بررسی خصوصیات کانسار فلوریت امافت(سوادکوه) به کمک مطالعات سیالات درگیر

علیرضا محمدی[۱]، دکتراحمد خاکزاد[۲] و دکتر محمد رضا جعفری[۳]

چکیده

کانسار فلورین امافت در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی پل سفید در استان مازندران، بخشی از کمربند فلورین زایی مازندران می باشد که در بین این کانسارها، کانسار امافت به سبب برخی ویژگیها نسبت به سایر کانسارهای منطقه متفاوت است.سنگ میزبان کانسار امافت،سازند تیزکوه، کربناته، با سن کرتاسه پایینی می باشد و منطقه به لحاظ ساختاری از یک ناودیس بامحور خمیده که امتداد تقریبی آن شمال شرقی- جنوب غربی می باشد، تشکیل شده است. به لحاظ تکتونیکی فعال و دارای گسلهای فراوان می باشد که اغلب در این گسلها کانی سازی انجام گرفته است.لیتولوژی سنگ میزبان شامل گل سنگ، میکرایت که عمدتا در محلهای نزدیک به کانی سازی تحت تاثیر واکنش با سیال هیدروترمال به دولومیکرواسپارایت تا دولواسپارایت بدون آلوکم تا آهک آلوکوم دار کریستالیزه تبدیل شده است.بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی موید کانی شناسی و پاراژنز ساده این کانسار شامل فلوریت، دولومیت،کلسیت،کوارتز و مقادیر کم باریت و گوگرد (در حد صدم درصد)می باشد.به منظور دستیابی به اطلاعات مربوط به ویژگیهای سیال کانسار ساز مطالعات سیالات درگیر بر روی نمونه هایی دو برصیقلی از کانی فلوریت در کانسار امافت صورت گرفت که مؤید دمای تشکیل نسبتا پایین(با میانگین$^{\circ}$c۱۵۸) ومیانگین شوری ۱۳/۷٪وزنی معادل کلرید سدیم، مکانیسم نهشت از سرد شدن ساده تا جوشش و جوشش یک سیال با میزان شوری و دی اکسید کربن کم ،چگالی gr/cm^3 ۱/۱-۰/۹ است. شواهدی از قبیل عدم یکنواختی درجه پرشدگی و وجود نمونه هایی از حفرات دارای سیال غنی از فاز بخار بیانگر جوشش موضعی سیال کانه دار در محل شکستگیها و گسلها می باشد.بر اساس رابطه بین درجه حرارت همگون شدگی- شوری ،این کانسار در زمره کانسارهای تیپ دره می سی سی پی MVT قرار می گیرد.

کلید واژه ها: سیالات درگیر، فلوریت، سازند تیزکوه، امافت، هیدروترمال.

The study of Emaft fluorite mine (Savaadkooh) characterizations with studying of fluid inclusions

Alireza Mohammadi, Dr. Ahmad Khakzad and Dr. Mohammadreza Jafari

Abstract

Emaft Fluorite mine is located in 20km southeast of the pole-sefid area in the Mazandaran Province, its part of fluorite belt in this province, this mine is difference among other mine in

[۱]- کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی –واحد تهران شمال

[۲] - دکتری معدن شناسی،عضو هیئت علمی وگروه زمین شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران

[۳] - دکتری زمین شناسی اقتصادی ،عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی –واحد تهران شمال

Archive of SID

www.SID.ir

this area, because having particular properties. The host of ore is Tizkooh Limestone with lower cretaceous age .The structural condition, comprised a syncline with curving axis that it's have estimating NE-SW trend .There is a lot of fault in this area that almost mineralized in these faults. Host lithology included Mudstone, Micrite that almost altered to dolomite by effect of Hydrothermal activities near to the mineralization. Field and laboratory investigation indicated that mine have simple Paragenesis and mineralogy .It's included Fluorite, Calcite, Quartz and a few Barite and Sulfur (0/1%).

