

## بررسی زمین شناسی، کانی شناسی و فراوری کانسار سیلیس هفت هر - عقدا استان یزد

دکتر حسین شیخی کاریزکی<sup>۱</sup> و ناصر تقی زاده خواجویی<sup>۲</sup>

### چکیده

در جنوب غربی روستای هفت هر، ذخائری از سنگ کوارتزیت (Top Quartzite) در داخل رسوبات پالئوزوئیک قرار دارد.

ذخائر مذکور بصورت لایه های سیلیسی، موازی و هم سو با چین خوردگیهای عمومی منطقه، بخش بالای سازند لالون را تشکیل می دهند. کمر پایین آنرا ماسه سنگهای قرمز ریز دانه لالون و کمر بالای آنرا سنگهای آهکی تیره رنگ سازند میلا در بر گرفته است در نتیجه، حرکات تکتونیکی، مقداری چین خوردگی و جابجایی، در تشکیلات زمین شناسی ناحیه، از آن جمله لایه های سیلیسی صورت گرفته است.

بدین جهت امتداد و شیب لایه هادر نقاط مختلف، کم و بیش تغییر می نماید. جنس لایه ها از ماسه سنگ سیلیسی فشرده و سخت (کوارتزیت) سفید رنگ می باشد که بیشتر از دانه های کوارتز حدود (85٪)، فلدسپات (10٪)، دانه ها و خرده های: آمفیبول، میکا (سریسیت)، قطعات ریز چرت، کربناتها و کانیهای رسی و مقدار جزئی ذرات و اکسدهای آهن تشکیل شده است.

متوسط عیار اندازه گیری شده در 81 نمونه از سنگ این کانسار، در مورد اکسیدهای زیر چنین است:

$\text{SiO}_2 = 93/78\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 1/55\%$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0/22\%$

به منظور مصرف این سنگ در صنایع مربوطه، پرعیارسازی آن، باروش خردایش و الک کردن و کلسیناسیون انجام گردید. در نتیجه عیار آن از نظر  $\text{SiO}_2$  حدود چهار در صد بالا رفته و مقدار  $\text{Al}_2\text{O}_3$  به نصف رسیده است، در مورد عیار آهن تغییر جزئی بوده است با توجه به عیار سیلیس این کانسار، پس از فراوری و پرعیارسازی، می توان مصرف آنرا در صنایع: شیشه سازی، ریخته گری و... با اندک تغییری قابل قبول دانسته و به کاربرد.

واژه های کلیدی: کانسار سیلیس، تاپ کوارتزیت، کلسیناسیون، فراوری

1 دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران شمال - دانشکده علوم پایه

2 شرکت مهندسی دانش زمین - تهران

## Geology, mineralogy and ore dressing of silice ore deposit of Hafthar - Aghda area, Yazd Province

Dr. Hossein Sheikhi-Karizaki and Nasser Taghizadeh- Khajuee

### Abstract

In the southwest of Hafthar village, there is a deposit of Quartzite (Top Quartzite) inside the Paleozoic sediments. The layers of this deposit are parallel with the general layering of the area. This contains the upper part of the lalun. The footwall is red Lalun sandstone and the hanging wall is dark Milla limestone. Strike and dip of the Quartzite layers differ from place to place due to the tectonics.

The Quartzite Ore Contains 85% Quartzite, 10% Feldspar, some Amphibole and Mica (Sericite). There are also few grains of clay minerals and iron oxide in the ore. The average grade of ore is as the following:

$$\text{SiO}_2 = 93.78\%, \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.55\%, \text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.22\%.$$

To use this ore for the glass industry, ore dressing tests were carried on this ore (crushing, grading, calcinations). The result was almost good.

The silice grade has increased up about 4%, Aluminum oxide decreased about 0/75% and iron oxide increased a little.

After ore dressing this ore can be used for glass and other industries.

**Keywords:** ore deposit, Top Quartzite, Calcination, ore dressing

یکدیگر، در امتداد شمال غرب جنوب شرق تشکیل شده است.

طول رشته کوه شمالی حدود 5 ورشته جنوبی تقریباً 8 تا 10 کیلومتر میباشد و فاصله بین آنها حدود 3 کیلومتر است که بصورت دره و دشت کوچک پوشیده از واریزه و آبرفت در آمده است.

دو رشته کوه مذکور که از طرف شمال شرقی به دشت کوچک روستای هفت هر و از جنوب به آبگیر دق ازدها محدود می گردد. ذخائر عظیمی از کانه سیلیس (کوارتزیت) را در خود جای داده است.

در این ناحیه بیرون زدگیهای از سنگهای بسیار قدیمی مربوط به انفراکامبرین - کامبرین و اوردویسین مشاهده می شود که شامل سازندهای زیر می باشد:

1- سازندزایگون (انفراکامبرین - کامبرین): این سازند که در زیر ماسه سنگهای قرمز رنگ لالون قرار دارد، تقریباً پی سنگ محدوده مورد مطالعه را تشکیل داده و کم و بیش بیرون زدگیهای از آن در داخل دره ها و دشت ها دیده می شود.

