

تفکیک نفوذی های گرانی توئیدی بهره‌ور از غیر بهره‌ور در کمر بند مس پورفیری کرمان: نتایج مطالعات مقدماتی سنگ نگاری و کانی شناسی

بهنام شفیعی

استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گلستان، گرگان

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۱۶

behnam.shafiei@gmail.com

چکیده

مطالعه سنگ‌نگاری بر روی نمونه های با حداقل دگرسانی و نادگرسان از نفوذی های پورفیری در کمر بند مس کرمان نشان داد که ترکیب غالب توده های بهره‌ور گراندیوریت و توده های نیمه بهره‌ور تا غیر بهره‌ور کوارتز دیوریتی یا دیوریتی بود. به لحاظ بافتی، اندازه درشت بلورها و زمینه در توده های بهره‌ور از درشت تا متوسط متغیر بود در حالیکه توده های غیر بهره‌ور از درشت بلورهای کوچکتر و زمینه دانه ریزتری برخوردار بودند. نسبت درشت بلورها به زمینه برای توده های بهره‌ور از ۱:۱ تا ۱:۲ متغیر بود در حالیکه این نسبت در توده های نیمه بهره‌ور تا غیر بهره‌ور کوچکتر بود. مطالعه حاضر همچنین نشان داد که توده های بهره‌ور دارای ۵ تا ۱۰ درصد وزنی هورنبلند و ۳ تا ۵ درصد وزنی بیوتیت بودند در حالیکه توده های نیمه بهره‌ور تا غیر بهره‌ور دارای مقادیر بیوتیت بیشتری نسبت به هورنبلند بودند. همچنین پلاژیوکلاز توده های نفوذی بهره‌ور عمدتاً الیگوکلاز ($An=10-30$) و توده های نیمه بهره‌ور تا غیر بهره‌ور آندزین ($An=30-50$) بودند. ترکیب سنگ شناسی، ویژگی های بافتی و کانی شناسی توده های بهره‌ور می تواند انعکاس دهنده شرایط مناسب ماگمای مادر این نفوذی ها برای کانی سازی مس پورفیری باشد. این شرایط سازگار با فوق اشباع شدن ماگمای مولد کانسارها از آب در نتیجه تبلور کمتر کانی های تیره آبدار و اما تبلور طولانی مدت و بیشتر کانی های روشن بواسطه تفريق بیشتر این ماگماها بوده اند.

