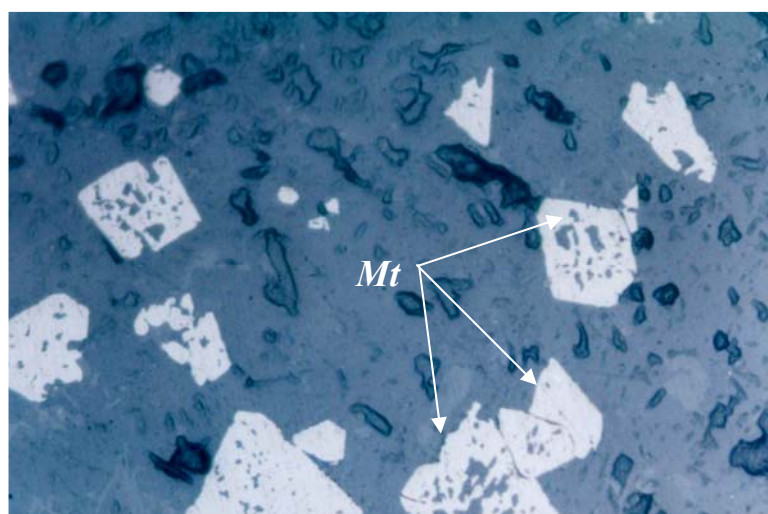
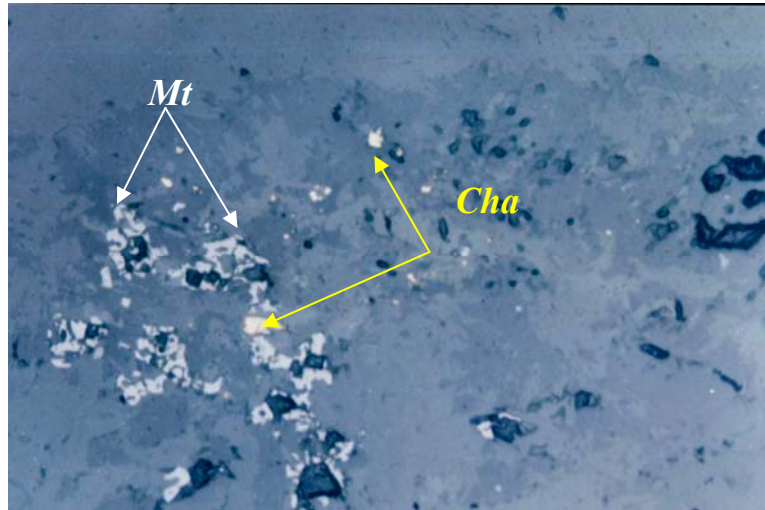


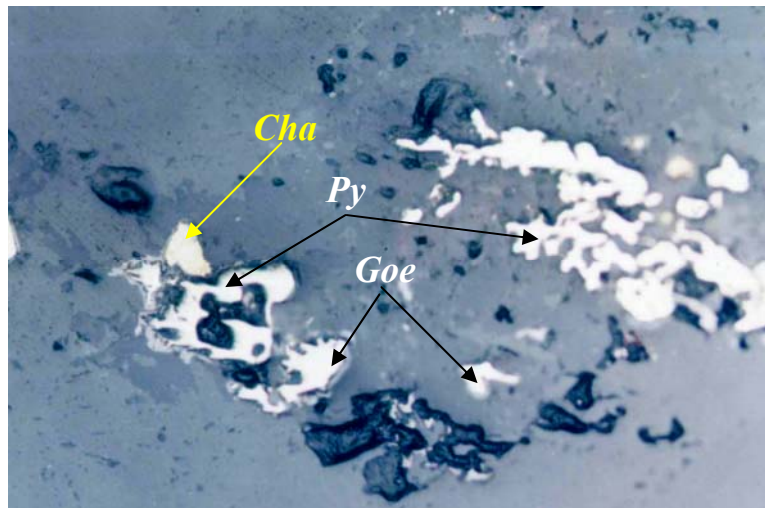
نمونه *K-41A*: این نمونه از توده نفوذی کربنگان برداشت گردیده و با توجه به مشخصات ماکروسکوپی و میکروسکوپی توده از نوع *I type* بوده و توانایی لازم برای کانه زایی را در سنگهای مجاور داراست. بر طبق مطالعات میکروسکوپی، این نمونه حاوی مگنتیت، پیریت و کالکوپیریت می باشد. مگنتیت ها اکثرا بصورت شکل دار بوده که نشانگر تشکیل آنها در مراحل اولیه می باشد (شکل ۳-۲۷-الف). کالکوپیریت بصورت هیپیدومورف در متن نمونه در مجاورت مگنتیت و پیریت تشکیل شده است (شکل ۳-۲۷-ب). پیریت ها اکثرا بصورت نیمه شکل دار بوده و از حواشی در حال تبدیل به گوتیت هستند (شکل ۳-۲۷-ج). بنظر می رسد کالکوپیریت و پیریت برخلاف مگنتیت در مراحل بعدی و توسط سیالات هیدروترمال تشکیل شده اند.



