Vol. 12, No. 2, 1383/2004 Fall & Winter

Petrography and geochemistry of jarosite in Rangan (southwest of Ardestan)

A. Parsapoor, M. Khalili, M. Noghreyan, M. Makizadeh

Department of Geology, University of Isfahan, Iran
E- mail: anis_ parsa@yahoo.com

(Received: 19/02/2004, received in revised form: 03/08/2004)

Abstract: The study area is a part of central Iranian Cenozoic magmatic belt. The dominant rock type in the area is rhyodacite with Eocene in age. These rocks have been effected by Qum-Zefreh fault as well as alteration by hydrothermal solutions. Due to sulfate - acid alteration, the following minerals are formed: pyrite + alkali feldspar + sericite + pyrophyllite + barite + jarosite + hematite + quartz. The presence of abundant jarosite mineral and the high heavy elemental content, as well as the high K/Na ratio, we suggest that the Rangan jarosite may have a magmatic - hydrothermal origin.

Keywords: *Rangan, Jarosite, Hydrothermal solutions.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

سال دوازدهم، شمارهٔ ۲، پائیز و زمستان ۸۳، از صفحهٔ ۲۰۳ تا ۲۱۴

مطالعهٔ سنگ شناسی و ژئوشیمی ژاروسیت در رنگان (جنوب‌غرب اردستان)

انیس پارساپور، محمود خلیلی، موسی نقره‌ئیان، محمدعلی مکی‌زاده

گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان
پست الکترونیکی: anis_parsa@Yahoo.com

(دریافت مقاله ۱۳۸۲/۱۱/۳۰ ، دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۳/۵/۱۲)

چکیده: منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از نوار ماگمائی سنوزوئیک ایران مرکزی را شامل می‌شود. سنگ‌شناسی غالب منطقه ریوداسیت ائوسن است که تحت تأثیر گسل زون قم - زفره و هجوم محلولهای گرمابی، دگرسان شده است. مجموعهٔ کانیهای حاصل از دگرسانی اسید - سولفات که در محیط اسیدی ایجاد شده است عبارتند از: پیریت + آلکالی فلدسپات + سریسیت + پیروفیلیت + باریت و ژاروسیت + هماتیت + کوارتز. با توجه به فراوانی کانی ژاروسیت و عناصر سنگین آن در منطقه و بر مبنای مقدار بالای K/Na، خاستگاه ماگمائی - گرمابی برای ژاروسیت‌های رنگان می‌توان در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: *رنگان، ژاروسیت، محلول‌های گرمابی.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

مقدمه

ژاروسیت با فرمول عمومی $AB_3(SO_4)_2(OH)_6$ یکی از کانیهای گروه آلونیت است که در آن A نمایندهٔ K^+، Na^+ و H_3O^+ (هیدرونیوم) و B نشانگر Fe^{3+} (ژاروسیت) و Al^{3+} (آلونیت) است [۱]. این دو کانی، شاخص دگرسانی گرمابی (آرژیلیک پیشرفته) هستند که وقوع آنها دلالت بر کانسارسازی اپی‌ترمال دارد. از طرفی حضور وافر پیریت در این نهشته‌ها نشانگر وجود یک سیستم گرمابی با سولفیدزایی بالاست، که ایجاد شرایط اسیدی را به همراه دارد.

مطالعات مختلفی برای بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی و ساختاری ژاروسیت، برای دستیابی به پتانسیل‌های کاربردی این کانی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات انجام شده از سوی انجمن‌های زمین‌شناسی آمریکا و مکزیک اشاره کرد. این انجمن‌ها با استفاده از ایزوتوپ‌های گوگرد و دوتریم و نیز تعیین مقادیر پتاسیم و سدیم موجود در این کانی، توانسته‌اند ژاروسیت‌های اولیه (ژاروسیت گرمابی) را از ژاروسیت‌های ثانویه (حاصل از اکسایش پیریت)، تفکیک کنند [۱ و ۲].