جنس سنگ آن از نوع شیلهای متورق، شیلهای ماسه ای و ماسه سنگهای بسیار ریز دانه با رنگ قرمز تیره

### مقدمه:

روستای هفت هر، در 30 کیلومتری جنوب غرب شهر عقدا در استان یزد در منطقه کوهستانی قرار دارد. ارتفاع ناحیه 1700 تا 2100 متر از سطح دریا، و دارای آب و هوای خشک و نسبتاً سالمی است. سنگهای کوارتزیت واقع در نزدیکی این روستا، کم و بیش مورد توجه مسئولین و مصرف کنندگان بوده و درباره استخراج و مصرف آن نیز مطالعاتی صورت گرفته است ولی بعلت وجود و دسترسی به سیلیس هایی با عیار بالاتر و عیار تقریباً پائین سیلیس این کانسار، تاکنون سنگ آن بلااستفاده مانده و کارخانجات مصرف کننده توجهی به آن ننموده اند.

با توجه به ذخیره عظیم سیلیس این ناحیه و امکان پرعیارسازی آن، می شود سیلیس این کانسار را نیز جهت مصرف در صنایع مربوط فرآوری نموده و قابل مصرف نمود.

### زمین شناسی:

در جنوب غرب روستای هفت هر به فاصله تقریبی 2 تا 6 کیلومتری آن دورشته کوه کم و بیش مرتفع با

تا قهوه‌های است.

تعیین مرز بین رسوبات زایگون و لالون که در بالای آن قرار دارد و بصورت تدریجی می باشد مشکل است.

2- سازند لالون (کامبرین زیرین): این سازند بطور وسیع، کوهها، دشته‌ها و دره‌های ناحیه مورد مطالعه را در بر گرفته و در بعضی قسمت‌ها بوسیله واریزه و آلوویوم پوشیده شده است.

این تشکیلات (لالون) که ذخائر سیلیس ناحیه را دربر می گیرد شامل بخشهای زیر است:

- درقاعده ماسه سنگ‌های قرمز ریزدانه با آثار ریپل مارک.

- شیل‌های ماسه ای قرمز رنگ مطبق با میان لایه‌هایی از ماسه سنگ.

- در بخش بالایی (پایانی) و در زیرسنگ‌های آهکی فسیل‌دار مربوط به سازند میلا لایه‌های کوارتزیت سفید رنگ بنام کوارتزیت راسی (Top Quartzite) که کانسار سیلیس را تشکیل می دهد. (عکس شماره 1)

مرز بالائی سازند لالون که شامل لایه‌های تاپ کوارتزیت میباشد با سازند میلا که از آهک‌های دولومیتی تیره رنگ تشکیل شده واضح و ناگهانی است.

به عبارت دیگر کمربت این کانسار راماسه سنگ‌های قرمز رنگ سازند لالون و کمر بالای آنرا سنگ‌های آهکی دولومیتی تیره رنگ میلا تشکیل می دهد.

تاپ کوارتزیت مذکور بصورت سه لایه اصلی و تقریباً موازی و هم سو با چین خوردگیهای عمومی منظم، در جهت شمال غرب - جنوب شرق امتداد دارد.

عرض و سطح لایه‌ها باتوجه به وضع توپوگرافی، فرسایش و چین خوردگیها و غیره... .

در بیشتر نقاط نمایان بوده و گاهی به بیش از 40 متر میرسد (تپه مراد، گذار سفید، تنگ قدیر...) ضخامت لایه‌ها بین 10 تا 60 متر و شیب آنها از 10 تا 40 درجه در جهت شمال شرق تا جنوب غرب بنا به موقعیت، از نقطه به نقطه دیگر تغییر می نماید.

بطور کلی لایه‌های کوارتزیت چین خوردگی عمومی

منطقه را دنبال می کند و گسل‌های عرضی شمال شرقی - جنوب غربی باعث مقداری جابجایی آنها در بعضی از نقاط شده است.

3- سازند میلا (کامبرین - اوردسین): بر روی کوارتزیت های سفید رنگ لالون - رسوبات آهکی - دولومیتی خاکستری تیره تا سیاه سازند میلا با لایه بندی متوسط و فسیل دار قرار دارد، که قلل و ارتفاعات را تشکیل داده است. این سنگ‌های کربناته در قاعده مارنی شیلی و در طبقات بالاتر آهکی می شوند. (عکس شماره 1)

4- رسوبات کواترنر بیشتر بصورت واریزه و آلوویوم کف دره‌ها و دشت‌ها در دامنه‌های ارتفاعات را می پوشاند.