شکل ۳-۲۷-الف- مگنتیت های شکل دار در متن توده گرانودیوریتی کربنگان

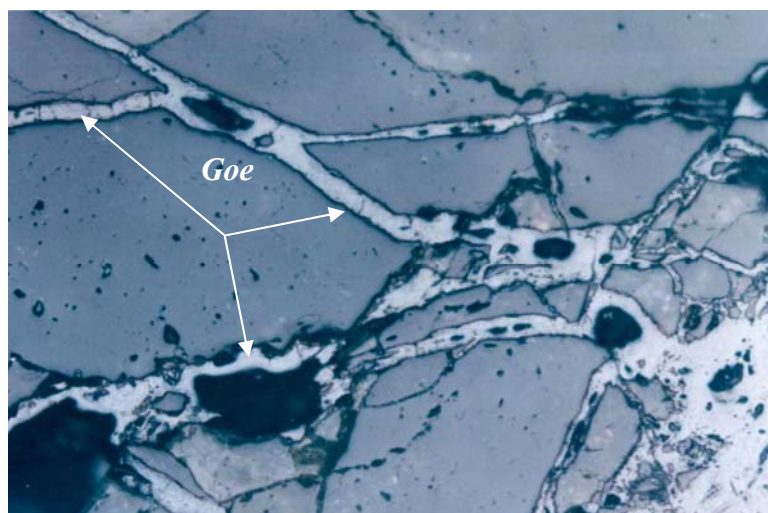


شکل ۳-۲۷-ب- کالکوپیریت دیسیمیته و مگنتیت در متن نمونه



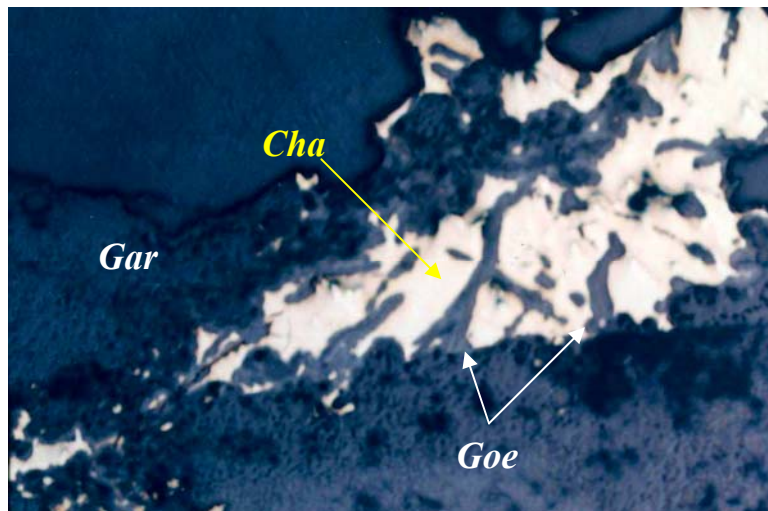
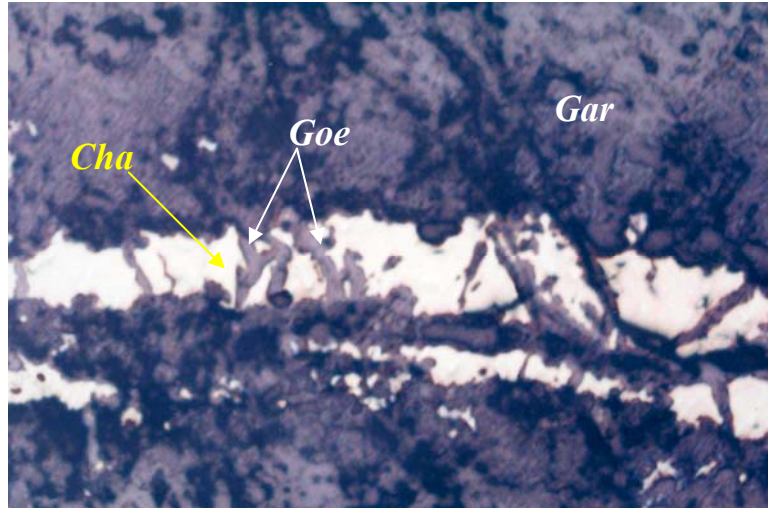
شکل ۳-۲۷-ج- پیریت های نیمه شکل دار به همراه مقدار کمی کالکوپیریت در متن نمونه