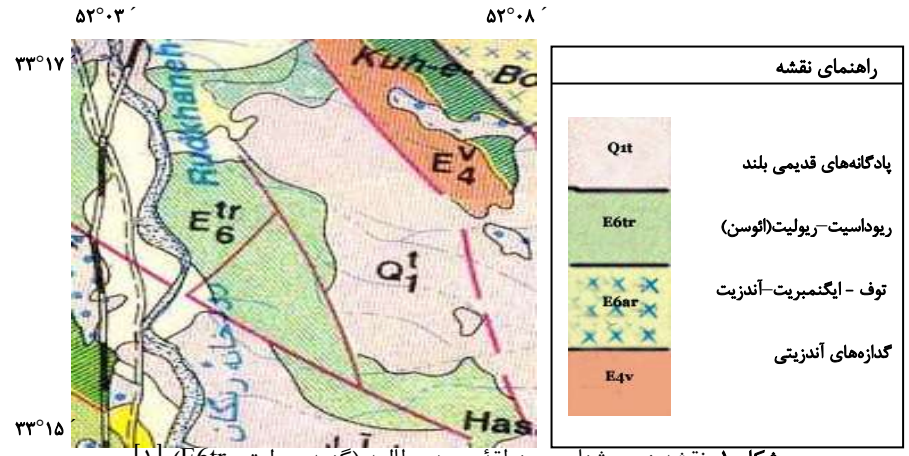
برای تقسیم‌بندی و نام‌گذاری ژاروسیت‌ها، برخی محققین بر اساس سه بنیان سولفات، ارسنات و فسفات نمودارهایی ارائه کرده‌اند که در بخش ژئوشیمی به آنها اشاره شده است [۳ تا ۵]. در مرجع [۶] رفتار عناصر نادر خاکی و عناصر سنگین در کانی ژاروسیت مطالعه و تغییرات این عناصر در کانی ارائه شده است. رفتار عناصر نادر خاکی درژاروسیت‌های منطقهٔ رنگان و نوسانهای این عناصر در جریان فعالیت محلول‌های گرمابی در مرجع [۷] گزارش شده است. این مقاله علاوه بر ارائهٔ شواهد صحرایی بر وقوع ژاروسیت، به مطالعهٔ میکروسکوپی و ویژگیهای ژئوشیمیایی این کانی در منطقهٔ رنگان واقع درجنوب غرب شهرستان اردستان می‌پردازد.

زمین شناسی منطقه

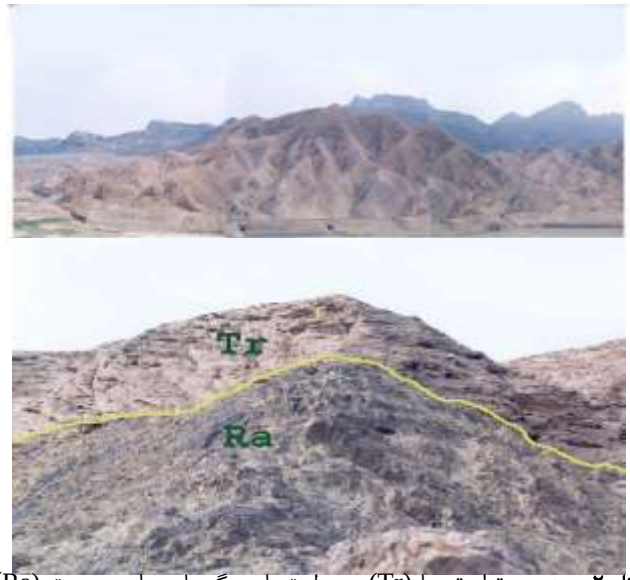
منطقهٔ مورد مطالعه در ´۰۳ °۵۲ تا ´۰۸ °۵۲ طول شرقی و ´۱۵ °۳۳ تا ´۱۷ °۳۳ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱) [۸]. از نظر تقسیمات واحدهای زمین‌شناسی و ساختاری ایران و با توجه به پیشنهاد اشتوکلین و نقشهٔ زمین‌ساختی ایران که زیربنای کار بسیاری از محققین زمین‌شناسی در ایران است، منطقهٔ مورد بحث در پهنهٔ ایران مرکزی و زیر پهنهٔ ارومیه - دختر واقع است. در غرب روستای گل‌آباد و در اطراف روستای رنگان و شورقستان که بخش اصلی محدودهٔ مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد، بیشترین رخنمونها مربوط به فعالیت آتشفشانی ائوسن با ترکیب آندزیت، داسیت و ریولیت است که تحت تأثیر دگرسانی گرمابی دگرسان شده‌اند و این در حالی است که بازالتها از حجم کمتری برخوردارند. این امر می‌تواند مبین این مطلب باشد که سنگهای آتشفشانی اسیدی از تفریق بازالتها به وجود نیامده‌اند و از نظر شیمیایی در محدودهٔ آتشفشانهای حاشیهٔ قاره‌ای قرار می‌گیرند [۸].

