



## کانی شناسی ماسه های گرانیتی منطقه شیر کوه یزد از دیدگاه فرآوری

مهدى ایران نژاد<sup>۱</sup>، محمد علی اربابيان<sup>۲</sup> و فیروز علی نیا<sup>۱</sup>

- ۱- عضو هیأت علمی، دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر
- ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی، دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

E-mail:irannajad@yahoo.com

### چکیده

در حاشیه توده بزرگ گرانیتی شیر کوه استان یزد ذخیره عظیمی از ماسه های گرانیتی، در اثر فرسایش در طول سالیان متعدد در منطقه ای به وسعت ۴۰۰ کیلومتر مربع در منطقه ((نیر)) و عمدتاً در حوالی رودخانه ((بوزان)), تشکیل شده است. کانی های تشکیل دهنده این کانسار عموماً میکا، فلدسپات و کوارتز است و پتانسیل مناسبی جهت استحصال این سه ماده معدنی می باشد.

جهت تهیه کنسانتره این کانی ها مطالعات میکروسکوپی بر روی ۲۵ عدد مقطع نازک تهیه شده از نمونه معرف کانسار و فراکسیون های مختلف آن و همچنین تعدادی آنالیز شیمیایی XRF و XRD انجام گرفت. بر اساس این مطالعات، نمونه اولیه دارای ابعاد ۲۳۶۰ میکرون و درجه آزادی کانی میکا ۶۳۰ میکرون تعیین گردید. به دلیل هوازدگی کانسار، کانی های ثانویه کلسیت، آپاتیت و کلریت و همچنین پدیده سرسیتی شدن بر روی دانه های فلدسپات مشاهده شد که می توانند تاثیر نامطلوبی در عملیات جدایش کانی ها بگذارند. در نمونه اولیه، مقدار درصد کانی های میکا و فلدسپات در فراکسیون های پایین تر از ۸۴۰ میکرون به بیش از دو برابر افزایش و از مقدار کوارتز کاسته می شود. با مقایسه میکائی دانه شماری شده و نتایج آنالیز شیمیایی با استفاده از تعییرات تیتانیوم و وانادیوم مقدار درصد میکائی موجود در هر محصول بدست آمد.

**کلمات کلیدی:** ماسه گرانیتی، کوارتز، فلدسپات، میکا، درجه آزادی، میکروسکوپ



## ۱- مقدمه

ماسه های گرانیتی آبرفت هایی هستند که در اثر فرسایش سنگ های گرانیتی طی سالیان متعددی بوجود آمده اند و پس از پگماتیت ها مهمترین ذخایر استحصال فلدسپات، کوارتز و میکای ریز دانه می باشند. عملیات خردایش برای رسیدن به درجه آزادی کانی ها بدلیل ساختار ماسه ای این کانسار با کمترین صرف انرژی میسر است و می توان به روش فلتواسیون این مواد را از یکدیگر تفکیک نمود. مصارف عمده کوارتز، فلدسپات و میکا عموما در شیشه، سرامیک، لعاب و لاستیک سازی می باشد. در کلیه علوم مرتبط با زمین و معدن شناخت کانسار و نمونه مورد مطالعه، مهم ترین بخش فعالیت می باشد. کانی شناسی فرآیند با هدف شناخت و تصمیم گیری در مورد یک کانسار و در جهت امکان سنجی جدا سازی کانی ها و یا عناصر با ارزش آن و یافتن بهترین و موثر ترین روش جهت استحصال این مواد صورت می گیرد. در کانی شناسی فرآیند هم جهت و به موازات سایر فرآیند های شناسایی کانسار علاوه بر شناخت کانی ها و بافت و ساخت آن، به مواردی همچون درجه آزادی، دانه بندی کانی های مورد نظر، خواص شیمی فیزیکی و سطحی مواد، میزان اکسایش و هوازدگی، اختلاف در خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و بسیاری مطالب دیگر توجه می شود تا به کمک اختلافات موجود در بین کانی های مورد مطالعه مناسب ترین راه جهت جدایش این مواد انتخاب گردد.

## ۲- شناسایی ماده معدنی مورد مطالعه

### ۲-۱- موقعیت و زمین شناسی منطقه

قسمت اعظم ماسه های گرانیتی شیر کوه در محدوده نقشه ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی نیر و به مختصات  $54^{\circ}$  تا  $54^{\circ} 15'$  طول جغرافیایی و  $30^{\circ} 15'$  تا  $31^{\circ} 15'$  عرض جغرافیایی واقع است. قدیمی ترین سنگ های رسوبی منطقه شامل یک سری دولومیت با لایه ضخیم مربوط به دوران پالئوزوئیک می باشد. در این منطقه گسترش رسوبات دوران مزوژوئیک بسیار وسیع بوده و می توان ۹۰ درصد رخنمون های سنگی ارتفاعات شمال حوضه را می پوشاند. همچنین رسوبات دوران زمین شناسی سنوژوئیک تمام دامنه ها، مسیل ها و دشت را شامل می شود و از نظر لیتولوژیکی بسیار متنوع و شامل سنگ های رسوبی، کنگلومراپی، مارن و ماسه سنگ است و رسوبات کواترنری مانند تراورتن، پادگانه های آبرفتی قدیمی تا جوان، آبرفت های رودخانه ای و کفه های گلی و نمکی بر سطح آنها پوشانیده شده است [۱].