### تکتونیک:

ناحیه هفت هر، جزئی از زون ایران مرکزی محسوب میشود، بنابراین چین خورده و گسسته است. محور چین‌ها اغلب در جهت شمال غرب - جنوب شرقی است ولی گسل‌های دیگری نیز در جهت شمالی - جنوبی، شمال شرق - جنوب غرب وجود دارد که باعث جابجایی و چین خوردگی تشکلات زمین‌شناسی از آن جمله لایه‌های کوارتزیت (کانسار سیلیس) شده است.

گسل سراسری نائین - ندوشن از جنوب غرب محدوده عبور نموده که در جابجایی و چین خوردگی تشکیلات زمین‌شناسی ناحیه بی تاثیر نبوده است.

### کانی شناسی و سنگ شناسی:

لایه‌های سیلیسی (تاپ کوارتزیت) کلا" از جنس ماسه سنگ‌های سیلیسی فشرده و سخت تشکیل شده است. رنگ ظاهری آن سفید ولی گاهی در سطح بعلت هوازگی و مقدار کمی ذرات آهن که در آنست سیاه رنگ به نظر می‌رسد. دانه‌های تشکیل دهنده سنگ و همچنین دانه بندی و بافت آن کم و بیش با چشم قابل رویت است با توجه به شکل ظاهر و یکنواختی آن در طول لایه‌های سیلیسی و مشخص بودن کانیهای اصلی بنظر می‌رسد که نیازی به مطالعات میکروسکوپی نباشد،

می توان این سنگ را بنام کوارتزیت فلدسپاتی (Feldspar quartzite) با بافت گرانوبلاستیک (موزائیکی) نامید.

مقدار ذخیره این کانسار را، با توجه به ابعاد زون سیلیسی که از سه لایه سیلیسی هم سو به طول تقریبی 5 کیلومتر و عرض 30 تا 40 متر و افرازی حدود 40 متر تشکیل شده است میتوان بالغ بر 15 میلیون تن کوارتزیت برآورد نمود.

رقم مذکور ذخیره تقریبی بوده و برای تعیین ذخیره قطعی بررسیها و محاسبات کاملتر و مفصل تری بایستی انجام پذیرد.

### ژئوشیمی:

در طول لایه های سیلیسی و در فاصله هر 250 متر یک برش عرضی جهت نمونه برداری انتخاب و از هر 20 متر یک نمونه برداشت شد. با توجه به سیستم انتخاب نمونه جمعا" تعداد 81 نمونه از این کانسار گرفته شد.

آزمایش و اندازه گیری اکسیدهای  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  در 81 نمونه برداشت شده عیار تقریباً یکنواخت و مشابهی را نشان می دهد.

حداقل و حداکثر آن و همچنین عیار متوسط اکسیدهای مذکور در 81 نمونه در جدول شماره 2 آورده شده است.

### (جدول شماره 2)

مقدار سیلیس ( $SiO_2$ ) - 92 تا 96 درصد (متوسط در 81 نمونه) (/93/78)
اکسید آلومینیوم $Al_2O_3$ - 0/8 تا 2 درصد (متوسط در 81 نمونه) (/1/55)
اکسیدهای آهن $Fe_2O_3$ - 0/15 تا 0/3 درصد (متوسط 81 نمونه) (/0/22)

تعداد 20 نمونه (نمونه های خام و نمونه های فرآوری شده) نیز از نمونه های مذکور جهت اندازه گیری اکسیدهای  $TiO_2$ ,  $p_2O_5$ ,  $Cao$ ,  $Mgo$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ ,  $Mno$ ,  $So_3$  و به منظور بررسی نتایج عملیات فرآوری بر اکسیدهای مذکور که مقدار کم و اندکی از حجم

معدالک و با در نظر گرفتن نوع فرآوری که بایستی درباره کانه این کانسار اعمال شود، مطالعه و شناخت دقیق تر کانیهای آن ضروری می نمود. بدین جهت چند نمونه، در طول لایه سیلیسی - مقدار کمی مواد کربناته، کم و بیش آلوده به مواد آهن دار، همچنین دانه های ناچیز و محدود اکسیدهای آهن، بلورهای ریز و خرد شده آمفیبول دانه هایی از فیلسیلیکاتها مانند موسکویت (سزیسیت) و بالاخره چند تک بلور زیرکن کانیهای رسی، حاصل تجزیه کانیهای اولیه عکسهای شماره 2 تا 7 تصاویری از مقاطع نازک کوارتزیت ها را نشان می دهند.

جهت شناخت دقیق تر و تعیین نام کانی ها، از کوارتزیت ناحیه، آزمایش مینرالوژیکی نیز بعمل آمد که نتیجه آن در جدول شماره 1 آورده شده است.