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

فرآیندهای زمین ساختی در به وجود آوردن دگرسانی گرمابی منطقهٔ مورد مطالعه تأثیر به‌سزایی داشته است، چنانکه وجود درزه‌ها و شکستگی‌های فراوانی که در نتیجهٔ عملکرد فازهای زمین‌ساختی مختلف مانند فاز پیرنه به وجود آمده‌اند از یک سو و حضور تراورتن بر روی نهشته‌های دگرسان‌شده از سوی دیگر، حکایت از چشمه‌های فراوان قدیمی دارد که توانسته‌اند جریانهای گرمابی را به سمت بالا هدایت کنند (شکل۲). گسل ماربین - رنگان با روند شمال غرب - جنوب شرق که با زاویهٔ حاده گسل اصلی قم - زفره را قطع می‌کند نقش مهمی در هدایت محلولهای گرمابی رنگان ایفا کرده است[۸].



شکل ۱ نقشه زمین‌شناسی منطقهٔ مورد مطالعه (گنبد ریولیتی E6tr) [۱].



شکل ۲ مرز بین تراورتن‌ها (Tr) و ریولیت‌های دگرسان حاوی پیریت (Ra)

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

روش مطالعه

برای مطالعهٔ دگرسانی‌های منطقهٔ مورد مطالعه، نخست نمونه‌برداری‌های صحرایی بر اساس نوع متفاوت دگرسانی انجام گرفت و سپس از آنها مقاطع صیقلی تهیه شد. در نهایت تعدادی از نمونه‌ها مورد آنالیز XRF (در شرکت کیان‌طیف زاگرس)، XRD (در دانشگاه اصفهان) و مایکروپروب (در دانشگاه اکلاهماسیتی آمریکا) قرار گرفتند.

ویژگیهای نمونهٔ دستی و میکروسکوپی ژاروسیت در منطقهٔ رنگان

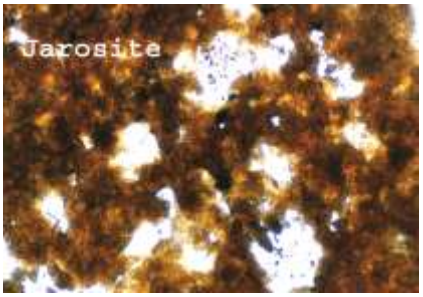
ژاروسیت در نمونهٔ دستی رنگ زرد کهربایی داشته و از نظر درخشندگی کدر تا صمغی و نیمه-شفاف تا مات است و در سیستم ششگوشی متبلور می‌شود. سطح شکست آن صدفی و سختی آن ۲/۵ تا ۳/۵ است [۹]. این کانی به آسانی دگرسان شده و تولید لیمونیت می‌کند. پاراژنزهای آن معمولاً باریت، گالن، فیروزه، فلوریت، گوتیت، هماتیت و دیگر کانیهای آهن‌دار است. در رنگان، ژاروسیت‌ها به صورت ریزدانه (در متن سنگهای دگرسان شده)، توده‌ای و یا میان‌لایه‌ای با کائولینیت‌ها قابل مشاهده‌اند، که نوع اخیر، به احتمال زیاد از کائولینیت‌ها به‌وجود آمده‌اند و می‌توانند از نوع ژاروسیت‌های ثانویه باشند (شکل ۳). در مقاطع میکروسکوپی ژاروسیت به-صورت اشکال داربستی[1] و رگچه‌ای[2] قابل تشخیص است. در نور قطبیده، ژاروسیت به رنگ زرد عسلی و در نور طبیعی، رنگ‌های تداخلی درجهٔ بالا را نشان می‌دهد. برجستگی زیاد این کانی نیز قابل توجه است (شکل ۴).

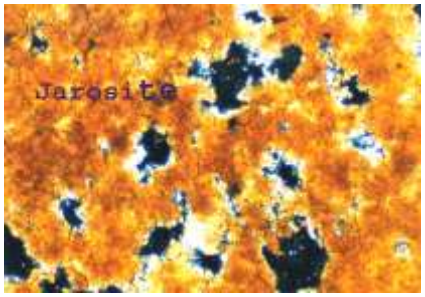
شکل ۳ ژاروسیت با رنگ زرد (a) به همراه کائولینیت (b).

1- Stockwork.
2- Veinlet.

