



IRANIAN SOCIETY of  
CRYSTALLOGRAPHY  
and MINERALOGY

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

IRANIAN JOURNAL of  
CRYSTALLOGRAPHY  
and MINERALOGY

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

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

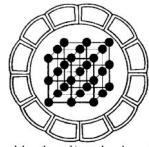
*Department of Geology, University of Isfahan, Iran*  
E-mail: [anis\\_parsa@yahoo.com](mailto:anis_parsa@yahoo.com)

(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.*





## مطالعه سنگ شناسی و ژئوشیمی ژاروسیت در رنگان

(جنوب غرب 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: منطقه مورد مطالعه بخشی از نوار ماغماتی سنوزوئیک ایران مرکزی را شامل می‌شود. سنگ‌شناسی غالب منطقه رویدادیت ائوسن است که تحت تأثیر گسل زون قم - زفره و هجوم محلولهای گرمابی، دگرسان شده است. مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی اسید - سولفات که در محیط اسیدی ایجاد شده است عبارتند از: پیریت + آلکالی فلدسبات + 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 ماغماتی - گرمابی برای ژاروسیت‌های رنگان می‌توان در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: رنگان، ژاروسیت، محلول‌های گرمابی.

**مقدمه**

ژاروسيت با فرمول عمومي  $AB_3(SO_4)_2(OH)$  يكى از کانيهای گروه آلونيت است که در آن  $A$  نماینده  $K^+$ ,  $Na^+$  و  $H_3O^+$  (هیدرونیوم) و  $B$  نشانگر  $Fe^{3+}$  (ژاروسيت) و  $Al^{3+}$  (آلونيت) است [۱]. اين دو کانى، شاخص دگرسانى گرمابي (آرژيليك پيشرفته) هستند که وقوع آنها دلالت بر کانسارسازی اپى ترمال دارد. از طرفى حضور وافر پيريت در اين نهشتهها نشانگر وجود يك سيسitem گرمابي با سولفيديزايي بالاست، که ايجاد شرياط اسيدي را به همراه دارد.

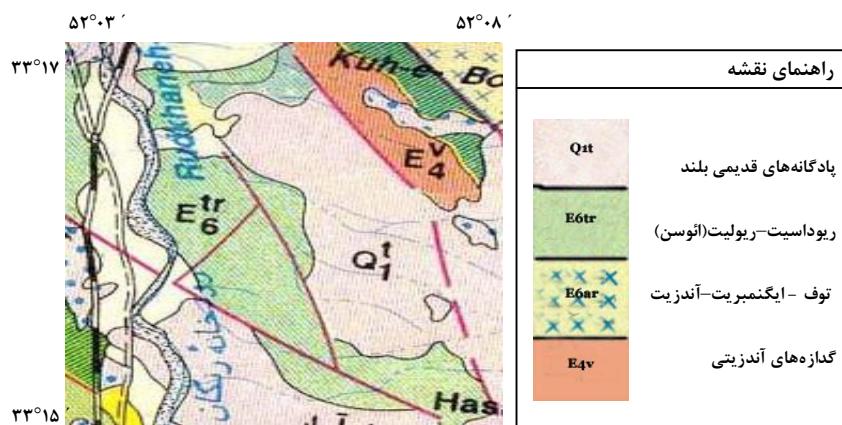
مطالعات مختلفى برای بررسى خصوصيات ژئوشيميايى و ساختاري ژاروسيت، برای دستيابي به پتانسيل های کاربردی اين کانى صورت گرفته است که از آن جمله می توان به تحقیقات انجام شده از سوی انجمن های زمین شناسى آمرika و مكزيك اشاره کرد. اين انجمن ها با استفاده از ايزوتوب های گوگرد و دوتريم و نيز تعیین مقادير پتانسيم و سديم موجود در اين کانى، توансهاند ژاروسيت های اوليه (ژاروسيت گرمابي) را از ژاروسيت های ثانويه (حاصل از اکسایش پيريت)، تفکیک کنند [۱ و ۲].

