



**بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران**  
**۲۰ و ۲۱ آبان‌ماه ۱۳۹۹**  
**The 23<sup>rd</sup> Symposium of Geological Society of Iran**  
**10-11 November, 2020**



## مطالعات سیالات در گیر معدن مس تپ مانتو کوشک بهرام، ایران مرکزی

مرجان جبلی<sup>۱\*</sup>، پیمان افضل<sup>۲،۳</sup>، لیلی دانشورصائین<sup>۴</sup>، محمد لطفی<sup>۵</sup>

۱. دکتر، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران \* \* [Jebeli\\_marjan@yahoo.com](mailto:Jebeli_marjan@yahoo.com)

۲. دانشیار بخش مهندسی نفت و معدن، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. عضو هیات مدیره انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران، ایران [P\\_afzal@azad.ac.ir](mailto:P_afzal@azad.ac.ir)

۴. استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران [daneshvar.saein@gmail.com](mailto:daneshvar.saein@gmail.com)

۵. دانشیار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، ایران [m\\_lotfi\\_1014@yahoo.com](mailto:m_lotfi_1014@yahoo.com)

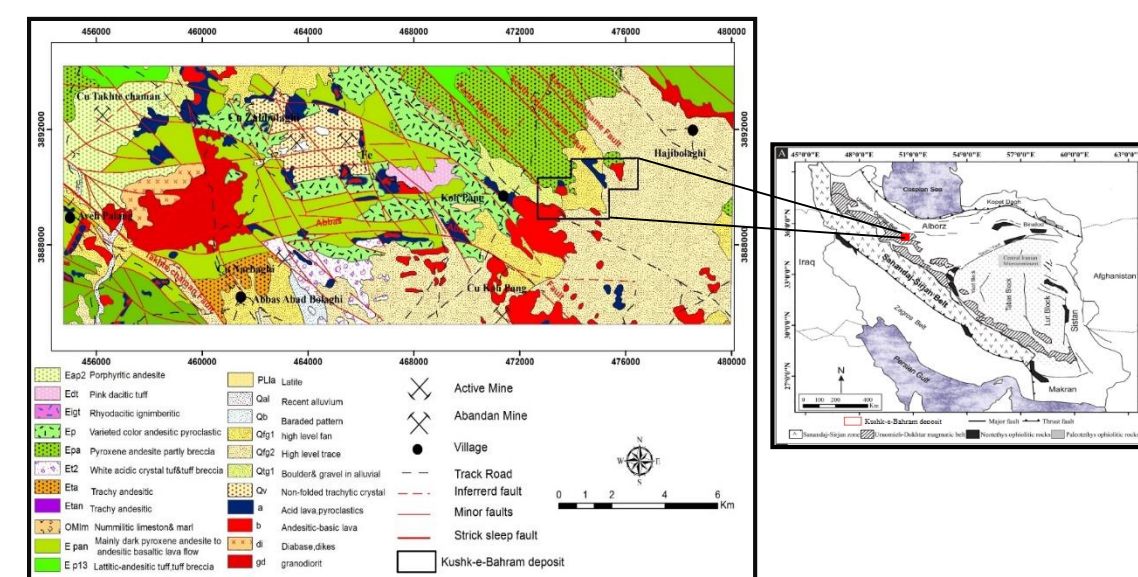
### چکیده

کانسار مس تپ مانتو کوشک بهرام، همراه رخساره های ولکانیکی ائوسن تا الیگومیوسن، در بخش میانی ایران مرکزی و در کمان ماگمایی ارومیه-دختر قرار گرفته است. سنگ های اصلی منطقه شامل پیروکلاستیک توف، آندزیتیک توف و پیروکلاستیک آندزیت می باشد. بر اساس مطالعات میکروتومتری سیالات درگیر، دمای همگن شدگی ۶۵ تا ۲۲۶ (با میانگین ۱۵۷.۵) درجه سانتی‌گراد و دامنه تغییرات شوری سیالات بین ۱۳.۹۹ تا ۳۰.۲۹ (با میانگین ۱۹.۲) درصد وزنی نمک طعام بدست آمد. ژرفای به دام افتادن سیال ها در این کانسار کمتر از ۲۰۰ متر و فشار کمتر از ۵۰ بار در تشکیل آن مؤثر بوده است، لذا این کانسار از نوع کانسارهای دماپاین و شوری کم تا متوسط است. بر اساس شواهد شوری و دما، کانسار مس مانتو کوشک بهرام بیشترین شباهت را با کانسار معدن بزرگ و کانسارهای ولکانیکی تپ مانتو شیلی دارد.