کلمات کلیدی: نفوذی بهره‌ور، سنگ نگاری، مس پورفیری

مقدمه

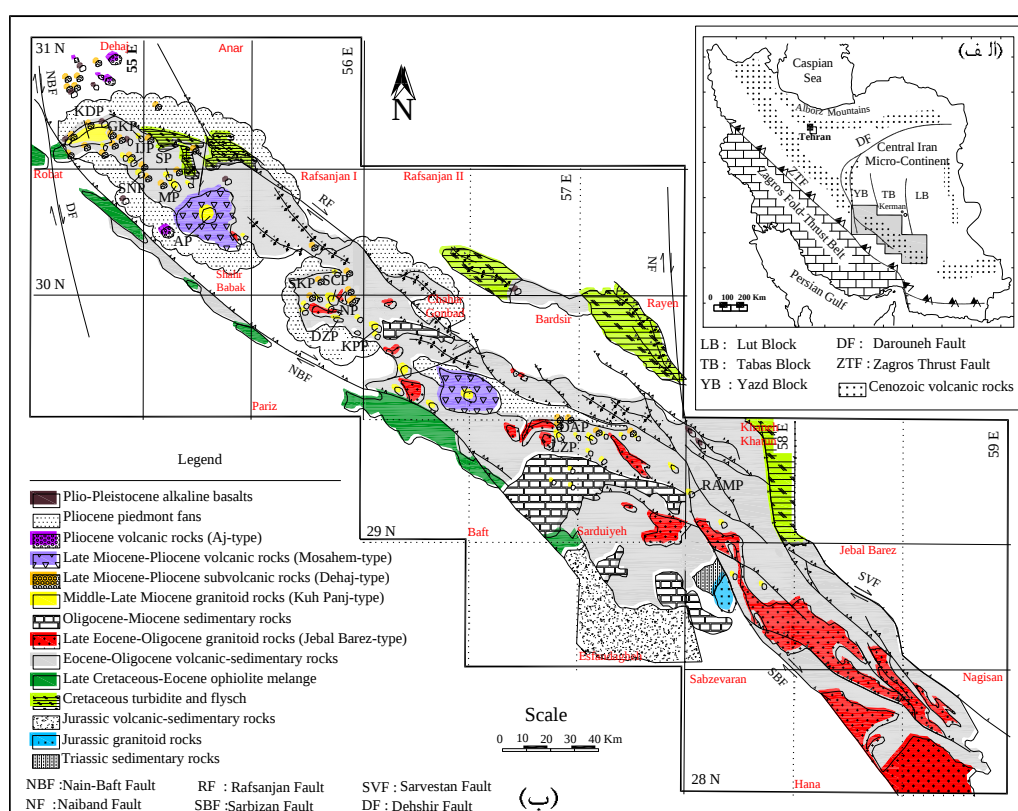
برخوردی در محیط زمین ساختی همزمان تا پس از برخورد حاصل شده اند (Shafiei et al., 2009). در مقایسه با این توده ها، توده های پورفیری نیمه بهره‌ور (بصورت توده های میزبان کانسارهای بسیار کم عیار) تا غیر بهره‌ور (در داخل محیط کانسارها و خارج از محیط آنها) در کمر بند مس کرمان حاصل ذوب بخش های مافیک قاعده ای پوسته قاره ای ضخیم شده بدون دخالت ماگماهای جبه ای فرض شده اند (شفیعی، ۱۳۸۷). در ادامه تکمیل مطالعه اخیر و به منظور یافتن دیگر تفاوت های میان توده های غیر بهره‌ور تا نیمه بهره‌ور و توده های بهره‌ور، مطالعه سنگ نگاری این توده ها با هدف دستیابی به روش های ارزان و آسان برای شناخت توده های نفوذی مولد کانسارهای پورفیری با قابلیت کاربرد در اکتشاف ناحیه ای انجام شد.

کمر بند مس کرمان که با حضور تعداد زیادی کانسار پورفیری بزرگ و کوچک به مهمترین منطقه مس خیز ایران شهرت دارد نیز همانند دیگر کمر بندهای مس جهان میزبان توده های پورفیری بهره‌ور و غیر بهره‌ور متعددی است که دارای سن مشابه و یا نزدیک به هم هستند (Dimitrijevic 1973; Nedimovic 1973; Shafiei et al., 2009; Zarasvandi et al., 2005; McInnes et al., 2003). نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است که کانی سازی مس پورفیری در کمر بند کرمان با زایش و جایگزینی توده های گرانی توئیدی پورفیری با گرایش شبه آداکیتی (به سن میوسن میانی تا پایانی) همراه و همزاد بوده است که ماگمای مادر این توده ها از ذوب آبدار بخش های مافیک قاعده ای پوسته قاره ای ضخیم شده با دخالت ماگماهای برخاسته از جبه زون

روش کار

به منظور محقق نمودن هدف این پژوهش، تعداد ۲۵ عدد نمونه از نمونه هائی نادگرسان و همچنین نمونه های با حداقل آثار دگرسانی از توده های بهره‌ور، نیمه بهره‌ور و غیربهره‌ور از مغزه های اکتشافی در دسترس چند کانسار پورفیری و همچنین از رخنمون های مربوط به توده های پورفیری غیربهره‌ور موجود در محیط و مجاور کانسارهای مورد مطالعه برداشت گردید (شکل ۱). نمونه ها برای انجام مطالعات میکروسکوپی مورد مقطع گیری و آماده سازی قرار گرفتند. مطالعات میکروسکوپی شامل شناسائی بافت، تعیین نسبت درشت

بلورها به زمینه، کانی شناسی، تعیین نوع پلاژیوکلاز بر اساس زاویه خاموشی، آنالیز مودال و شناسائی ترکیب سنگ بوده است. جهت آنالیز مودال، از شبکه بندی مقطع میکروسکوپی به شکل تقسیم بندی هر مقطع به هشت میدان دید و سپس شمارش کانیها با دستگاه شمارشگر استفاده شد. بهره گیری از الگوهای مودال برای درصد کانیها در هر میدان دید و نهایتاً میانگین گیری از تمام میدان ها در هر مقطع باعث دستیابی به ترکیب مودال کانی شناسی برای نمونه های مورد مطالعه گردید. نتایج این مطالعات در جدول ۱ و شکل های ۲ و ۳ ارائه گردیده است.