برای تقسيم بندی و نام گذاری ژاروسيت ها، برخی محققین بر اساس سه بنیان سولفات، ارسنات و فسفات نمودارهای ارائه کرده اند که در بخش ژئوشيمى به آنها اشاره شده است [۳ تا ۵]. در مرجع [۶] رفتار عناصر نادر خاکى و عناصر سنگين در کانى ژاروسيت مطالعه و تغييرات اين عناصر در کانى ارائه شده است. رفتار عناصر نادر خاکى در ژاروسيت های منطقه رنگان و نوسانهای اين عناصر در جريان فعالیت محلول های گرمابي در مرجع [۷] گزارش شده است. اين مقاله علاوه بر ارائه شواهد صحرابي بر وقوع ژاروسيت، به مطالعه ميكروسكوبى و ويزگيهای ژئوشيميايى اين کانى در منطقه رنگان واقع در جنوب غرب شهرستان اردستان می پردازد.

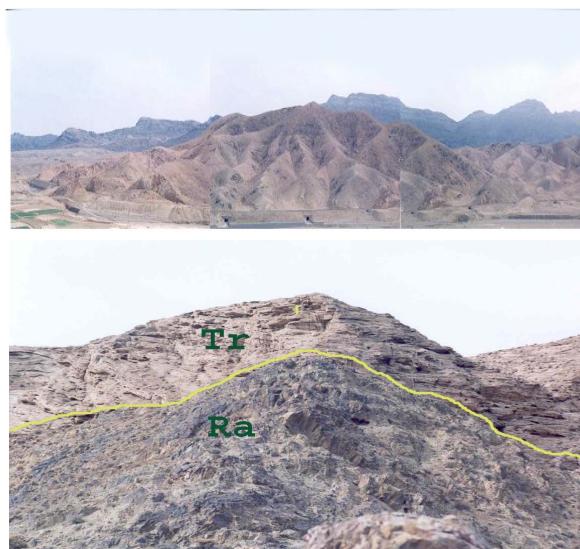
**زمين شناسى منطقه**

منطقه مورد مطالعه در  $0^{\circ} 3' - 0^{\circ} 8'$  طول شرقى و  $52^{\circ} 33' - 52^{\circ} 36'$  عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱) [۸]. از نظر تقسيمات واحدهای زمین شناسى و ساختاري ايران و با توجه به پيشنهاد اشتوكلين و نقشه زمين ساختى ايران که زيربنای کار بسيارى از محققين زمين شناسى در ايران است، منطقه مورد بحث در پهنه ايران مرکزى و زير پهنه اروميه - دختر واقع است. در غرب روستاي گل آباد و در اطراف روستاي رنگان و شورقستان که بخش اصلی محدوده مورد مطالعه را تشکيل مى دهد، بيشترین رخمنونها مربوط به فعاليت آتشفسنانى اوسن با ترکيب آندزيت، داسيت و ريلوليت است که تحت تأثير دگرسانى گرمابي دگرسان شده اند و اين در حالى است که بازالتها از حجم كمتری برخوردارند. اين امر مى تواند مبين اين مطلب باشد که سنگهای آتشفسنانى اسيدي از تفريق بازالتها به وجود نیامده اند و از نظر شيميايى در محدوده آتشفسنانهای حاشيه قاره اى قرار مى گيرند [۸].

فرآیندهای زمین ساختی در به وجود آوردن دگرسانی گرمابی منطقه مورد مطالعه تأثیر بهسزایی داشته است، چنانکه وجود درزهای شکستگی های فراوانی که در نتیجه عملکرد فازهای زمین ساختی مختلف مانند فاز پیرنه به وجود آمده اند از یک سو و حضور تراورتن بر روی نهشته های دگرسان شده از سوی دیگر، حکایت از چشممهای فراوان قدیمی دارد که توانسته اند جریانهای گرمابی را به سمت بالا هدایت کنند (شکل ۲). گسل ماربین - رنگان با روند شمال غرب - جنوب شرق که با زاویه حاده گسل اصلی قم - زفره را قطع می کند نقش مهمی در هدایت محلولهای گرمابی رنگان ایفا کرده است [۸].



شکل ۱ نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (گبد ریولیتی (E6tr) [۱]).



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

### روش مطالعه

برای مطالعه دگرسانی‌های منطقه 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 کیان طیف زاگرس)، XRD (در دانشگاه اصفهان) و مایکروپروب (در دانشگاه اکلاهماستی آمریکا) قرار گرفتند.