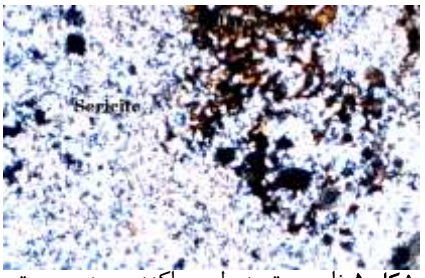
[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

در مطالعات میکروسکوپی انجام‌شده، کانی ژاروسیت همراه با کانی‌های اصلی (فلدسپاتهای قلیایی کوارتز و سریسیت) و در همجواری کانه‌های اکسید آهن به وضوح دیده می‌شوند. در این مقاطع، فلدسپاتهای قلیایی به کانیهای بسیار ریز رسی (احتمالاً کائولینیت) تبدیل شده‌اند. این کانی به صورت پراکنده درون فلدسپاتهای قلیایی و یا به صورت روکشی بر روی آنها مشاهده می‌شود. ژاروسیت به صورت مستقل در همیافتی با بلورهای کوارتز و به طور پراکنده در متن ریزدانه سنگ نیز قابل رویت است (شکل‌های ۵ تا ۸).

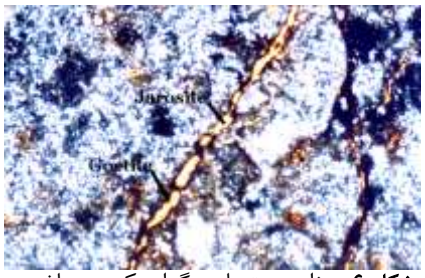




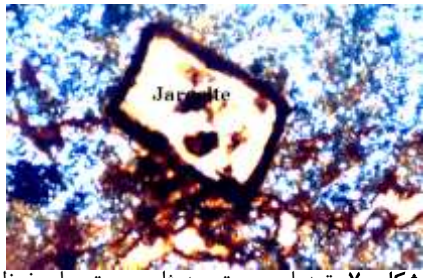
شکل۴ ژاروسیت در مقطع نازک (از راست به چپ به ترتیب PPL100 و XPL100).



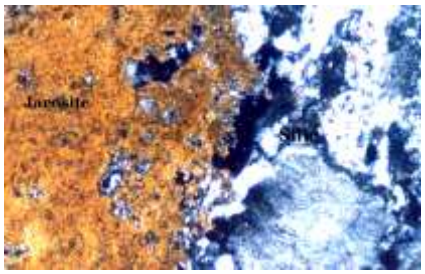
شکل ۵ ژاروسیت به طور پراکنده و به صورت دانه‌های زرد رنگ به صورت همیافت با سریسیت دیده می‌شود (XPL100).



شکل ۶ ژاروسیت‌های رگه‌ای که در حاشیه به گوتیت تبدیل می‌شوند (XPL100).



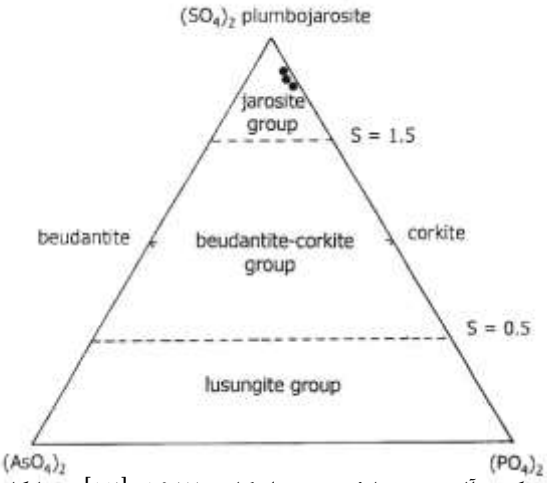
شکل ۷ تبدیل پیریت به ژاروسیت با حفظ شکل اولیه پیریت به خوبی دیده می‌شود.
ژئوشیمی ژاروسیت در منطقهٔ رنگان



شکل ۸ تبدیل کامل سنگ به ژاروسیت (XPL100).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

در سالهای اخیر برخی از ویژگیهای آلونیت به‌منظور طبقه‌بندی گروههای مختلف این کانی مورد مطالعهٔ پاره‌ای از محققین قرار گرفته است. ژامبور (۱۹۹۹) بر اساس ترکیب شیمیایی و ساختار و اسکات (۲۰۰۰) تنها بر پایهٔ ویژگیهای شیمیایی، آلونیت‌ها و ژاروسیت‌ها را نامگذاری کرده‌اند. بر اساس این مطالعات، سه بنیان AsO_4 ، PO_4 و SO_4 اساس طبقه‌بندی این کانیها را تشکیل می‌دهد و بدین ترتیب سه گروه اصلی ژاروسیت[۳]، بودانتیت – کورکیت[۴] و لوسونژیت[۵] را می‌توان تمیز داد (شکل ۹) [۱۰]. گروه سوم در طبقه‌بندی پرینگ و همکاران (۱۹۹۵) تحت عنوان سگنیتیت[۶] نامیده می‌شوند. در نمودار اسکات چنانچه $S>1/5$ باشد، نمونهٔ مورد مطالعه در گروه اول قرار می‌گیرد. در این حالت اسکات بر اساس نوع کاتیون فراوان، اسامی متعددی به ژاروسیت می‌دهد که در زیر به انواع آنها اشاره شده‌است: $KFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ به نام ژاروسیت، $NaFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ ناتروژاروسیت، $PbFe_6(OH)_{12}(SO_4)_4$ پلومبوژاروسیت، $AgFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ آرژانتوژاروسیت، $NH_4Fe_3(OH)_6(SO_4)_2$ آمونیوژاروسیت و بالاخره $TlFe_3(OH)_6(SO_4)_2$ به نام دورالکاریت.