**۲-۲- آماده سازی نمونه**

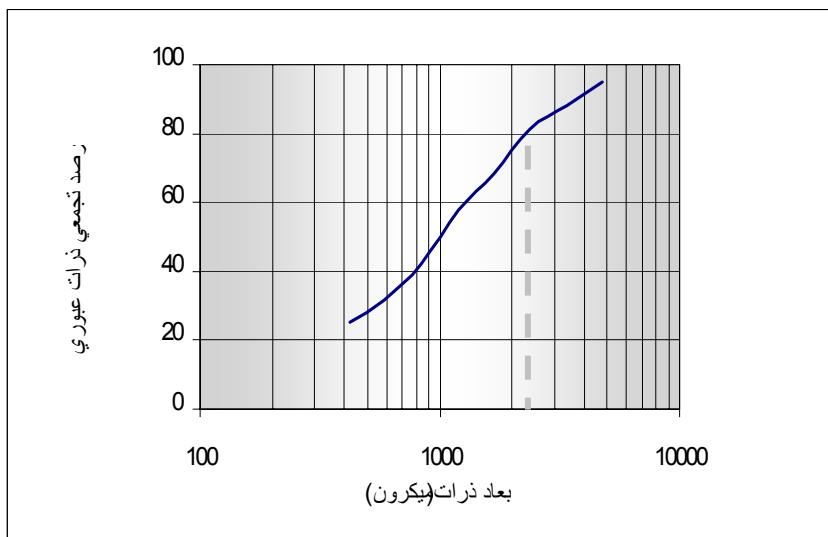
آماده سازی بر روی ۷۰۰ کیلوگرم نمونه تهیه شده از ماسه های گرانیتی انجام گردید. به دلیل رطوبت بالای موجود ابتدا نمونه ها خشک گردید و پس از همگن سازی به کمک ریفل به قسمت های کوچکتر تقسیم گردید.

**۳-۲- مطالعات دانه بندی**

نتایج تجزیه سرندی بر روی نمونه اولیه ماسه ها در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است. بطوریکه ملاحظه می شود نمونه اولیه ۲۳۶۰ میکرون می باشد.<sup>[۲]</sup>

**جدول ۱ - نتایج آزمایش تجزیه سرندی نمونه ماسه های گرانیتی شیرکوه یزد**

وزن تجمعی (%)		وزن		دانه بندی (ASTM)	
باقی مانده	عبور کرده	(%)	(g)	دهانه سرند ( $\mu m$ )	شماره سرند (Mesh No)
۴/۹۳	۹۵/۰۷	۴/۹۳	۴۸/۵۵	۴۷۶۰	۴
۱۱/۷۷	۸۸/۲۳	۶/۸۴	۶۷/۴۵	۳۳۶۰	۶
۱۸/۹۹	۸۱/۰۱	۷/۲۲	۷۱/۱۲	۲۳۸۰	۸
۳۱/۶۴	۶۸/۳۶	۱۲/۶۵	۱۲۴/۷۰	۱۶۸۰	۱۲
۴۲/۱۱	۵۷/۸۹	۱۰/۴۷	۱۰۳/۲۳	۱۱۹۰	۱۶
۵۷/۷۲	۴۲/۲۸	۱۵/۶۱	۱۵۳/۹۰	۸۴۰	۲۰
۶۸/۴۶	۳۱/۵۴	۱۰/۷۴	۱۰۵/۸۲	۵۹۰	۳۰
۷۴/۹۶	۲۵/۰۴	۶/۵۰	۶۴/۰۶	۴۲۰	۴۰
۱۰۰	.	۲۵/۰۴	۲۴۶/۸۰	-۴۲۰	-۴۰
-----	-----	۱۰۰	۹۸۵/۶۳	جمع	



شکل ۱ - نمودار توزیع دانه بندی نمونه اولیه

**۴-۲-۱-۲- مطالعات میکروسکوپی****۴-۲-۱-۲- میکروسکوپ بینوکولار**

پس از انجام تست دانه بندی، مواد باقیمانده در هر فراکسیون توسط میکروسکوپ بینوکولار مورد مشاهده و بررسی قرار گرفت و کانی های میکا (بیوتیت و مسکویب) و همچنین فلدسپات و کوارتز به وفور مشاهده گردید. بر طبق این مشاهدات ذرات کانی تا ابعاد بالای ۱۶۸۰ میکرون دارای درگیری بالایی بود و آزادی ذرات از فراکسیون ۱۱۹۰ میکرون آغاز می گردد [۲].

