

## گزارش میکروسکوپی کانسار منگنز قاسم آباد بافت

فتح‌اله مصوری

۱۳۸۲-۱۳۸۵

### مقدمه

موضوع این گزارش مطالعه میکروسکوپی کانسنگ و مصولات میز منگنز قاسم آباد بافت کرمان است که در قالب همکاری با گروه کانه‌آرایی توسط گروه فرآوری مواد معدنی انجام شده است.

از آنجایی که این کانسار در سال‌های اخیر مورد مطالعه و بهره‌برداری قرار گرفته و اطلاعاتی در خصوص آن در کتاب کانسارهای منگنز ایران که توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران منتشر یافته وجود ندارد این گزارش به دو بخش تفکیک شده است. بخش نخست شامل اطلاعات مختصری از موقعیت جغرافیایی، زمین‌شناسی و ژئوشیمی این کانسار می‌باشد که برگرفته از گزارش طرح اکتشافی این کانسار و برداشت‌های صحرایی موضوع نمونه‌برداری اخیر است. بخش دوم این گزارش به ارائه نتایج مطالعه میکروسکوپی که در مراحل مختلف کانه‌آرایی این کانسار انجام شده می‌پردازد.

### بخش اول - کلیات

#### ۱-۱- زمین‌شناسی و موقعیت جغرافیایی کانسنگ منگنز قاسم آباد

این کانسار در جنوب باختری استان کرمان در فاصله ۲۳۵ کیلومتری از مرکز استان بخشی از چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی حاجی آباد در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ استخر وئیه واقع می‌باشد. برای دسترسی به آن پس از طی حدود ۱۵۰ کیلومتر در جاده کرمان-بافت وارد بخش ارزوئیه می‌شویم. پس از طی حدود ۴۰ کیلومتر به آبادی زرآب می‌رسیم. از این آبادی جاده فرعی خاکی به سمت جنوب خاور جدا می‌شود که پس از تقریباً حدود ۲۰ کیلومتر به بخش طرنگ می‌رسیم. از محل این بخش جاده فرعی به طرف آبادی پیر و سپس به محل معدن قاسم آباد می‌رسد.

از نظر جایگاه و ویژگی‌های ساختاری این کانسنگ در یال جنوبی ناودیس با امتداد اثر محوری N70W با شیب لایه بندی حدود ۵۰-۴۰ درجه به سوی شمال باختر قرار دارد. توالی سنگ شناسی واحدهای سنگی محدوده معدن در پائین‌ترین بخش‌ها شامل گدازه‌های با ترکیب بازیک، حد واسط و اسیدی است. این گدازه‌ها در قسمت بالا یعنی در هسته ناودیس توسط واحد سبز رنگی متشکل از توف و گدازه با ترکیب آندزیتی پوشیده می‌شود. یک توالی رسوبی شامل چرت‌های ضخیم لایه تیره تا قهوه‌ای (سنگ میزبان ماده معدنی) با ضخامت حدود ۲۰ متر، و چرت‌های نازک لایه به رنگ قرمز ارغوانی در تناوب با شیل‌های قرمز، بخش بعدی توالی‌های سنگی ناحیه معدن را تشکیل می‌دهد که به طور همیش با واحد توفی و بر روی آن قرار دارد. آخرین واحد سنگی شامل سنگ‌های با اختصاصات فلیش، متشکل از شیل و ماسه سنگ‌های سبز مایل به زیتونی واجد سنگ‌واره‌های گیاهی به سن ژوراسیک می‌باشد. از محل دپوی ماده معدنی در بلافصل و نزدیک کانسار منگنز با مختصات  $28^{\circ}36'21.3''$  درجه شمالی و  $56^{\circ}52'12''$  درجه خاوری یک نمونه به وزن تقریبی ۱۰۰ کیلوگرم از بخش‌های کم عیار آن‌ها برای بررسی‌های کانه‌آرایی جمع‌آوری شد.

#### ۱-۲- کانی‌سازی، ژئوشیمی و ذخیره کانسار منگنز قاسم آباد

از این کانسار یک نقشه با مقیاس ۱:۵۰۰ و گزارش در قالب طرحی با عنوان "بهره برداری معدن منگنز قاسم آباد، شهرستان بافق" موضوع گواهی‌نامه کشف شماره ۴۳۶۶ مورخ ۷/۱۱/۷۴ توسط شرکت معادن فاریاب تهیه و در سال ۱۳۷۴ تهیه شده است که خلاصه‌ای کانی‌سازی، ژئوشیمی و ذخیره این کانسار به شرح زیر از آن اخذ شده است:

کانی‌های تشکیل دهنده کانسار منگنز قاسم آباد شامل براونیت، بیگسبیت، پیرولوزیت است که همراه با کانی‌های هماتیت، کوارتز، کلسیت و گوتیت می‌باشد.

کانسار منگنز قاسم آباد در دو رخنمون جدا به نام رخنمون خاوری و رخنمون باختری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است که اختصاصات ژئوشیمیایی و ذخیره متفاوتی دارند. کانسار در هر کدام از رخنمون‌ها به ذخایر کم عیار (کمتر از ۱۵ درصد)، عیار متوسط (بین ۱۵ تا ۳۰ درصد)، درجه ۱ (بیش از ۳۰ درصد و کمتر از ۴۵ درصد)، و سوپر گرید (بیش از ۴۵ درصد) نیز تقسیم و برای هر یک جداگانه محاسبه شده است. جدول ۱ خلاصه‌ای از ژئوشیمی این کانسار را نشان می‌دهد:

جدول ۱- ژئوشیمی رخنمون‌های خاوری و باختری کانسنگ منگنز قاسم آباد کرمان

نام رخنمون	MnO%	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	ذخیره قطعی (تن)	ذخیره احتمالی (تن)
خاوری	۲۷/۶۴-۴۱/۲۸	۲۰/۹۸-۴۲/۰۴	۱-۲۱	۱۱۹۰۰۰	۲۳۸۰۰۰
باختری	۸-۲۸	۳۰-۴۱	۱۷-۲۱	۷۶۵۰۰	۱۵۳۰۰

### ۳-۱- ژنر احتمالی کانسنگ منگنز قاسم آباد

کانسار منگنز قاسم آباد مانند بسیاری از کانسارهای منگنز در ایران به صورت مجموعه‌ای از چندین عدسی نزدیک به هم است که به نظر می‌رسد حاصل نهشت محلول‌های کانه‌دار گرمابی (hydrothermal) خارج شده از دودکش‌های پوسته اقیانوسی (آتشفشان برون دم) بوده است که همزمان با نهشت چرت‌های ضخیم لایه خاکستری تیره تا قهوه‌ای موجود در توالی تریاس بالا-ژوراسیک بالا در منطقه بافت بوجود آمده است.

در توضیح همراهی ترکیبات سیلیس می‌توان گفت که اصولاً محلول‌های کانه‌داری که در اثر فوران‌های زیردریایی وارد آب می‌شود علاوه بر یون‌های منگنز حاوی یون‌های آهن و سیلیسیم نیز می‌باشد که معمولاً در یک PH معین ترکیبات این ۳ یون با هم نهشت می‌شوند که در غالب اوقات کانه‌های منگنز به ویژه پسیلوملان با سیلیس (به صورت غالباً چرت) و اکسیدهای آهن (معمولاً گوتیت و لیمونیت) دیده می‌شود و یک درگیری و یا هم‌رشدی نزدیکی بین اکسیدهای آبدار آهن و منگنز در معیت چرت‌های آغشته به اکسیدهای آهن دیده می‌شود.

### بخش دوم- مطالعه میکروسکوپی کانسار منگنز قاسم آباد

به منظور بررسی میکروسکوپی این کانسار تعداد ۶ مقطع نازک و نازک صیقلی از کانسنگ و محصولات میز کانسار منگنز قاسم آباد تهیه و با یک دستگاه میکروسکوپ پلاریزان دو منظوره مطالعه شد.

### ۱-۲- کانسنگ

از آنجایی که نمونه ۲۰۰ کیلوگرمی حمل شده از دیوی محل معدن قاسم آباد حاوی قطعات کانه دار با عیارهای مختلف بوده است سعی شد تا از سه بخش پر عیار، عیار متوسط و عیار پائین از هر کدام حداقل ۱ مقطع صیقلی تهیه شود. بر این اساس مطالعه میکروسکوپی کانسنگ قاسم آباد در ۳ قسمت جداگانه بررسی و ارائه می‌شود.

## ۲-۱-۱- نمونه عیار بالا

کانی‌های اصلی: پسیلوملان، پولیانیت-پیرولوزیت، کریپتوملان، بیکسبیت، براونیت؟، اکسیدهای آبدار آهن (گوتیت، لیمونیت)، گانگ غیر فلزی (کوارتز نهان بلور و ...) و باریت  
کانی‌های مورد نظر: پسیلوملان، پولیانیت-پیرولوزیت، کریپتوملان، بیکسبیت، براونیت؟  
شماره پلاک: مقطع صیقلی به شماره آزمایشگاه: ۸۲/۳۰۰ (گروه کانه‌آرایی: Mn-Ghasem-H1) و مقطع نازک بخشی از نمونه کانسنگ.