نمونه K-79: این نمونه از زون اسکارنی شمال کرنگان و از قسمت رگچه های کوارتزی آن برداشت گردیده که بر طبق مطالعات میکروسکوپی انجام گرفته کانه ثانویه گوتیت بصورت ریز رگچه ای قابل مشاهده و شناسایی می باشد. با توجه به عدم حضور بقایای کانه اصلی تبدیل شده به گوتیت بنظر می رسد کانه اولیه پیریت و یا احتمالا کالکوپیریت باشد که به دلیل شرایط آب و هوایی مساعد منطقه، فرآیندهای سوپرژن تأثیر بسزایی در تبدیل آن به گوتیت ایفا کرده است (شکل ۳-۲۸).



شکل ۳-۲۸- پر شدگی شکستگی کوارتز توسط گوتیت

نمونه K-80: در این مقطع کانه زایی شامل کانه های مس و بصورت کالکوپیریت می باشد. در این نمونه رگچه کوارتز حاصل از مرحله اسکارن پسرونده گارنت تشکیل شده در مرحله اسکارن پیشرونده را قطع نموده است. علاوه بر آن، کالکوپیریت رگچه های کوارتز و گارنت را نیز قطع نموده است. کالکوپیریت تحت فرآیندهای سوپرژن در حال تبدیل شدن به گوتیت می باشد. بر طبق مطالعات میکروسکوپی قطع شدگی گارنت توسط کالکوپیریت نشانگر تأخر فازی کانه زایی نسبت به مرحله تشکیل گارنت (اسکارن پیشرونده) بوده است (اشکال ۳-۲۹).



اشکال ۳-۲۹- قطع گارنت *Gar* توسط رگچه کالکوپیریت

۳-۲-۳- اندیس شماره ۳

این اندیس نیز یک زون اسکارنی است که در جنوب روستای اولی واقع شده است. اسکارن زایی در این منطقه در کنتاکت توده مونزودیوریت شمال منطقه (ادامه باتولیت قولان) با آهک های کرتاسه رخ داده است. کانه های مس در این زون شامل مالاکیت و کالکوپیریت می باشد. ابعاد رخنمون سطحی این زون حدود ۲۰ متر مربع برآورد گردیده است (اشکال ۳-۳۰). این زون بطور کامل در داخل محدوده جنگلی واقع شده، اما به لحاظ وجود آثار کانه زایی مس مورد بررسی قرار گرفته و چندین نمونه جهت انجام آنالیز و تهیه مقاطع صیقلی به منظور شناسایی کانه ها برداشت گردیده که نتایج حاصل به شرح زیر می باشد. مختصات آن بصورت (K23:(631040-4293841) می باشد.

جدول ۳-۸- مختصات و مشخصات نمونه های برداشت شده از اندیس شماره ۳

نام نمونه	مختصات	توضیحات	نوع مطالعات آزمایشگاهی
K17	38S 630375 4296168	نمونه از زون دگرسانی در توده نفوذی اولی	ICP و XRD
K23	38S 631040 4293841	نمونه اسکارنی بالای روستای اولی حاوی پیریت، کالکوپیریت و مالاکیت	ICP



اشکال ۳-۳۰- زون اسکارنی حاوی مالاکیت، جنوب روستای اولی

مشخصات عنصری نمونه های آنالیز شده به روش ICP

نمونه **K17**، نمونه دگرسانی از توده نفوذی اولی بوده که نمونه فوق الذکر نسبت به عناصر مس، منگنز، فسفر و آرسن مقادیر ناهنجار نشان داده که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