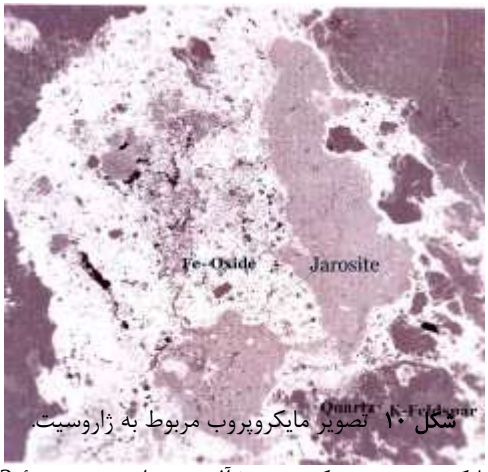
شکل۹ نمودار نامگذاری گروه آلونیت بر پایهٔ سیستم اسکات (۱۹۸۷) [۱۲] و جایگاه نمونه‌های منطقهٔ رنگان (جنوب‌غرب اردستان) در این نمودار.

برخی از پژوهشگران [۱۱] معتقدند آلونیت‌هایی که از پتاسیم زیادی برخوردارند دارای منشاء ماگمایی-گرمابی و آنهایی که حاوی سدیم بیشتری هستند در نتیجهٔ اختلاط آب

3- Jarosite
4- Corkite-beudantite
5- Lusungite
6- Segnitite

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

ماگمایی و جوی حاصل آمده‌اند. بر این اساس با استفاده از میزان سدیم و پتاسیم، منشاء ژاروسیت مشخص می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که ژاروسیت معمولی که در جایگاه A آن تنها K قرار می‌گیرد ژاروسیت گرمابی با منشاء ماگمایی و ناتروژاروسیت‌ها بیشتر دارای منشاء جوی هستند. آنالیز مایکروپروب چند نقطه روی یک نمونهٔ ژاروسیت که از منطقهٔ رنگان انتخاب شد نشان می‌دهد که مقدار سدیم موجود در این نمونه به مراتب کمتر از مقدار پتاسیم است که این موضوع می‌تواند منشاء ماگمایی این ژاروسیت را محتمل سازد. شکل ۱۰ تصویر مایکروپروب ژاروسیت را نشان می‌دهد. بنابر جدول ۱ برای نمونهٔ آنالیز شده، مقدار اکسید سدیم در آن بسیار ناچیز است، به این معنی که نمونهٔ مورد نظر از ناتروژاروسیت (ژاروسیت سدیم‌دار) فاصله گرفته و به سمت آلونیت گرایش دارد.



شکل ۱۰ تصویر مایکروپروب مربوط به ژاروسیت.

جدول ۱ نتایج آنالیز مایکروپروب روی یک نمونه (آلونیت- ژاروسیت: نمونهٔ S-22) از منطقه رنگان.