**کلید واژه‌ها:** سیالات درگیر، دمای همگن شدگی، معدن کوشک بهرام، مس تپ مانتو، ایران مرکزی.

### مقدمه

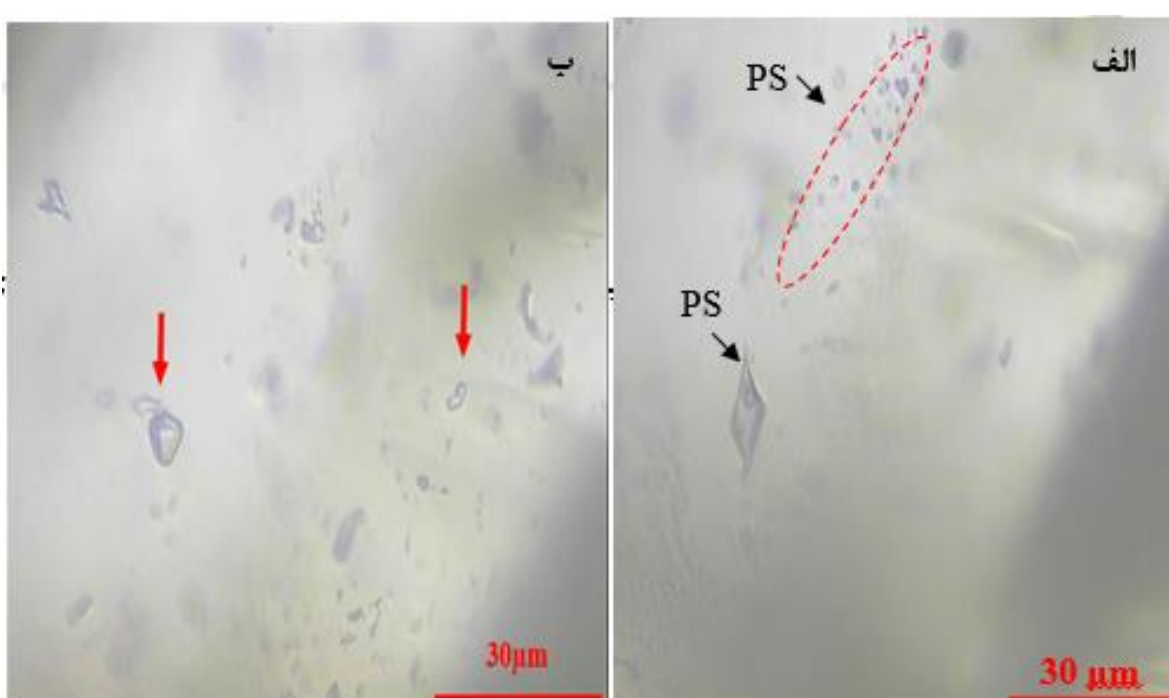
کانسار مس تپ مانتو کوشک بهرام، تقریباً در مرکز برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاویه قرار گرفته است که به لحاظ موقعیت زمین‌شناسی، در زون ایران مرکزی و در کمربند ماگمایی ارومیه-دختر قرار گرفته (شکل ۱) که شامل نهشته‌های مس پورفیری مانند سرچشمه، سونگون، میدوک، کهنک و دره زار [2],[5],[6],[18],[20],[4],[3]، مس های ای تپ مانتو به خصوص در قسمت میانی خود مانند خلخاب-نشوه، نارباغی، کوه پنگ و کوشک بهرام می باشد [10],[9],[11],[14],[8],[15]. سنگ‌های میزبان نمونه‌های مورد مطالعه، عمدتاً شامل سنگ‌های (آندزیت، تراکی آندزیت، ربولیت، توف‌های برشی و...) می‌باشند (شکل ۱). هدف از این پژوهش، مشخص کردن چگونگی شرایط تشکیل میانبارهای سیال مسوول کانه زایی در معدن کوشک بهرام است. میانبارهای سیال اطلاعات با ارزشی را در ارتباط با دما، فشار، چگالی و ترکیب سیال های مسئول کانه زایی بیان می کنند [17]. [13]. مطالعات میانبارهای سیال روی ۵ نمونه دوبرصیقل صورت گرفت که کانی میزبان ۴ نمونه از میانبارهای سیال، کوارتز و فقط در ۱ نمونه، کلسیت می‌باشد. در مجموع، اندازه‌گیری‌های میکروتومتری، بر روی ۴۳ میانبار سیال، انجام گرفت.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه (کوشک بهرام) بر روی نقشه زون‌های ساختاری ایران (Stocklin, 1968)