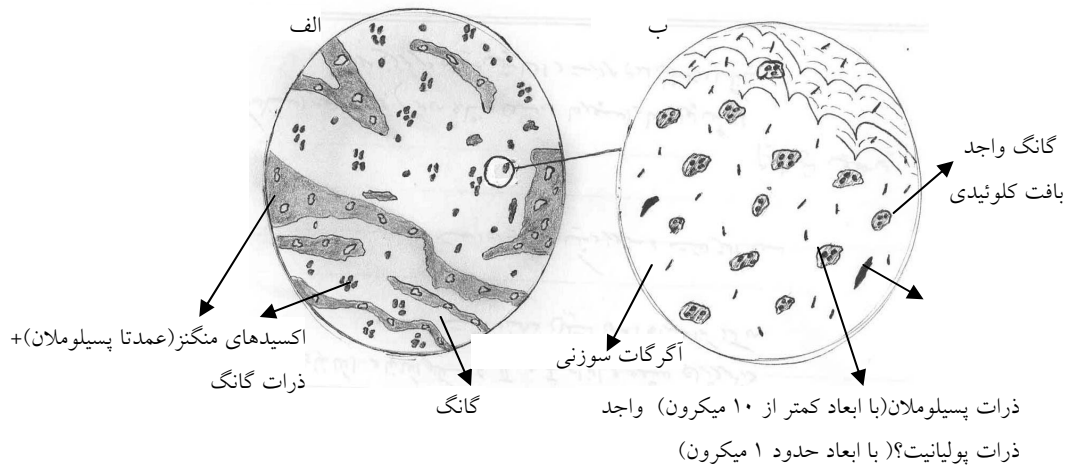
### الف- انواع کانی‌ها و درصد تقریبی آن‌ها در نمونه عیار بالا

پسیلوملان، پولیانیت-پیرولوزیت، کریپتوملان، بیکسبیت، براونیت؟، (جمعا حدود ۴۰-۳۵ درصد)، اکسیدهای آهن به صورت هماتیت، گوتیت و لیمونیت (حدودا ۳۰ درصد)، گانگ غیر فلزی (حدود ۳۰-۳۵ درصد). همچنین در مقطع نازک کانی باریت به مقدار حدود ۱ درصد مشاهده شد.

### ب- کانی‌های مورد نظر در نمونه عیار بالا

کانی سازی منگنز در این نمونه به دو بخش متمایز قابل تفکیک می باشد. بخش پر عیار شامل لایه‌هایی از اکسیدهای منگنز با ضخامت حدود ۱/۴-۰/۳ میلیمتر است که میزان گانگ درگیر با آن در حدود ۱۵-۱۰ درصد برآورد می شود. با وجود این در قسمت‌هایی از این لایه‌ها کانی سازی منگنز توده‌ای و متراکم است به طوری که حتی با بزرگنمایی‌های زیاد نیز آثاری از گانگ درگیر با آن قابل مشاهده نیست. این بخش حدود ۲۵ درصد از سطح مقطع را به خود اختصاص داده است. بقیه کانی سازی منگنز در فواصل بین این بخش‌های لایه‌ای شکل، فضای بین اکسیدهای آبدار آهن و گانگ غیرفلزی را پر کرده است و شامل لکه‌هایی از تجمعات منگنز در ابعاد کمتر از ۱۰ میکرون می باشد. عیار این بخش به طور تقریب حدود ۱۵-۱۰ درصد برآورد می شود.

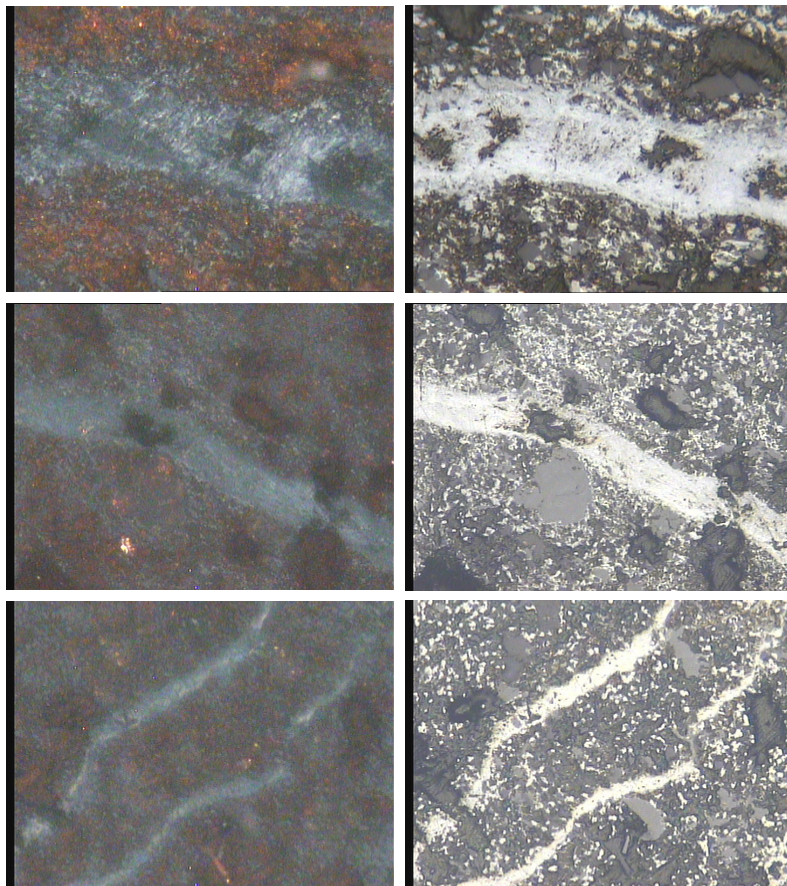
شکل ۱ نمایی شماتیک از توزیع کانه منگنز و گانگ را در سطح این مقطع صیقلی نشان می دهد. عکس ۱ نیز نمایی از بافت نمدی سطح این مقطع را که درگیری و هم‌رشدی تنگاتنگ و نزدیک بین گانگ سیلیکاته با پسیلوملان به نمایش گذاشته است را نشان می دهد.



شکل ۱-الف) نمای کلی از توزیع کانی سازی منگنز به صورت لایه‌ای و پراکنده در سطح مقطع صیقلی

کانسار منگنز قاسم آباد

ب) بخشی از زمینه کم عیار و پراکندگی منگنز در آن



عکس ۱- نماهایی از توزیع کانی پسیلوملان به صورت افق‌های ممتد (با ضخامت حدود ۴۵-۱۵ میکرون) و پراکنده (بافت نمدی در اندازه حدود ۲-۴ میکرون) نمونه کانسنگ پر عیار منگنز قاسم آباد به شماره H-1. بخش‌های تیره گانگ سیلیسی آغشته به کانی‌های آبدار اکسید آهن می‌باشد که در نور پلاریزه بهتر مشخص است. طول هر نما در عکس بالایی ۱۷۵ میکرون و در عکس‌های پائین‌تر ۳۴۰ میکرون است.

### ج- میزان و نوع دگرسانی کانی‌های اصلی در نمونه عیار بالا

پسیلوملان به عنوان کانی اصلی منگنز این نمونه شامل بلورهای بسیار ریز (submicroscopic) با ابعاد متوسط حدود ۵-۱ میکرون و به ندرت ۱۰ میکرون است که به صورت لکه‌ها و تجمعات کوچک و معمولا همراه و هم‌رشد با اکسیدهای آبدار آهن و درگیر با آن‌ها در سطح مقطع پراکنده و ظاهری بی شکل دارد. فضای بین این تجمعات میکرونی را اکسیدهای آبدار آهن تشکیل می‌دهد.

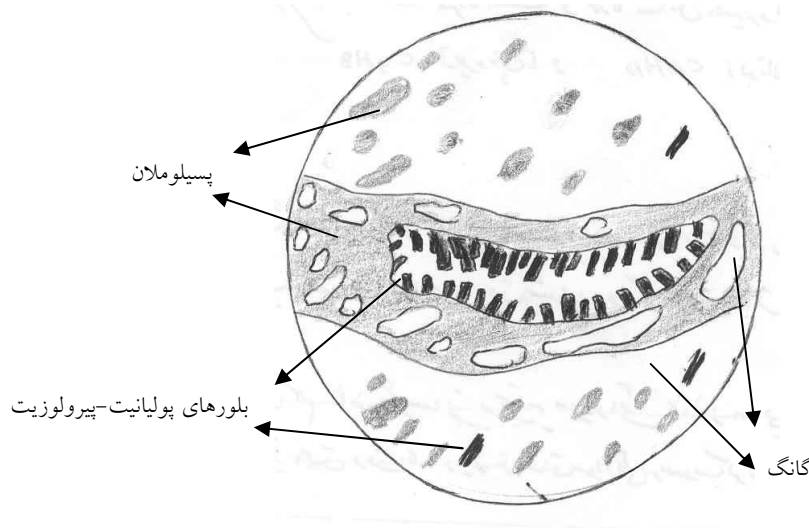
در سطح مقطع مورد مطالعه بلورهای سوزنی شکلی به صورت منفرد (individual grain) و معمولا کمتر از یک میکرون (گاهی تا ۳۰ میکرون) در بزرگنمایی‌های بسیار بالا مشاهده می‌شود. بلورهای سوزنی شکلی از این نوع احتمالا کریپتوملان و یا پیرولوویت می‌باشد (شکل ۱-ب و عکس ۴).