### جدول شماره 1

1.Quartz = $SiO_2$
2.Albite = $Na Al Si_3O_8$
3.Microcline = $KAl Si_3O_8$
4.Calcite = $Ca CO_3$
5.Hematite = $Fe_2 O_3$
6.Muscovite = $K Al_2 (Al Si_3O_{10}) (OH)_2$
7.Hornblende = $(Ca, Na)_{2,3} (Mg, Fe, Cl)_5 Si_6 (Si, Al)_2 O_{22} (OH)_2$
8.Zircon = $Zr Si O_4$
9.Kaolinite = $Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$

جهت تهیه مقاطع نازک و مطالعه آن انتخاب شد، نتیجه مطالعات میکروسکوپی به شرح زیر است:

- بلورهای درشت کوارتز به اشکال نیمه مدور و به ابعاد 0/2 تا 0/4 میلیمتر در کنار بلورهای ریزتر سیلیس و غیره متجاوز از 85 درصد حجم سنگ را بخود اختصاص داده است.

- کانیهای فلدسپات (میکروکلین - آلبیت) به ابعاد تقریباً همانند کوارتز، که بعد از سیلیس بیشترین حجم سنگ را شامل می شود (حدود 10٪).

- قطعات و دانه های ریز از سنگهای چرتی با بافت میکرو کریستالین به مقدار جزئی

با توجه به مطالعات انجام شده و اینکه بلورهای کوارتز بیشترین حجم سنگ را بخود اختصاص داده و در مرحله بعدی فلدسپاتها دومین سازند سنگ می باشد،

همانطور که ملاحظه می شود عملیات فرآوری در مورد اکسیدهای  $MnO$ ,  $TiO_2$  تاثیر قابل توجهی نداشته ولی در مورد سایر اکسیدها تاثیر محسوسی مشاهده می گردد!

کوارتزیت ناحیه راتشکیل می دهند انتخاب و آزمایش شد، نتیجه و تغییرات بدست آمده از عملیات فرآوری و مقدار درصد آنها در جدول شماره 3 نشان داده شده است.

(جدول شماره 3)

تغییرات عیار در همان نمونه ها پس از فرآوری	تغییرات عیار اکسیدها- در نمونه های خام	اکسیدها (درصد)
0/04 تا 0/03	0/01 تا 0/05	% $TiO_2$
0/003 تا 0/009	0/03 تا 0/04	$P_2O_5$
0/03 تا 0/1	0/05 تا 0/9	Cao
0/02 تا 0/03	0/03 تا 0/23	Mgo
0/03 تا 0/07	0/04 تا 0/11	$Na_2O$
0/16 تا 0/5	0/57 تا 0/96	$K_2O$
0/002 تا 0/008	0/002 تا 0/007	Mno
0/09 تا 0/11	0/09 تا 0/25	$SO_3$

- روش فلوتاسیون (شناوری)، اصولاً برای این نوع موادمعدنی اقتصادی نبوده و از طرفی با توجه به نوع ناخالصیها مفید نیست و کاربردی ندارد.

- روش تغلیظ کانه بوسیله جداسازی با استفاده از وزن مخصوص (روش ثقلی) از قبیل بکارگیری میز و جیک و سیکلونهای آبی و بادی و غیره عملی است ولی چندان نتیجه بخش نخواهد بود زیرا مقدار ناخالصیها جزئی بوده و تفاوت وزن مخصوص سیلیس با ناخالصیها نیز زیاد نیست.

- پرعیارکردن بوسیله مایعات سنگین ممکن است ولی گران تمام میشود.

بنابراین تنها روش مناسب برای پرعیارسازی این کانه، روش خردایش، الک کردن و کلسیناسیون به نظر می رسد.

این روش با توجه به دانه بندی، نوع دانه های سنگ از نظر جنس، ابعاد، سختی و مقاومت که هر کدام خواص فیزیکی مخصوص به خود داشته و در برابر خردشدن مقاومت های مختلف از خود نشان می دهند، انتخاب شده است.

### فرآوری و پرعیارسازی:

بررسیهای انجام شده نشان مدهد که بیش از 85 درصد سنگ کوارتزیت هفت هر از دانه های سیلیس و تقریباً 10 درصد آن از کانیهای فلدسپات تشکیل شده است.

کانیهای فلدسپات عمدتاً از نوع میکروکلین - آلبیت (آلومینوسیلیکاتهای پتاسیم و سدیم) میباشد که برای ماده معدنی سیلیس درجهت کاربردی و مصرف آن در صنایع شیشه، نسوز و غیره مزاحمتی ایجاد نمی کند به اضافه اینکه کم و بیش تجزیه شده و به کانیهای رسی تبدیل شده اند.

آنچه در این کانسار، با توجه به نوع مصرف آن در صنایع شیشه سازی، ریخته گری، نسوز و غیره بعنوان ناخالصی و مزاحم به حساب می آید عبارتند از:

کانیها و ذرات آهن، اکسید کلسیم، دانه های آمفیبول و مقداری هم آب به صورت آب تبلور و یا رطوبت در سنگ.

برای پرعیارسازی و حذف ناخالصیها از سنگ این کانسار، روش های مختلف فرآوری موادمعدنی مورد بررسی قرار گرفته است.

میکرون) عبور داده شد و بخش رونی آنها جدا شده و به شرح زیر عمل گردید.