### روش تحقیق

به منظور شناخت ماهیت فیزیکوشیمیایی سیالات کانه‌ساز و بررسی روند تغییرات دمایی در حین تشکیل کانسار کوشک بهرام و با توجه به شواهد صحرائی، از رگه‌های کوارتزی همراه با سولفید و کلسیت ۵-مقطع دوبرصیقل برداشت و در دانشگاه تربیت مدرس تهیه گردید و مطالعات میکروتومتری در آزمایشگاه مرکز تحقیقات فراوری مواد معدنی ایران به کمک استیج THMS600 (Stage)، گرم‌کننده و منجمدکننده با مدل Linkam که بر روی میکروسکوپ Zeiss نصب است، صورت گرفت. دامنه حرارتی دستگاه، ۱۹۶- تا ۶۰۰+ درجه سانتی‌گراد است. دستگاه، مجهز به دو کنترل گر، گرمایش (TP94) و سرمایش (LNP)، مخزن از جهت پمپ نیتروژن برای انجماد) و مخزن آب (جهت خنک کردن دستگاه در دمای بالا) بوده است. کالیبراسیون Stage در گرمایش، با دقت  $\pm 0.6$  درجه بوده که با نیترا سزیم (Cesium nitrate) و با نقطه ذوب ۴۱۴ درجه، صورت پذیرفت و در انجماد با دقت  $\pm 2/0$  درجه و با ماده استاندارد ان-هگزان-ن (Hexane) با نقطه ذوب ۹۴/۳- درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. خطای اندازه‌گیری دستگاه، در حد  $\pm 1/0$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در مطالعات پتروگرافی نمونه‌های کوشک بهرام، سیالات درگیر اولیه (P)، ثانویه (S) و ثانویه کاذب (PS) شناسایی شدند. رگچه‌های کوارتز و کلسیت، به طور کلی، ضخامتی در حدود چند میلی‌متر دارند و فراوانی رگچه‌های کمتر از ۳ میلی‌متر، بیشتر است. این رگچه‌ها همراه با سولفیدهای مس نیمه وجه‌دار، مثل کالکوپریت، کالکوسیت، دیزنیت و بورنیت، می‌باشند. در مطالعات مینرالوگرافی، به نظر می‌رسد، کالکوپریت غالباً صورت اولیه از حاشیه، بلورهای کالکوسیت و دیزنیت را جانشین کرده است. همچنین سولفیدهای کالکوپریت، بورنیت، کوولیت و کالکوسیت به صورت افشان در زمینه نمونه نیز مشاهده می‌شود. مطالعات انجام شده، نشان داد حداقل ۳ تپ میانبار سیال در کانسار کوشک بهرام، تشکیل شده است که عبارتند از: تک‌فاز غنی از مایع (L)، دوفازی غنی از مایع (L+V)، دوفازی غنی از گاز (V+L). میانبارهای تک‌فازی میله‌ای شکل، اغلب در امتداد سطوح رخ بلورهای کلسیت، مشاهده می‌شوند (جدول ۱). در نمونه‌های مورد مطالعه، فقط میانبارهای دوفازی غنی از مایع، برای مطالعات میکروتومتری مناسب و اندازه‌گیری‌ها بر روی آن‌ها انجام گرفت (شکل ۳). این میانبارها، اغلب به صورت منفرد و به مقدار کمتر، به صورت تجمعات چندتایی و نیز دنباله، مشاهده می‌گردد. آنکلیوزیون‌ها در اندازه‌های ۵ میکرون تا ۲۰ میکرون، مشاهده شدند؛ اما سیالات با اندازه ۶ تا ۱۵ میکرون، بیشترین فراوانی را دارند.

