
۱		۱	Bi
۱۵		۳	Zr

جدول (۱۶) عناصر کمیاب در کانسنگ آهن

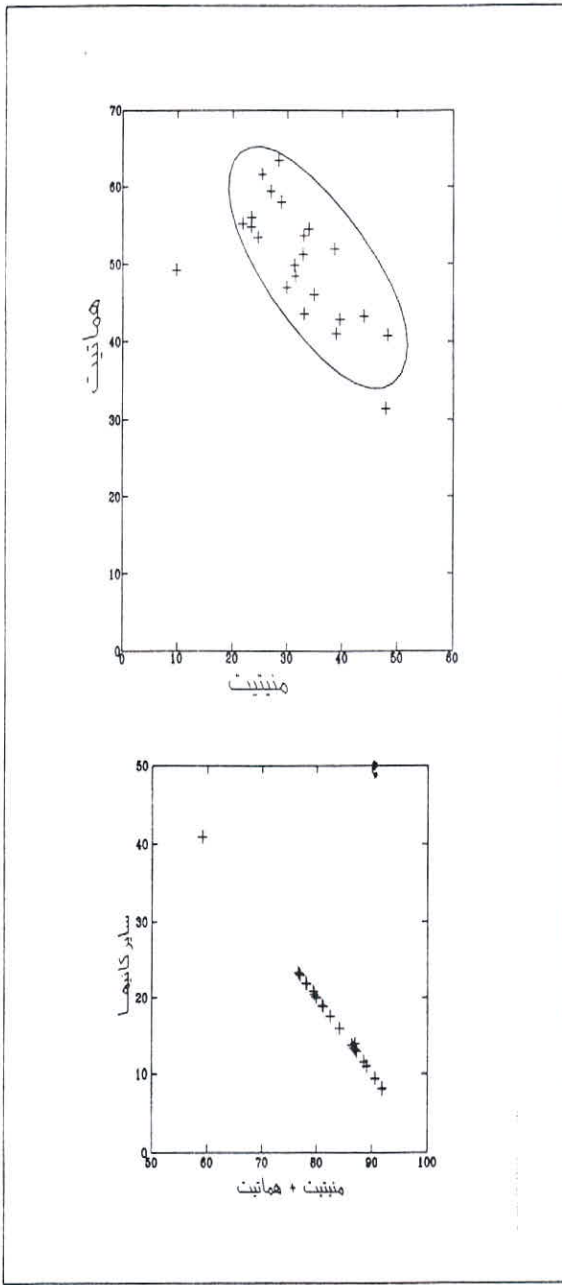
شماره نمونه	منیتیت	هماتیت	دیگر کانیها
T1-1	۴۸/۲۸۵	۴۰/۷۷۱	۱۰/۹۴۴
T1-2	۳۳/۹۶۶	۵۴/۵۶۴	۱۱/۴۷۰
T1-3	۲۸/۹۰۴	۵۸/۰۴۷	۱۳/۱۱۹
T1-4	۳۱/۳۰۲	۴۹/۸۹۷	۱۸/۸۱۹
T1-5	۲۶/۹۴۰	۵۹/۴۰۲	۱۳/۶۵۸
T1-6	۲۱/۷۷۸	۵۵/۲۳۵	۲۲/۹۸۷
T2-1	۲۵/۳۴۱	۶۱/۶۲۱	۱۳/۰۳۸
T2-2	۲۸/۴۰۵	۶۳/۴۲۷	۸/۱۶۸
T3-1	۳۹/۶۲۷	۴۲/۸۵۱	۱۷/۲۲
T3-2	۲۳/۴۱۰	۵۶/۱۳۳	۲۰/۴۵۷
T3-3	۹/۸۵۷	۴۹/۲۴۰	۴۰/۹۰۳
T3-4	۳۳	۵۳/۶۹۰	۱۳/۳۱۰
T4-1	۲۴/۵۷۵	۵۳/۴۶۷	۲۱/۹۵۷
T4-2	۲۹/۸۷۰	۴۶/۹۸۱	۲۳/۱۴۹
T4-3	۳۴/۹۶۵	۴۶/۰۶۴	۱۸/۹۹۱
T4-4	۳۸/۶۳۲	۵۱/۹۶۸	۹/۴۰۰
T5-1	۲۳/۳۴۲	۵۴/۸۷۰	۲۱/۷۸۷
T5-2	۳۱/۴۶۸	۴۸/۴۵۲	۲۰/۰۸۰
T5-3	۳۸/۹۶۱	۴۱/۰۰۷	۲۰/۰۳۲
T5-4	۳۲/۱۰۰	۴۳/۵۳۰	۲۳/۳۷۰
T5-5	۴۷/۹۵۲	۳۱/۴۶۴	۲۰/۸۵۴
T5-6	۴۳/۹۵۶	۴۳/۲۷۱	۱۲/۷۷۳
T5-7	۳۲/۹۰۰	۵۱/۲۵۰	۱۵/۸۵۰

جدول ۱۷ درصد کانیهای منیتیت، هماتیت و دیگر کانیها در نمونه های

برداشت شده

گفتنی است که دولومیت، کلسیت، گونیت، کمی کلریت و مالاکیت از عمده کانیهای است که کانسنگ را همراهی میکنند.

شکل (۱۱) منحنی های تغییرات کانیهای مینیت و همانیت و هم چنین مجموع کانیهای همانیتی - مینیت را نسبت به سایر کانیهای موجود در کانسنگ نمایش میدهد. همانگونه که این منحنی ها نشان میدهند پیوندی بر عکس بین میزان کانیهای یادشده وجود دارد. هرچه بر مقدار همانیت (بر حسب شدت مارینیزاسیون) افزوده شود از مقدار مینیت 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 معیناً 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) صرف نظر می نمایم.