۱- عنصر مس در این نمونه دارای مقدار 108 ppm بوده که این مقدار نسبت به مقدار کلارک پوسته ای خود در حدود ۲ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۲- عنصر منگنز در این نمونه دارای مقدار 1460 ppm بوده که این مقدار نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $1/5$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۳- عنصر فسفر در این نمونه دارای مقدار 2700 ppm بوده که این مقدار نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $2/6$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۴- عنصر آرسن در این نمونه با دارا بودن مقدار 11 ppm ، نسبت به مقدار کلارک پوسته ای خود در حدود ۶ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

نام عنصر	<i>Cu</i> (ppm)	<i>S</i> (ppm)	<i>P</i> (ppm)	<i>As</i> (ppm)
مقدار	۱۰۸	۱۴۶۰	۲۷۰۰	۱۱

نمونه **K23**، نمونه مینرالیزه حاوی کالکوپیریت، پیریت و ملاکیت از اسکارن نزدیک روستای اولی بوده که نمونه فوق الذکر نسبت به عناصر مس و گوگرد مقادیر ناهنجار نشان داده که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

۱- عنصر مس در این نمونه دارای مقدار 1470 ppm بوده که این مقدار نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $26/7$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۲- عنصر گوگرد در این نمونه دارای مقدار 450 ppm بوده که این مقدار نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $1/7$ برابر غنی شدگی نشان می دهد. میزان اولیه گوگرد احتمالا مقداری

بالاتر بوده که بعداً تحت تاثیر فرآیندهای سوپرژن از محیط خارج شده و مس موجود در داخل شبکه کالکوپیریت بصورت مالاکیت در محیط باقی مانده است.

نام عنصر	Cu (ppm)	S (ppm)
مقدار	۱۴۷۰	۴۵۰

نمونه های آنالیز شده جهت آنالیز XRD

جهت شناسایی فازهای کانیاپی زون دگرسانی توده اولی، یک نمونه با نام K17 به آزمایشگاه مربوطه ارسال و فازهای کانیاپی اصلی آن شامل آلبیت و هورنبلند و فازهای فرعی آن شامل کلسیت، کوارتز و کلریت تشخیص داده شد.

۳-۲-۴- اندیس شماره ۴

این اندیس در باختر روستای کرنگان واقع شده که در کنتاکت بخش باختری استوک کرنگان با واحدهای آهکی کرتاسه و ولکانیکی ائوسن رخ داده است. این اندیس در محدوده ای بطول یک کیلومتر بصورت سه منطقه کانه زایی شده مجزا از هم می باشد. به نظر میرسد همه این زونهای مینرالیزه در ارتباط با استوک کرنگان بوده اما فقط بصورت منقطع در سه قسمت رخنمون یافته است. مشخصات این سه زون به تفکیک به شرح زیر ارائه میگردد:

۳-۲-۴-۱- بخش ۱: این بخش اگرچه خارج از محدوده مطالعاتی بوده، لیکن با توجه به کانه زایی

انجام گرفته، نمونه برداری و مطالعه بر روی این اندیس انجام پذیرفت. این بخش شامل یک زون اسکارنی بوده که در جهت شمال باختر - جنوب خاور گسترش یافته و از سیستم گسلی تبعیت می نماید، طول این زون حدود ۳۰ متر و عرض آن بین ۱ تا ۳ متر در تغییر است. کانه زایی مس

عمدتاً بصورت کربنات (مالاکیت) با مقدار اندکی کالکوپیریت با گانگ گارنت، اپیدوت و کوارتز می باشد (شکل ۳-۳۱). در این اسکارن نیز زون گارنتیتی توسط رگچه های سیلیسی با ضخامت ۰/۵ تا ۳ سانتی متر قطع شده است. کانه های مس هم در داخل گارنت و هم در داخل رگچه های سیلیسی مشاهده می شوند.