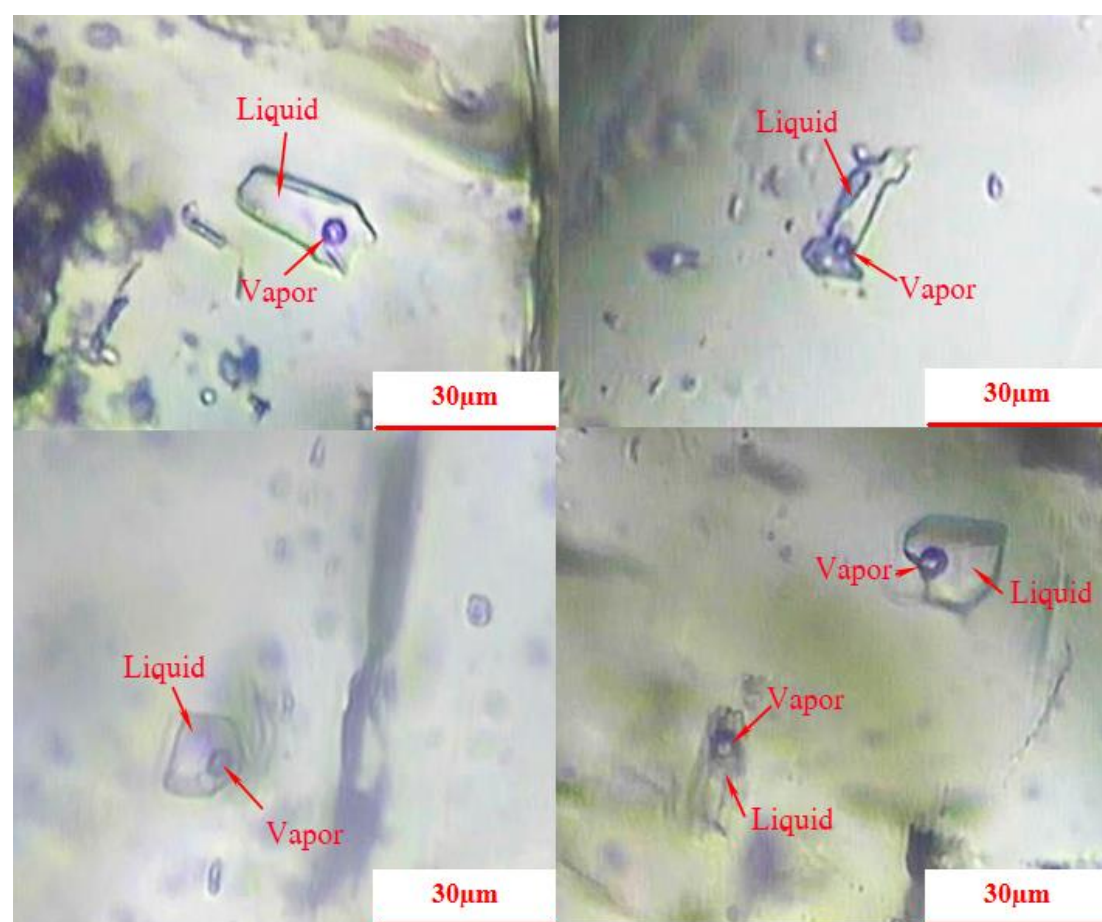


شکل ۲-الف- انواع سیالات درگیر اولیه (P) و ثانویه کاذب (PS) موجود در منطقه کوشک بهرام، ب- میانبارهای دو فازی غنی از مایع