۱۳-۱- 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 منیست حدود $5/18$ و از آن همایت حدود $5/26$ است. ارقام بدست آمده از اندازه گیری های انجام شده عبارتند از: $4/17$ ، $3/4$ ، $4/63$ ، $3/5$ ، $4/17$ ، 4 ، $4/13$ ، $4/18$. بنابراین با توجه باین اعداد وزن مخصوص متوسط کانسنگ $4/13$ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد و پائین بودن این عدد متوسط نسبت به اوزان مخصوص منیست و همایت گویای وجود دیگر کانیهای با وزن مخصوص کم می باشد. شواهد صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی گویای وجود کانیهای کربناتی در این کانسنگ می باشد.

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 کریستالی 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 صفحه ای) و میزان ذخیره قطعی آن در جدول (۱۸) ارائه شده است. شکل (۹) نمای ساده شده 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 از آن F بطور غیر مستقیم و با ترسیم مقاطع انجام گرفته است. در این روش با استفادۀ از

فرمول $V = \frac{L}{3}(S1 + S2 + \sqrt{S1S2})$ 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	میران ذخیره تن
A	۳۰	۱۵	۵	۴۱۳	۱۱۶۱۰
B	۴۰	۱۵	۸	۰	۲۰۶۱۰
C	۲۶	۱۰	۷	۰	۷۸۲۶
D	۱۰	۱۰	۳	۰	۱۲۹۰
E	۲۵	۱۰	۳	۰	۳۲۲۵
F	۱۵۰	۲۰	۲۵	۰	۳۲۲۵۰۰
ذخیره قطعی کانسار					۳۶۷۰۹۱

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 رخمون بافته 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 در جهت 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. سایر 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 (۱۴۰۰ متر) میزان ذخیره ممکن را با روش مقطعی اندازه گیری و محاسبه نمائیم ذخیره ای در حدود ۱۱۶۵۶۰۰ 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.

کانسنگ آهن لجنه از گونه اسکارنی با کانیهای مثبتیت - هماتیت بصورت عدسی هابی در بین نوده آذرین کوارتز مونزونیتی و سنگهای آهکی بر مین 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 مغزه 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 نوده های رخنمون یافته و در 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 تروود (از پیر کامرین 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: *Smirnov, V.I., (1976), Geology of Mineral Deposits.*

صمیمی - عابدیان ۱۳۶۲، اکتشافات تفضیلی کانسار آپانیت اسفوردی، سازمان زمین شناسی کشور

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

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

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, *Theoretical Petrology*, second Edition, John Wiley and Sons, Inc.
4. Baumann, & 1976, *Introduction to ore deposits*,
5. Betekhtin, A., *A course 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 Skarn 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., Schneur, 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., Verhoogen, 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
- ۴- نتایج مطالعات مقاطع صیقلی
- ۵- نتایج مطالعات پتروگرافی

نتایج بررسی های شیمیائی و دیفرکتومتری
اشعه ایکس



کانونه

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

پسروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴ وزارت صنایع
پسروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹ وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از موسسه 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

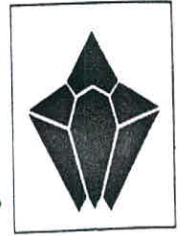
طرح اکتشافی آهن لجنه

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 - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ. وزیری پور، شماره ۴ کد پستی ۱۵۶۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹



کانیپژوهی

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات سمنان

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

پسروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۲، وزارت صنایع
پسروانه تحقیق شماره ۲۴۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تائید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

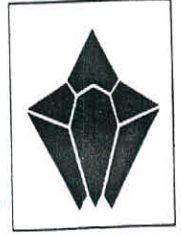
CHEMICAL ANALYSIS REPORT

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. وزیری پور، شماره ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹



کانون پژوهش

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

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

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات

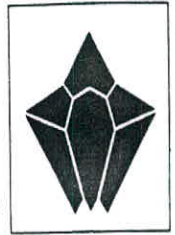
اداره کل معادن و فلزات سمنان

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
Bi	1	1
Zr	3	15

7123195 4-43 PM

تهران - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ. وزیری پور، شماره ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹



گسترده

ANALYSIS REQUESTED BY:

وزارت معادن و فلزات

اداره کل معادن و فلزات سمنان

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۲۲۰۰۹، وزارت معادن و فلزات
تأیید صلاحیت از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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 - بلوار میرداماد، میدان مادر، خ، وزیری پور، شماره ۴ کد پستی ۱۵۴۵۶ تلفن و فاکس: ۲۲۷۶۰۱۹

مطالعات مقاطع صیقلی



گاپرو

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

پروانه تحقیق شماره ۳۲۰۵۴، وزارت صنایع
پروانه تحقیق شماره ۲۲۲۰۹، وزارت معادن و فلزات
تأیید صلاحیت از موزه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

نمونه شماره A11

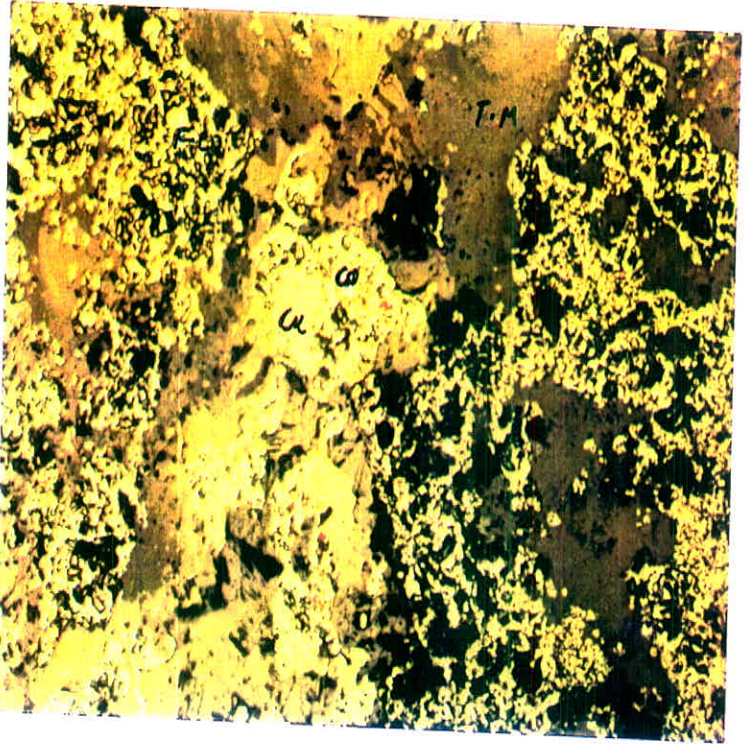
تشکیل دهنده ها: اکسید ویدروکسیدهای آهن، کربنات های مس، کوپریت، مس طبیعی
ترکیبات آهن شامل منیتیت و هماتیت فراوانترین کانی کدر موجود است که بشکل قطعات
پراکنده درزمینه کانیهای شفاف مشاهده شده و بعضا حالت مختلط دارند بدین ترتیب منیتیت
کانی اولیه و هماتیت ناشی از مارتیتی شدن آن بوده درزمینه کانی مزبور مشاهده میشود.
کربنات های مس بحالت آغشتگی ولکه های پراکنده در بعضی قسمتها وجود دارد علاوه بر آن
دوقطعه کوپریت حاوی اذخالهای مس طبیعی نیز در یک قسمت مقطع مشاهده میشود مقدار
کانیهای مس مجموعا کمتر از ۱٪ است.