جدول ۳-۹- مشخصات و مشخصات نمونه های برداشت شده از بخش یک اندیس شماره ۴

نام نمونه	مختصات	توضیحات	نوع مطالعات آزمایشگاهی
K68	38S 631618 4289907	نمونه اسکارنی حاوی سیلیس، گارنت، کالکوپیریت و مالاکیت	ICP و صیقلی



شکل ۳-۳۱- کانه زایی مس بصورت مالاکیت

مشخصات عنصری نمونه های آنالیز شده به روش ICP

نمونه **K68** نمونه مینرالیزه حاوی کالکوپیریت و پیریت از زون اسکارنی بوده که نسبت به عناصر مس، منگنز، گوگرد و آرسن مقادیر ناهنجار نشان می دهد که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

۱- عنصر مس در این نمونه دارای مقدار 664 ppm بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $11/7$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۲- عنصر منگنز در این نمونه دارای مقدار 2790 ppm بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود 3 برابر غنی شدگی نشان می دهد.

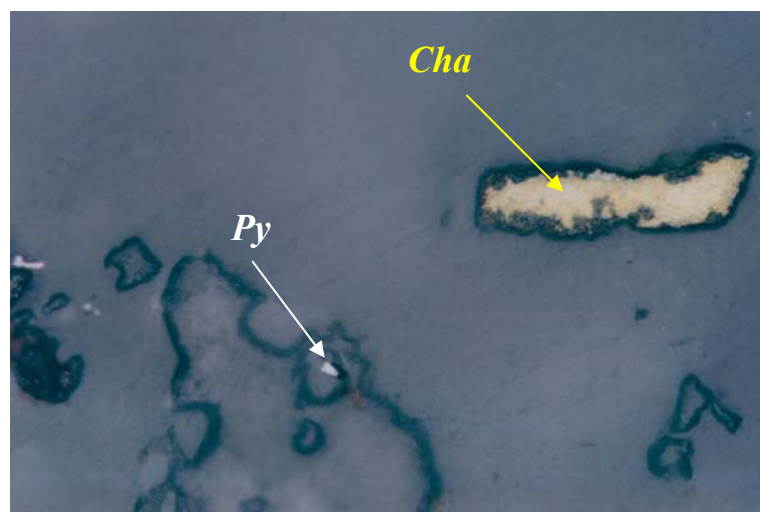
۳- عنصر گوگرد در این نمونه دارای مقدار 1000 ppm بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود $3/8$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۴- عنصر آرسن در این نمونه دارای مقدار 9 ppm بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود 5 برابر غنی شدگی نشان می دهد.

نام عنصر	<i>Cu</i> (ppm)	<i>Mn</i> (ppm)	<i>S</i> (ppm)	<i>As</i> (ppm)
مقدار	۶۶۴	۲۷۹۰	۱۰۰۰	۹

نمونه های برداشت شده جهت تهیه مقاطع صیقلی

نمونه **K-68**: این نمونه از رگچه های قطع کننده زون گارنتی اخذ گردیده است. گانگ این نمونه کوارتز بوده که در متن آن کالکوپیریت و پیریت مشاهده می شود. وجود کالکوپیریت در داخل این نوع کوارتزها نشانگر مینرالیزه بودن آنها احتمالاً بدلیل تشکیل در مرحله اسکارن پسرونده می باشد (شکل ۳-۲۸).



شکل ۳-۳۲- کالکوپیریت و پیریت در متن کوارتز

۳-۲-۴-۱- بخش ۲: این بخش در حدود ۳۰۰ متری جنوب باختر بخش ۱ واقع شده است. کانه زایی در این بخش در ارتباط با یک زون دگرسانی سیلیسی شده بوده که واحد ولکانیکی را قطع نموده است. رخنمون سطحی این زون اندک بوده (طول آن حدود ۲۰ متر و عرض آن بین ۲۰ سانتی متر تا ۱ متر در تغییر است). از ویژگیهای این زون گسترش قابل توجه مالاکیت در داخل زون مزبور و سنگهای ولکانیکی مجاور می باشد (شکل ۳-۳۱). ضمن اینکه در مجاور این زون یک رگه سیلیسی با طول ۳۰ متر و عرض حدود ۰/۵ متر با همان راستا رخنمون یافته که بعلت وجود هیدرواکسیدهای آهن برنگ قهوه ای دیده می شوند (شکل ۳-۳۲). از هر دوی این زون به منظور تعیین توان کانه زایی آنها نمونه برداری بعمل آمده که نتایج آن به شرح زیر می باشد.