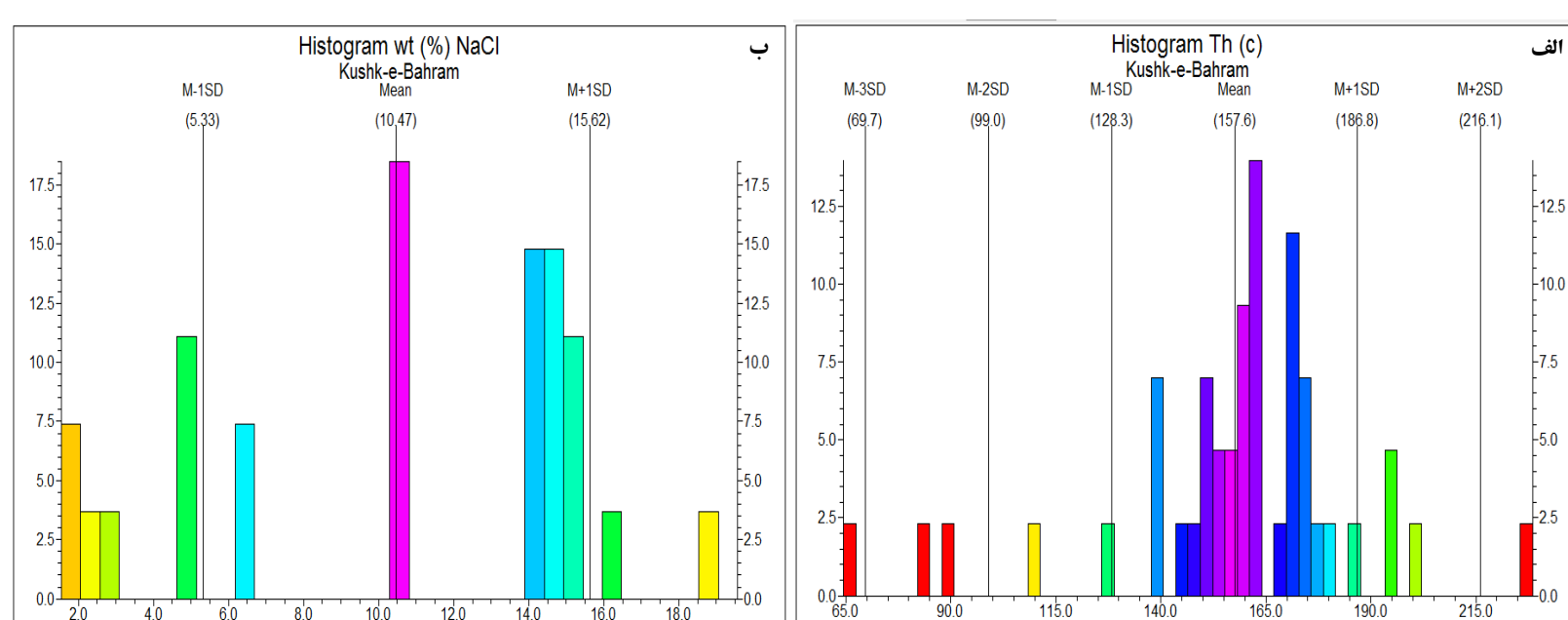
جدول ۱- نتایج میکروتومتری سیالات درگیر نمونه های بدراشت شده از معدن مس مانتو کوشک بهرام

Sample	KB 4-2	KB 6	KB 7-1	KB7-2	KB 10
Host minerals	Q	Cal	Q	Q	Q
Mode	L+V=L	L+V=L	L+V=L	L+V=L	L+V=L
Te (°C)	-60	-45	-60	-45	.....
Tm <sub>ice</sub> (°C)	-24.5	-19.32	30.38	10.45	.....
Tm <sub>hydrol</sub> (°C)	-33	-27.75	47.25	.....	.....
Th (°C)	194	162.31	164.7	160.36	87.25
Salinity	5.01	8.82	7.22	14.44	.....