شکل ۱. نقشه ساده شده زمین‌شناسی کمربند مس پورفیری کرمان (اقتباس از شفیعی ۱۳۸۷) و موقعیت توده های پورفیری بهره‌ور، نیمه بهره‌ور و غیر بهره‌ور استفاده شده در این مطالعه. اختصارات استفاده شده در روی نقشه زمین شناسی عبارتند از: AD: توده میکرو دیوریت پورفیری کانسار آبدر؛ SP: توده کوارتز دیوریت پورفیری کانسار سارا؛ SNP: توده کوارتز دیوریت پورفیری کانسار سرنو؛ KDP: توده کوارتز دیوریت پورفیری کانسار کدر؛ IJP: توده کوارتز دیوریت پورفیری کانسار ایجو؛ KPP: توده کوارتز دیوریت پورفیری کانسار کوه پنج؛ NP: توده دیوریت پورفیری کانسار نوچون؛ SKP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار سرکوه؛ DZP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار دره‌زار؛ MP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار میدوک؛ SCP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار سرچشمه؛ LZP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار لاله‌زار؛ GKP: توده دیوریت پورفیری کانسار گودکلواری؛ DAP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار درآلو؛ RAMP: توده گرانودیوریت پورفیری کانسار رضی‌آباد-مدین.