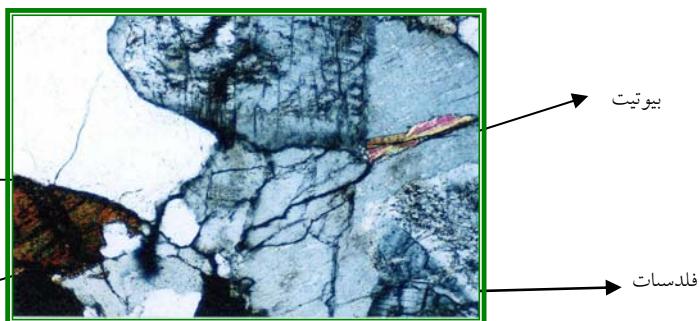
**۴-۲-۲- میکروسکوپ نوری**

جهت کسب اطلاعات دقیق تر، تعیین نوع و میزان درگیری کانی ها، درجه آزادی، تعیین میزان هوازدگی و آنtrasیون، تعیین ابعاد و درصد ذرات کانی ها و تعیین شکل ذرات در هر فراکسیون، از تمامی طبقات سرندي مقطع نازک تهیه گردید و توسط میکروسکوپ نوری موارد زیر مورد مطالعه قرار گرفت [۲].



#### ۲-۴-۲-الف- کانی شناسی

کانی های اصلی در مقاطع تهیه شده مشابه و شامل کوارتز، فلدسپاتهای سدیک و کلسیک(پلازیوکلاز ها) و میکال(بیوتیت، فلوگوپیت و مسکویت) و کانی های فرعی شامل اورتو پیروکسن، کلسیت، آپاتیت و اکسیدهای آهن می باشد.(شکل ۲)



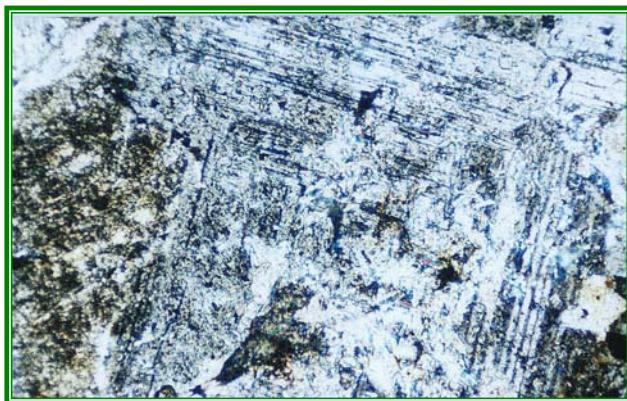
شکل ۲- تصویر مقطع نازک تهیه شده از فرآکسیون (+۳۳۶۰، +۴۷۶۰- میکرون (۴۰X))  
کوارتز، بیوتیت و فلدسپات سرسیتی شده بصورت کاملاً درگیر با یکدیگر

#### ۲-۴-۲-ب- دگرسانی

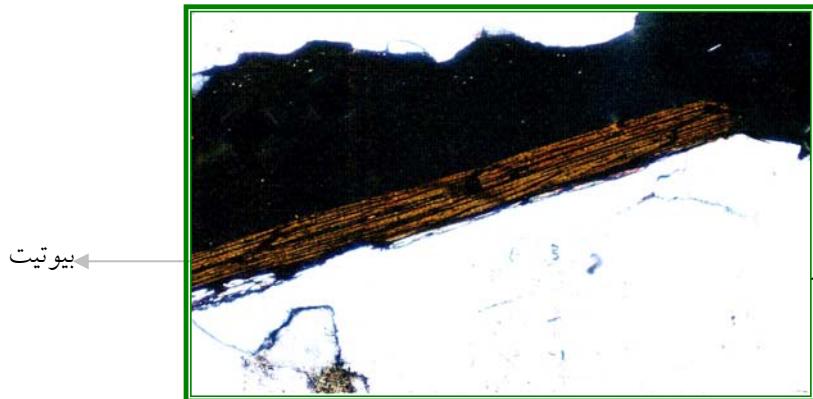
بدليل شستشوی جوی و شرایط تشکیل این کانسار و همچنین مدت زمان طولانی انتقال و تجمع این مواد هوازدگی و دگرسانی به صورت گسترده در این مقاطع به چشم می خورد. در این مقاطع فلدسپاتها به مقدار زیاد سرسیتی شده و در بعضی میکا(سرسیت) ناشی از دگرسانی پلازیوکلاز ها در طبقات زیرین مشاهده می گردد.(شکل ۳) این دگرسانی کانی ها و همچنین پدیده سرسیتی شدن می تواند جداسازی کانی ها از یکدیگر را دچار اشکال نماید[۲].

#### ۲-۴-۲-ج- شکل ذرات

ذرات کوارتز و فلدسپات در اکثر مقاطع به صورت بی شکل و یا با اشکال نزدیک به دایره و شش ضلعی دیده می شود. کروی بودن دانه ها در این فرآکسیون ها نشان از حمل و جابه جایی این مواد می باشد به گونه ای که گوشه دانه ها براثر سایش کاملا از بین رفته است. (شکل ۵) ذرات میکا و بخصوص بیوتیت، تیغه ای شکل و اغلب دارای شکستگی در جهت کلیواژ های موجود بر روی آن می باشد. ذرات میکای ثانویه تشکیل شده عموماً بی شکل و به شکل کانی مادر می باشند (شکل ۴).