### ویژگی‌های نمونه دستی و میکروسکوپی ژاروسيت در منطقه رنگان

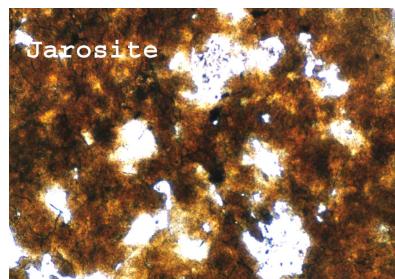
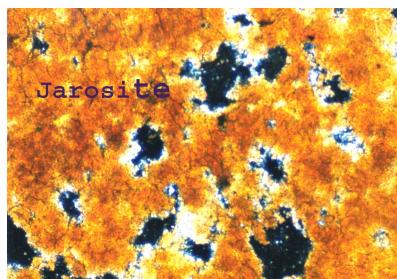
ژاروسيت در نمونه دستی رنگ زرد کهربایی داشته و از نظر درخشندگی کدر تا صمغی و نیمه-شفاف تا مات است و در سیستم ششگوشی متبلور می‌شود. سطح شکست آن صدفی و سختی آن ۲/۵ تا ۳/۵ است [۹]. این کانی به آسانی دگرسان شده و تولید لیمونیت می‌کند. پارازنژهای آن معمولاً باریت، گالن، فیروزه، فلوریت، گوتیت، هماتیت و دیگر کانیهای آهن‌دار است. در رنگان، ژاروسيت‌ها به صورت ریزدانه در متن سنگهای دگرسان شده، توده‌ای و یا میان‌لایه‌ای با کائولینیت‌ها قابل مشاهده‌اند، که نوع اخیر، به احتمال زیاد از کائولینیت‌ها به وجود آمده‌اند و می‌توانند از نوع ژاروسيت‌های ثانویه باشند (شکل ۳). در مقاطع میکروسکوپی ژاروسيت به صورت اشکال داربستی<sup>۱</sup> و رگچه‌ای<sup>۲</sup> قابل تشخیص است. در نور قطبیده، ژاروسيت به رنگ زرد عسلی و در نور طبیعی، رنگ‌های تداخلی درجه بالا را نشان می‌دهد. برجستگی زیاد این کانی نیز قابل توجه است (شکل ۴).



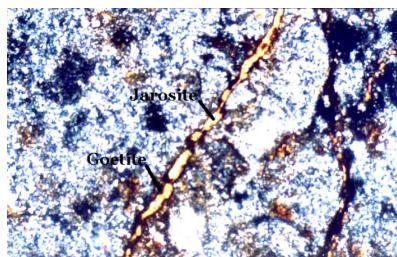
شکل ۳ ژاروسيت با رنگ زرد (a) به همراه کائولینيت (b).

1- Stockwork.  
2- Veinlet.

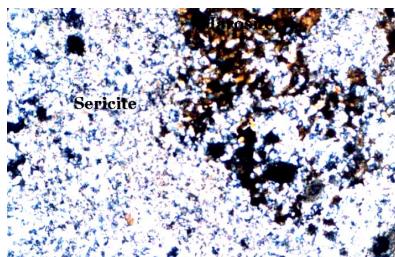
در مطالعات میکروسکوپی انجام شده، کانی ژاروسیت همراه با کانی‌های اصلی (فلدسبات‌های قلیایی کوارتز و سریسیت) و در هم‌جواری کانه‌های اکسید آهن بهوضوح دیده می‌شوند. در این مقاطع، فلدسبات‌های قلیایی به کانی‌های بسیار ریز رسی (احتمالاً کاٹولینیت) تبدیل شده‌اند. این کانی به صورت پراکنده درون فلدسبات‌های قلیایی 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).



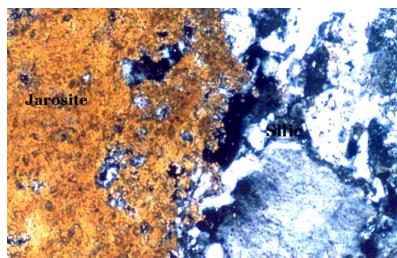
شکل ۴ ژاروسیت در مقطع نازک (از راست به چپ به ترتیب PPL100 و XPL100).



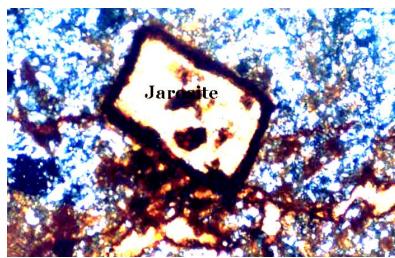
شکل ۶ ژاروسیت‌های رگمایی که در حاشیه به گوتیت تبدیل می‌شوند (XPL100).