1-2- تعداد چهار نمونه (نمونه های  $E, E', D, D'$ ) هر کدام جداگانه از دستگاه مغناطیس با شدت بالا دوبار عبور داده و سپس آنالیز شد. (جدول شماره 4)

این آزمایش جهت خارج نمودن ذرات و اکسیدهای آهن صورت گرفت. ولی بعلت نوع آهن موجود (بیشتر به صورت ترکیب همراه با کانیهای آمفیبول و غیره) چندان موثر نبوده و یابسیار جزئی بود

2-2- بقیه نمونه های پودر شده، در اسید

کلرئیدزیک  $1+1$  در حرارت عادی آزمایشگاه و هم چنین در  $40-50$  درجه سانتی گراد حرارت، اسیدشویی و پس از سه بار شستشو با آب آنالیز گردید شستشو با اسید و آب به منظور انحلال و حذف ذرات و اکسیدهای آهن، کربناتها و کانیهای رسی انجام شد، که در مورد کربناتها و کانیهای رسی موثر بوده ولی در مورد عیار آهن تغییر چندانی انجام نشد و یا بسیار جزئی بود. (جدول 4)

- کارهای خریدایش کلسیناسیون، پودر نمودن، عبور از مغناطیس و الکهای مختلف در موسسه تحقیقات کاربرد مواد معدنی ایران و اسیدشویی و آنالیزهای شیمیایی و مینرالوژیکی نمونه ها در واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگران شیمی انجام گردید.

دانه های سیلیس به هنگام خردایش و به علت مقاومت بالا کمتر خرد شده و روی الک باقی می ماند و دانه های زیرتر که بیشتر ناخالصیها هم جزء آنها است از الک رد می شوند.

دو نمونه (هر نمونه حدود 15 کیلوگرم) از کوارتزیت نواحی تپه مراد و گدار سفید برای پرعیارسازی برداشت گردید. ابتدا محتویات هر کیسه 15 کیلوگرمی با سنگ شکن فکی به ابعاد 2 تا 3 سانتی متر شکسته و خرد شد سپس بوسیله ریفر به 7 قسمت تقریباً دو کیلوگرمی تقسیم و برای آزمایش آماده گردید.

1- مقدار دو کیلوگرم نمونه شکسته شده از هر کیسه (جمعاً دو نمونه و چهار کیلوگرم - نمونه های  $F, F'$ ) بطور جداگانه در کوره 900 درجه سانتی گراد به مدت 10 دقیقه حرارت داده شد، سپس آب سرد روی آنها ریخته، خشک نموده و مجدداً با سنگ شکن غلطکی پودر نموده و از الک یک میلیمتری عبور داده شد و بخش روی الک آزمایش گردید (جدول 4 نمونه های  $F, F'$ )

اعمال مذکور به منظور حذف کربناتها آب تبلور و مشاهده تغییرات حاصله در عیارکانه صورت گرفت، نتیجه آن افزایش چهار درصد  $SiO_2$  و تقلیل حدود نصف  $Al_2O_3$  رانشان داد، در مورد مقدار درصد آهن تغییر محسوسی ایجاد نشد. (جدول شماره 4)

2- بقیه نمونه های شکسته شده، مجدداً خرد شده و پس از پودر شدن از الکهای مختلف ( $+50$  تا  $-500$ )

جدول شماره 4 آنالیز شیمیایی دو نمونه نیمه صنعتی کانسار سیلیس هفت هر پس از فرآوری

		$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2 O_3$	$TiO_2$	Mno
نمونه نیمه صنعتی شماره 1 (تپه مراد)	A	97/1	0/75	0/40	0/04	0/006
	A1	69/9	0/85	0/40	0/02	0/002
	B	97/4	0/85	0/31	0/04	0/008
	C	97/3	0/51	0/30	0/03	0/004
	D	97/1	0/73	0/30	0/03	0/003
	E	97/4	0/73	0/31	0/03	0/003
	F	97/8	0/74	0/26	0/04	0/002

نمونه نیمه صنعتی شماره 2 (گدارسفید)	°A	97/8	0/62	0/24	0/03	0/002
	A'1	97/6	0/73	0/19	0/04	0/002
	B'	97/8	0/52	0/24	0/03	0/002
	C'	97/8	0/51	0/24	0/03	0/002
	D'	97/9	0/51	0/24	0/03	0/002
	E'	97/6	0/51	0/24	0/03	0/002
	F'	97/9	0/70	0/27	0/03	0/002

درصد آنرا فلدسپات و بقیه را کانیها و خرده ریزهای: چرتی، آمفیبول، میکا، کربناتها و کانیهای رسی تشکیل می‌دهد.