دمای یوتکتیک (TEu) اندازه‌گیری شده برای میانبارهای سیال، بین ۴۰- تا ۶۰- درجه سانتی‌گراد است. در این محدوده دمایی، میانبارهای سیال از فازهای یخ، هیدروالیات و مایع تشکیل شده‌اند. برای محاسبه شوری، از دمای ذوب آخرین بلور یخ (Tmice)، استفاده می‌شود که در نمونه‌های مورد مطالعه Tmice، بین ۱۰- تا ۴۷- است. بر این اساس، شوری در کانسار کوشک بهرام، بین ۱۳.۹۹ تا ۳۰.۲۹ درصد وزنی نمک طعام است (شکل ۴). محدوده با شوری بالای ۲۸ درصد وزنی معادل نمک طعام، به دلیل اختلاط سیالات ماگمایی و سیال رگچه‌های کلسیتی است. محدوده با شوری متوسط هم احتمالاً به دلیل اختلاط سیالات ماگمایی و سیالات جوی است و منطقه با شوری کم، نیز نقش پررنگ سیالات جوی و رقیق شدن سیال گرمایی، را نشان می‌دهد. دمای همگن شدن میانبارهای سیال در کانسار کوشک بهرام بین ۶۵ تا ۲۲۶ درجه سانتی‌گراد، با متوسط ۱۵۷.۵ می باشد که بیشترین فراوانی، مربوط به دماهای بین ۱۴۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد است (شکل ۴).



شکل ۳- میانبارهای دوفازی (L+V) متشکل از فاز گاز (V) و مایع آبگین (L) در نمونه KB6 با بزرگنمایی ۸۰۰ برابر



شکل ۴- الف- هیستوگرام توزیع فراوانی درجه حرارت. ب- درصد شوری آنکلیوزیون های موجود در معدن کوشک بهرام

### نتیجه گیری

در کانسار مس مانتو کوشک بهرام، دمای همگن شدن در حدود ۱۸۵ تا ۲۲۶ و به طور متوسط ۱۵۷.۵ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به مطالعات میانبارهای سیال کانسار کوشک بهرام، عمق به دام افتادن سیالات در اعماق خیلی کم و نزدیک به سطح زمین تشکیل شده است؛ لذا این کانسار از نوع کانسارهای دماپاین و شوری کم تا متوسط است. در نمودارهای مربوط به دمای همگن شدگی و شوری سیال کانه ساز، دو دسته دیده می شود که یک دسته از داده ها دارای دمای بالاتر و شوری پایین تر و دسته دیگر دارای دمای پایینتر و شوری بالاتر هستند که می تواند نشان دهنده دو نوع سیال گرمایی باشد. ژرفای به دام افتادن سیال ها در این کانسار، کمتر از ۲۰۰ متر و فشار کمتر از ۳۰ بار در تشکیل آن مؤثر بوده است. بر اساس شواهد شوری و دما، کانسار مس مانتو کوشک بهرام بیشترین شباهت را با کانسار معدن بزرگ و کانسارهای ولکانیکی تپ مانتو شیلی دارد.

پژوهش حاضر با همکاری شرکت محترم معدنی حدیدگستر سیرجان به انجام رسیده است. نگارندگان از جناب آقای حسینی، مدیر محترم شرکت و آقایان مهدی تهامی و احسان حاج مولاعلی کمال تشکر را دارند.