For achievement to ore fluid characterizes, fluid inclusion studied for 2 two side- polish section on fluorite mineral of Emaft mine .This studies showed rather low Homogenization temperature (with average 158ºc)and average of salinity 13.7%wt equal NaCl. Simple cooling with willing to Boiling and Boiling (low salinity CO_2- bearing)is mechanism of fluorite deposition .The range of density of ore fluid vary 0.9to 1.1 gr/cm^3.Base on evidence of lack of filling degree ,existence of a few sample of vapor-rich phase shows boiling of ore fluid in fault and fracture zones.

Base on relation Homogenization temperature- salinity, this ore deposit is one of Mississippi valley type deposits.

Keywords: Fluid inclusion, Fluorite, Tizkooh formation, Emaft, Hydro thermal.

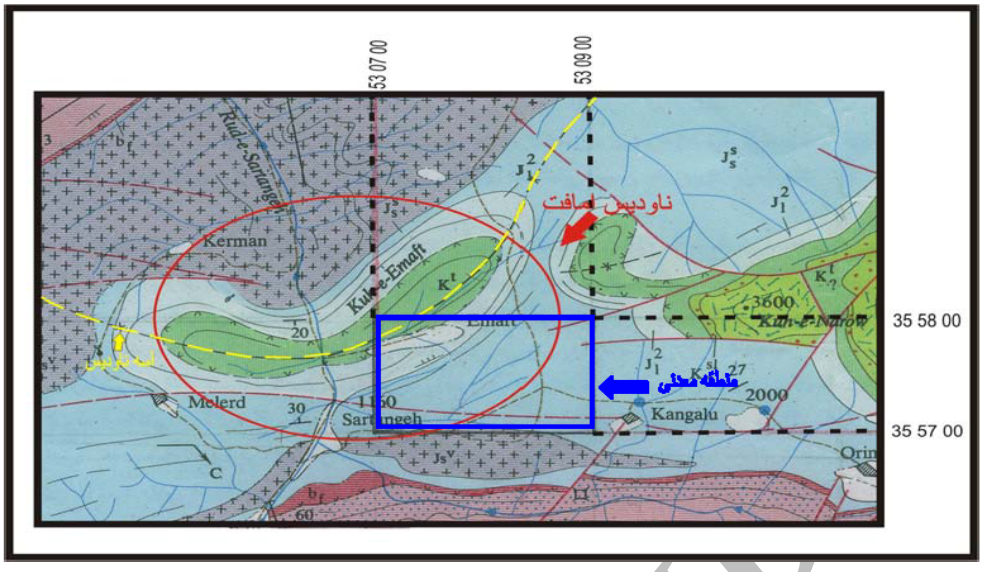
مقدمه:

کانسار فلوریت امافت در ۲۰کیلومتری جنوب شرقی شهرستان پل سفید در استان مازندران،بخشی از کمربند فلورین زایی مازندران می باشد که به سبب دارا بودن برخی ویژگیها در سنگ میزبان، عیار،سن از دیگر کانسارهای فلوریت مجاور متفاوت می نماید.سنگ میزبان این کانسار سازند تیزکوه با سن کرتاسه پایینی می باشد که از این نظر دارای تفاوت با کانسارهای فلوریت مجاور که همگی در بخشهای میانی وتحتانی سازند الیکا به سن تریاس قرار دارند،می باشد. .منطقه مورد نظر به لحاظ ساختاری از یک ناودیس تشکیل شده است که دارای محور خمیده و راستای شمال شرقی و جنوب غربی می باشد که این خمیدگی احتمالا تحت تاثیر گسل اصلی منطقه یعنی گسل اوریم و گسل های فرعی دیگر اتفاق افتاده و باعث بوجود آمدن پیچیدگی ها و فرایندهای متنوع تکتونیکی در منطقه شده است. (نبوی ۱۳۶۶)