شکل ۳- تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون ( $+2380$ ،  $-3360$ ) میکرون ( $40X$ ) (پلاژیوکلاز کاملاً سرسیتی شده و پدیده زونینگ بخوبی قابل مشاهده است).



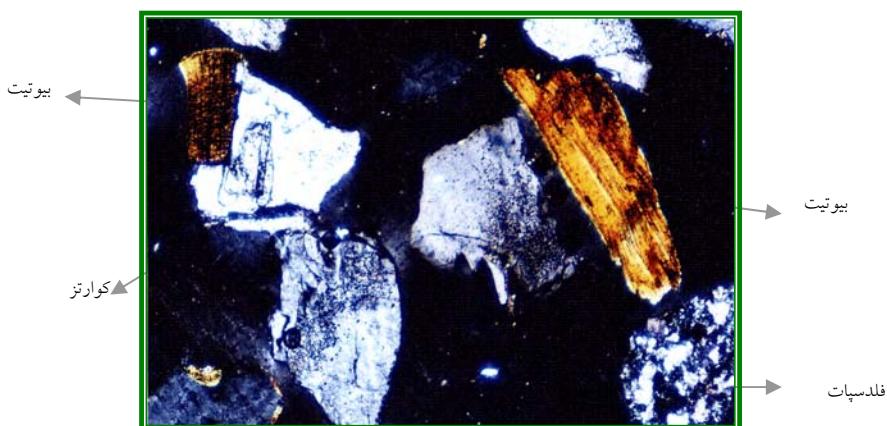
شکل ۴- تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون ( $+1680$ ،  $-2380$ ) میکرون ( $40X$ ) (دانه کشیده بیوتیت از یک جهت با دانه کوارتر درگیر می باشد).



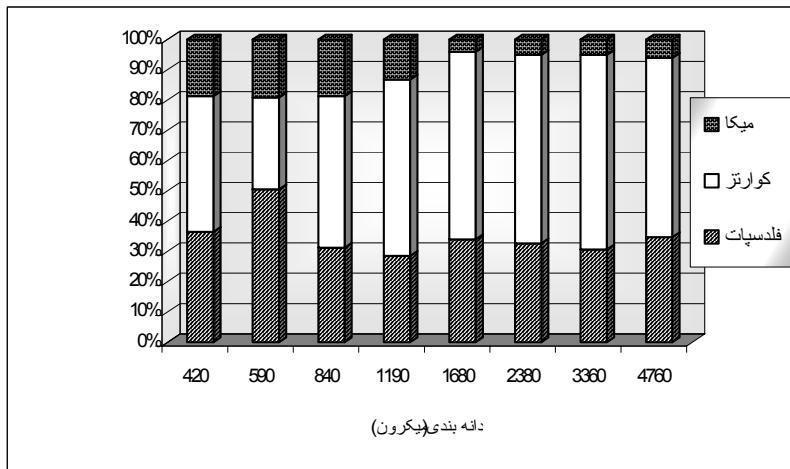
شکل ۵ - تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون ( $+3360$ ،  $-4760$ ) میکرون (۴۰X)  
(کوارتز نیمه خود شکل درگیر با کانی های سرسیتی شده و میکای ثانویه)

#### ۴-۲-۵- دانه شماری

جهت تعیین میزان درصد کانی ها، مقاطع مختلف به دقت بررسی و تعداد هر کانی، شمارش و تعیین گردید. شکل ۷ تغییرات کانیهای فلدسپات، کوارتز و میکا را در هر فراکسیون با توجه به ابعاد ذرات مشخص می کند. همانطور که مشاهده می شود مقدار درصد میکا و فلدسپات در ابعاد زیر ۱۳۰۰ میکرون افزایش و مقدار کوارتز کاهش می یابد. (شکل ۶ و ۷)



شکل ۶ - تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون ( $+840$ ،  $-1190$ ) میکرون (۴۰X)  
(قطعات کوارتز و بیوتیت تقریباً آزاد شده اند)