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



تصویر شماره یک - مس طبیعی در زمینه کوپریت بزرگنمایی $\times 200$

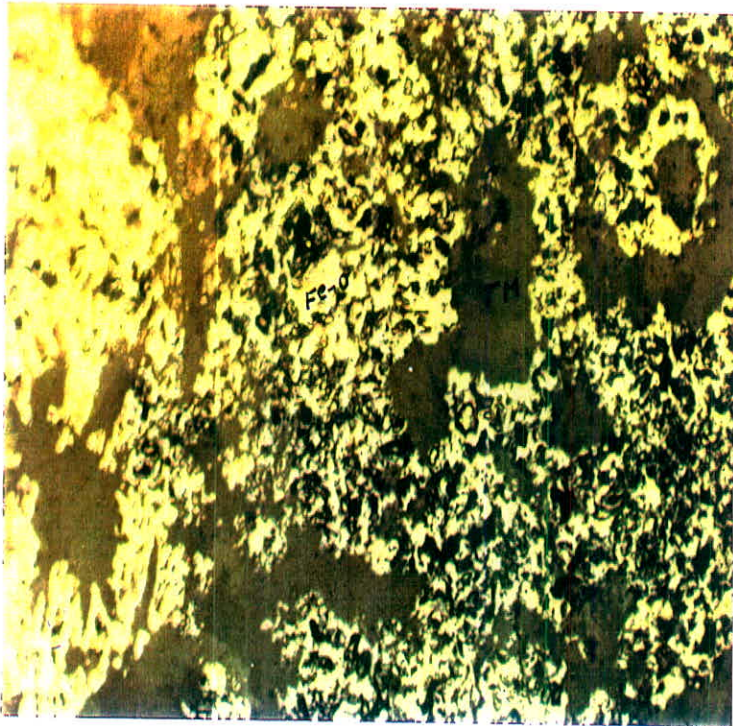
Co= Native Copper; Cu= Cuprite; Fe-O= Iron Oxides
(Magnetite + Hematite); T-M(Transparent Minerals;
MA= Malachite; Az= Azurite; Mg= Magnetite;
He= Hematite.

Kan.Pazhouh

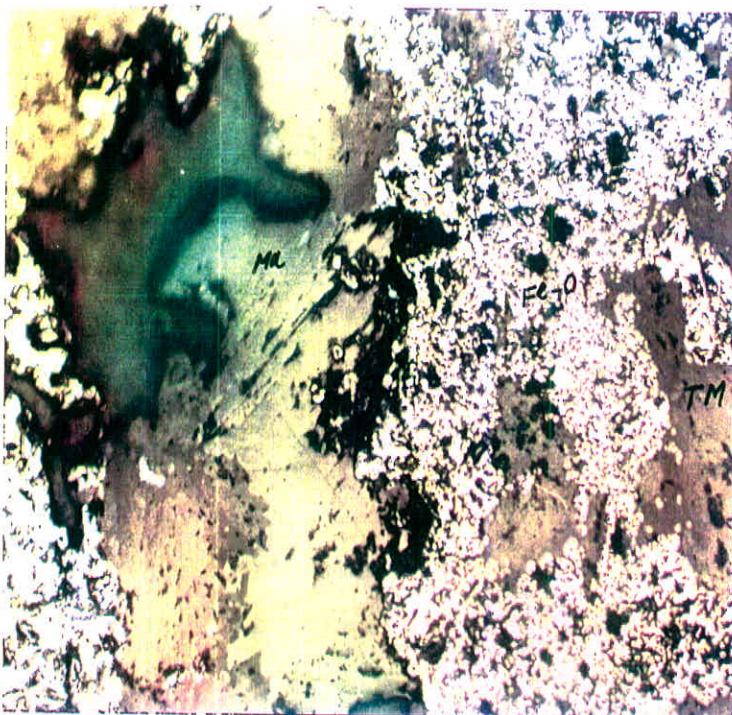
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

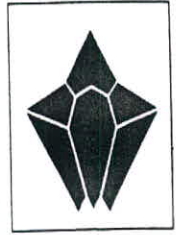
شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