با بزرگنمایی‌های بسیار بالا آثاری از جانشینی احتمالی پولیانیت سوزنی شکل بسیار ریز در ابعاد کمتر از ۱ میکرون به جای پسیلوملان مشاهده می‌شود (شکل ۱-ب).

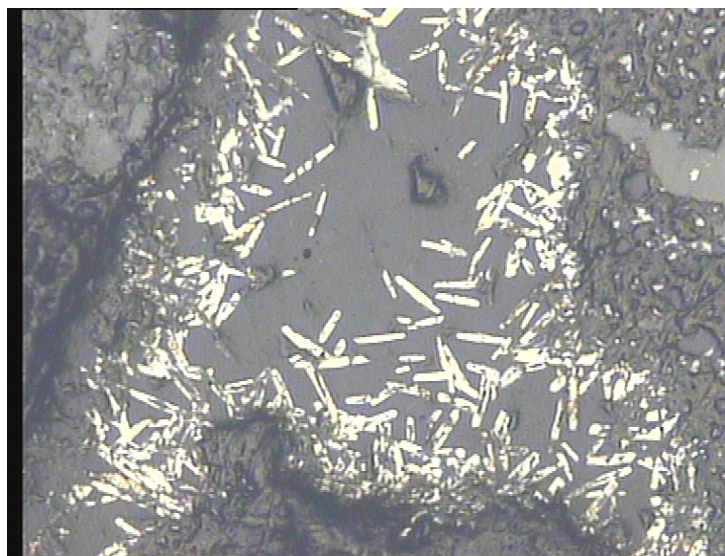
در فضاها و حفره‌های باز، پولیانیت به صورت بلورهای نازک و طویل با پایانه‌های گوه‌ای شکل و خوش وجه (شکل دار) تشکیل شده است که از حاشیه به سمت داخل حفره‌ها اندازه بلورهای پولیانیت افزایش می‌یابد. در فضای مرکزی بعضی از این بلورها بخش‌های تیره‌تری ملاحظه می‌شود که احتمالا مراحل آغازین تبدیل به پیرولوویت می‌باشد. در تبدیل پسیلوملان به پیرولوویت، ابتدا پولیانیت به صورت یک کانی حدواسط از پسیلوملان بوجود می‌آید و سپس این کانی به پیرولوویت تبدیل می‌شود. در منابع کانی‌شناسی کانی‌های پیرولوویت و پولیانیت هم‌ارز و هم ترکیب هم در نظر گرفته می‌شوند. متوسط اندازه بلورهای پولیانیت در این حفره‌ها حدود ۲۰-۱۵ میکرون است. ولی ابعاد بزرگتر از ۴۰ تا ۵۰ الی ۷۰ میکرون نیز قابل مشاهده می‌باشد. ابعاد این حفره‌ها گاهی تا ۱/۷۵ میلیمتر نیز می‌رسد (شکل ۲ و عکس‌های ۲ و ۳).

قطعاتی از جنس پیرولوویت در ابعاد حدود ۳۰ میکرون به مقدار بسیار کم در سطح مقطع پراکنده می‌باشد. ترک‌های انقباضی (contraction tracks) شاخص کانی‌های پیرولوویت که در اثر تبدیل پسیلوملان به کانی پیرولوویت تشکیل می‌شود، در آن دیده می‌شود. در واقع شعاع اتمی بزرگ  $Mn^{4+}$  در بلور پیرولوویت مانع جانشینی کاتیونی در این کانی می‌شود لذا ناخالصی‌های کاتیونی در شبکه این کانی جایی ندارد. به عبارت دیگر در تبدیل پسیلوملان به پیرولوویت، ناخالصی‌های موجود در پسیلوملان به صورت نوارهای طویل تیره رنگ در فضای بلورهای پیرولوویت قرار گرفته‌اند (عکس ۳).

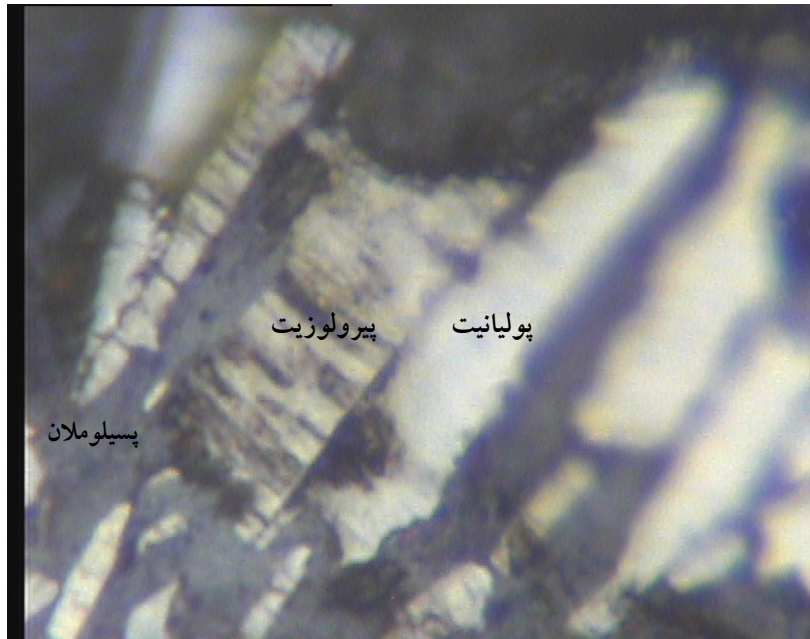
تجمعات کوچکی از کانی‌های بی‌کسیت و احتمالاً براونیت در ابعاد حدود ۲۰ تا ۳۰ میکرون نیز در این نمونه قابل مشاهده است.  
 بافت خوشه انگوری که از معمولی‌ترین بافت‌های کلوئیدی محسوب می‌شود از ویژگی‌های بافتی اکسیدهای آبدار آهن در این مقطع می‌باشد (شکل ۱-ب).



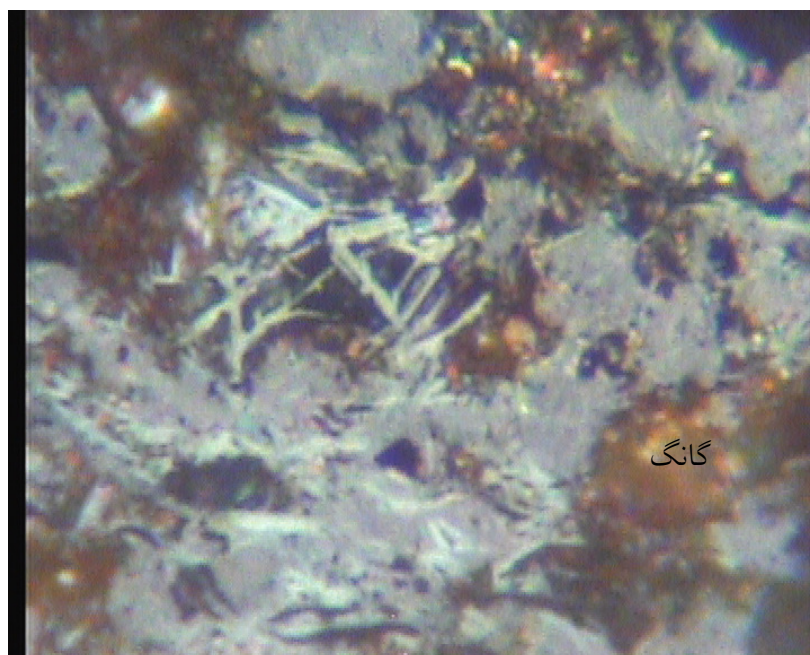
شکل ۲- تجمع بلورهای پولیانیت-پیرولوزیت در حفره‌های کانستگ منگنز قاسم آباد



عکس ۲- بلورهای پولیانیت در حفرات مقطع صیقلی تهیه شده از نمونه کانستگ پر عیار منگنز قاسم آباد به شماره H-1 با بزرگنمای‌های مختلف طول عکس ۱۷۵ میکرون است.