سنگ ظاهری سفیدبا دانه بندی تقریباً "یکنواخت" دارد. فرآوری آن باتوجه به دانه بندی و نوع دانه ها به روش خردکردن، کلسیناسیون، الک کردن و غیره امکان پذیر بوده و نتیجه آن بالارفتن 4 درصد 2 Sio و تقلیل مقدار  $Al_2O_3$  به نصف می باشد، در مورد عیار آهن و سایر عناصر جزئی موجود در سنگ تغییر ناچیز بوده است. بررسی خواص فیزیکی (دانه‌بندی، سختی و ...) و ترکیب شیمیایی سنگ این کانسار در وضعیت قبل از فرآوری (بصورت خام) و بعد از فرآوری، علاوه بر امکان سهولت پر عیار سازی آن، نشان می‌دهد که ماده فرآوری شده، در صنایع مختلف و مربوط از قبیل: کارخانجات شیشه سازی، ریخته‌گری، تهیه مواد اولیه نسوز سیلیسی، سندبلاست و غیره کاربرد داشته و قابل مصرف می باشد. در صورت ایجاد تاسیسات مناسب و مربوط در نزدیکی این کانسار می‌شود با اندک فرآوری و تغییر از ذخیره عظیم سیلیسی که در این ناحیه وجود دارد و می‌تواند سالها خوراک و ماده اولیه صنایع مصرف کننده را تامین نماید، استفاده نمود.

#### منابع:

- حمدی، بهاء‌الدین، (1374). سنگهای رسوبی پره کامبرین و کامبرین، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور.

- سازمان زمین شناسی کشور، (1978). نقشه،

زمین شناسی  $\frac{1}{250/000}$  چهارگوش نائین .

نتیجه اجرای 14 مورد آزمایش که جهت پر عیار سازی کوارتزیت هفت هر انجام شده نشان می دهد که کلیه عملیات صورت گرفته دربالا بردن عیار سیلیس موثر بوده است ولی با بررسی آزمایشهای مذکور برای فرآوری این کانسار اجرای عملیات زیر که سهلتر بنظر می رسد پیشنهاد می گردد:

- شکستن و خرد کردن سنگ به ابعاد 2 تا 3 سانتی متر.

- حرارت دادن ماده معدنی (کلسیناسیون) خرد شده به مدت 10 دقیقه در 900 درجه سانتیگراد.

- خردکردن مجدد ماده کلسینه شده (درحد 1 میلیمتر) و سپس ردکردن آن از الک 1- میلیمتری (100 میکرون) و در نهایت عبور از مغناطیس.

بطور کلی این روش عیار 2 Sio را در کانه حدود 4 درصد افزایش داده و مقدار  $Al_2O_3$  را که عمدتاً در ارتباط با کانیهای فلدسپات میباشد نیز به نصف کاهش داده است، فلدسپاتها که کم و بیش آلتزه بوده نرم شده و از الک براحتی عبور می نماید، در مورد ذرات و اکسیدهای آهن تغییر جزئی بوده و در مواردی بعلت خارج شدن ناخالصیهای دیگر مقدار درصد آن افزایش نشان می دهد.

یادآوری: عملیات فرآوری در حد آزمایشگاهی انجام شده و برای رسیدن به نتیجه صنعتی و اقتصادی لازم است کارهای پر عیارسازی در مقیاس گسترده تر و صنعتی صورت گیرد.

#### نتیجه کلی

مطالعات انجام شده نشان میدهد که: ذخائر سیلیس ناحیه هفت هر از نوع کوارتزیت (Top Quartzite) بوده و حدود 85 درصد حجم سنگ را کانیهای سیلیس، ده

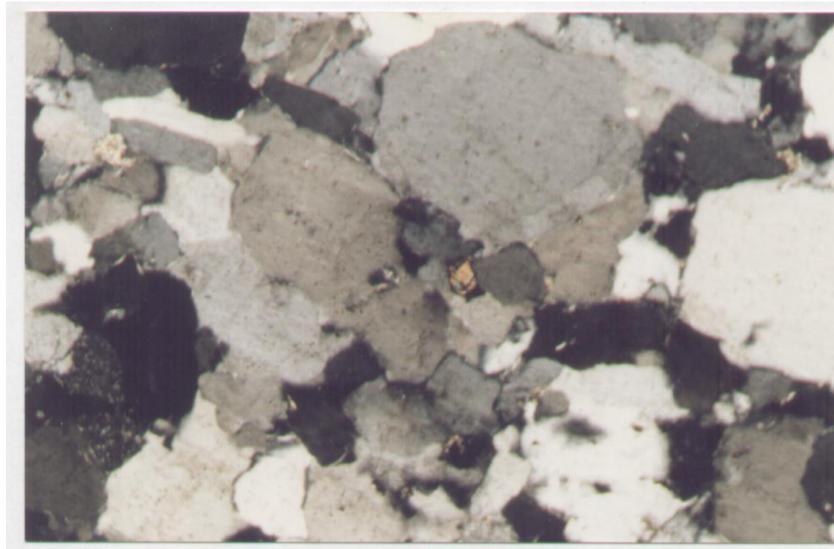
- ریخته گری معدن فیروز- بجنورد، شرکت مواد معدنی غیر فلزی اصفهان.
- Betekhtin, A. (1968). Manuel de Mineralogie Description, Traduit de Russe, Edi Mir, Mosscou.
- Deer, V. A., Howier, R. A. and Zussman, J. (1991). An Intro- duction To The Rock Forming Minerals, Johon, Wile & Sons Inc New York.
- Dorokhine, I. et collegues, (1967): Gisements des Mineraux Utiles et leur prospection, Edi Ecol superieur Moscou.
- Fredricke, H. Pouch, (1970). Guidedes Roches et Mineraux, Edi Neuchatel Suisse.
- Ragin, E. (1961). Geologie des Gites Mineraux Edi Masson et Cie, Paris.
- Roubault, M. et collegues, (1963): Determination des Mineraux des Roches, Edi Lamarre- Painat – Paris.
- شکوهی رازی، مهرداد، (1379). سیلیس از معدن تامصرف – شرکت خدمات و توسعه معادن ایران.
- شیخی کاریزکی، حسین، (1359). سیلیس و ماسه ریخته گری. وزارت صنایع و معادن – بررسیهای معدنی.
- شیخی کاریزکی، حسین، (1373). فلدسپات و فلد سپاتوئید، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور.
- صمیمی نمین، منصور، (1364). گزارش اکتشافات تفصیلی ماسه ریخته گری سرنزارا، ناحیه فیروزکوه- سازمان زمین شناسی کشور.
- قربانی، منصور، (1373). سیلیس، طرح تدوین کتاب زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور.
- یزدی، م، (1364). گزارش اکتشاف مقدماتی، ماسه