جدول ۳-۱۰-مختصات و مشخصات نمونه های برداشت شده از بخش ۲ اندیس شماره ۴

نام نمونه	مختصات	توضیحات	نوع مطالعات آزمایشگاهی
K65	38S 631640 4290169	زون دگرسان سیلیسی شده	ICP و صیقلی
K66	38S 631640 4290169	نمونه سیلیسی حاوی مالاکیت و منگنز	ICP و صیقلی



شکل ۳-۳۳- گسترش کانه زایی مالاکیت در داخل ولکانیک ها



شکل ۳-۳۴- رگه سیلیسی حاوی کانه زایی مالاکیت و گوتیت

نمونه های آنالیز شده جهت آنالیز ICP

نمونه K65، نمونه دگرسان سیلیسی شده حاوی کانه زایی مالاکیت و هیدروکسیدهای آهن که بر اساس نتایج ICP، نمونه فوق نسبت به عناصر طلا، کبالت، مس، آهن، منگنز، نیکل، گوگرد، روی، نقره، آرسن، بیسموت و مولیبدن مقادیر ناهنجار نشان داده که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

۱- عنصر طلا در این نمونه دارای مقدار $1/35 \text{ ppm}$ بوده که نسبت میانگین پوسته ای خود در حدود ۳۳۷ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۲- عنصر کبالت دارای میانگین پوسته ای 25 ppm بوده که بر اساس نتایج ICP، این نمونه دارای 260 ppm کبالت بوده و لذا نسبت به میانگین پوسته ای خود در حدود ۱۰ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۳- عنصر مس در این نمونه با دارا بودن میزان 48600 ppm نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۸۸۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد. این میزان مس با وجود کانه زایی مس بصورت کالکوپیریت قابل توجیه می باشد.

۴- عنصر آهن در این نمونه دارای مقدار $14/5$ درصد بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد. این میزان آهن مربوط به آهن موجود در شبکه کانیایی هماتیت و گوتیت قابل توجیه می باشد.

۵- عنصر منگنز دارای مقدار 3900 ppm بوده که این عنصر نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۴ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۶- عنصر نیکل دارای مقدار میانگین پوسته ای 75 ppm بوده که این نمونه با دارا بودن میزان 228 ppm ، نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

- ۷- عنصر گوگرد در این نمونه دارای مقدار 750 ppm بوده و نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد.
- ۸- عنصر روی با دارا بودن مقدار 358 ppm در این نمونه و نیز با دارا بودن مقدار میانگین پوسته ای 100 ppm ، غنی شدگی در حدود ۵/۱ برابر از خود نشان می دهد.
- ۹- عنصر نقره با دارا بودن مقدار 10 ppm در این نمونه و با لحاظ کردن مقدار میانگین پوسته ای 0.07 ppm ، غنی شدگی در حدود ۱۴۲ برابر از خود نشان می دهد.
- ۱۰- عنصر آرسن در این نمونه با دارا بودن مقدار 16 ppm و با لحاظ مقدار میانگین پوسته ای 1.8 ppm ، غنی شدگی در حدود ۹ برابر از خود نشان می دهد.
- ۱۱- عنصر بیسموت در این نمونه دارای مقدار 3.1 ppm بوده و با در نظر گرفتن مقدار میانگین پوسته ای 0.2 ppm ، غنی شدگی در حدود ۱۵ برابر از خود نشان می دهد.
- ۱۲- عنصر مولیبدن در این نمونه دارای مقدار 7.5 ppm بوده و با در نظر گرفتن مقدار میانگین پوسته ای 1.5 ppm ، غنی شدگی در حدود ۵ برابر از خود نشان می دهد.

نام عنصر	<i>Au</i> (ppm)	<i>Co</i> (ppm)	<i>Cu</i> (ppm)	<i>Fe</i> (%)	<i>Mn</i> (ppm)	<i>Ni</i> (ppm)
مقدار	۱/۳۵	۲۶۰	۴۸۶۰۰	۱۴/۵	۳۹۰۰	۲۲۸

نام عنصر	<i>S</i> (ppm)	<i>Zn</i> (ppm)	<i>Ag</i> (ppm)	<i>As</i> (ppm)	<i>Bi</i> (ppm)	<i>Mo</i> (ppm)
مقدار	۷۵۰	۳۵۸	۱۰	۱۶	۳/۱	۷/۵