تصویر شماره ۲- منیتیت و هماتیت بحالت مختلط بزرگنمایی $\times 200$



تصویر شماره ۳- مالاکیت بزرگنمایی $\times 200$



گانیپروژه

شرکت تحقیقات گانی شناسی و زمین شناسی

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

نمونه شماره PA

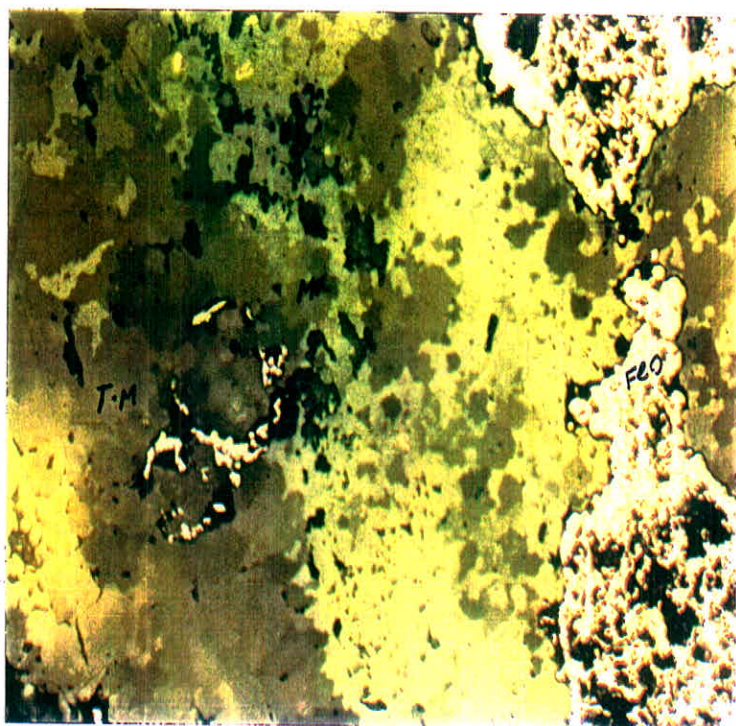
تشکیل دهنده ها: اکسید و نیدروکسیدهای آهن، کربنات های مس
بخش غالب زمینه شامل ترکیبات آهن بوده از کانیهای همپوزن و سوپرزین تشکیل شده است.
کانی اولیه که غالب نیز میباشد منیستیت است این کانی در حواشی سطوح میکروگراکچرها
ماریتی گردیده است. از دیگر ترکیبات آهن وجود گوتیت در بعضی قسمتها مشهود میباشد که
مربوط به فاز دیگر کانی سازی میباشد. از ترکیبات مس مالاکیت به شکل قطعات پراکنده
تقریباً در تمام مقدار زمینه مشاهده شده و مقدار آن ۱ تا ۲٪ است. در همراهی با این قطعات
کانیهای با انعکاسات داخلی قرمز وجود دارند که احتمالاً کوپریت [؟] میباشد.

Kan.Pazhouh

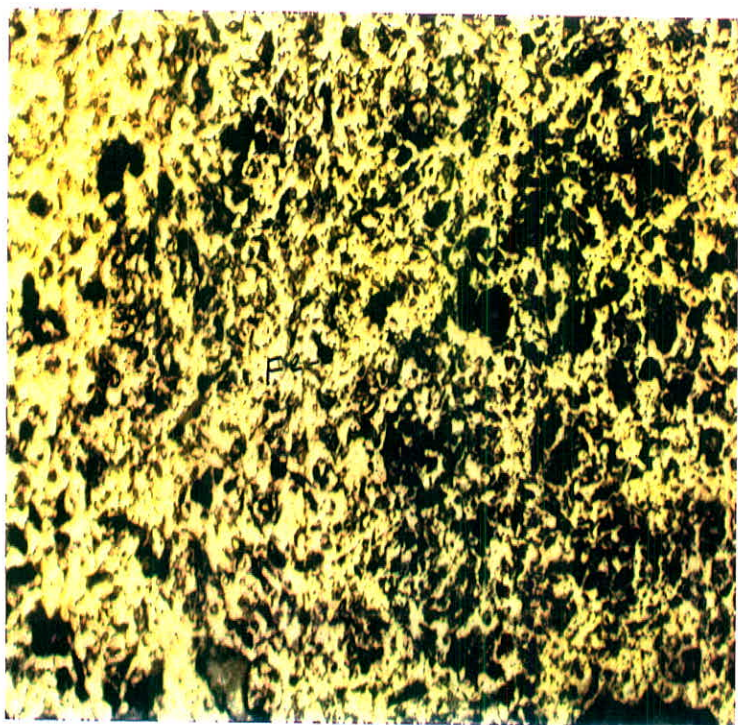
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

انپروژه
مطالعات معدنی

شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



تصویر شماره ۴- مالاکیت بزرگنمایی $\times 200$



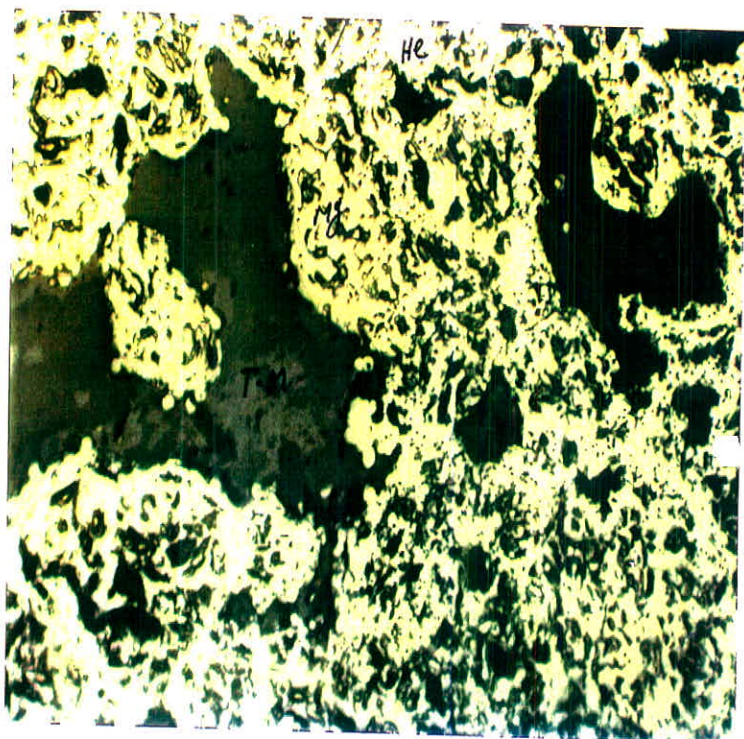
تصویر شماره ۵- منیتیت ، همتیت بزرگنمایی $\times 200$