شکل ۷- نمودار ستونی درصد کانیهای فلدسپات، کوارتز و میکا در هر فراکسیون

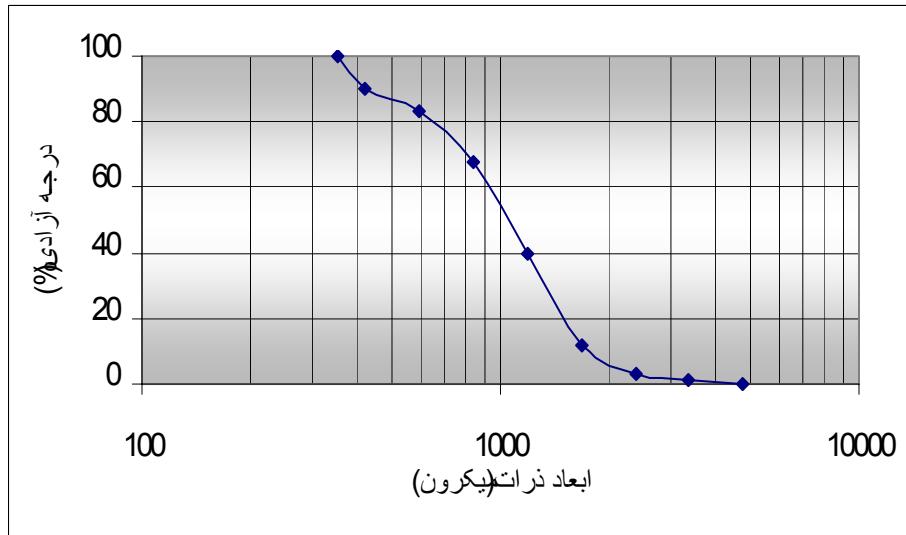
#### ۵-۴-۲- میزان درگیری و درجه آزادی

مطالعات انجام گرفته در این زمینه در جدول ۲ ارایه شده است. با توجه به جدول ۲ و شکل ۸، حد خردایش جهت آزادی ۸۰ درصد دانه های میکا، ۶۳۰ میکرون تعیین گردید. جهت تعیین میزان آزادی کانی میکا، نسبت تعداد کانی های آزاد میکا به مجموع کانی های آزاد و درگیر آن به دقت دانه شماری و پس از دو بار تکرار نتایج بدست آمده متوسط گیری گردید[۲].

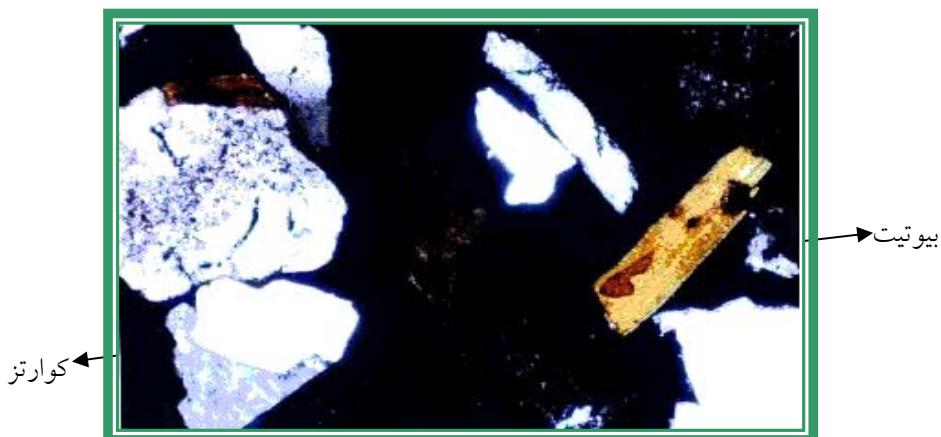


## جدول ۲ - میزان درگیری و درجه آزادی کانی های موجود در هر فراکسیون

درجه آزادی کانی میکا	نوع و میزان درگیری	دهانه سرند ( $\mu m$ )
آزادی خاصی مشاهده نشد.	درگیری کانیها کامل بوده و دانه های میکا توسط فلدسپات و کوارتز احاطه شده اند.	۴۷۶۰
آزادی خاصی مشاهده نشد.	درگیری کانیها کامل بوده و دانه های میکا توسط فلدسپات و کوارتز احاطه شده اند.	۳۳۶۰
ذرات کاملاً آزاد مشاهده نشد، اماز درگیری کامل خارج شده	درگیری در این مقطع کمتر بوده و دانه های میکا از یک طرف آزاد می باشند. دانه های فلدسپات و کوارتز با هم درگیرند.	۲۳۸۰
ذرات کاملاً آزاد به ندرت مشاهده شد. حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد آزادی)	درگیری در این مقطع کمتر بوده و دانه های میکا از یک طرف آزاد می باشند. دانه های فلدسپات و کوارتز با هم درگیرند.	۱۶۸۰
آزادی دانه ها در این مقطع به حدود ۴۰ درصد رسیده است.	میزان درگیری کاهش یافته و ذرات میل به آزادی دارند.	۱۱۹۰
درجه آزادی حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد می باشد.	درگیری بسیار پایین و سست بود و اکثربیت ذرات آزاد شده اند.	۸۴۰
درجه آزادی حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد می باشد.	درگیری بین ذرات تقریباً از بین رفته و ذرات آزاد می باشند.	۵۹۰
درجه آزادی حدود ۹۰ درصد می باشد.	تقریباً تمامی ذرات آزاد بوده و تنها درگیری کمی بین فلدسپاتها و کوارتز وجود داشت.	۴۲۰
درجه آزادی تقریباً کامل می باشد.	در این فراکسیون تمامی ذرات آزاد مشاهده گردیدند.	-۴۲۰



شکل ۸ - نمودار درجه آزادی کانی های موجود در هر فراکسیون



شکل ۹ - تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون (-۵۹۰، +۴۲۰) میکرون (X40) (ذرات کانی های کوارتز و میکا کاملاً آزاد می باشند)

شکل ۱۰- تصویر مقطع نازک تهیه شده از فراکسیون ( $40\times$ ) میکرون (۴۰۰، ۳۳۶۰+) میکرون