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



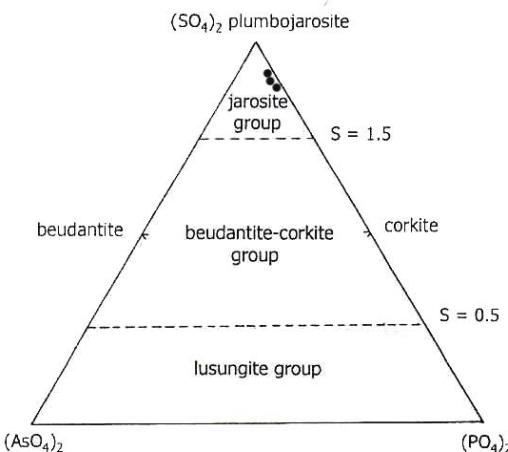
شکل ۸ تبدیل کامل سنگ به ژاروسیت (XPL100).



شکل ۷ تبدیل پیریت به ژاروسیت با حفظ شکل اولیه پیریت به خوبی دیده می‌شود.

### ژئوشیمی ژاروسیت در منطقه رنگان

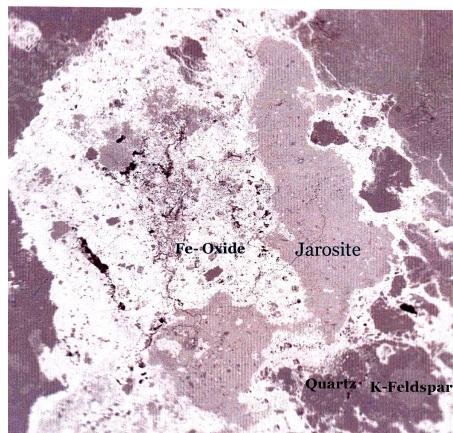
در سالهای اخیر برخی از ویژگیهای آلونیت بهمنظور طبقه‌بندی گروههای مختلف این کانی مورد مطالعه پاره‌ای از محققین قرار گرفته است. ژامبور (۱۹۹۹) بر اساس ترکیب شیمیایی و ساختار و اسکات (۲۰۰۰) تنها بر پایه ویژگیهای شیمیایی، آلونیت‌ها و ژاروسیت‌ها را نامگذاری کرده‌اند. بر اساس این مطالعات، سه بنیان  $\text{AsO}_4$ ،  $\text{PO}_4$  و  $\text{SO}_4$  اساس طبقه‌بندی این کانیها را تشکیل می‌دهد و بدین ترتیب سه گروه اصلی ژاروسیت<sup>۳</sup>، بودانتیت – کورکیت<sup>۴</sup> و لوسونزیت<sup>۵</sup> را می‌توان تمیز داد (شکل ۹). گروه سوم در طبقه‌بندی پرینگ و همکاران (۱۹۹۵) تحت عنوان سگنیتیت<sup>۶</sup> نامیده می‌شوند. در نمودار اسکات چنانچه  $S > 1.5$  باشد، نمونه مورد مطالعه در گروه اول قرار می‌گیرد. در این حالت اسکات بر اساس نوع کاتیون فراوان، اسمی متعددی به ژاروسیت می‌دهد که در زیر به انواع آنها اشاره شده‌است:  $\text{KFe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  به نام ژاروسیت،  $\text{NaFe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  ناتروژاروسیت،  $\text{PbFe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  پلومبوزاروسیت،  $\text{NH}_4\text{Fe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  آرژانتوژاروسیت و بالاخره  $\text{TiFe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2$  به نام دورالکاریت.



شکل ۹ نمودار نامگذاری گروه آلونیت بر پایه سیستم اسکات (۱۹۸۷) [۱۲] و جایگاه نمونه‌های منطقه رنگان (جنوب غرب اردستان) در این نمودار.