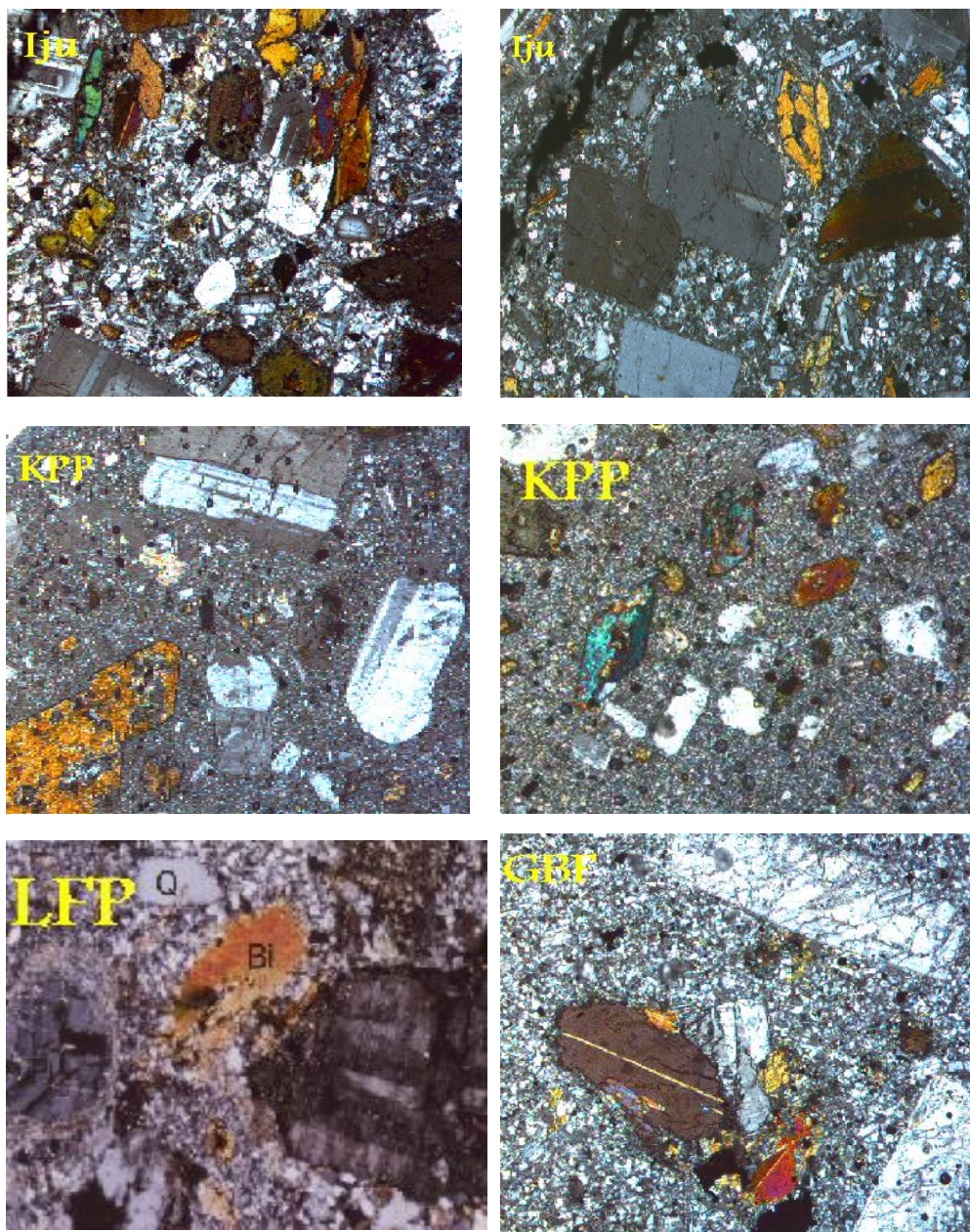
نتایج

مطالعات سنگ نگاری نشان داد که توده های پورفیری بهره‌ور از ویژگی های بافتی و کانی شناسی مجزائی نسبت به توده های پورفیری غیربهره‌ور برخوردار هستند. توده های بهره‌ور از نظر بافتی با میزان فراوانتر و اندازه بزرگتر درشت بلورها و زمینه فانریتیک دانه درشت تر نسبت به توده های نیمه بهره‌ور تا غیربهره‌ور مشخص می شود. در توده های بهره‌ور نسبت درشت بلورها به زمینه از ۱:۱ تا ۱:۲ متغیر است در حالیکه این نسبت در توده های نیمه بهره‌ور تا غیربهره‌ور به نفع زمینه تغییر می کند؛ به عبارت دیگر میزان درشت بلورها کمتر از زمینه دانه ریز این سنگها به چشم می آید (جدول ۱، شکل ۲ و ۳). فراوانی مودال کانی های روشن بر تیره و همچنین برتری مودال هورنبلند بر بیوتیت از دیگر ویژگی های کانی شناسی توده های پورفیری بهره‌ور نسبت به