نمونه **K66**، نمونه سیلیسی حاوی کانه زایی مالاکیت و هیدروکسیدهای آهن به همراه منگنز بوده که بر اساس نتایج *JCP*، نمونه فوق نسبت به عناصر مس، نیکل و منگنز مقادیر ناهنجار نشان داده که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

۱- عنصر مس دارای مقدار 4710 ppm بوده که نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۸۵ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

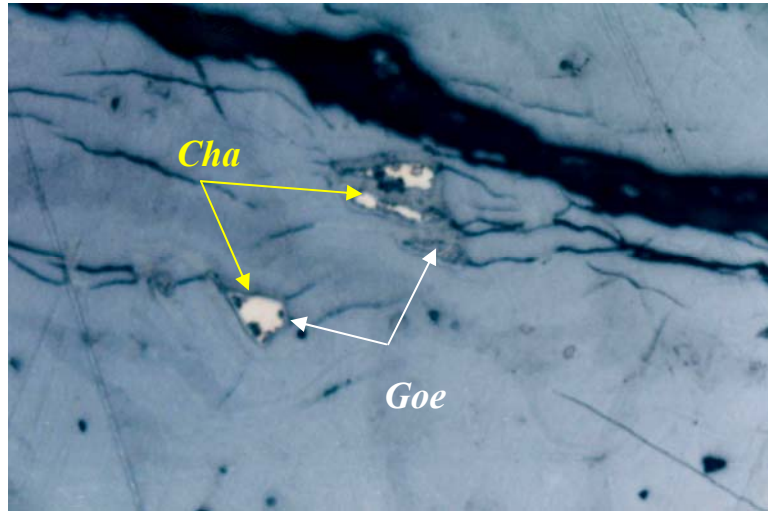
۲- عنصر نیکل دارای مقدار میانگین پوسته ای 75 ppm بوده که نمونه $K66$ با دارا بودن مقدار 240 ppm در حدود $3/2$ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

۳- عنصر منگنز با دارا بودن مقدار 2920 ppm در این نمونه، نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد.

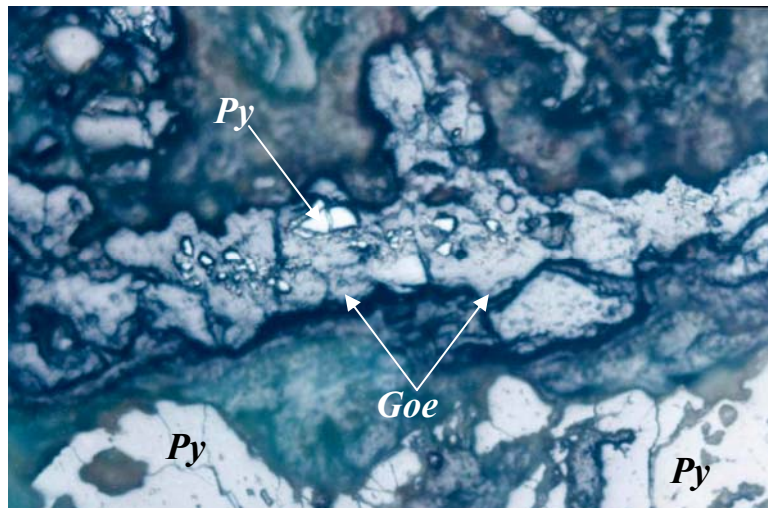
نام عنصر	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Ni (ppm)
مقدار	۴۷۱۰	۲۹۲۰	۲۴۰

نمونه های برداشت شده جهت تهیه مقاطع صیقلی

نمونه $K-65$: این نمونه حاوی کانه های اولیه کالکوپیریت و پیریت و نیز کانه های حاصل از فرآیندهای سوپرژن نظیر مالاکیت و گوتیت می باشد (اشکال ۳-۳۳). در این نمونه، کالکوپیریت و پیریت به گوتیت تبدیل شده اند و تنها بقایای آنها باقی مانده است. تبدیل گسترده سولفیدها به هیدرواکسیدهای ثانویه آهن باعث ایجاد بافت جانشینی اسکلتی گردیده است.