عکس ۳- نمایی نزدیک از تحول پسیلوملان توده‌ای شکل (زمینه خاکستری) به بلورهای منشوری شکل پیرولوزیت-پولیانیت. طول بلور پهن پیرولوزیت واجد ترک‌های انقباضی حدود ۱۷ میکرون است. طول عکس حدود ۳۴ میکرون است. عدسی شیئی ۱۰۰ × روغن



عکس ۴- نمایی نزدیک از تحول پسیلوملان توده‌ای شکل (زمینه خاکستری) به بلورهای سوزنی شکل کریپتوملان؟ (آبی رنگ). طول بلور پهن پیرولوزیت واجد ترک‌های انقباضی حدود ۱۷ میکرون است. طول عکس حدود ۳۴ میکرون است. عدسی شیئی ۱۰۰ × روغن



د- بافت داخلی (همگن بودن، انکلوژیون، و ...) کانی‌های مورد نظر چگونه است؟  
پسیلوملان کانی اصلی منگنز قاسم آباد است که مقادیر فراوانی اکسیدهای آبدار آهن و کانی‌های غیر فلزی و در گیر با آن‌ها دیده می‌شود. با بزرگنمایی‌های زیاد آثار تبدیل این کانی به پولیانیت-پیرولوژیت (عکس ۲) در سطح مقطع به وضوح قابل رویت است. اندازه بلورهای کانی‌های منگنز و گانگ فلزی (اکسیدهای آبدار آهن) کمتر از ۱۰ میکرون می‌باشد..

#### ۲-۱-۲- نمونه عیار متوسط

کانی‌های اصلی: اکسیدهای آبدار آهن (گوتیت، لیمونیت)، پیرولوژیت

کانی‌های مورد نظر: پیرولوژیت

شماره پلاک: آزمایشگاه: ، گروه کانه‌آرایی: Mn-Ghasem-H2

#### الف- انواع کانی‌ها و درصد تقریبی آن‌ها

اکسیدهای آبدار آهن، کوارتز نهان بلور (بیش از ۸۰٪)، پیرولوژیت (جمعا حدود ۱۵-۱۰٪)

#### ب- میزان و نوع دگرسانی کانی‌های اصلی

کانی پیرولوژیت در ابعاد میکرونی (تا حداکثر ۱۰ میکرون) به صورت لکه‌های بی شکل و احتمالا به جای پسیلوملان تشکیل شده است.

#### ج- بافت داخلی (همگن بودن، انکلوژیون، و ...) کانی‌های مورد نظر چگونه است؟

این مقطع صیقلی شامل دو بخش متمایز می‌باشد. بخش اعظم آن را اکسیدهای آبدار آهن (گوتیت  $FeO(OH)$  و لیمونیت) با بافت برشی، خاکی، کلونیدی و هم‌رشد با کوارتز نهان بلور تشکیل می‌دهد که کانی‌های منگنز (پیرولوژیت) شامل بلورهای بسیار ریز در حد کمتر از ۱ تا حداکثر ۱۰ میکرون به صورت لکه‌های غیر هندسی با ابعاد ۲۰ تا ۹۰ الی ۱۰۰ میکرون در آن محصور می‌باشد.. بافت برشی شامل قطعات لیمونیتی در ابعاد حدود ۰/۱ تا ۲ میلیمتر است که زمینه آن را دانه‌های ریز اکسیدهای آهن پر کرده است. این بافت در سطح نمونه صیقلی به رنگ زرد و قهوه‌ای با چشم غیر مسلح قابل مشاهده می‌باشد. عیار منگنز در این بخش کمتر ۳-۲٪ است.

عیار منگنز در بخش دیگر این مقطع گاهی تا ۳۵ الی ۴۰ درصد می رسد که بافت متراکم توده‌ای دارد. این بخش به رنگ سیاه خاکستری در سطح مقطع صیقلی قابل مشاهده می باشد. در مجموع عیار منگنز در سطح مقطع صیقلی به حدود ۱۵ درصد می رسد. هماتیت به صورت بلورین در سطح مقطع مشاهده نشده است ولی بندرت پزودومورف‌های نسبتا درشتی از این کانی با سطوح مشخص (شکل‌دار) گاهی تا ۳۵ میکرون قابل مشاهده می باشد که توسط اکسیدهای آبدار آهن جانشین شده است.

### ۳-۱-۲- نمونه عیار کم

کانی‌های اصلی: اکسیدهای آبدار آهن (گوتیت، لیمونیت)، پسیلوملان

کانی‌های مورد نظر: پسیلوملان

شماره پلاک: آزمایشگاه: ، گروه کانه‌آرایی: Mn-Ghasem-H3

### الف- انواع کانی‌ها و درصد تقریبی آنها

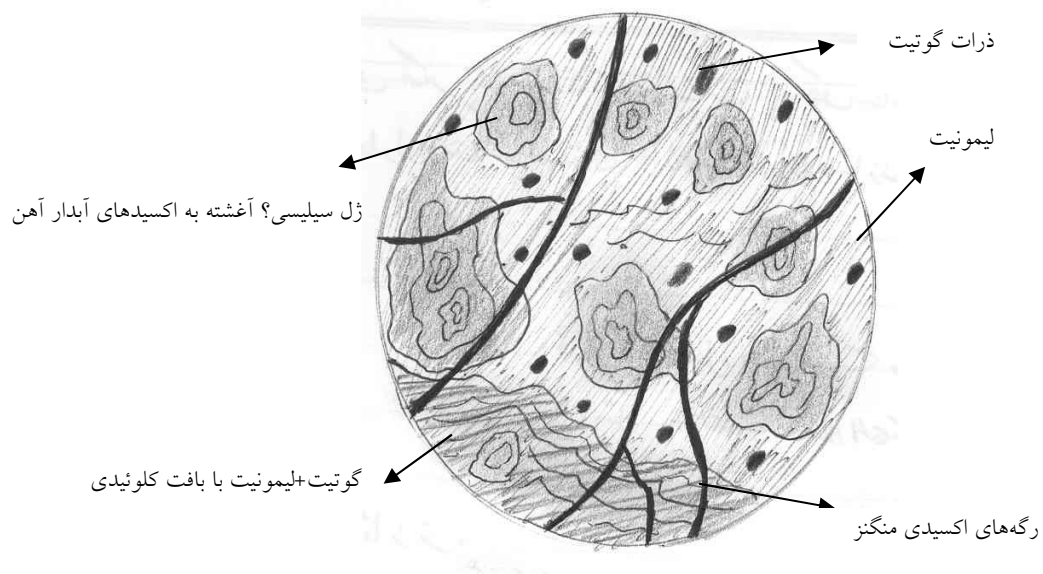
اکسیدهای آبدار آهن (۵۰-۴۰٪)، پسیلوملان-پیرولوزیت (جمعا حدود ۵-۴٪)، گانگ غیر فلزی عمدتا سیلیس نهان بلور آغشته به اکسیدهای آبدار آهن (جمعا حدود ۵۰-۴۰٪)

### ب- میزان و نوع دگرسانی کانی‌های اصلی

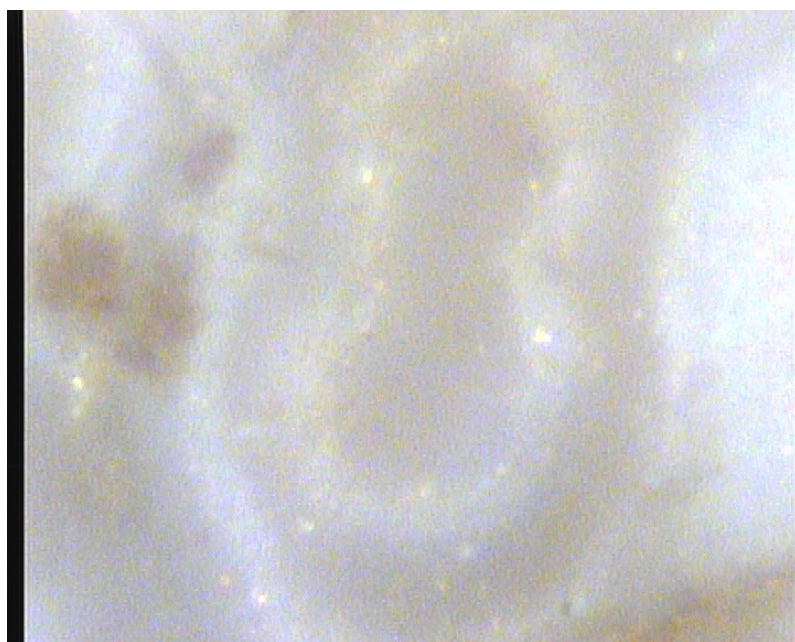
بخش اعظم این نمونه را کانی‌های سیلیکاته (کوارتز نهان بلور) تشکیل می دهد (شکل ۳ و عکس ۵) که آغشته و همراه با اکسیدهای آبدار آهن (لیمونیت-گوتیت) است و گاهی توسط رگچه‌های و مویرگ‌هایی از جنس پسیلوملان قطع شده است (عکس ۶). هم‌رشدی کلوئیدی و ژله مانند اکسیدهای آهن و سیلیس در شکل ۳ نشان داده شده است.