محور این ناودیس تقریبا با رودخانه فصلی که از محل روستای امافت می گذرد منطبق می باشد. منطقه معدنی واقع در بخشهای شمالی و شمال شرقی محور می باشد که شامل خردشدگیها و شکستگی های ایجاد شده توسط این فعالیتها است که بوسیله محلولهای گرمابی حاوی فلورین پر شده است.به لحاظ چینه ای، این ناودیس از خارج به داخل از بخشهای انتهایی سازندلار، طبقات دیابازی به صورت هم شیب برروی آن و واحدهای مختلف کربناته سازند تیز کوه از نازک تا متوسط لایه، در بخشهای پایین و ضخیم تا توده ای در بخشهای بالایی و چند ده مترتناوب از آهک و مارن و میان لایه آذرین و ژیپس در بالا تشکیل یافته است (شکل۱). منطقه معدنی دارای رگه ها و کیسه های فلوریت خالص با عیار ۹۰ درصد و همچنین ذخیره اسمی ۲۰ هزار تن می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ :موقعیت ناودیس امافت ومنطقه معدنی (برش نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ سمنان)

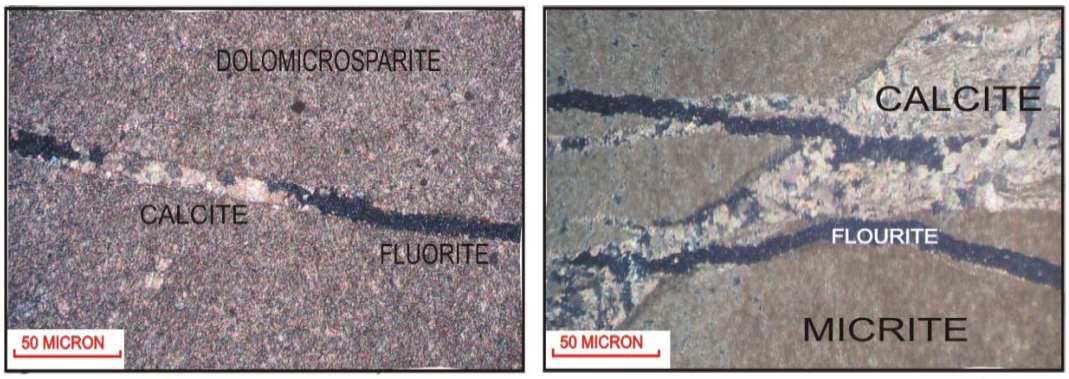
پترولوژی و پتروگرافی:

برای دستیابی به جنس سنگ میزبان منطقه نمونه برداریها از موقعیتهای مختلف انجام و تحت آنالیز و مطالعات مقطع نازک قرار گرفت. جنس سنگ میزبان منطقه بر اساس نتایج آنالیزهای XRD کلسیت و دولومیت می باشد. در مطالعه مقطع نازک، گلسنگ (Mudstone)، میکرایت بدون آلوکم جنس غالب سنگ میزبان است که رگه های کلسیت بلورین داخل شکستگی ها را پر کرده است.این رگه ها گاها حالت متقاطع با هم دارند که نشاندهنده عملکرد تکتونیک در جهات مختلف می باشد.سنگ آهک میکرایتی تحت فرآیند نوشکلی افزایشی (نئومورفیسم افزایشی) در قسمتهای کانی سازی شده، به دولومیکرواسپارایت و دولو اسپارایت تبدیل می شود که احتمالا این فرآیند تحت تاثیر دگرسانی با سیال گرمابی اتفاق افتاده است، چرا که با نزدیک شدن به رگه های ماده معدنی و افزایش میزان دولومیت را نیز شاهد خواهیم بود (شکل ۲). در نتیجه از فرآیند دولومیتی شدن تحت تاثیرسیالات گرمابی باید نام ببریم که آنالیز XRD از نمونه های برداشت شده از نزدیک رگه ها، وابستگی بیشتر دولومیت را نسبت به کلسیت در کانی سازی در کنار فلوریت نشان می دهد. شواهد فسیلی در مقاطع دیده نشد ولی وجود فرامینیفرهای بنتیک دراین منطقه گزارش شده است (وهاب زاده، خاکزاد ۱۳۸۵). تخلخلهای کانالی، قالبی و فضاهای خالی نیز توسط سیمان کلسیتی هم بعد پر شده است. فرآیند دولومیتی شدن که باعث افزایش تخلخل و سیلیسی شدن که سبب تشکیل بلورهای سوزنی خود شکل تا نیمه شکل دار کوارتز گردیده، از فرآیندهای قابل مشاهده در منطقه معدنی است.