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

برخی از پژوهشگران [۱۱] معتقدند آلونیت‌هایی که از پتابسیم زیادی برخوردارند دارای منشاء ماقمایی-گرمایی و آنهایی که حاوی سدیم بیشتری هستند در نتیجه اختلاط آب ماقمایی و جوی حاصل آمده‌اند. بر این اساس با استفاده از میزان سدیم و پتابسیم، منشاء ژاروسیت مشخص می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که ژاروسیت معمولی که در جایگاه A تنها K قرار می‌گیرد ژاروسیت گرمایی با منشاء ماقمایی و ناتروژاروسیت‌ها بیشتر دارای منشاء جوی هستند. آنالیز مایکروروب چند نقطه روی یک نمونه ژاروسیت که از منطقه رنگان انتخاب شد نشان می‌دهد که مقدار سدیم موجود در این نمونه به مراتب کمتر از مقدار پتابسیم است که این موضوع می‌تواند منشاء ماقمایی این ژاروسیت را محتمل سازد. شکل ۱۰ تصویر مایکروروب ژاروسیت را نشان می‌دهد. بنابر جدول ۱ برای نمونه آنالیز شده، مقدار اکسید سدیم در آن بسیار ناچیز است، به این معنی که نمونه مورد نظر از ناتروژاروسیت (ژاروسیت سدیم‌دار) فاصله گرفته و به سمت آلونیت گرایش دارد.



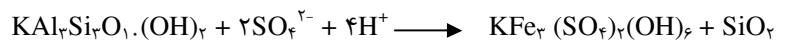
شکل ۱۰ تصویر مایکروروب مربوط به ژاروسیت.

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

Sample	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	SrO	BaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	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

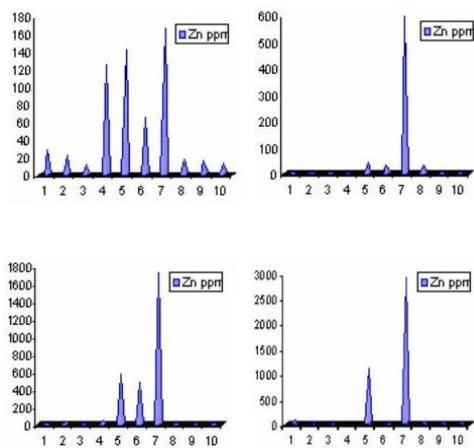
در کل همیافتی آلونیت - ژاروسيت، کائولینيت، آلکالی فلدسپات، باریت و کوارتز بیانگر اين است که سنگهای آتشفسانی اسیدی در یک محیط با فعالیت بالای یون هیدروژن و یون سولفات دگرسان شده‌اند. احتمالاً فوگاسیته بالای اکسیژن و فرآیند اکسایش موجب پیدایش یک رشته واکنش می‌شود که به صورت زیر خلاصه می‌شود [۱۲]:



بر روی ۱۰ نمونه از منطقه مورد مطالعه آنالیز XRF نیز انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده‌اند. نمونه‌های S۴، S۵ و S۷ سنگ‌هایی هستند که کانی‌های عمده آنها منحصرًا ژاروسيت و کوارتز هستند. آنالیزهای XRF سنگ‌های سالم ریولیتی (S۶ و S۲، S۱) و دیگر سنگ‌های دگرسان شده فاقد ژاروسيت (S۳، S۸ و S۹) و مقایسه آنها با نمونه‌های ژاروسيتی مورد مطالعه نشان می‌دهد که عناصر سنگین در ساختار ژاروسيت به خوبی جایگزین شده‌اند. 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 ژاروسيت طبیعی نیز در نمودار ۲ دیده می‌شود.