(یک دانه بیوتیت به طور کامل توسط فلدسپات سرسیتی شده احاطه شده است)

## ۵-۲- مطالعات آنالیز شیمیایی و فازی

جهت تکمیل اطلاعات کانی شناسی بر روی نمونه های گوناگون این کانسار، آنالیز شیمیایی XRF و XRD انجام گرفت. این آنالیز ها عبارتند از:

۱- آنالیز XRF و XRD بر روی نمونه معرف اولیه

۲- آنالیز XRF بر روی نمونه های تهیه شده از فراکسیون های  $+1000$ ،  $+800$ ،  $+500$  و  $+200$  میکرون

۳- آنالیز XRF بر روی نمونه میکائی خالص تهیه شده از نمونه معرف کانسار

### ۲-۵-۱- آنالیز XRD

بر روی نمونه معرف تهیه شده از کانسار، تست دیفراکتمتری اشعه ایکس(XRD) انجام گرفت. کانی های شناسایی شده به ترتیب اهمیت شامل: کوارتز، آلیت، فلدسپات پتاسیک، بیوتیت، مسکویت، شاموزیت و کلسیت می باشند.

### ۲-۵-۲- آنالیز XRF

در مجموع ۷ تست آنالیز XRF بر روی نمونه های ذکر شده انجام گرفت. بدلیل فرمول های شیمیایی مشابه و وجود اکسید های عناصر مشترک مانند  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ،  $\text{MgO}$  ،  $\text{CaO}$  ،  $\text{K}_2\text{O}$  ،  $\text{Na}_2\text{O}$  و  $\text{SiO}_2$  در کانیهای اصلی موجود در نمونه ها (میکا، فلدسپات و کوارتز)، تعیین میزان تغییرات هر یک از این کانی ها

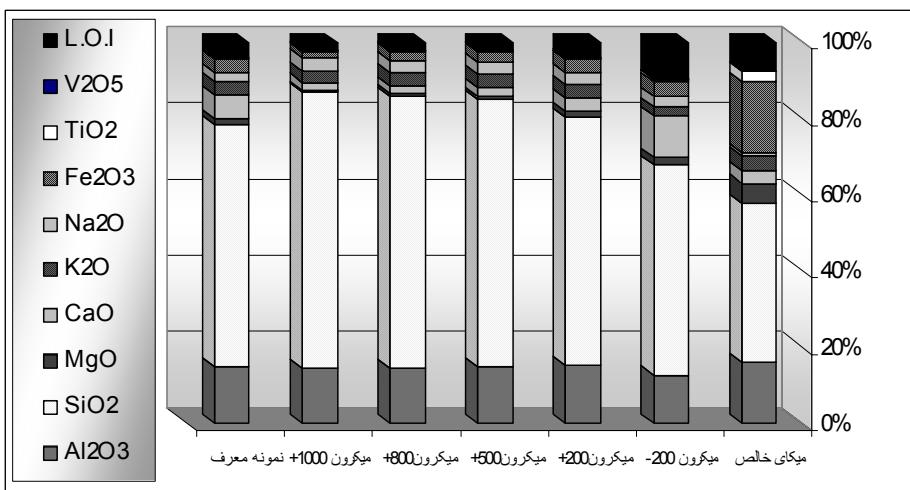


در هر فرآیند با توجه به درصد اکسیدهای ذکر شده، کاری مشکل به نظر می رسد. جدول ۳ و شکل ۱۲ مقدار درصد برخی از عناصر در هر فراکسیون و در نمونه های ذکر شده را نشان می دهد.

بر طبق شکل ۱۱ با کاهش ابعاد ذرات مقادیر  $\text{MgO}$  ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  و  $\text{CaO}$  افزایش  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ثابت و مقادیر سایر اکسیدها کاهش می یابد. افزایش  $\text{CaO}$  ناشی از افزایش کلسیت در فراکسیون های پایین و افزایش  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  می تواند از افزایش مقادار اکسیدهای آهن ناشی از آلتراسیون کانی های مافیک مانند پیروکسن (اوژیت و دیوپسید) حاصل شود، اما در رابطه با تغییرات سایر اکسیدها در این مرحله نمی توان پیش بینی قطعی انجام داد.