یکی از ویژگیهای این کانسار کانی شناسی و پاراژنز ساده آن می باشد که در بین کانسارهای دیگر از این حیث استثنا می باشد مقدار کمی باریت (در حد ۰/۱ ٪) به همراه کانی هایی مثل گوتیت و ژاروسیت (به ندرت) و مقادیری ژیپس و کانیهای رسی مثل کائولینیت نیز مشاهده می شود. نتایج آنالیزهای XRD، وجود کانیهای فلوریت، دولومیت، کلسیت به عنوان فازهای اصلی و کوارتز، کلسیت به صورت فرعی و به مقادیر جزیی باریت و گوگرد را نشان داد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ : سنگ میزبان با پرشدگی فضاهای خالی توسط کلسیت و فلوریت(بزرگنمای ۴ برابر، XPL)

مطالعات سیالات درگیر:

یکی از متداول ترین روشهای مطالعه و شناخت حقیقی وضعیت و شرایط حاکم بر حمل و تهنشت کانه ها، مطالعات سیالات درگیر است.این روش تا امروز اطلاعات بسیار ارزشمند و مفیدی را در اختیار دانش زمین شناسی و حتی علوم دیگر گذاشته است. با توجه به خواص فیزیکوشیمیایی خاص فلوئور (فلوریت) عملا مطالعات ژئوشیمیایی و منشایابی به کمک آنالیزهای معمول برای آن امکانپذیر نمی باشد و مطالعه این عنصر مستلزم به کار بردن روشهای اختصاصی و پر هزینه و تجهیزات پیشرفته می باشد. لذا به منظور دستیابی به ساز و کار تشکیل ماده معدنی و شرایط و نحوه کانی زایی در کانسار امافت، مطالعه سیالات درگیر- که اتفاقا فلوریت یکی از کانیهای رایج جهت این مطالعات به حساب می آید- انجام گرفت. تعداد ۲ نمونه فلوریت خالص ازرگه های موجود در ترانشه ۵- که به لحاظ ارتفاعی پست ترین ترانشه کانسار امافت می باشد- انتخاب و برای مطالعه سیالات درگیر تا ضخامت ۱۰۰ میکرون نازک و دوبر صیقلی گردید.پس از مطالعه مقاطع با میکروسکوپ نوری معمولی و شناسایی حفره های بلوری و تقسیم بندی و اندازه گیری این حفرات،مراحل بعدی با دستگاه مطالعه سیالات درگیراز نوع Linkam مدل HFS-91 کنترلر حرارتی TMS 92 انجام شد. پس از ثبت داده های مربوط به مراحل سرمایش و گرمایش (۱۸ قرائت) این داده ها مورد تحلیل قرار گرفت.

روش کار:

برای مطالعه سیالات درگیر، مرحله اول انتخاب نمونه است که باید از محل رگه ها و تا صورت امکان خالص و شفاف تا نیمه شفاف باشد.این نمونه ها باید همراه کانه یا همزمان با آن تشکیل شده باشد چرا که داده های این نمونه تا حد زیادی به کل کانسار تعمیم داده خواهد شد. پس از انتخاب، از این نمونه ها باید تحت شرایط ویژه، مقطع دوبر صیقلی تهیه شود.بسته به شرایط مطالعه، ضخامت این مقطع باید کمتر از ۱ میلیمتر باشد.