### ج- بافت داخلی (همگن بودن، انکلوژیون، و ...) کانی‌های مورد نظر چگونه است؟

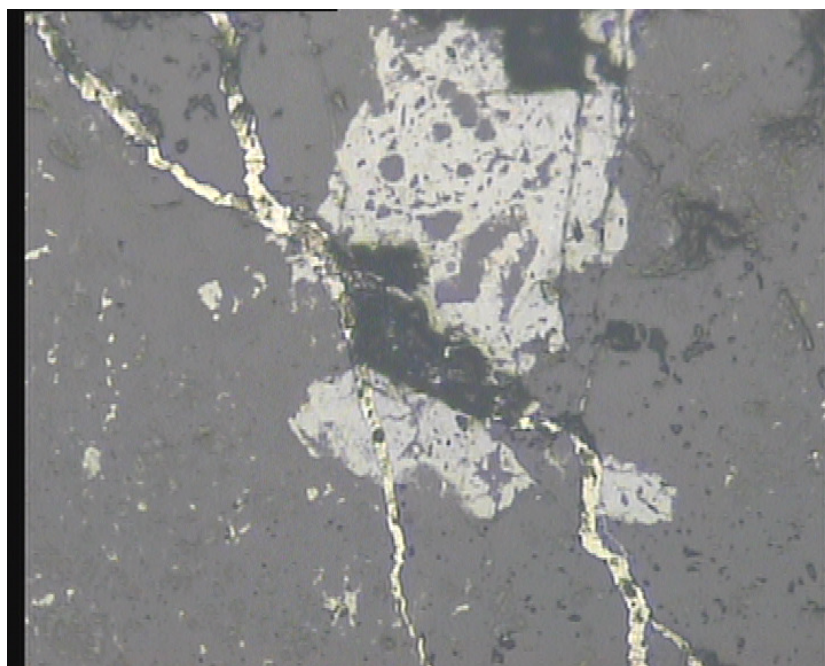
پسیلوملان عمدتا به صورت رگچه‌ای (با ضخامت کمتر از چند میکرون گاهی تا ۱۰۰ میکرون) بافت زمینه مقطع صیقلی (سیلیس و اکسیدهای آبدار آهن) را قطع کرده است (شکل ۳ و عکس ۷).



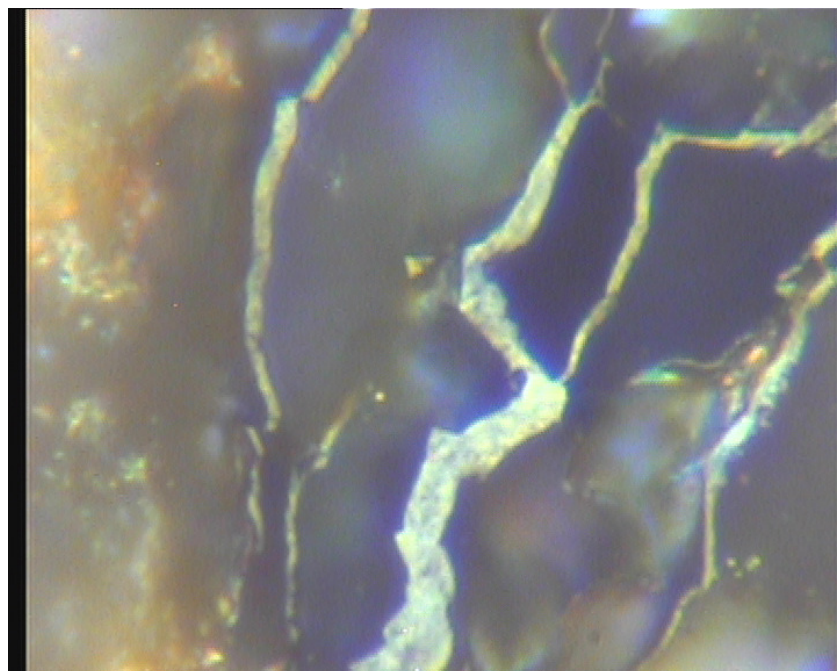
شکل ۳- نمایی شماتیک از رگچه‌های اکسیدی منگنز در نمونه کم عیار کانسنگ منگنز قاسم آباد



عکس ۵- نمایی از بافت کلونیدال و ژله‌ای شکل سیلیس و درگیری آن با لکه‌های از جنس اکسیدهای آبدار آهن (قهوه‌ای). طول عکس حدود ۳۴ میکرون است. عدسی شیئی ۱۰۰ × روغن



عکس ۶- نمایی از لکه‌های از جنس گوتیت (خاکستری روشن) در زمینه گانگ سیلیسی (خاکستری تیره) که توسط مویرگ‌هایی از جنس پسیلوملان قطع شده است. طول عکس حدود ۳۴ میکرون است. عدسی شیئی  $\times 100$  روغن



عکس ۷- نمای سیمای رگچه‌ای پسیلوملان در زمینه گانگ سیلیسی کانسنگ کم عیار منگنز قاسم آباد. عرض ضخیم‌ترین رگچه در این عکس در حدود ۶ میکرون است. طول عکس حدود ۳۴ میکرون است. عدسی شیئی  $\times 100$  روغن

## ۲-۲- فراکسیون‌های دانه بندی

### مقدمه

نتایج حاصل از مطالعه میکروسکوپی ۳ عدد مقطع نازک صیقلی تهیه شده از فراکسیون‌های دانه بندی کانسار منگنز قاسم آباد به شرح زیر می باشد.

### ۱- نمونه شماره MngS-6

اندازه دانه بندی ۱۰۰-۷۰ مش (۲۰۰-۱۴۹ میکرون)

ویژگی‌های کمی این فراکسیون در جدول ۱ به طور خلاصه نشان داده شده است.

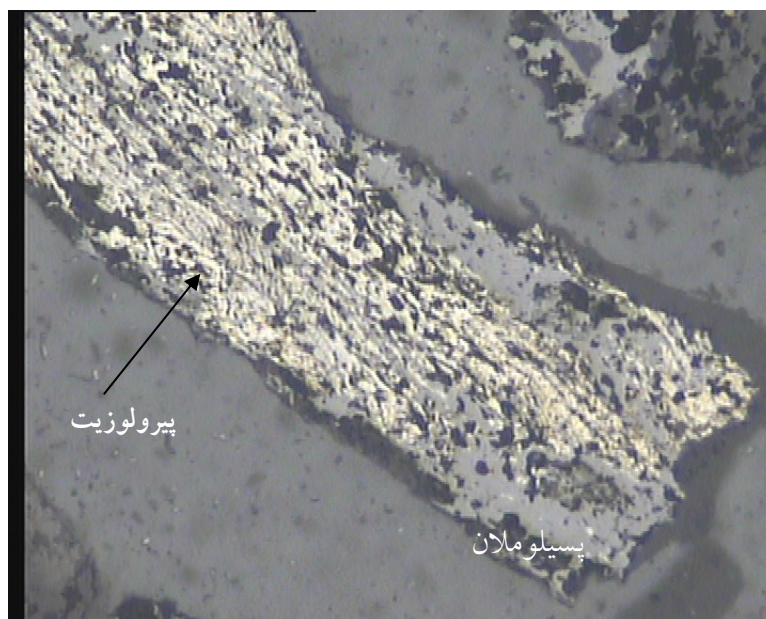
جدول ۱- توزیع عیار کانی منگنز در دانه‌های کانهدار فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه MngS-6

جمع	عیار اکسید منگنز در دانه‌های درگیر %					
	>۹۰	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	۱۰-۳۰	<۱۰
تعداد	۲۱	۱۷	۵	۱۰	۱۰	۴۲
درصد	۲۰	۱۶	۴	۱۰	۱۰	۴۰

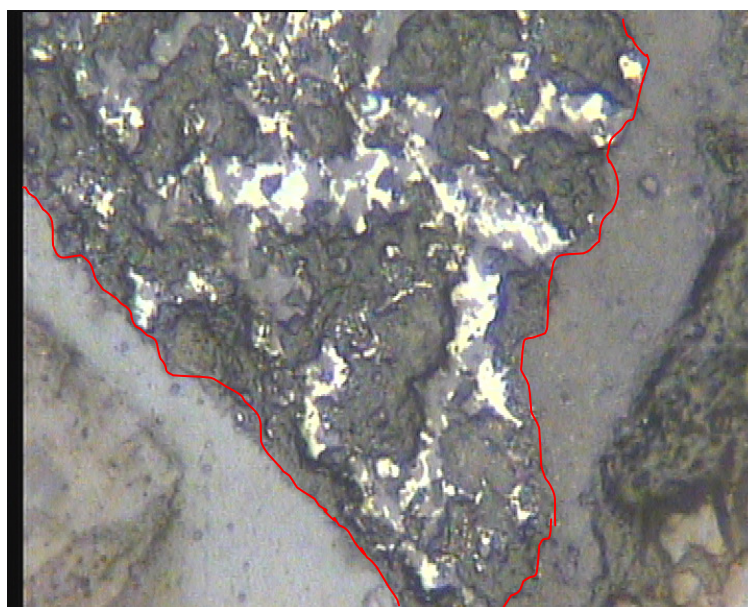
با توجه به جدول فوق درجه آزادی دانه‌های کانهدار آزاد (در صورتی که دانه‌های آزاد را دانه‌هایی بدانیم که عیار کانهدار در آنها بیش از ۷۰ درصد است) تقریباً برابر ۳۶ درصد می باشد. به عبارت دیگر عیار منگنز در تقریباً یک سوم از دانه‌های این دانه‌بندی بیش از ۷۰ درصد سطح یک دانه است. عکس‌های ۸ و ۹ نماهایی دانه آزاد و دانه درگیر با گانگ را در این فراکسیون نشان می دهد.