جدول ۳- مقدار درصد اکسیدهای مشترک در کانی های نمونه شیر کوه یزد

% نمونه	$\text{SiO}_4$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{V}_2\text{O}_5$	L.O.I
معرف کانسوار	۶۳/۲	۱۴/۸	۳/۳	۲/۴۹	۳/۳۵	۶/۲	۱/۸۱	۰/۱۸	۰/۰۰۴۵	۴/۰۵
$\mu +1000$	۷۲/۱	۱۴/۵	۱/۷۸	۲/۲۶	۳/۰۶	۲/۰۱	۰/۶۳	۰/۲۸	۰/۰۰۵۵	۲/۱۴
$\mu +800$	۷۱/۱	۱۴/۵	۲/۴۲	۳/۱۶	۳/۴۱	۱/۹۷	۰/۷۹	۰/۳۲	۰/۰۰۶۵	۲/۰۶
$\mu +500$	۶۹/۸	۱۴/۷	۲/۷۸	۳/۰۸	۳/۴۳	۲/۲	۰/۹۹	۰/۴۰	۰/۰۰۷۰	۲/۱۲
$\mu +200$	۶۴/۶	۱۵/۴	۲/۳۵	۳/۱۳	۳/۴۱	۳/۶۷	۱/۳۵	۰/۵۴	۰/۰۱۵	۴/۱۵
$\mu -200$	۵۴/۶	۱۲/۷	۳/۹۸	۲/۶۴	۲/۲۸	۱۰/۷	۲/۱۴	۰/۴۲	۰/۰۱۰۰	۹/۵۶
میکای خالص	۴۰/۶	۱۵/۸	۱۸/۳	۰/۹۲	۳/۷۰	۳/۱۹	۵/۳	۲/۷۲	۰/۰۶۱	۷/۲۶



شکل ۱۱- نمودار ستونی درصد اکسید های موجود در نمونه شیر کوه بزد

## ۶-۲- تعیین مقدار میکا در فرآیندهای جداسازی

از آنجا که مقدار درصد میکا در فرآیندهای خالص سازی فلدوپات و کوارتز بسیار حائز اهمیت می باشد و درصد ناچیزی از کانی میکا می تواند تاثیرات نامطلوبی در محصولات تولیدی از این دو کانی ایجاد نماید، جهت جداسازی میکا و تعیین مقدار این کانی در بخش محصولات و باطله هر فرآیند نیاز به یک عنصر شاخص و یا یک رابطه بین عناصر موجود در نمونه می باشد تا به کمک آن مقدار درصد میکا را در هر مرحله از انجام فرآیند تعیین گردد.

با انجام مطالعات بر روی آنالیز های XRF و با توجه به جدول ۳ و شکل ۱۲، می توان دریافت میزان  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  با کاهش ابعاد افزایش محسوسی دارند. همچنین این کاهش ابعاد با افزایش مقدار میکا همراه است(شکل ۷). بدلیل مشترک بودن اکسید های آهن در فرمول شیمیایی کانی میکا و اکسید های آهن ناشی از هوازدگی کانی های موجود نمی توان آن را به عنوان یک عنصر شاخص در نظر گرفت اما افزایش مقدار تیتانیوم و وانادیوم به عنوان یک شاخص موثر مورد بررسی قرار گرفت. با تهیه مقداری میکای خالص از نمونه معرف کانسار و انجام یک تست آنالیز XRF مشخص شد که میزان تیتانیوم و وانادیوم در نمونه میکای خالص بیش از ۱۴ برابر مقدار این دو عنصر در نمونه معرف می باشد.(جدول ۳) با مقایسه مقدار میکای دانه شماری شده در فرآکسیون های مختلف و مجموع مقادیر این دو عنصر در هر فرآکسیون رابطه ۱ جهت محاسبه مقدار میکا تعیین گردید. عدد موردن استفاده در مخرج کسر میزان حداکثر مقدار مجموع این دو عنصر در نمونه شیر کوه می باشد که از مجموع اکسید های تیتانیوم و وانادیوم موجود در نمونه میکای

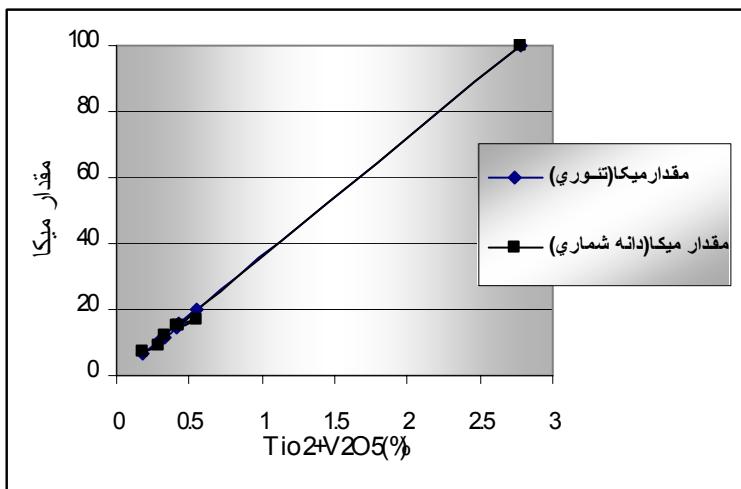


خالص بدست آمده است. برای اطمینان از صحت مطالعات نمونه ای عاری از کانی میکا تهیه و مقدار تیتانیوم و وانادیوم آن پایین تر از دقت دستگاه آنالیز تعیین گردید. جدول ۴ و شکل ۱۲ نتایج این مطالعات را نشان می دهد.

$$\frac{\text{TiO}_2 + \text{V}_2\text{O}_5}{2.781} \times 100 = \text{مقدار درصد میکا} \quad (1)$$