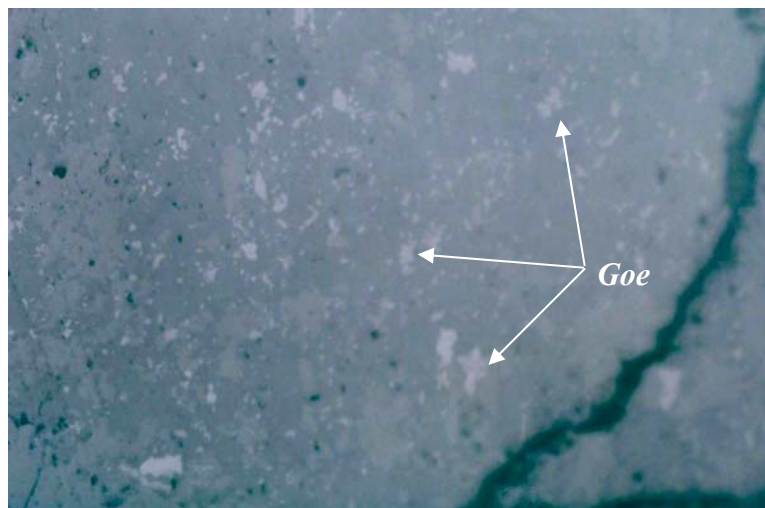


شکل ۳-۳۵-الف - تبدیل کالکوپیریت به گوتیت



شکل ۳-۳۵-ب - پیریت در حال تبدیل به گوتیت

نمونه K-66: این نمونه حاوی رگچه های کلریتی بوده که هیدرواکسید ثانویه آهن (گوتیت) بصورت دیسیمینه در متن نمونه تشکیل شده است (شکل ۳-۳۴).



شکل ۳-۳۶- گوتیت دیسیمینه در متن نمونه

۳-۲-۴-۲- بخش ۳: این بخش نیز در خارج از محدوده مطالعاتی بوده ولی با توجه به کانه زایی انجام گرفته بعنوان یکی از اندیس های پیشنهادی مطرح می گردد. این بخش در حدود ۵۰۰ متری جنوب بخش ۲ واقع شده و این بخش نیز یک زون اسکارنی بوده که در کنتاکت استوک نفوذی کرنگان با واحدهای آهکی کرتاسه رخ داده است. ابعاد رخنمون سطحی این اسکارن 5×30 متر بوده و بخش کانه زایی شده از یک زون گارنتیتی تشکیل شده که در بین توده نفوذی و آهک قرار گرفته و با رنگ تیره نسبت به سنگهای مجاور به راحتی قابل تشخیص است (اشکال ۳-۳۵). کانه های عمده این زون شامل کالکوپیریت و مالاکیت با گانگ گارنت، سیلیس و مقداری اپیدوت می باشد. از این زون چند نمونه جهت آنالیز و مطالعات کانه شناسی برداشت گردیده که در جدول زیر به آنها اشاره گردیده است.

جدول ۳-۱۱- مختصات و مشخصات نمونه های برداشت شده از بخش ۳ اندیس شماره ۴

نام نمونه	مختصات	توضیحات	نوع مطالعات آزمایشگاهی
K74	38S 631220 4289807	نمونه از زون اسکارنی	ICP و صیقلی
K75	38S 631220 4289807	نمونه از زون اسکارنی	ICP و صیقلی



شکل ۳-۳۷- الف- کانه زایی بصورت مالاکیت در بخش اسکارنی



شکل ۳-۳۷- ب- کانه زایی مالاکیت و گوتیت در بخش اسکارنی



شکل ۳-۳۷-ج- موقعیت استوک، آهک و اسکارن نسبت بهمدیگر

مشخصات عنصری نمونه های آنالیز شده به روش ICP

نمونه K74، نمونه مینرالیزه حاوی گوتیت، پیریت و ملاکیت بوده که نمونه فوق الذکر نسبت به عناصر کبالت، مس، آهن، منگنز، گوگرد، وانادیم، روی، نقره، آرسن، مولیبدن، بیسموت، آنتیموان و تنگستن مقادیر ناهنجار نشان داده که میزان این ناهنجاری به شرح زیر است:

- ۱- عنصر کبالت در این نمونه با دارا بودن مقدار 155 ppm ، نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۶ برابر غنی شدگی نشان می دهد.
- ۲- عنصر مس با دارا بودن مقدار 95900 ppm در این نمونه، نسبت به مقدار میانگین پوسته ای خود در حدود ۱۷۴۳ برابر غنی شدگی نشان می دهد.