Sample	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	Na2O	K2O	CaO	SrO	BaO	P2O5	SO3	Cl	Total
Jar1	7/73	36/1	0/00	0/00	0/09	8/42	0/04	0/73	0/35	2/21	32/9	0/05	**87/8**
Jar2	8/74	35/2	0/02	0/00	0/13	8/52	0/04	0/49	0/29	2/02	31/1	0/05	**84/4**
Jar3	8/90	35/5	0/03	0/00	0/14	8/58	0/02	0/60	0/29	2/04	32/2	0/03	**88/4**
Jar4	7/88	36/1	0/00	0/00	0/15	8/28	0/03	0/53	0/26	2/32	30/4	0/04	**86/0**
Jar5	8/43	35/5	0/01	0/00	0/10	8/51	0/01	0/68	0/27	2/23	31/9	0/05	**87/9**
Jar6	8/43	36/2	0/01	0/01	0/11	7/71	0/03	0/7	0/27	1/94	28/9	0/05	**84/5**
Jar7	9/18	34/8	0/01	0/02	0/15	8/01	0/00	0/41	0/27	1/78	29/7	0/04	**84/4**
Jar8	8/99	34/2	0/01	0/03	0/12	8/62	0/04	0/59	0/29	1/96	32/0	0/07	**86/9**
Jar9	11/8	31/5	0/00	0/00	0/12	8/85	0/02	0/48	0/18	1/67	32/6	0/06	**87/3**
Jar10	16/6	25/5	0/00	0/00	0/21	9/26	0/02	0/47	0/15	1/28	34/5	0/1	**88/2**
Jar11	15/1	27/7	0/00	0/00	0/18	8/94	0/01	0/43	0/24	1/25	34/7	0/09	**88/6**
Jar12	15/2	27/0	0/00	0/00	0/17	9/11	0/02	0/48	0/12	1/34	34/5	0/08	**88/1**

در کل همیافتی آلونیت - ژاروسیت، سریسیت، کائولینیت، آلکالی فلدسپات، باریت و کوارتز بیانگر این است که سنگهای آتشفشانی اسیدی در یک محیط با فعالیت بالای یون هیدروژن و

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

یون سولفات دگرسان شده‌اند. احتمالاً فوگاسیته بالای اکسیژن و فرآیند اکسایش موجب پیدایش یک رشته واکنش می‌شود که به صورت زیر خلاصه می‌شود [۱۲]:

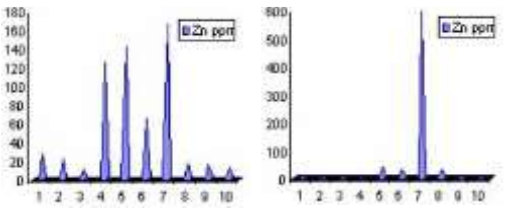
$$KAl_3Si_3O_{10}.(OH)_2 + 2SO_4^{2-} + 4H^+ \longrightarrow KFe_3(SO_4)_2(OH)_6 + SiO_2$$

$$3KAlSi_3O_8 + 6H^+ + SO_4^{2-} \longrightarrow KFe_3(SO_4)_2(OH)_6 + 2H^+ + 9SiO_2$$

بر روی ۱۰ نمونه از منطقهٔ مورد مطالعه آنالیز XRF نیز انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده‌اند. نمونه‌های S۴، S۵ و S۷ سنگ‌هایی هستند که کانی‌های عمدهٔ آنها منحصراً ژاروسیت و کوارتز هستند. آنالیزهای XRF سنگ‌های سالم ریولیتی (S۱، S۲ و S۶) و دیگر سنگهای دگرسان‌شده فاقد ژاروسیت (S۳، S۸ ، S۹ و S۱۰) و مقایسهٔ آنها با نمونه‌های ژاروسیتی مورد مطالعه نشان می‌دهدکه عناصر سنگین در ساختار ژاروسیت به‌خوبی جایگزین شده اند. این جایگزینی دلالت بر آن دارد که این کانی برای دربرگیری عناصر انتقالی مانند مس، سرب، روی و ارسنیک ساختار مناسبی دارد (نمودار ۱). منحنی نمونه‌ای از ژاروسیت طبیعی نیز در نمودار ۲ دیده می‌شود.

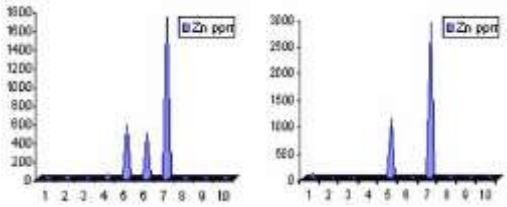
جدول ۲ آنالیز شیمیایی به روش XRF، از نمونه‌های سالم (S1, S2, S6) و دگرسان (S3,S4 ,S5 ,S7 ,S8 ,S9 ,S10) منطقهٔ رنگان.