همچنانی که در بحث مطالعه میکروسکوپی کانسنگ آمده است کانی‌های منگنز عمدتاً شامل پسیلوملان و پیرولوویت می باشد که معمولاً به صورت انکلوزیون در گانگ سیلیکاته (عمدتاً کوارتز ریزبلور تا نهران بلور چرتی) پراکنده شده است. بررسی این فراکسیون نیز نشان می دهد که دانه‌های کانهدار (حدود ۴۰ دانه- جدول ۱ ستون ماقبل آخر) اغلب شامل دانه‌های بسیار ریز میکرونی پسیلولوملان است که به صورت انکلوزیون (جدول ۲) عمدتاً در متن دانه‌های از جنس کوارتز پراکنده شده است که عیار بسیار پائین کمتر از ۱۰ درصد دارند. جدایش کانهدار منگنز از چنین دانه‌هایی نیاز به دانه‌بندی بسیار ریز میکرونی است که با روش‌های مرسوم کانهدار آرایبی امکانپذیر نمی

باشد. علاوه بر درگیری نوع انکلوزیونی درگیری‌های دو طرفه و تیغه‌ای نیز در دانه‌های کانه‌دار این فراکسیون دیده می‌شود.



عکس ۸- دانه آزاد کانه‌دار (پسیلوملان- پیرولوزیت) در فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه **MngS-6**. طول عکس ۳۴۰ میکرون است.



عکس ۹- توزیع انکلوزیونی کانی منگنز (در اصطلاح بافت نم‌دی) در یک دانه درگیر با باطله کوارتز در یکی از دانه‌های فراکسیون دانه‌بندی شماره **MngS-6** عیار این دانه حدود ۲۰ درصد است. طول عکس ۱۷۵ میکرون می‌باشد.

جدول ۲- نحوه درگیری و نوع کانی‌های درگیر با کانی‌های منگنز در فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه

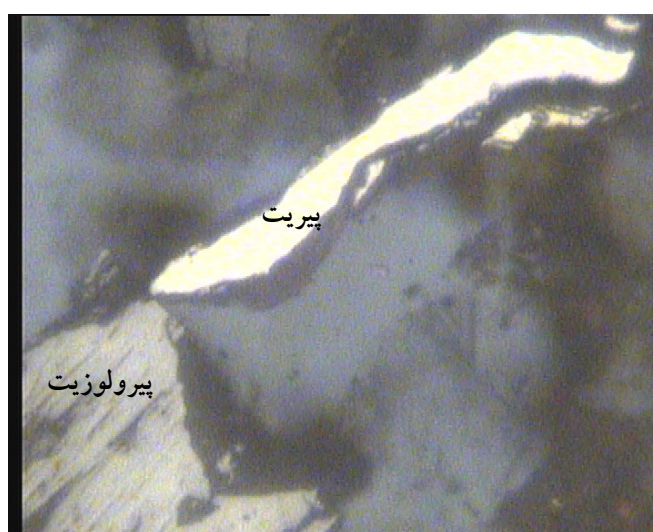
### MngS-6

پوشش سطحی	دوطرفه	تیغه‌ای		انکلوزیون		کانی درگیر با کانی مورد نظر
		کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	
-	۱۳	۲	۲	۴۲	۱۱	کوارتز
-	۱	۱		۱۱	۱	کانی هیدروکسیدی آهن
-	-	-	-	۲	-	کلسیت

به عبارت دیگر از مجموع دانه‌های کانه‌دار ۲۱ دانه عیار بیش از ۹۰ درصد داشته و تقریباً به طور کامل آزاد است. ۴۲ دانه از دانه‌های کانه‌دار دار نیز عیار بسیار پائینی دارد (کمتر از ۱۰ درصد) و فقط ۴۲ دانه حاوی عیار بین ۱۰ تا ۹۰ درصد می باشد (جدول ۱).

نوع درگیری و جنس کانی درگیر در همه دانه‌های غیر آزاد (۸۱ دانه) در جدول ۲ خلاصه آن نشان داده شده است.

از کانی‌های درگیر دیگر می توان به کلسیت اشاره نمود که مقدار آن در دانه‌های درگیر بسیار کمتر از کانی کوارتز است. بندرت کانی آزاد پیریت نیز در این فراکسیون دیده می شود (عکس ۱۰).



عکس ۱۰- نمایی از بلور سوزنی شکل پیریت (به طول تقریبی ۳۰ میکرون) مجاور بخشی از یک دانه پیرولوزیت در نمونه شماره MngS-8. طول عکس حدود ۱۷۵ میکرون است.

نکته قابل توجه آن است که کوارتز اغلب همراه و درگیر و آغشته به اکسیدهای آبدار آهن بوده و امکان مطالعه آن با نور عبوری به سادگی میسر نمی باشد.

## ۲- نمونه شماره MngS-7

اندازه دانه بندی ۲۰۰-۱۰۰ مش (۱۴۹-۷۴ میکرون)

ویژگی های کمی این فراکسیون در جدول ۳ به طور خلاصه نشان داده شده است. کل دانه های مورد بررسی در این نمونه ۱۰۲ دانه است.

جدول ۳- توزیع عیار کانی منگنز در دانه های کانهدار فراکسیون دانه بندی به شماره نمونه MngS-7

جمع	عیار اکسید منگنز در دانه های درگیر %					
	>۹۰	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	۱۰-۳۰	<۱۰
تعداد	۳	۱۶	۱۵	۱۷	۱۸	۳۳
درصد	۳	۱۵	۱۵	۱۷	۱۸	۳۲

با توجه به جدول فوق تعداد دانه هایی که در آنها عیار کانهدار بیش از ۷۰ درصد باشد برابر ۱۹ دانه می باشد بنابراین حتی اگر دانه های آزاد را دانه هایی بدانیم که عیار کانهدار در آنها بیش از ۷۰ درصد است، درجه آزادی دانه های کانهدار در این فراکسیون تقریباً برابر ۱۸ درصد می باشد. همانطور که ملاحظه می شود با ریز شدن دانه بندی تعداد و در نتیجه درصد دانه های با عیارهای مختلف در مقایسه با نمونه قبل، بویژه در محدوده عیاری ۷۰-۱۰ میکرون، توزیع یکنواخت تری پیدا کرده اند. به عنوان مثال همانطور که مشاهده می شود تعداد دانه هایی که عیار آنها کمتر از ۱۰ درصد یک دانه است از ۴۰ درصد در نمونه قبل به ۳۳ درصد در این نمونه کاهش یافته است. بنابراین بنظر می رسد خردایش بیشتر به افزایش درجه آزادی نسبت به نمونه قبل نیانجامیده بلکه به یکنواخت شدن توزیع دانه های کانهدار در فواصل عیاری مختلف منجر شده است.

از ۱۰۲ دانه فقط ۳ دانه عیاری بیش از ۹۰ درصد دارد و بنابراین آزاد است. مابقی یعنی (۹۹ دانه) با باطله درگیر می باشد که نحوه درگیری و نوع کانی های درگیر با کانی های منگنز در



این فراکسیون دانه‌بندی در جدول ۴ نشان داده شده است. از ۶۶ دانه کانه‌داری که نوع درگیری آن‌ها به صورت انکلوژیون‌های کانه منگنز در باطله می باشد تعداد ۱۸ عدد یعنی حدود ۳۰ درصد آن‌ها شامل دانه‌هایی است که عیار کانه در آن‌ها کمتر از ۱۰ درصد یک دانه است.

چنانچه ملاحظه می شود از دیدگاه نوع درگیری تفاوت چشمگیری بین این فراکسیون با فراکسیون قبلی دیده نمی شود به عبارت دیگر از آنجایی که کانی‌های منگنز این کانسنگ عمدتاً به صورت انکلوژیون‌های میکرونی در گانگ سیلیکاته (عمدتاً کوارتز ریزبلور تا نهان بلور چرتی) پراکنده است، با خردایش‌های معمول نمی توان به درجه آزادی مطلوب دست یافت. و همانطور که گفته شد، جدایش کانه منگنز از چنین دانه‌هایی نیاز به دانه‌بندی بسیار ریز میکرونی است که با روش‌های مرسوم کانه‌آرایی (ثقلی، مغناطیسی، و ...) جدایش چنین دانه‌های ریزی (در اصطلاح نرمه) امکانپذیر نمی باشد.