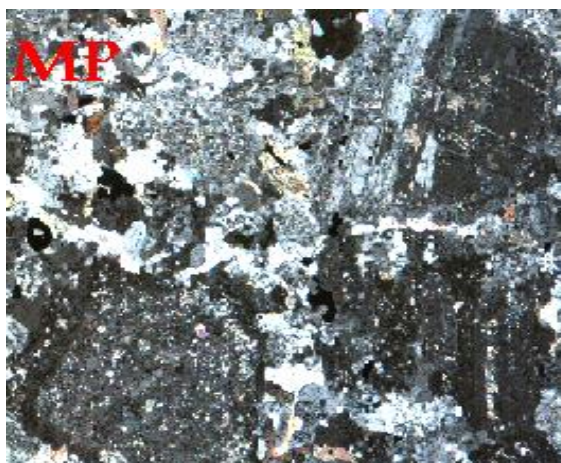
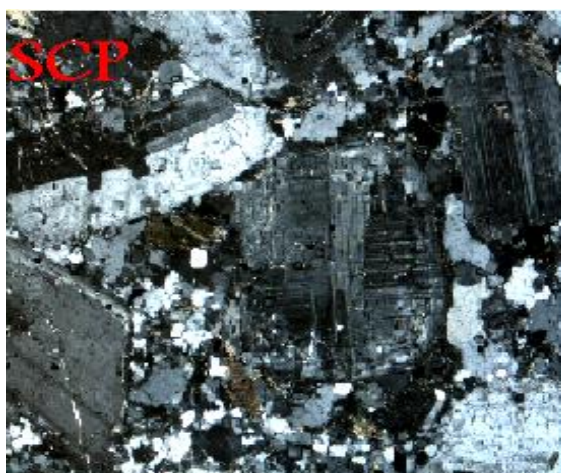
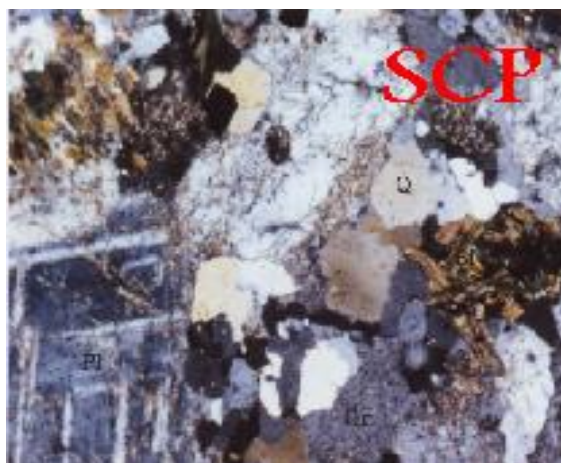
توده های نیمه بهره‌ور و غیربهره‌ور می باشد. اندازه گیری نسبی میزان آنورتیت پلاژیوکلازها در توده های پورفیری مورد مطالعه نشان داد که پلاژیوکلازها در توده های بهره‌ور عمدتاً دارای ترکیب الیگوکلاز هستند هرچند که تعدادی از آنها آندزین نیز بودند. در مقایسه، ترکیب پلاژیوکلاز توده های نیمه بهره‌ور تا غیربهره‌ور عمدتاً آندزین بود. از دیگر ویژگی های سنگ نگاری آشکار شده در مطالعه حاضر، عدم حضور پیروکسن در توده های پورفیری بهره‌ور و در مقابل حضور این کانی در توده های غیربهره‌ور تا نیمه بهره‌ور می باشد که به مقدار کم تا متوسط در این سنگها رویت شد (جدول ۱). با توجه به ترکیب مودال این سنگها، ترکیب سنگ شناسی برای توده های بهره‌ور تا نیمه بهره‌ور عمدتاً گرانودیوریت و به مقدار کمتر کوارتزیدیوریت و برای توده های غیربهره‌ور عمدتاً دیوریتی تا کوارتزیدیوریتی تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱. خلاصه ای از ویژگی های سنگ نگاری تعدادی از توده های پورفیری بهره‌ور، نیمه بهره‌ور و غیربهره‌ور در کمربند مس پورفیری کرمان (۱۰٪ تا ۵٪ XXX؛ ۵٪ تا ۳٪ XX؛ ۳٪ تا ۱٪ X؛ وجود ندارد یا کمیاب است ---)

نام نمونه	محل و موقعیت نمونه	درصد تقریبی زمینه / درشت بلور (میانگین)	فراوانی نسبی بیوتیت (میانگین)	فراوانی نسبی هورنبلند (میانگین)	فراوانی نسبی پیروکسن (میانگین)	ترکیب نسبی پلاژیوکلاز (میانگین)	میانگین ترکیب سنگ شناسی	وضعیت بهره‌وری توده
SCP	توده نفوذی کانسار سرچشمه	۵۰/۵۰ تا ۶۰/۴۰	XX	XXX	---	الیگوکلاز-آندزین	گرانودیوریت	بهره‌ور
MP	توده نفوذی کانسار میدوک	۵۰/۵۰ تا ۷۰/۳۰	XX	XXX	---	الیگوکلاز-آندزین	گرانودیوریت	بهره‌ور
DZP	توده نفوذی کانسار دره زار	۵۰/۵۰ تا ۶۰/۴۰	XX	XX	---	الیگوکلاز-آندزین	گرانودیوریت	بهره‌ور
SKP	توده نفوذی کانسار سرکوه	۴۰/۶۰ تا ۵۰/۵۰	XX	XX	---	الیگوکلاز-آندزین	گرانودیوریت	بهره‌ور تا نیمه بهره‌ور
KPP	توده نفوذی کانسار کوه پنج	۴۰/۶۰ تا ۳۰/۷۰	XXX	XXX	X	آندزین	کوارتزیدیوریت	نیمه بهره‌ور
IJP	توده نفوذی کانسار ایجو	۳۵/۶۵ تا ۳۰/۷۰	XX	XXX	X	آندزین	کوارتزیدیوریت	نیمه بهره‌ور
SNP	توده نفوذی کانسار سرنو	۳۰/۷۰ تا ۲۵/۷۵	XX	X	X	آندزین	کوارتزیدیوریت- دیوریت	نیمه غیربهره‌ور
LFP	توده دانه ریز تاخیری کانسار سرچشمه	۳۵/۶۰ تا ۳۰/۷۰	XX	XX	---	آندزین	کوارتزیدیوریت	نیمه بهره‌ور تا غیربهره‌ور
GBF-۱	کوه سنگ سفید- بافت	۴۰/۶۰ تا ۵۰/۵۰	X	XX	XX	آندزین	دیوریت	غیربهره‌ور
GBF-۲	بافت	۴۰/۶۰	---	X	XX	آندزین	دیوریت	غیربهره‌ور
DP-۲	ساردوئیه	۴۰/۶۰ تا ۳۰/۷۰	---	XXX	XX	آندزین	دیوریت	غیربهره‌ور