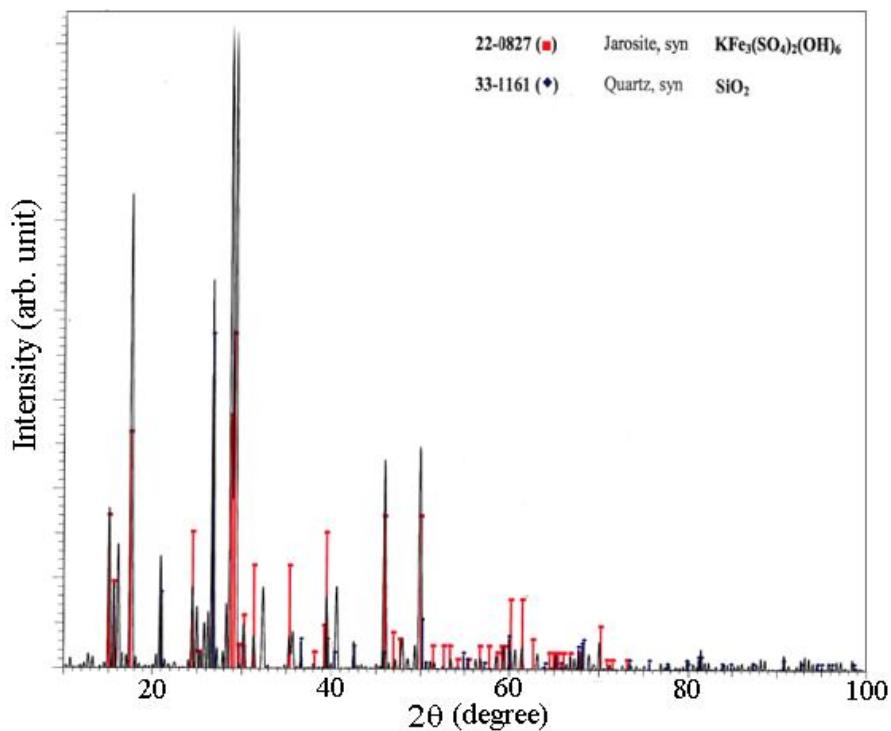
جدول ۲ آنالیز شیمیایی به روش XRF از نمونه‌های سالم (S1، S2، S6) و دگرسان (S3، S4، S5، S7، S8، S9، S10) از منطقه رنگان.

Sample \ Major Oxides (Wt%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
SiO <sub>2</sub>	79.94	74.15	71.95	4.66	20.03	71.98	22.09	93.47	69.87	81.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.63	14.33	23.65	3.08	7.04	15.32	7.47	1/26	18.59	8.98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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
Na <sub>2</sub> O	5.89	1.55	0.06	0.53	0.64	0.76	0.88	0.51	0.24	0.04
K <sub>2</sub> O	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
TiO <sub>2</sub>	0.176	0.196	0.877	0.001	0.034	0.409	0.022	0.006	0.648	0.438
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	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 مقابله نمایش داده شده است. این نمودارها غنی شدگی برخی عناصر را در سنگهای که تنها کانی آنها ژاروسیت است (۷ و ۵ و ۴) در مقایسه با دیگر سنگ‌های سالم (۶ و ۲ و ۱) و دگرسان (۱۰ و ۹ و ۸ و ۳) منطقه رنگان نشان می‌دهد.

نمودار ۲ منحنی مربوط به یک نمونه ژاروسیت طبیعی.



### خلاصه و برداشت

سنگهای ماقمایی ریولیت، آندزیت و داسیت منطقه رنگان، تحت تأثیر محلول‌های گرمابی، دگرسان شده و مجموعه کانیهای آلونیت، ژاروسيت، 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 ژاروسيت - آلونیت با مجموعه کانیهای فوق بیانگر آنست که فرآیند دگرسانی سنگهای آتشفسانی اسیدی در محیطی با فعالیت بالای یون هیدروژن و سولفات به وقوع پیوسته است که می‌تواند بر دگرسانی نوع آرزیلیک پیشرفت‌هه دلالت داشته باشد.

مبناً طبقه‌بندی انواع کانیهای گروه آلونیت- ژاروسيت را کاتیونها و آنیونهای غالب ( $\text{PO}_4^4-$ ,  $\text{SO}_4^2-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{AsO}_4^3-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^2+$ ,  $\text{Tl}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) تشکیل می‌دهد. بر پایه مطالعات ژئوشیمیایی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در گروه اول (ژاروسيت) این طبقه‌بندی‌ها قرار می-گیرد که از آنیون  $\text{SO}_4^2-$  و از دو کاتیون  $\text{K}^+$  و  $\text{Fe}^{2+}$  غنی است. فراوانی یون پتاسیم نسبت به یون  $\text{Na}^+$  در این کانی به منشاء ماقمایی - گرمابی ژاروسيت منطقه رنگان اشاره دارد. ژاروسيت‌های مورد مطالعه نسبت به پوسته زمین از عناصر انتقالی  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{As}^3+$ ,  $\text{Pb}^2+$  و  $\text{Zn}^{2+}$  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 Copaipe 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,  $\text{PbFe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH}, \text{H}_2\text{O})_6$ , 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

system of Volcano (Aeolian 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)".

[8] امامی م.م.، رادفر ج.، "نقشه زمین‌شناسی ارده‌ستان در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰" ، سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۹).

[۹] سرابی ف.، "کانی‌شناسی نوری" ، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۷۵) صفحه‌های ۲۲۳ 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) صفحه ۲۱۳.