### منابع

- [1] جبلی، م، افضل، پ، پورکرمانی، م، جعفری راد، ع، تعیین مدل توصیفی کانسار مس کوشک بهرام (ایران مرکزی) با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی، پتروگرافی، کانیگرافی و میکروتومتری، رساله دکتری، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، 1396.
- [2] Abdolmaleki M, Tabaei M, Fathianpour N, Gorte Ben GH (2017). Determining optimum base wavelet for extracting spectral alteration features associated with porphyry copper mineralization using hyperspectral images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 58: 134-144.
- [3] Afzal, P., Fadakar Alghalandis, Y., Khakzad, A., Moarefvand, P., Rashidnejad Omran, N., Asadi Haroni H., 2012. Application of power-spectrum evolue fractal method for detecting hypogene, supergene enrichment, leached and barren zones in Kahang Cu porphyry deposit, Central Iran. J. Geochem Explor 112, 131e138.
- [4] Afshooni SZ, Mirnejad H, Esmaily D, Asadi Haroni H (2013). Mineral chemistry of hydrothermal biotite from the Kahang porphyry copper deposit (NE Isfahan), Central Province of Iran. Ore Geology Reviews 54: 214-232.
- [5] Alirezai A, Arvin M, Dargahi S (2017). Adakite-like signature of porphyry granitoid stocks in the Meiduk and Parkam porphyry copper deposits, NE of Shahr-e-Babak, Kerman, Iran. Constraints on geochemistry. Ore Geology Reviews 88: 370-383.
- [6] Beiranvand Pour A, Hashim M. Hydrothermal alteration mapping from Landsat-8 data, Sar Cheshmeh copper mining district, south-eastern Islamic Republic of Iran. Journal of Taibah University for Science 9: 155-166.
- [7] Boric R, Holmgren C, Wilson NSF, Zentilli M (2002). The Geology of the El Soldado Manto Type Cu (Ag) Deposit, Central Chile. In Porter, T.M. (Ed.), Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold & Related Deposits: A Global Perspective, PGC Publishing, Adelaide 2: 163-184.
- [8] Fazli, N., Ghaderi, M. & Maghfouri, S., 2015. Eastern Narbaghi Manto type stratabound copper mineralization in Eocene volcanoclastic sequence, northeast Saveh. [In:] Iran 33th National Geosciences Symposium, 10.
- [9] Jebeli, M., Afzal, P., Pourkermani, M., Jafarirad, A., 2018. Correlation between rock types and Copper mineralization using fractal modeling in Kushi-e-Bahram deposit, Central Iran. Geopersia 8 (1), 131-141.
- [10] Jebeli, M., Afzal, P., Pourkermani, M., Jafarirad, A., 2020. Fluid inclusion characteristics of the Cenozoic volcanic-hosted Kushi-e-Bahram manto type Cu deposit, central Iran. Geology 26, 2 (2020): 127-137.
- [11] Kojima S, Astudillo J, Rojo J, Trista D, Hayashi K (2003). Ore mineralogy, fluid inclusion, and stable isotopic characteristics of stratiform copper deposits in the coastal Cordillera of northern Chile. Mineralium Deposita 38: 208-216.
- [12] Kojima S, Trista-Aguilera D, Hayashi K (2008). Genetic Aspects of the Manto-type Copper Deposits Based on Geochemical Studies of North Chilean Deposits. Resource Geology 59(1): 87-98.
- [13] Pirajno, F., 1992. Hydrothermal mineral deposits. Springer-Verlag, 709 p. Pirajno, F., 2009- Hydrothermal processes and mineral systems. Springer, Geological Survey of Western Australia, Perth, WA, Australia, 1273 p.
- [14] Rajabpour, Sh., Jiang, Sh., Lehmann, B., Abedini, A., Gregory, D., 2018. Fluid inclusion and O-H-C isotopic constraints on the origin and evolution of ore-forming fluids of the Cenozoic volcanic-hosted Kuh-Pang copper deposit, Central Iran Ore Geology Reviews, Volume 94, 277-289.
- [15] Rezaei Kakhkhai M, Galindo C, Pankhurst RJ, Esmaily D (2011). Magmatic differentiation in the calc-alkaline Khalkhab-Neshveh pluton, Central Iran. Journal of Asian Earth Sciences 42: 499-514.
- [16] Ramirez, L.E., Palacios, C., Townley, B., Parada, M.A., Sial, A.N., Fernandez-Turiel, J.L., Gimeno, D., Garcia-Valles, M. & Lehmann, B., 2006. The Mantos Blancos copper deposit: an upper Jurassic breccia-style hydrothermal system in the coastal range of northern Chile. Mineralium Deposita 41, 246-258.
- [17] Roedder, E., 1984- Fluid Inclusions, Reviews in Mineralogy 12. Mineralogical Society of America, 646 p.
- [18] Richards, J.P., 2015. Tectonic, magmatic, and metallogenic evolution of the Tethyan orogen: From formation to collision. Ore Geology Reviews 70, 323-345.
- [19] Salehi L, Raza I (2016). Sulfur Isotopic Characteristics of the Chalcocite in Madan Bozorg Cu Deposits, Abbas Abad, NE Iran, 34th National and the 2nd International Geosciences Congress, Tehran, Iran.
- [20] Soltani F, Afzal P, Asghari O (2014). Delineation of alteration zones based on Sequential Gaussian Simulation and concentration-volume fractal modeling in the hypogene zone of Sungun copper deposit, NW Iran. Journal of Geochemical Exploration 140: 64-76.