پس از تهیه مقاطع، مرحله مطالعات وثبت مشخصات اپتیکی می باشد که به کمک یک میکروسکوپ نوری صورت می گیرد،در این مرحله مشخصات شامل، شکل، اندازه، نوع (اولیه، ثانویه، ثانویه مجازی) محتویات (جامد، مایع، گاز) نسبتV/L، نوع بلور دختر (با توجه به شکل ظاهری)، در صد پرشدگی F وپدیده های شاخص مثل Necking Down، نحوه گسترش هندسی حفرات ثبت می گردد و انکلوزیون ها یی که برای انجام مراحل سرمایش و گرمایش مناسبند،انتخاب می شود.

انجام مراحل سرمایش و گرمایش مرحله بعد مطالعه می باشد. این مراحل با دستگاه مخصوص انجام می گیرد، که شامل یک استیج حرارتی و برودتی و یک میکروسکوپ نوری معمولی برای مشاهده مراحل انجام عملیات سرمایش و گرمایش و دیگر متعلقات برای سهولت انجام این نوع مطالعه می باشد.

Archive of SID

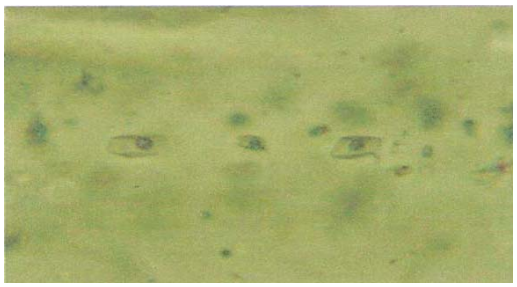
www.SID.ir

پارامترهای اندازه گیری شامل دمای ذوب اولین بلور یخ Tm_{Ice1}و دمای ذوب آخرین بلوریخ Tm_{Ice2} و دمای همگن شدن T_H (Homogenization) می باشد که برای هرانکلوزیون جداگانه اندازه گیری می شود. قبل از آغاز کار،دستگاه احتیاج به کالیبراسیون و تعیین میزان دقت دارد که با ترکیبات خاص (مثل نیترات پتاسیم، دی کربنات پتاسیم و اسید بنزوئیک.....)کالیبره می گردد. نمونه های جدیدتر این دستگاه به صورت خودکار کالیبره و دارای خطای ناچیز در حد ±۱ درجه سانتیگراد می باشند. مراحل انجام کار با کاهش دما و انجماد محتویات درون حفره آغاز و پس از ثبت دمای مورد نظر،با افزایش دما تغییرات به دقت بررسی و پارامترهای فوق الذکر پبت می گردد.

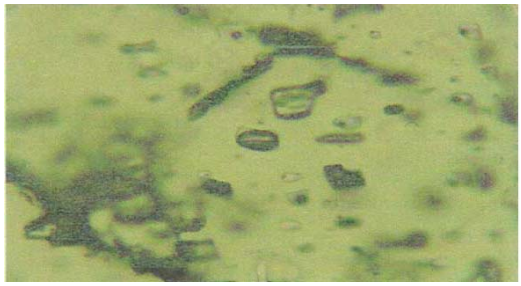
شرح نتایج بدست آمده:

مورفولوژی حفرات:

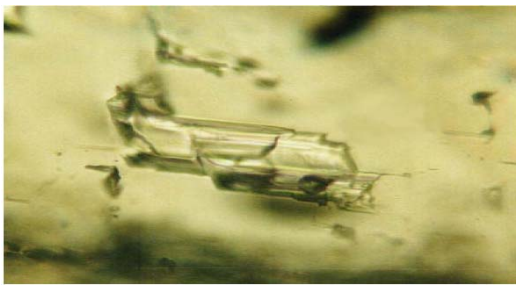
در بررسی مقاطع حاوی انکلوزیون ها ،به دلیل قرار گیری بیشتر انکلوزیون ها در یک راستای خطی، آنها را جزء انکلوزیون های ثانویه به حساب می آوریم اگر چه بعضی نیز اوّلیه می باشند.