جدول ۴- نحوه درگیری و نوع کانی‌های درگیر با کانی‌های منگنز در فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه

#### MngS-7

پوشش سطحی	دو طرفه	تیغه‌ای		انکلوژیون		کانی درگیر با کانی مورد نظر
		کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	
-	۸	۴	۱	۴۶	۱۳	کوارتز
-	۱	۱		۲۰	۳	کانی هیدروکسیدی آهن
-	۲	-	-	-	-	کلسیت

#### ۳- نمونه شماره MngS-8

اندازه کمتر از ۲۰۰ مش (کمتر از ۷۴ میکرون)

با توجه به اندازه دانه بندی این نمونه که ریزتر از ۲۰۰ مش و یا ۷۴ میکرون است مطالعه آن به دقت بیشتری نیاز داشت. بهمین جهت و برای کاهش خطای اندازه‌گیری‌ها، سطح مقطع با عدسی با بزرگنمایی ۱۰۰ و استفاده از روغن که معمولاً نیاز به دقت و زمان بیشتری برای

اندازه‌گیری‌ها دارد بررسی شد. علاوه بر نوع درگیری و تعیین ویژگی‌های توزیع درصد عیار کانی منگنز در دانه‌های کانه‌دار، توزیع عیار کانی منگنز در دانه‌های مختلف در فواصل ابعادی معمول نیز به لحاظ کمی مورد توجه قرار گرفت. نتایج مربوط به این مطالعه در جدول ۵ به طور خلاصه نشان داده شده است. جدول ۶ نیز نوع درگیری و نوع کانی گانگ با کانه‌های منگنز را نشان می‌دهد. کل تعداد دانه‌های کانه‌دار در این بررسی ۱۴۲ دانه بوده است که به عنوان ۱۰۰ درصد در جدول نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که ۶۹ درصد (۹۸ دانه) از این دانه‌ها عیاری بیش از ۹۰ درصد کانه منگنز داشته و بنابراین آزاد می‌باشد. ولی باید توجه داشت که علی‌رغم بالا بودن درجه آزادی در این فراکسیون، ۶۰ درصد از دانه‌های آزاد اندازه‌ای کمتر از ۴۰ میکرون دارد که برای پر عیار سازی‌های مرسوم بنظر ریز می‌رسد.

جدول ۵- توزیع عیار کانی منگنز در دانه‌های با ابعاد مختلف در دانه‌های کانه‌دار فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه MngS-8- مقادیر جدول به درصد می‌باشد.

جمع	عیار اکسید منگنز در دانه‌های درگیر %						اندازه دانه‌ها (میکرون)
	>۹۰ (دانه آزاد)	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	۱۰-۳۰	<۱۰	
۱۷	۱۴	۱	۱	۱	-	۱	<۱۰
۳۳	۲۶	۲	۲	۲	۱	-	۱۰-۴۰
۴۶	۲۶	۷	۳	۴	۴	۱	۴۰-۹۰
۴	۳	-	۱	-	-	-	۹۰-۱۵۰
۱۰۰	۶۹	۱۰	۷	۷	۵	۲	جمع

از ۱۴۲ دانه ۹۸ دانه آزاد و مابقی (۴۴ دانه) با گانگ عمدتاً کوارتزی و یا کوارتزی آغشته به اکسیدهای آهن و یا کانی‌های هیدروکسیدی آهن درگیر می‌باشد که ویژگی‌های انواع درگیری‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۶- نحوه درگیری و نوع کانی‌های درگیر با کانی‌های منگنز در فراکسیون دانه‌بندی به شماره نمونه

### MngS-8

پوشش سطحی		دوطرفه	تیغه‌ای		انکلوزیون		کانی درگیر با کانی مورد نظر
کانه روی کانه	گانگ روی کانه		کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	کانه هدف در گانگ	گانگ در کانه هدف	
۶		۱	-	۱	۹	۷	کوارتز
۴		۷	-		۴	۵	کانی هیدروکسیدی آهن

انواع مهم درگیری‌های گانگ با کانی‌ها منگنز در این فراکسیون به شرح زیر است:

درگیری نوع انکلوزیون: الف- کانی‌های منگنز به صورت دانه‌های ریز میکرونی در متن گانگ قرار دارد که به نسبت در دانه‌های عیار پائین فراوانتر می باشد یا ب- کانی‌های گانگ در متن دانه‌هایی که عیار کانی‌های منگنز در آن‌ها فراوان است مشاهده می شود.

دانه‌های با درگیری دوطرفه: یک طرف کانی گانگ و در سوی دیگر کانی‌های منگنز قرار دارد. این نوع درگیری در دانه‌های کانه‌داری که عیار کانی‌های منگنز متوسط است فراوانتر است.

درگیری به صورت پوشش سطحی: که گانگ سیلیکاته آغشته به اکسیدهای آبدار آهن و یا کانی‌های اکسیدی آبدار آهن به صورت یک نوار بسیار باریک در سطح دانه‌ها دیده می شود. این نوع درگیری در دانه‌های با عیار بسیار بالا (بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد کانه) قابل مشاهده است.

### ۲-۳- محصولات میز

#### مقدمه

نتایج حاصل از مطالعه دو عدد مقطع نازک صیقلی محصولات پر عیار و متوسط میز که در آن از دیدگاه آماری اندازه دانه‌های گانگ درگیر با دانه‌ها و توزیع عیار-اندازه دانه‌ها برای دانه‌های منگنزدار و همچنین توزیع و تعداد دانه‌های گانگ غیر فلزی آزاد در این محصولات مورد مطالعه قرار گرفته به شرح زیر می باشد.

## ۱) نمونه محصول پر عیار میز (GMT1-1)

اندازه گانگ درگیر در دانه‌های این نمونه بسیار ریز و اغلب ۹۰-۱۰ میکرون (حدود ۸۰ درصد) و ۲۰ درصد بقیه بسیار ریز و کمتر از ۱۰ میکرون است. بنابراین فقط با خردایش میکرونی می‌توان به جدایش بهینه دانه‌های منگنز از گانگ امید وار بود.

به منظور بررسی توزیع آماری عیار کانی‌های منگنز، تعداد ۵۹ دانه منگنزدار در این محصول با عدسی ۱۰۰ روغن در نور انعکاسی مورد مطالعه دقیق قرار گرفت.

در این مطالعه اندازه هر دانه و عیار یا مقدار کانه منگنز در آن به طور تقریب اندازه گیری شد تا مشخص شود که توزیع عیار منگنز در دانه‌های با اندازه‌های مختلف چگونه است.

حاصل این مطالعات در جدول ۱ نشان داده شده است. اولین ردیف افقی اندازه طیف‌های مختلف مقدار عیار کانی یا کانی‌های منگنز دار در دانه و در اولین ستون افقی سمت چپ طیفی از اندازه‌های مختلف دانه‌ها نشان داده شده است.

طبیعی است که به سبب درگیری میکرونی کوارتز آغشته به اکسیدهای آبدار آهن با کانه‌های منگنز که در مطالعه کانسنگ قاسم آباد به تفصیل مورد بحث قرار گرفت، هرچه دانه‌بندی ریزتر باشد دانه‌های منگنز دار بیشتر است. جدول ۱ نیز نشان می‌دهد که از ۵۹ دانه‌ای که حاوی کانی منگنز است ۴۶ دانه یعنی حدود ۸۰ درصد (۷۸ درصد در ستون آخر جدول) آن‌ها در محدوده ۹۰-۴۰ میکرون قرار دارد. بنابراین فقط حدود ۲۰ درصد از دانه‌های درگیر اندازه ای بیش از ۹۰ میکرون دارد.

با وجود این از این ۴۶ دانه کانه‌دار (که اندازه آن‌ها در محدوده ۹۰-۴۰ میکرون قرار دارد) فقط ۱۶ دانه یعنی حدود ۳۵ درصد تقریباً به طور کامل آزاد و بدون درگیری با گانگ است. این جدول نشان می‌دهد که حتی اگر دانه‌های آزاد با ابعاد بیش از ۹۰ میکرون را نیز در نظر بگیریم تغییر چندانی در درجه آزادی این محصول بوجود نمی‌آید به عبارت دیگر از آنجایی که تعداد دانه‌های آزادی که اندازه آن‌ها بیش از ۹۰ میکرون است فقط ۵ دانه می‌باشد بنابراین درجه آزادی برای کل این محصول ۳۶ درصد است و فقط به میزان یک درصد افزایش می‌یابد.