Sample / Major Oxides (Wt%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
SiO2	79.94	74.15	71.95	4.66	20.03	71.98	22.09	93.42	69.82	81.82
Al2O3	11.63	14.33	23.65	3.08	7.04	15.32	7.47	1.26	18.59	8.98
Fe2O3	1.16	1.55	0.23	48.15	49.97	1.36	42.47	2.72	1.93	1
CaO	0.15	0.03	0.2	0.13	0.16	0.78	0.5	0.4	0.02	2.28
Na2O	5.89	1.55	0.06	0.53	0.64	0.76	0.88	0.51	0.24	0.04
K2O	0.14	5.15	0.02	0.06	7.53	6.09	8.42	0.11	5.45	2.66
MgO	0.09	0.67	0.07	5.8	0.01	0.76	0.01	0.7	0.77	0.45
MnO	0.015	0.038	0.003	0.086	0.033	0.018	0.017	0.026	0.007	0.005
TiO2	0.176	0.196	0.877	0.001	0.034	0.409	0.022	0.006	0.648	0.438
P2O5	0.049	0.04	0.042	0.226	0.37	0.064	0.286	0.022	0.047	0.037
LOI	0.72	1.56	2.76	3.56	3.26	1.89	4.08	0.31	2.27	2.04
Elements (ppm)										
S	244	5091	534	10	105439	2836	125454	430	402	216
Cl	70	13	10	85	350	110	212	3337	547	12
V	31	27	176	41	73	46	27	35	79	58
Cr	1	1	8	12	1	1	1	1	34	39
CO	7	2	5	2	1	4	1	7	2	5
Ni	11	10	8	10	16	10	14	9	16	13
Cu	4	1	0	2	39	30	594	30	3	6
Zn	28	21	11	125	141	65	166	17	15	13
Rb	10	158	11	36	86	242	159	12	217	113
Sr	700	690	733	110	1620	723	3168	679	644	661
Y	25	20	29	13	13	25	18	6	71	29
Nb	8	15	4	2	9	13	8	7	19	8
Ba	8	313	89	146	859	873	954	6	307	155
W	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Pb	18	24	18	45	562	478	1723	12	17	16
As	72	25	21	1060	1095	27	2910	38	5	

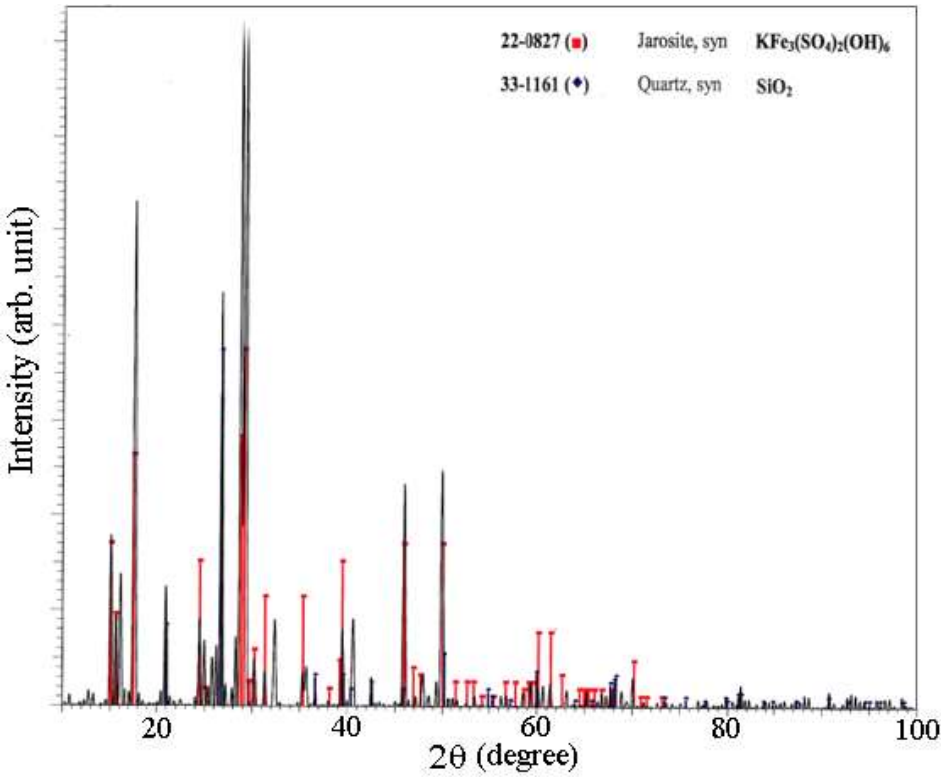


نمودار ۱ نتایج حاصل از ۱۰ نمونه آنالیز XRF به‌صورت مقابل نمایش داده شده است. این نمودارها غنی‌شدگی برخی عناصر را در سنگهایی که تنها کانی آنها ژاروسیت است(۷و ۵ و۴) در مقایسه با دیگر سنگ‌های سالم (۶ و ۲ و۱) و دگرسان (۱۰ و ۹ و ۸ و ۳) منطقهٔ رنگان نشان می‌دهد.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]



نمودار۲ منحنی مربوط به یک نمونه ژاروسیت طبیعی.