Kan.Pazhouh

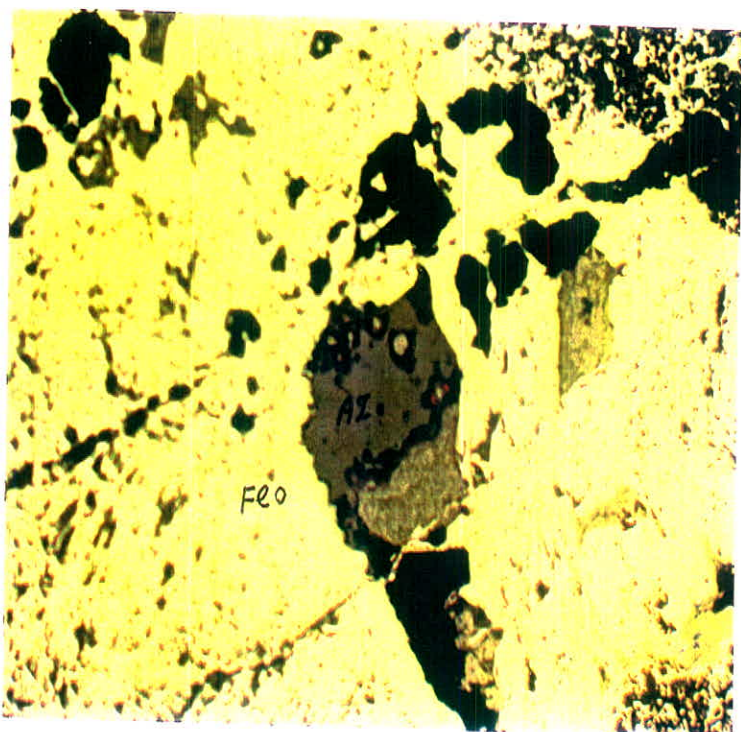
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
استادیت معادن

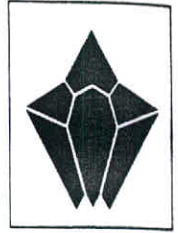
شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



تصویر شماره ۶- منیبتیت ، هماتیت بزرگنمایی $\times 200$



تصویر شماره ۷- کربنات مس (آزوریت)؟ درمجاورت منیبتیت بزرگنمایی $\times 200$



گاپژوه

شرکت تحقیقات کانی شناسی و زمین شناسی

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

گزارش مطالعات مقاطع صیقلی

نمونه شماره A3

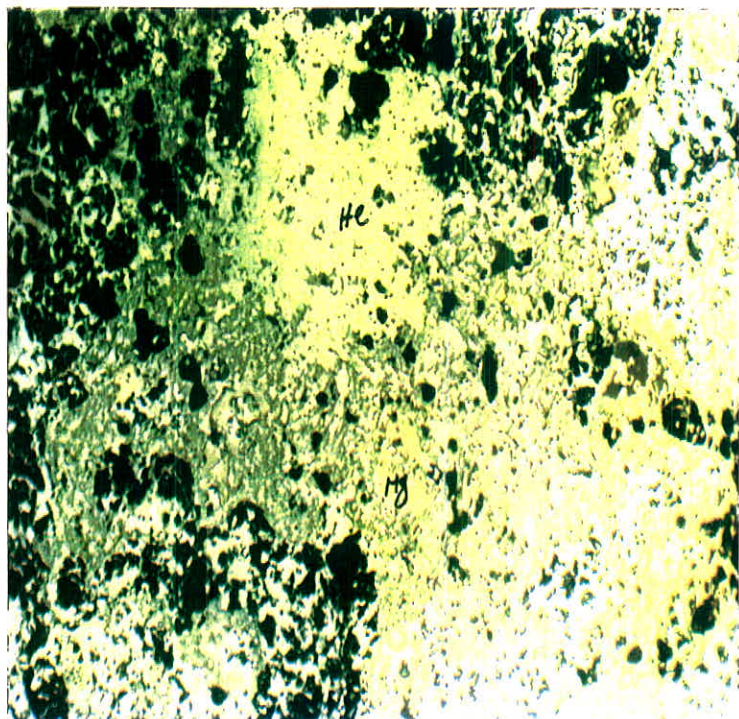
تشکیل دهنده ها: اکسید ویدروکسیدهای آهن، کربناتهای مس
کانیهای کدر موجود شامل عمدتاً منیتیت، هماتیت و گوتیت میباشد که بخش اعظم زمینه
را اشغال نموده است. منیتیت اولیه بوده و هماتیت و گوتیت ناشی از دگرسانی است. هماتیت
بشکل تیغه های بسیار نازک در امتداد میکروفراکچرها بالگوهای منظم مشاهده میشود و بر اساس
انعکاسات قرمز رنگ از منیتیت قابل تمایز است. ترکیبات مس بشکل کربنات ها عمدتاً
ملاکیت، لکه های پراکنده کوچکی را ایجاد نموده است که مقدار آن از ۱٪ کمتر است.
گوتیت با ساخت ریتیک و کنکرسیونی از بقیه تشکیل دهنده ها قابل تمایز است.