(عکس شماره 1)

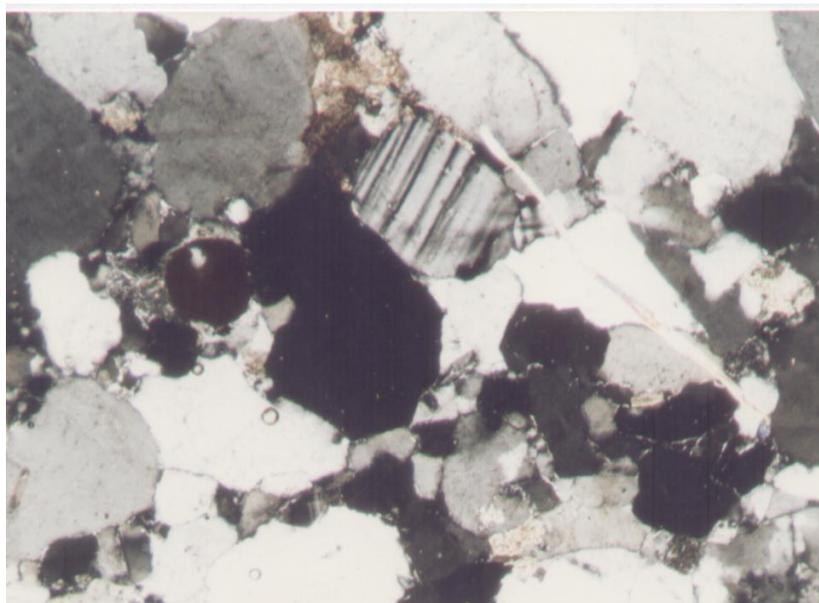
1- تاپ کوارتزیت لالون-2- سنگ آهک میلا. موقعیت تنگ غدیر - هفت هر



عکسهای شماره 2 و 3

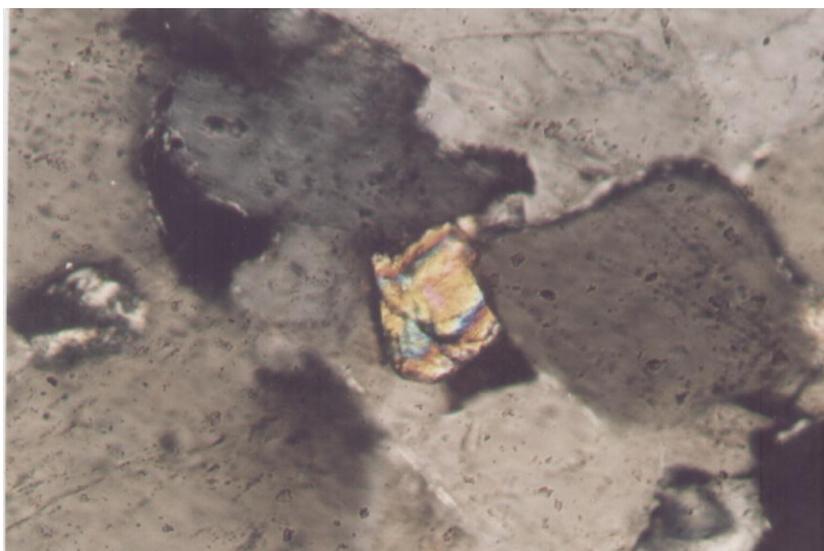


نمونه کوارتزیتی **H. H. 1** در نور هپلاریزه **LP** با عدسی چشمی **obj 6/3 X** بافت موزائیکی شامل دانه های کوارتز (اساساً) به همراه کمی فلدسپات، دانه های چرت و غیره (به کانی شناسی مراجعه شود) کانی فرعی زیر کن با برجستگی قوی ویی رفرنزانس بالاد مرکز عکس