شکل ۳. سیال غنی از بخار (اندازه متوسط حفرات۱۲ میکرون)



شکل ۴. سیال غنی از مایع به همراه نگاتیو کریستال (اندازه متوسط حفرات۲۰ میکرون)



شکل ۵. یکحفره غنی ازفاز بخار(اندازه دانه۳۰ میکرون)

اشکال به صورت میله ای و تخت، عدسی و مربعی و نامنظم دیده شده است.اندازه حفرات نیز از ۲ میکرون تا ۳۰ میکرون موجود بوده است (اشکال ۳و۴و۵). ولی برای سهولت در امر مراحل گرمایش و سرمایش از حفرات خیلی ریز (زیر ۸ میکرون) صرف نظر شد. بیشترین فراوانی بین ۱۶-۱۴ میکرون بوده است.هیچگونه میانبار حاوی CO_2 یا فاز جامد مشاهده نشده است. متوسط درجه پر شدگی نیز۸۵٪ بوده است. ولی بیشترین فراوانی درجه پر شدگی برابر۸۰٪ فاز مایع می باشد. تمامی این مرحله از مطالعات بصورت اپتیکی بررسی شد که پس از ثبت این مشخصات (جدول۱) مطالعه مراحل سرمایش، گرمایش روی میانبار انجام گرفت.

مرحله سرمایش:

گرفت و پس از فیکس شدن در استیج با پیچ تنظیم دقیقا زیرObjective قرار گرفت.در این مرحله برنامه مورد نظر باید به دستگاه برنامه گیر حرارتی داده شود، تا دستگاه با نرخ مورد نظر شروع به انجام عملیات سرمایش روی نمونه نماید.لازم به ذکر است که با توجه به مورفولوژی میانبارها باید نرخ سرمایش و گرمایش مناسب انتخاب گردد که زمان کافی برای قرائت ها باشد. در این مرحله نرخ ۱۰c/min برای نرخ سرمایش(Rate 1) انتخاب گردید. از دیگر اطلاعاتی که باید توسط تکنسین به دستگاه برنامه گیر داده شود، نرخ گرمایش (Rate 2)، حد سرمایش و گرمایش(T_{max},T_{min}) ، مدت زمان که باید در این حدود ثابت باقی بماند (Stop Rate) می باشد حد سرمایش برای این مرحله ۱۰۰- درجه سانتیگراد و حد گرمایش نیز۳۰۰ درجه

Archive of SID

www.SID.ir

سانتیگراد تعیین گردید. همچنین نرخ توقف نیز۲ دقیقه در نظر گرفته شد.با برنامه های داده شده بالا قرائت ها برای Tm_{Ice1} و Tm_{Ice2}(جدول ۱) که این دماها به ترتیب بین۴۲- تا۳۰- و ۱۶/۲- تا ۶- می باشد، با توجه به حذف اعداد خارج از محدوده نمودهای کلی، میانگین دمای ذوب اولین بلور یخ ۳۷/۲- درجه سانتیگراد و دمای ذوب آخرین بلور یخ ۱۰/۲ درجه سانتیگراد می باشد. همچنین دامنه تغییرات شوری سیال۷/۲ تا۱۹/۸ درصد وزنی است که میانگین۱۳/۷ درصد وزنی معادلNacl می باشد.

مرحله گرمایش:

برای مطالعه مرحله گرمایش،برای این مرحله نرخ گرمایش نیز$^{o}c/min$ ۱۰ در نظر گرفته شد.دمای همگون شدگی برای نمونه ها به شرح جدول (۱) می باشد که دامنه تغییرات دماها بین۱۱۴ تا۲۳۳ درجه سانتیگراد و متوسط دمای هموژنیزاسیون ۱۵۸ درجه سانتیگراد می باشد.