شکل ۲. تصاویر میکروسکوپی از سنگ‌های کوارتز دیوریتی تا گرانودیوریتی نیمه بهره‌ور تا غیر بهره‌ور تیپ کوه‌پنج متعلق به استوک‌های ایجو (Lju)، کوه‌پنج (KPP)، پورفیری دانه ریز تاخیری کانسار سرچشمه (LFP) و کوه سنگ سفید بافت (GBF). به زمینه دانه ریز، اندازه کوچک درشت بلورها و همچنین فراوانی کانی‌های مافیک (آمفیبول و بیوتیت) در این توده‌ها نسبت به توده‌های بهره‌ور توجه شود (بزرگنمایی ۵۰ برابر).



شکل ۳. تصاویر میکروسکوپی از سنگ‌های گرانودیوریتی بهره‌ور تیپ کوه پنج متعلق به استوک‌های پورفیری سرچشمه (SCP) و میدوک (MP). به زمینه دانه درشت، اندازه بزرگتر درشت بلورها و همچنین کمی کانی‌های مافیک (آمفیبول و بیوتیت) در این توده‌ها نسبت به توده‌های غیربهره‌ور توجه شود (بزرگنمایی ۵۰ برابر).

بحث و نتیجه گیری

از نقطه نظر ارتباط بین ویژگی های بافتی و کانی شناسی شناخته شده در این مطالعه با پتانسیل کانی سازی این توده ها می توان عنوان کرد که اندازه بزرگتر بلورهای درشت و زمینه این سنگها به همراه کاهش میزان آنورتیت پلاژیوکلازها (از آندزین بطرف الیگوکلاز) و همچنین فراوانی مودال کانی های روشن بر تیره می توانند به ترتیب انعکاسی از (۱) مدت زمان طولانی تر سرد شدن و تبلور بیشتر این توده ها ناشی از طولانی تر بودن زمان صعود ماگمای آنها از محل منشأ بطرف مناطق کم ژرفای پوسته و (۲) آب بیشتر در ماگمای مولد این توده ها نسبت به توده های غیربهره ور باشد (Burnham, 1997; Whitney, 1989; Dilles, 1987; Burnham, 1979; Candela and Piccoli, 1998; Cline, 1995; Candela, 1997). محققین مذکور معتقد هستند که توده های گرانیتوئیدی که مدت زمان بیشتر و همچنین تحت فشار زیاد لیتواستاتیک در پوسته توقف داشته اند و متحمل تفریق بخشی گردیده اند (دیوریت- کوارتز دیوریت-گرانودیوریت) می توانند اند هم بواسطه تبلور بیشتر کانی های روشن نسبت به کانی های تیره و همچنین بواسطه اعمال فشار لیتواستاتیک بر ماگمای اشباع از آب در فاز نهائی تفریق به مرحله فوق اشباع از آب برسند. این شرایط به همراه تبلور کمتر بیوتیت نسبت به هورنبلند از چنین ماگمای اشباع از آبی (حداقل ۴ درصد وزنی آب) به فوق اشباع شدن ماگمای باقی مانده از آب کمک شایانی نموده که نهایتاً به جدایش بخار آب و ترکیبات فرار به شکل کلاhek های اشباع از آب در سقف اطاقک ماگمایی منجر می شود (Burnham, 1997). شاهد چنین شرایطی، بافت پورفیری درشت دانه توده های مولد کانسارهای سرچشمه، میدوک، دره زار و سرکوه نسبت به توده های نیمه بهره ور (ایجو، سرنو و آبدر) تا توده های غیربهره ور GBF-2, GBF-1 (DP-2) می باشد که بافت پورفیری دانه ریز آنها می تواند بازتابی از جدا شدن سریع آنها از ناحیه منشأ، عدم توقف در پوسته و نهایتاً عدم تشکیل کلاhek های متعدد اشباع از آب در استوک آنها باشد. تبلور بیشتر بیوتیت به همراه فراوانی زیاد کانی های مافیک (بیوتیت و هورنبلند) در این توده ها نسبت به توده های بهره ور که میزان زیادی از آب ماگما را صرف ساختار خود کرده اند می توانسته نقش مهمی در فوق اشباع نشدن ماگمای باقیمانده از آب و نهایتاً عدم جدایش فاز بخار در چنین ماگماهایی داشته باشد. در نتیجه، چنین ماگماهایی بواسطه کمبود آب نتوانسته اند سیالات گرمایی با غلظت کافی از فلز را شکل دهند و در نتیجه بصورت نیمه بهره ور تا غیربهره ور در پوسته جایگزین شده اند. از نقطه نظر اکتشاف ناحیه ای، بکارگیری ویژگی های بافتی و کانی شناسی توده های گرانیتوئیدی موجود در ایالت های واجد کانسارهای مس پورفیری می تواند در تشخیص توده های بهره ور از غیربهره ور مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- Shafiei, B., Haschke, M., Shahabpour, J., 2009, Recycling of orogenic arc crust triggers porphyry Cu mineralization in Kerman Cenozoic arc rocks. *Mineralium Deposita*, V:44, p:265-283.