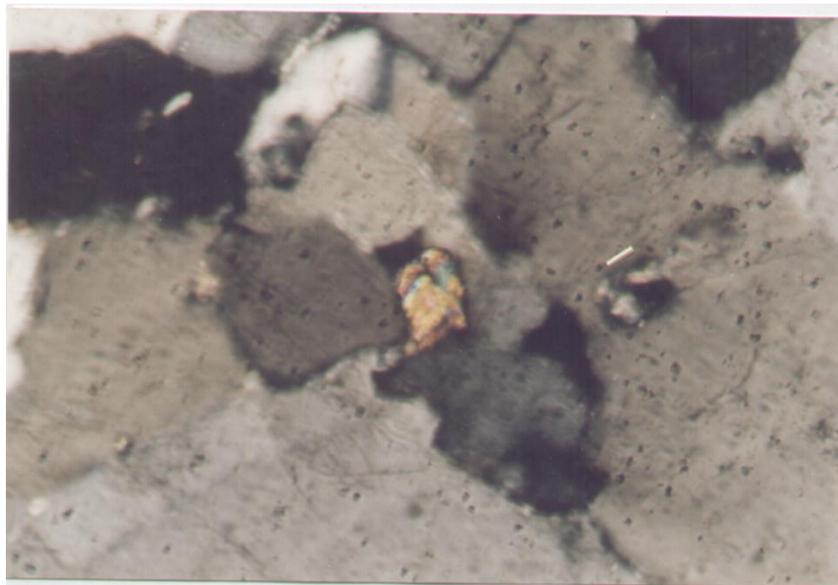


نمونه کوارتزیتی 1 H. H. درنوره پلاریزه LP باعدسی چشمی  $6/3 \times$  obj بافت موزائیکی حاوی کانی اساسا "فراوان کوارتز، فلدسپات (پلاژیوکاز سدیک) با ماکل آلبیتی (کانی دارای تیغه های تیره و روشن) کمی دانه های چرت، کمی کربنات

عکسهای شماره 4 و 5



نمونه کوارتزیتی 1 H. H. در نورپلاریزه LP باعدسی چشمی  $25 \times$  (درشت نمائی کاملا) واضح از کانی زیرکن با بی رفرنژانس قوی و برجستگی بالا)



نمونه کوارتزیتی 1 H. H. در نورپلاریزه LP باعدسی چشمی x 16 با درشت نمائی بزرگتر از کانی فرعی زیرکن

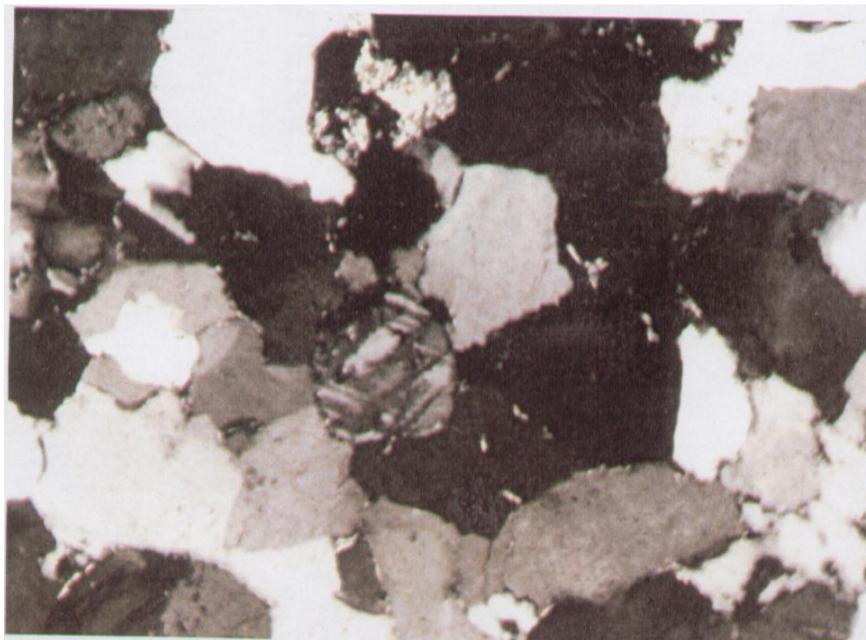
عکسهای شماره 6 و 7



نمونه H. H. 3- کوارتزیت هفت هر

نور پلاریزه عدسی چشمی (x 6.5)، بافت گرانوپلاستیک (موزائیکی)

کانیها کوارتز ، فلدسپات ، کانیهای تیره و...



نمونه H.H.3-مانند نمونه بالا