Size(mic)	L%	V%	Salinity(%w)	$Tm_{Ice1}(^{o}c)$	$Tm_{Ice2}(^{o}c)$	$T_H(^{o}c)$
20	85	15	17.5	-33	-14	160
14	90	10	17.8	-38.2	-16	114
18	80	20	18.2	-35	-12.2	135
32	70	30	7.2	-37.2	-6	233
16	95	5	18.6	-41	-13.2	178
14	95	5	10.5	-40	-6	144
14	90	10	16	-34.6	-11.2	168
16	80	20	15.5	-37	-13.2	121
10	90	10	7.9	-34	-7	154
16	70	30	10.5	-32	-8	177
14	90	10	16	-37	-12	141
22	95	5	8	-38	-7	153
10	85	15	15	-41	-10	135
28	80	20	14.5	-42	-8.6	137
20	80	20	13.8	-41	-8	198
14	80	20	12.9	-30	-10	152
10	80	20	8.2	-39.2	-5	202
12	95	5	19.8	-40.2	-16.2	142

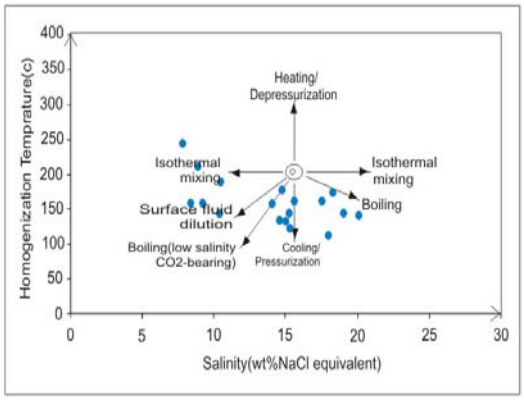
جدول ۱. داده های مربوط به مطالعه سیالات درگیر

تحلیل داده ها:

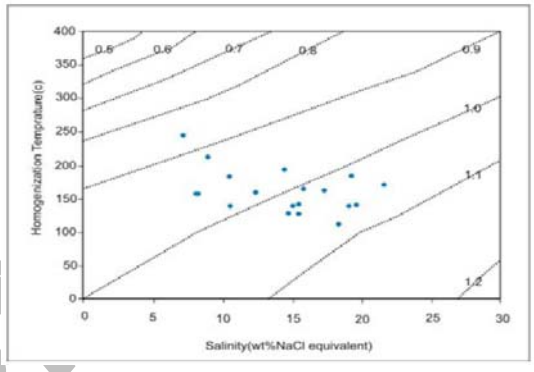
در تعیین سازو کار نهشت این کانسار با استفاده از داده های بدست آمده، ضمن تعیین مکانیسم سرد شدگی ساده برای این کانسار، تمایل کانسار را هم به سمت جوشش و هم به سمت جوشش سیال با میزان شوری و CO_2 پایین را نشان می دهد (شکل ۶). می توان نتیجه گرفت، در مهاجرت سیال از عمق به سطح، مکانیسم نهشت از جوشش یک سیال با میزان شوری و CO_2 پایین به سمت سرد شدن ساده (Cooling)و جوشش (Boiling)در تغییر بوده است و همانطور که گفته شده این تغییر می تواند به سبب حرکت سیال به سمت زونهای گسلی، درزها و مرز لایه ها و کاهش فشار لایه های روئی و در نتیجه افزایش حرارت و وقوع پدیده جوشش باشد.

در مورد چگالی سیال کانه دار نیز، محدوده چگالی سیال کانه دار در کانسار امافت را بین ۱/۱-۰/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب بیان می کند. (شکل۷) همچنین با استفاده از داده های شوری سیال و درجه همگون شدگی سیالات درگیر نمونه های معدنی امافت، نوع کانسار MVT تعیین گردید. (شکل۸)

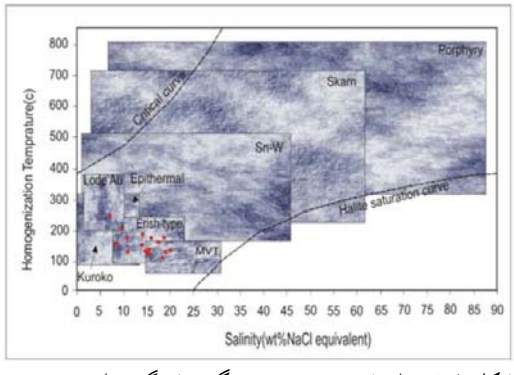
www.SID.ir



شکل ۶. نمودار شوری- درجه همگون شدگی سیالات درگیر نمونه های امافت برای تعیین مکانیسم نهشت(Shepherd, 1985)