چنانچه فرض کنیم که دانه آزاد دانه‌ای باشد که عیار آن بیش از ۷۰ درصد باشد در این صورت درجه آزادی این محصول را می‌توان حداکثر ۳۹ درصد برآورد نمود. توزیع اندازه کانه در این کانسنگ یکنواخت نبوده و همان طور که از عکس‌های تهیه شده از کانسنگ کانسار منگنز قاسم آباد نیز قابل استنتاج است اندازه لکه‌های کانه‌های منگنز در بخش‌هایی از سطح مقطع بسیار ریز و میکرونی و درگیر با سیلیس آغشته به اکسیدهای آبدار آهن و یا لیمونیت است به طوری که از ۴۶ دانه کانه‌دار ریزتر از ۹۰ میکرون، ۲۵ دانه عیار کمتر از ۵۰ درصد دارد

جدول ۱- توزیع عیار- اندازه دانه در محصول پر عیار میز (GMT1-1)

درصد <sup>۲</sup>	جمع <sup>۱</sup>	عیار درصد کانی منگنز در یک دانه						۴۰-۹۰ ۳۰-۲۰
		۹۰-۱۰۰	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	۱۰-۳۰	<۱۰	
۷۸	۴۶	۱۶	-	۵	۹	۱۵	۱	۴۰-۹۰
۱۷	۱۰	۵	۱	۱	۱	۱	۱	۹۰-۱۵۰
۵	۳	-	۱	۱	۱	-	-	۱۵۰-۲۱۰
۱۰۰	۵۹	۲۱	۲	۷	۱۱	۱۶	۲	جمع <sup>۳</sup>
	۱۰۰	۳۶	۳	۱۲	۱۹	۲۷	۳	درصد <sup>۴</sup>

بنابراین توزیع عیار-اندازه دانه نشان می دهد که دانه های آزاد (حداکثر ۴۰ درصد) اغلب ریز بوده و ابعادی کمتر از ۹۰ میکرون دارند. ۱۷ درصد آن ها کمی درشت و در محدوده ۹۰-۱۵۰ میکرون است و فقط ۵ درصد دانه ها دارای ابعادی در محدوده ۱۵۰-۲۱۰ میکرون می باشد. در مجموع حدود ۶۰ درصد از دانه ها درگیر با گانگ بوده و مقدار گانگ در آن ها در حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد است. همانطور که مشاهده می شود تعداد دانه های درگیری که عیار کانی های منگنز در آن ها کمتر از ۳۰ درصد است ۱۸ عدد یعنی حدود ۳۰ درصد از کل دانه های مورد بررسی می باشد. در سطح نمونه از مجموع ۶۱۰ عدد دانه مشاهده شده ۵۳ دانه یعنی حدود ۹-۸ درصد دانه ها را دانه های آزادی تشکیل می دهد که عمدتاً از کانی کوارتز و به مقدار کمتر از کلسیت و مقادیر بسیار کمتری باریت تشکیل شده است. توزیع اندازه این دانه های آزاد در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- توزیع دانه بندی دانه های آزاد گانگ غیر فلزی در محصول پر عیار میز (GMT1-1)

جمع	اندازه دانه آزاد گانگ غیر فلزی (کوارتز، کلسیت، باریت)						
	>۲۱۰	۱۵۰-۲۱۰	۹۰-۱۵۰	۴۰-۹۰	۱۰-۴۰	<۱۰	
۳۴	-	-	۱۶	۱۶	۲	-	تعداد
۱۰۰	-	-	۴۷	۴۷	۶	-	درصد

همانطور که مشاهده می شود از تعداد ۳۴ دانه گانگ غیر فلزی آزادی که در سطح نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت حدود ۹۴ درصد در محدوده ابعادی ۴۰-۱۵۰ (عمدتاً در محدوده ۱۰۰-۵۰ میکرون) قرار دارد.

<sup>۱</sup> جمع دانه های کانه دار در طیف های مختلف اندازه دانه

<sup>۲</sup> درصد دانه های کانه دار در طیف های مختلف اندازه دانه

<sup>۳</sup> جمع دانه های در طیف های مختلف از نظر عیار درصد کانه در یک دانه

<sup>۴</sup> درصد دانه های در طیف های مختلف از نظر عیار درصد کانه در یک دانه

## ۲) نمونه محصول متوسط میز ( GMT1-2 )

اندازه لکه‌های گانگ درگیر در دانه‌های این نمونه بسیار ریز و اغلب در حد کمتر از ۹۰ میکرون است. به عبارت دیگر همانطور که از مطالعات کانسنگ اصلی نیز نشان داد درگیری و هم‌رشدی سیلیس آغشته به اکسیدهای آبدار آهن و کانی‌های آبدار آهن با اکسیدها و هیدروکسیدهای منگنز میکرونی بوده و فقط با خردایش زیاد در حد کمتر از ۹۰ میکرون و عمدتاً کمتر از ۴۰ میکرون می‌توان به دانه‌های آزاد کانه هدف دست یافت. به عبارت دیگر حدود ۸۰ درصد اندازه دانه‌های گانگ درگیر با کانی‌های منگنز در فاصله ابعادی ۹۰-۱۰ میکرون قرار دارد. حدود ۱۵ درصد کمتر از ۱۰ میکرون و فقط ۵ درصد گانگ درگیر در فاصله ابعادی بیش از ۹۰ میکرون قرار دارد.

به منظور بررسی توزیع آماری عیار کانی‌های منگنز، تعداد ۳۸ دانه منگنزدار در این محصول با عدسی ۱۰۰ روغن در نور انعکاسی مورد مطالعه دقیق قرار گرفت. در این مطالعه اندازه هر دانه و عیار یا مقدار کانه منگنز در آن به طور تقریب اندازه‌گیری شد تا مشخص شود که توزیع عیار منگنز در دانه‌های با اندازه‌های مختلف چگونه است. حاصل این مطالعات در جدول ۲ نشان داده شده است. اولین ردیف افقی اندازه طیف‌های مختلف مقدار عیار کانی یا کانی‌های منگنز دار در دانه و در اولین ستون افقی سمت چپ طیفی از اندازه‌های مختلف دانه‌ها نشان داده شده است.

نکته قابل توجه در خصوص این محصول این است که برخلاف نمونه پر عیار که دانه‌های آزاد اغلب اندازه‌ای کمتر از ۹۰ میکرون دارند کانی‌های منگنز در دانه‌های با اندازه‌های مختلف توزیع و پراکنده شده است.

درجه آزادی برای کل این محصول ۳۲ درصد است که به لحاظ اندازه، توزیع یکنواختی از دانه‌های ریز تا درشت را تشکیل می‌دهند. چنانچه فرض کنیم که دانه آزاد دانه‌ای باشد که عیار آن بیش از ۷۰ درصد باشد در این صورت درجه آزادی این محصول را می‌توان حداکثر ۴۳ درصد برآورد نمود (جمع ستون‌های ۶ و ۷ ستون آخر). ۴۶ درصد از دانه‌ها حاوی بیش از ۵۰ درصد گانگ است.

در سطح نمونه از مجموع ۳۴۴ عدد دانه مشاهده شده ۶۷ دانه یعنی حدود ۲۰ درصد دانه‌ها را دانه‌های آزادی تشکیل می‌دهد که عمدتاً از کانی کوارتز و به مقدار کمتر از کلسیت و مقادیر بسیار کمتری باریت تشکیل شده است. توزیع اندازه این دانه‌های آزاد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- توزیع عیار- اندازه دانه در محصول متوسط میز (GMT1-2)

درصد <sup>۶</sup>	جمع <sup>۵</sup>	عیار درصد کانی منگنز در یک دانه						اندازه <sup>۵</sup>
		۹۰-۱۰۰	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۳۰-۵۰	۱۰-۳۰	<۱۰	
۲۶	۱۰	۵	-	-	۳	۲	-	۴۰-۹۰
۲۱	۸	۲	-	-	-	۵	۱	۹۰-۱۵۰
۲۱	۸	۳	۲	-	-	۳	-	۱۵۰-۲۱۰
۳۲	۱۲	۲	۲	۳	۲	۳	-	>۲۱۰
۱۰۰	۳۸	۱۲	۴	۳	۵	۱۳	۱	جمع <sup>۷</sup>
	۱۰۰	۳۲	۱۱	۸	۱۳	۳۴	۲	درصد <sup>۸</sup>

جدول ۳- توزیع دانه بندی دانه های آزاد گانگ غیر فلزی در محصول متوسط میز (GMT1-2)

جمع	اندازه دانه آزاد گانگ غیر فلزی (کوارتز، کلسیت، باریت)						تعداد
	>۲۱۰	۱۵۰-۲۱۰	۹۰-۱۵۰	۴۰-۹۰	۱۰-۴۰	<۱۰	
۳۰	-	۸	۱۸	۴	-	-	تعداد
۱۰۰	-	۲۷	۶۰	۱۳	-	-	درصد

همانطور که مشاهده می شود از تعداد ۳۰ دانه گانگ غیر فلزی آزادی که در سطح نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت حدود ۸۷ درصد در محدوده ابعادی ۹۰-۲۱۰ میکرون قرار دارد. بنابراین به نسبت محصول پر عیار میز، این محصول دارای دانه های گانگ آزاد بزرگتری می باشد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری آقای مهندس کریمی بافقی در شناسایی کانی های منگنز مقاطع صیقلی، همچنین از آقای دکتر محمد لطفی در شناسایی کانی باریت در مقاطع نازک تشکر و قدردانی می شود.

رئیس گروه فرآوری مواد معدنی

دکتر سید عباس فاضلی

<sup>۵</sup> جمع دانه های کانه دار در طیف های مختلف اندازه دانه

<sup>۶</sup> درصد دانه های کانه دار در طیف های مختلف اندازه دانه

<sup>۷</sup> جمع دانه های در طیف های مختلف از نظر عیار درصد کانه در یک دانه

<sup>۸</sup> درصد دانه های در طیف های مختلف از نظر عیار درصد کانه در یک دانه