[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

خلاصه و برداشت

سنگهای ماگمایی ریولیت، آندزیت و داسیت منطقه رنگان، تحت تأثیر محلول‌های گرمابی، دگرسان شده و مجموعه کانیهای آلونیت، ژاروسیت، پیریت، فلدسپات‌های قلیایی، کوارتز، سریسیت و کانیهای ریز رسی (احتمالاً پیروفیلیت و کائولینیت) را به وجود آورده‌اند. ویژگیهای سنگ‌شناسی نشان می‌دهد که همیافتی دو کانی ژاروسیت – آلونیت با مجموعه کانیهای فوق بیانگر آنست که فرآیند دگرسانی سنگهای آتشفشانی اسیدی در محیطی با فعالیت بالای یون هیدروژن و سولفات به وقوع پیوسته است که می‌تواند بر دگرسانی نوع آرژیلیک پیشرفته دلالت داشته باشد.

مبنای طبقه‌بندی انواع کانیهای گروه آلونیت- ژاروسیت را کاتیونها و آنیونهای غالب (PO_4، SO_4، NH_4، AsO_4، Tl، Ag، K، Pb و Na) تشکیل می‌دهد. بر پایهٔ مطالعات ژئوشیمیایی نمونه‌های منطقهٔ مورد مطالعه در گروه اول (ژاروسیت) این طبقه‌بندی‌ها قرار می‌گیرد که از آنیون SO_4 و از دو کاتیون K و Fe غنی است. فراوانی یون پتاسیم نسبت به یون Na در این کانی به منشاء ماگمایی - گرمابی ژاروسیت منطقه رنگان اشاره دارد.

ژاروسیت‌های مورد مطالعه نسبت به پوسته زمین از عناصر انتقالی Cu, As, Pb و Zn غنی است، بنابراین ساختار این کانی احتمالاً مخزن مناسبی برای جذب این عناصر است.

مراجع

[1] Luteh V.W., Rye R.O., Peters L., *"Age and stable isotope geochemistry of hydrothermal jarosite at the Copaipo jarosite mine*, *New Mexico"*, Geological Society of America Abstracts with programs 31 (1999) A403.

[2] Lueth V.W., Rye R.O., Peters L., *"The origin and natural destruction of an ore deposit as recorded by jarosite: Hansonburg Mining District*, *New Mexico"*, Geological Society of America Annual Meeting–Reno 2000, Denver Federal Center, Denver (2000) Internet.

[3] Pring A., Birch W.D., Dawe J., Taylor A.M., *"Deliens, M.and Walenta, K. Kintoreite, PbFe3(PO4)2(OH, H2O)6, a new mineral of the jarosite–alunite family, and lusungite discredited"*, Mineralogical Magazine 59 (1995) 143-148.

[4] Jambor J.L., "*Nomenclature of the alunite supergroup"*, Canadian Mineralogists 37 (1999) 1323-1341.

[5] Scott K.M., *"Nomenclature of the alunite supergroup: discussion"*, Canadian Mineralogists 38 (2000) 1277-1279.

[6] Fulignati P., Gioncada A., Sbrana A., *"Rare earth element (REE) behaviour in the alteration facies of the active magmatic – hydrothermal*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]

system of Vulcano (Aeolin Islands, Italy)", Journal of Volcanology and Geothermal Research 88 (1999) 325-342.

[7] Parsapoor A., Khalili M., Noghreyan M., Makizadeh M., *"The behaviour of REE during hydrothermal alteration in Rangan area (Central Iran), (in preparation)"*.

[۸] امامی م.ه.، رادفر ج.، *"نقشه زمین‌شناسی اردستان در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰"*، سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۹).

[۹] سرابی ف.، *"کانی‌شناسی نوری"*، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۷۵) صفحه‌های۲۲۳ تا ۲۲۵.

[10] Scott K.M., *"Solid solution in, and classification of, gossan-derived members of the alunite–jarosite family, northwest Queensland, Australia"*, American Mineralogists 72 (1987) 178-187.

[11] Wanty R.B., Berger G.S., Plumlee, King T.V.V., *"Remote Sensing Project"*, (1999) Internet.

[۱۲] نقره‌ئیان م.، مکی‌زاده م.ع.، شرافت ش.، خدامی م.، *"اولین گزارش از رخداد آلونیت ژاروسیت در اندیس معدنی شهرزاد"*، سمینار داخلی دانشگاه آزاد اراک (۱۳۷۸) صفحهٔ ۲۱۳.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-06-27]