شکل ۷. نمودار شوری- درجه همگون شدگی سیالات درگیر نمونه های امافت برای تعیین چگالی(Shepherd, 1985)



شکل ۸. نمودار شوری- درجه همگون شدگی برای تعیین نوع کانسار(Subias, Fernandez, 1995)

نتیجه گیری:

پس از انجام آزمایش سیالات درگیر در نمونه های کانسار امافت، نتایج زیر حاصل شد:

در بررسی مورفولوژیکی حفرات موجود در نمونه ها، اندازه ذرات از ۲ تا ۳۰ میکرون متغیر و بیشترین فراوانی اندازه ها مربوط به اندازه ۱۴-۱۶ میکرون است.

انکلوزیونها بیشتر ثانویه ولی انکلوزیونهای اولیه نیز وجود دارند و به اشکال مختلف عدسی، میله ای، تخت، و مربعی و نامنظم دیده می شوند.

درجه حرارت همگون شدگی برای سیالات کانه ساز در کانسار امافت به طور میانگین ۱۵۸ درجه سانتیگراد می باشد که این درجه حرارت با احتساب فاکتورهای تصحیح فشار به عنوان درجه حرارت تشکیل (Formation Temperature : T_f) در نظر گرفته می شود .در کانسار امافت چون نهشت در عمق کم و نزدیک سطح انجام شده، می توان این درجه حرارت را تقریبا معادل درجه حرارت تشکیل کانسار در نظر گرفت.

درجه حرارت تشکیل ۱۵۸ درجه سانتیگراد در مقایسه با کانسارهای هیدروترمال از این دست نسبتا پایین است که این نرخ پایین دمائی، مربوط به ساختمانهای گسلی،درزه ها و شکستگی ها و احتمالا فاصله زیاد پیمایش سیال کانه دار از محل تشکیل می باشد.

سیال کانه ساز دارای متوسط شوری ۱۳/۷٪ وزنی معادل NaCl می باشد.

ساز و کار نهشت کانسار بر اساس نمودار از جوشش یک سیال با میزان شوری و CO_2 پایین تا سرد شدن ساده و جوشش متغیر بوده است، که این تفاوت با نتایج قبلی که مکانیسم نهشت را سرد شدن ساده با اندکی تمایل به سمت جوشش تعیین کرده (وهاب زاده ۱۳۸۵)، اندکی متفاوت است و این تفاوت احتمالا مربوط به عمق بیشتر نمونه ها نسبت به مطالعه قبلی است. همچنین چگالی سیال کانه دار ۱/۱-۰/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین گردید.

با توجه به نتایج بدست آمده کانسار امافت اپی ژنتیک و دارای شباهتهای بسیاری با کانسارهای تیپ دره می سی سی پی MVT می باشد.

منابع:

- نبوی، م ح.، (۱۳۶۱)، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ سمنان، سازمان زمین شناسی کشور.

Archive of SID

www.SID.ir

– وهاب زاده، ق.، خاکزاد، ا.، (۱۳۸۵)، کانی زایی فلوریت در سازند تیزکوه با نگرش ویژه به میانبارهای سیال (منطقه سوادکوه)، همایش سالیانه انجمن زمین شناسی ایران.

– وهاب زاده، ق.، خاکزاد، ا.، (۱۳۸۵)، ارائه مدل اکتشافی فلورین در شرق البرز مرکزی، اداره کل صنایع ومعادن استان مازندران، مجری شرکت مهندسی یاران معدن آرا.

– Shepherd T. J, Rankin .A .H. And Alderton. D. (1985), A practical guide to fluid inclusion studies.

– Subias, J. Fernandez, C. (1995), Hydrothermal event in the valley de tena (Spanish western Pyrenees) as evidenced by fluid inclusion and trace element distribution from Fluorite deposit, Chemical geology 124, 267-282.

Archive of SID

www.SID.ir