- Nedimovic R., 1973, Exploration for ore deposits in Kerman region. *Geological Survey of Iran. Rep.*, 53: 247p.
- McInnes, B.I.A., Evans, N.J., Belousova, E., Griffin, W.L., 2003, Porphyry copper deposits of the Kerman belt, Iran: timing of mineralization and exhumation processes. *CSIRO Scientific Research Report*, 41p.
- Dimitrijevic, M.D., 1973, Geology of Kerman region. *Geological Survey of Iran. Rep.*, 52: 334p.
- Dilles, J.H., 1987, Petrology of the Yerington Batholith, Nevada: Evidence for evolution of porphyry copper ore fluids. *Economic Geology*, V:82, p:1750-1789.
- Cline, J.S., 1995, Genesis of porphyry copper deposits: The behavior of water, chloride, and copper in crystallizing melts. *Arizona Geological Society Digest*, V:20, P: 69-82.
- Candela, P.A., 1997, A review of shallow, ore-related granites: textures, volatiles and ore metals. *Journal of Petrology*, V:38, p:1619-1633.
- Candela, P.A., Piccoli, P.M., 1998, Magmatic contributions to hydrothermal ore deposits: An algorithm (MVPART) for calculating the composition of the magmatic volcanic phase. In: Richards, J.P., and Larson, P.B. (eds.), *Techniques in hydrothermal ore deposits geology, Reviews in Economic Geology*, V:10, p: 97-108.
- Burnham, C.W., 1979, Magmas and hydrothermal fluids. In: Barnes, H.L. (ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2nd edition: New York, John Wiley and Sons, 71-136.
- Burnham, C.W., 1997, Magmas and hydrothermal fluids. In: Barnes, H.L. (ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 3rd edition: New York, John Wiley and Sons, 63-123.
- شفیعی، ب.، ۱۳۸۷، الگوی فلز زائی کمر بند مس پورفیری کرمان و رهیافت های اکتشافی آن. رساله دکتری زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۲۵۷ صفحه.

- Shafiei, B., Shahabpour, J., Haschke, M., 2008, Transition from Paleogene normal calc-alkaline to Neogene adakitic-like plutonism and Cu-metallogeny in the Kerman porphyry copper belt: Response to Neogene crustal thickening. *Journal of Sciences, I. R. Iran.*, V:19, p:67-84.
- Whitney, J.A., 1989, Origin and evolution of silicic magmas. In: Whitney, J.A., and Naldrett, A.J. (eds.), *Ore deposition associated with magmas, Reviews in Economic Geology*, V:4, p:183-195.
- Zarasvandi A., Liaghat S., Zentilli M., 2005, Porphyry copper deposits of the Urumieh-Dokhtar magmatic arc, Iran. In: Porter T.M., (Ed.), *Supper porphyry copper and gold deposits; a global perspective*. PGC Publishing, Australia, p: 441-453.