Kan.Pazhouh

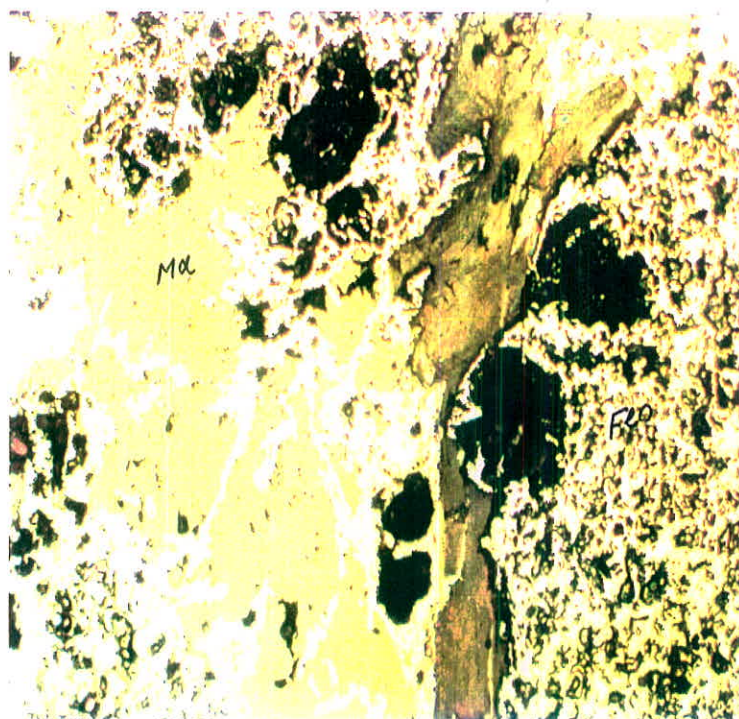
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
مطالعات

شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



تصویر شماره ۸- منیتیت ، همتیت بزرگنمایی ۲۰۰x



تصویر شماره ۹- مالاکیت بزرگنمایی ۲۰۰x

مطالعات سنگ شناسی



شماره نمونه : AI

نام سنگ : کوارتز مونزونیت

ماکروسکپی : دارای بافت دانه ای و متبلور برنگ کرم صورتی و کانی مافیک نسبتاً کم
۱۰-۱۵ : حجم کل سنگ

میکروسکپی :

بافت : کرانولر ، کمی پورفیریتیک

فنوکریست : پلاژیوکلاز ، شکل دار تا کمی شکل دار ، ترکیب متوسط (حدود الیگوکلاز -
آندزین) قطر ۲.۲ میلیمتر ، گاهی حاشیه آنرا فلدسپات آلکان شدیداً آرزبلیزه فرا میگیرد ،
پلاژیوکلاز به سرسیت و کمی اپیدت تجزیه شده است .

توجه : ندرتاً بلور بیوتیت به قطر ۰.۸ میلیمتر در پلاژیوکلاز وجود دارد که نشاندهنده
تبلور آن قبل از پلاژیوکلاز است .

۲. پیروکسن ، شکل دار ، قطر حدود ۲ میلیمتر ، مونوکلینیک ، دیالاز با سه سیستم رخ ،
تجزیه به کربنات .

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

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

۱) پلاژیوکلاز ، شکل دار تا کمی شکل دار ، قطر متوسط ۱-۵ میلیمتر ، ترکیب متوسط ،
تجزیه به سرسیت و کانیهای رسی و کربنات

۲) فلدسپات آلکان ، بی شکل تا کمی شکل دار ، تجزیه شدیداً به کانیهای رسی

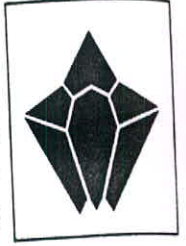
۳) کانی مافیک ، پیروکسن ، شکل دار تا کمی شکل دار ، مونوکلینیک ، دیالاز قطر
چند دهم میلیمتر تا ۱ میلیمتر ، کمی اورالیتیزه .

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپزوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



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

کانیهای ثانویه : سریسیت، کانیهای رسی، کربنات، اورالیت
کانیهای فرعی : آپاتیت، اسفن، کانی کدر، اکسید آهن

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

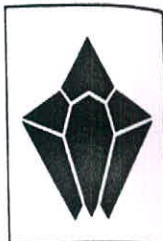
کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



شماره نمونه A.1 (کوارتز مونوزونیت)
دراین تصویر آمفیبول و پیروکسن (۸ گوش) درکنار پلاژیوکلاز (الیگوکلاز - آندزین)
و فلدسپات آلکان با یافت دانه ای (گرانولر) مشاهده میشود .





شماره نمونه : A-2

نام سنگ : پیروکسن تراکی ۹ آندزیت . آکالی بازالت

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

میکروسکپی :

بافت : پورفیریتیک . زمینه میکروگرانولر

فنوکریست :

۱) پلاژیوکلاز . شکل دار تا کمی شکل دار . قطر ۰.۵ تا 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 با ماکل 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 و پلاژیوکلاز 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 در زمینه وجود فلدسپات آلکالن بطور قطعی قابل تشخیص نیست لذا علامت

سوال در مقابل تراکی آندزیت گذاشته شد

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپروه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



۲. پیروکسن فراوان بوده و در حدود ۲۰.۲۵٪ است لذا نام تراکی؟ بازالت یا آکالی؟
بازالت نیز قابل اختلاق است .

Kan.Pazhouh

Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

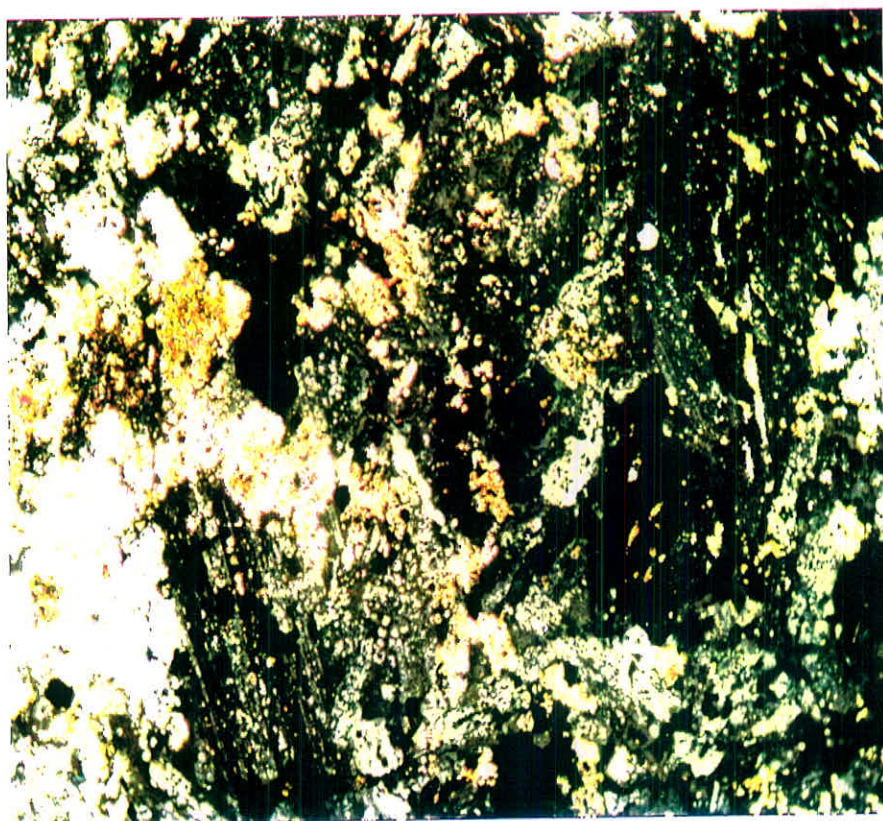
کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