جدول ۴- تعیین مقدار میکا به دو روش دانه شماری و فرمول تجربی

٪ نمونه	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub> +V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	مقدار میکا(تجربی) (رابطه ۱)	مقدار میکا(دانه شماری)
$\mu +1000$	۰/۱۸	۰/۰۰۴۵	۰/۱۸۴۵	۶/۶۳	۷
$\mu +800$	۰/۲۸	۰/۰۰۵۵	۰/۲۸۵۵	۱۰/۲۷	۹
$\mu +500$	۰/۳۲	۰/۰۰۶۵	۰/۳۲۶۵	۱۱/۷۴	۱۲
$\mu +200$	۰/۴۰	۰/۰۰۷۰	۰/۴۰۷۰	۱۴/۶۴	۱۵
$\mu -200$	۰/۵۴	۰/۰۱۵	۰/۵۵۵۰	۱۹/۹۵	۱۷
معرف کانسار	۰/۴۲	۰/۰۱۰۰	۰/۴۳۰۰	۱۵/۴۶	۱۵
میکای خالص	۲/۷۲	۰/۰۶۱	۲/۷۸۱۰	۱۰۰	۱۰۰



شکل ۱۲- تعیین مقدار درصد میکا به دو روش دانه شماری و فرمول تجربی

### ۱-۶-۲- تعیین خطای فرمول تجربی

جهت تعیین همبستگی و محاسبه میزان اختلاف بین دو جمعیت آماری (درصد میکای فرمول تجربی و دانه شماری) از رابطه (MAPE) استفاده گردید و مقدار خطای فرمول بدست آمده معادل ۵/۷۶۹ درصد تعیین گردید و به زبان دیگر دقت فرمول تجربی بدست آمده معادل ۹۴/۲۳۱ درصد می باشد.

$$(.) MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left( \left| \frac{W_i - \bar{W}_i}{W_i} \right| \right) \times 100 \quad (2)$$

### ۳- نتیجه گیری

- با توجه به مطالعات کانی شناسی فرآیند بر روی نمونه ماسه های گرانیتی نتایج زیر بدست آمد.
- بر اساس مطالعات دانه بندی، نمونه اولیه دارای ابعاد ۲۳۶۰ میکرون می باشد.
- کانی های اصلی در نمونه تهیه شده شامل کوارتز، فلدسپاتهای سدیک و کلسیک، فلدسپاتهای قلیایی و میکا(بیوتیت، فلوگوپیت و مسکویت) و کانی های فرعی شامل اورتو پیروکسن، کلسیت، آپاتیت واکسیدهای آهن می باشد.
- دگرسانی کانی های موجود در نمونه و پدیده سرسیتی شدن فلدسپات ها می تواند موجب تغییر رفتار و خواص سطحی کانی ها شود و در جداسازی آنها مشکلات اساسی ایجاد نماید.



- کروی بودن دانه های کوارتز و فلدسپات در فراکسیون های مختلف نشان از حمل و جابه جایی این مواد توسط عوامل طبیعی می باشد به گونه ای که گوشه دانه ها براثر سایش کاملا از بین رفته است.
- بر اساس مطالعات دانه شماری مقدار درصد میکا و فلدسپات در ابعاد زیر ۱۳۰۰ میکرون افزایش و مقدار کوارتز کاهش محسوسی می یابد.
- با توجه به مطالعات انجام شده درجه آزادی دانه های میکا، ۶۳۰ میکرون تعیین گردید.
- با انجام مطالعات بر روی آنالیز های XRF ، میزان  $TiO_2$  ،  $V_2O_5$  و  $Fe_2O_3$  با کاهش ابعاد افزایش می یابند که این افزایش ناشی از افزایش مقدار میکا در فراکسیون های پایین تر می باشد.
- جهت تعیین مقدار میکا در فرآیند های جداسازی ذرات می توان از فرمول

$$\frac{TiO_2 + V_2O_5}{2.781} \times 100$$

## مراجع

- [۱] شامي، م، (۱۳۸۱)، ”طرح جداسازی میکا از ماسه های گرانیتی شیر کوه“، سازمان برنامه و بودجه استان يزد.
- [۲] اربابيان، م.ع، (۱۳۸۳)، ”گزارش تحقیقاتی، فرآوری ماسه های گرانیتی شیر کوه یزد جهت استحصال فلدسپات، کوارتز و میکا“، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امير كبیر
- [۳] رضائي، ب، (۱۳۷۶)، ”تکنولوجى فرآوری مواد معدنی“، چاپ اول، انتشارات موسسه تحقیقاتی و انتشاراتی نور.
- [۴] Dogu, I., Arol, A.I, (۲۰۰۴), “Separation of dark-colored minerals from feldspar byselectiveflocculation using starch”, Powder Technology, Vol ۱۳۵, PP ۲۵۸-۲۶۳
- [۵] Sinha Ray, S., Okamoto, M., (۲۰۰۳), “Polymer/layered silicate nanocomposites: a review from preparation to processing”, Prog. Polym. Sci, Vol ۲۸, PP ۱۵۴۹-۱۶۴۱
- [۶] Carr D.D., (۱۹۹۴) , “Industrial Minerals and Rocks”, SME-AIME.
- [۷] Perkins D., (۲۰۰۲) , “Mineralogy”, HIP.