شماره نمونه A.2 (پیروکسن تراکی ؟ آندزیت)

در این تصویر پیروکسن های کمی شکل دار تابی شکل را در بین پلاژیوکلاز میبینیم که گاهی پلاژیوکلاز باحاشیه فلدسپات آکالن احاطه میشود.





شماره نمونه : A-7

نام سنگ : کریستال توف کلریتیزه با ترکیب اسیدی

Chloritized Crystal Tuff with Acidic composition

ماکروسکپی :

برنگ خاکستری تیره مایل به سبز ودانه ریز است .

میکروسکپی :

یافت : کریستالوکلاستیک ، و تیروکلاستیک

کانیها:

کریستالو کلاست : شامل بلورهای کوارتز زاویه دار و خرد شده به قطر ۵/۳۰/۰۰

میلیمتر و کمی فلدسپات قلیانی و آلپیت که سرسیتیزه است .

متریکس : شامل کلریت فراوان کوارتز ، فلدسپات ، کربنات و کانیهای رسی است که

بر اثر دوتریفیکاسیون شیشه حاصل شده است .

کانیهای ثانویه : سرسیت ، کربنات ، کلریت ، کوارتز فلدسپات

کانیهای فرعی : آپاتیت ، کانی کدر ، اکسید آهن ، لوکوکسن (بر اثر تجزیه تیتانومنیتیت)

Kan.Pazhouh

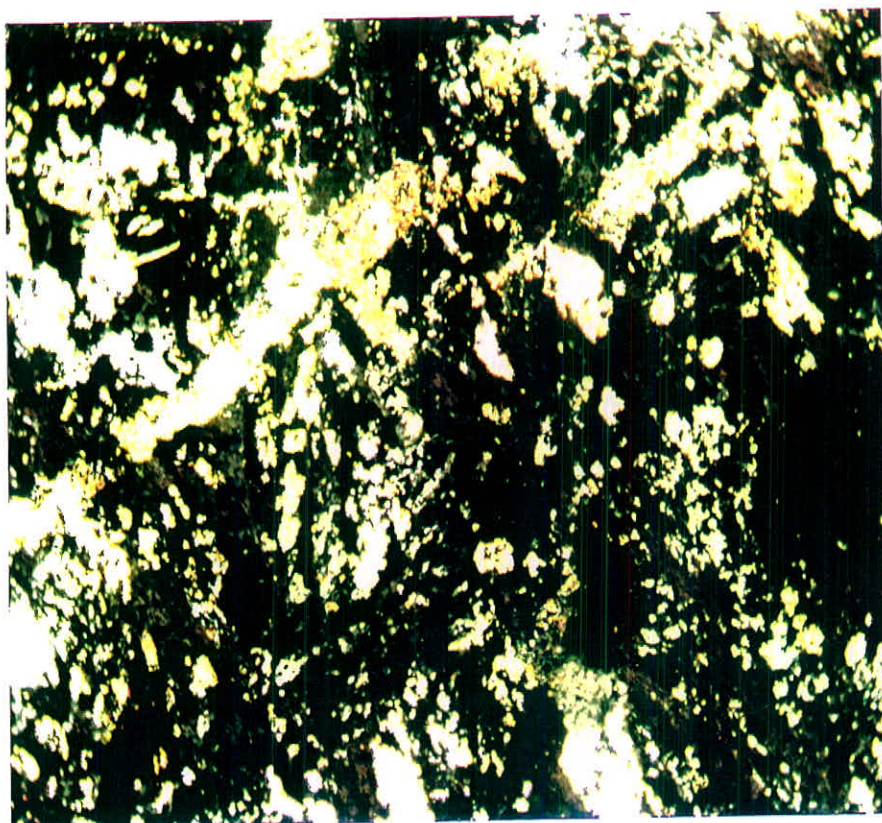
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه
مطالعات معدنی

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



شماره نمونه A.7 (کریستال توف کلریتیزه باترکیب اسیدی)
فئوکلاست کوارتز و پلاژیوکلاز اسیدی در متریکس شیشه ای شدیداً کلریتیزه کربناتیزه و
آرژیلیزه قرار دارد. شیشه علاوه بر کانیهای فوق به کوارتز فلدسپات دوتریفه شده است.
رگه کلسیت تصویر را قطع میکند.





شماره نمونه : A-9

نام سنگ : توف شدیداً دوتریفه (کلریتیزه و اپیدتیزه)

ماکروسکپی : برنگ سبز روشن بوده و شدیداً تجزیه شده است . روی نمونه دستی ولکانو دتریتیک بودن مشخص است .

میکروسکپی :

بافت : کریستالوکلاستیک ، و تیروکلاستیک

کریستالوکلاست : شامل قطعات بلوری از کوارتز و فلدسپات قلیائی به قطر چند ده میلیمتر است . فلدسپات به سریسیت و کانیه‌های رسی و اپیدت (پیستاسیت) تجزیه شده است . متریکس : شدیداً 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 و کوارتز و فلدسپات قلیائی وجود دارد . بهرحال وضع متریکس و کریستالوکلاست در مقطع نازک کنگ بوده و تحت تاثیر آتراسیون شدید چنین به نظر میرسد .

کانیه‌های ثانویه : اپیدت ، کلریت ، سریسیت ، کانیه‌های رسی ، کوارتز فلدسپات

کانیه‌های فرعی : کانی کدر ، اکسید آهن

توجه : گاهی تجمعات سریسیت بصورت جهت دار است ولی بعلت کم بودن وسعت آن

نمیتوان منشأ آنرا بطور حتم مورد تجزیه و تحلیل قرار داد .

Kan.Pazhouh

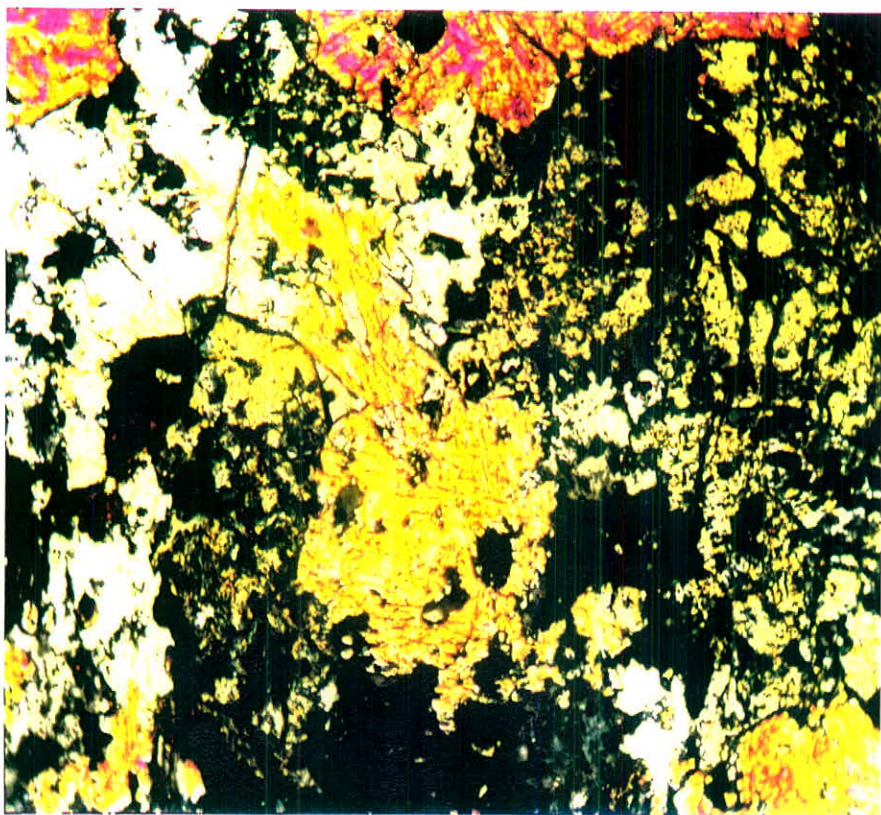
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی‌شناسی و
زمین‌شناسی



شماره نمونه A.9 توف شدیداً دوتریفه (کلریتیزه واپیدتیزه)
اپیدت های درشت (پیستاسیت و کلینوزوئیزیت) رادرمیان کلریت های ریز بلور مشاهده
میشود .



Kan.Pazhouh

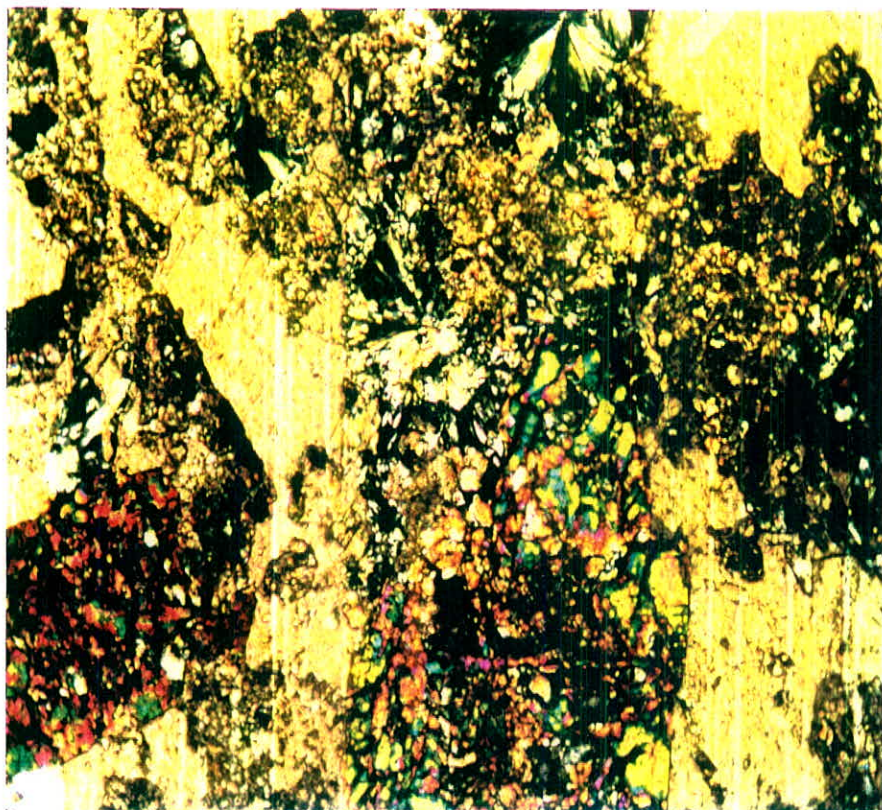
Mineralogical
& Geological
Research Co. Ltd.

کانپژوه

شرکت
تحقیقات
کانی شناسی و
زمین شناسی



شماره نمونه A.10 (سنگ آذرین بشدت اپیدتیزه و کربناتیزه)
بلورهای درشت اپیدت (پیستاسیت) در میان کربنات و کلریت . ماکل کلسیت و تبلور
اسفرولیتی در کلریت 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 دهملانی 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.