

بررسی کانه‌زایی منگنز در جوکندی، جنوب باختر هشتروند

نوشته: فرهاد ملک قاسمی* و وارطان سیمونز*

*گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تبریز، ایران

Investigation of Manganese Mineralization in Jokandy, Southwest of Hashtroud

By: F. Malekghasemi* & V. Simmonds*

*Geology Department, Faculty of Sciences, Tabriz University, Iran

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۰۴/۱۱

*تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۰۸/۰۷

چکیده

هدف از این مطالعه، تعیین زایش رخدادهای منگنز اطراف هشتروند، با نگرشی ویژه به منطقه ایده‌لو - جوکندی است. در این منطقه کانی‌سازی پراکنده و نسبتاً گسترده منگنز صورت گرفته که منشأ آن از نوع چشمه‌های آب گرم و به شکل سطحی است. کانی‌سازی عمدتاً به شکل توده‌ای و رگه‌ای است. به خاطر وجود چشمه‌های آب گرم و آثار آنها در محدوده مطالعاتی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ترکیب‌های آهن و منگنز به صورت محلول در ترکیب آب‌های گرم منطقه شرکت داشته‌اند و توسط همین چشمه‌ها بر سطح زمین نهشته شده و یا به داخل شکستگی‌ها و گسل‌های موجود در بین سنگ‌های منطقه نفوذ کرده و سبب کانی‌سازی شده‌اند. نوع کانی منگنز به طور عمده پیرولوزیت و پسیلوملان، و کانیهای همراه آن، ژاپس، تراورتن، باریت و ژاسپر می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: منگنز، پیرولوزیت، پسیلوملان، گرمابی، زایش

Abstract

The purpose of this study is to determine the genesis of the manganese occurrences around the Hashtroud city, with special regard to Idahlu- Jokandy region. In this region Mn mineralization is sparse and rather extensive. Mineralization has originated from hot springs and precipitated on the earth surface. The mineralization is mainly massive and vein form. Due to the presence of hot springs and their traces in the study area, it can be concluded that Fe and Mn components were in the hot springs as solution and precipitated on the earth surface or penetrated into existing fractures and faults of the region by the hot springs and consequently caused the mineralization. The main Mn minerals are pyrolusite and psylomelane accompanied by gypsum, travertine, barite and jasper.

Key Words: Manganese, Pyrolusite, Psylomelane, Hydrothermal, Genesis.

۱- مقدمه

(کواترنر) است. عیار متوسط منگنز در نمونه‌ها حدود ۴۰ درصد و عناصر همراه آن گوگرد، فسفر و سیلیس است. بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهند چشمه‌های آب گرمی که زمانی در منطقه فعالیت داشته و در حال حاضر خشک می‌باشند باعث رسوب‌گذاری و تشکیل نوارها و عدسی‌های منگنز به صورت میان لایه همراه با تراورتن در منطقه شده‌اند.

زمان تشکیل کانسار، کواترنر بوده و کانی‌سازی از نوع نهشت رسوبات حاصل از چشمه‌های آب گرم و به شکل سطحی است. مثال زنده این موضوع، چشمه آب گرم و فعال ایسی‌سو در منطقه است. عمده‌ترین کانی

کانسار جوکندی در ۸۰ کیلومتری باختر - جنوب باختر میانه و ۳۷ کیلومتری جنوب - جنوب باختر هشتروند و شمال باختر روستای جوکندی واقع است. کانسار از ۲ بخش تشکیل شده است: کانسار شماره ۱ که به فاصله ۲۸۰۰ متری در شمال خاوری کانسار شماره ۲ قرار دارد. کانی‌سازی از نوع چشمه‌های آب گرم و به شکل سطحی است. در ناحیه باختر ایده‌لو، منگنز به صورت دو نوار با ستبرای جمعی ۳ متر، طول ۱۵ متر و پهنای متوسط ۱ متر نهشته شده است. نوارهای منگنز در اینجا، زیر لایه‌های آهکی قرار دارند. آهک حالت افقی داشته و خیلی جوان

این سنگها به نسبت‌های مختلف در مناطق مختلف با مواد رسوبی مخلوط شده‌اند به طوری که در برخی نقاط می‌توان آنها را توفهای رسی و ماسه‌ای نامید. در برخی نقاط نیز قطعات سنگهای مختلف قسمتی از اجزای توفها را تشکیل می‌دهند. به نظر می‌رسد که این قطعات بیشتر از سنگهای خروجی قدیمی و سنگهای آتشفشانی دیگر باشند.

ج - مجموعه‌ای از سنگهای آذرآواری: این سنگها به سبب وجود و همراه بودن مواد منفصل آتشفشانی (خاکستر) با سنگهای آذرآواری، از واحد قبلی تفکیک می‌شوند. چون توفهای این مجموعه دارای خاکسترهای آتشفشانی هستند، این مواد شبیه ماسه‌اند که به نظر می‌رسد از دانه‌های ریز گدازه تشکیل شده‌اند. اندازه دانه‌ها متفاوت است. این سنگها به طور یکنواخت در زیر آهکهای آب شیرین کواترنری قرار می‌گیرند.

سنگهای کواترنری نیز به ۳ واحد سنگی تقسیم می‌شوند:

الف - قدیمی‌ترین سنگهای کواترنری دارای رنگ روشن (سفید تا کرمی) و دارای تخلخل زیاد هستند. در برخی نقاط قله‌سنگهای قدیمی‌تر در داخل آنها مشاهده می‌شود که با سیمانی کربناتی به هم جوش خورده‌اند به طوری که در قسمت زیرین کنگلومرایی هستند. سختی آنها نسبتاً کم است و با اندکی فشار پودر می‌شوند. تراورتنها عمدتاً همراه همین سنگها و در مناطقی روی آنها قرار دارند.

ب - نهشته‌های تراورتنی: اینها حاصل فعالیت چشمه‌های قدیمی‌تراند که اکنون خشک شده‌اند. در تعدادی از این نهشته‌های تراورتنی و در بین آنها، عدسیهای منگنز و آهن و نیز نوارهایی از مرمر سبز به سبزی به سبزی حداکثر ۳۰ سانتی‌متر دیده می‌شود که به طور عمده در راستای گسلی با روند تقریبی شمال باختر - جنوب خاور قرار دارند. به نظر می‌رسد این نهشته‌های تراورتنی از بخشهای نسبتاً ژرف زمین بالا آمده و فرآورده آمیختگی آب سفره‌های زیرزمینی با گازها و بخارهای ماگمایی هستند. گمان می‌رود نهشته‌های تراورتنی از چشمه‌هایی با آبدی حاصل شده باشند چرا که تخته‌گاههای بزرگ حاصل از چشمه‌های با آبدی بالا، در منطقه دیده نمی‌شوند و رخنمونهای کوچک و پراکنده تراورتن تأییدی بر این مدعاست. نهشته‌های تراورتن اغلب دارای ساخت نواری‌اند و ترکیب آنها عمدتاً کلسیت بوده و نهشته‌های مرمر انیکس همراه تراورتن در منطقه خیلی کم است و در عوض عدسیهایی از اکسید منگنز و آهن در بین تراورتنها قرار دارند که سبزی آنها از ۳۰ سانتی‌متر تا ۱/۵ متر است.

ج - آبرفت‌های جوان رودخانه‌ای و خاکهای حاصل از فرسایش سنگهای آذرآواری هستند که جوان‌ترین واحد منطقه می‌باشند.

۳- سنگ‌نگاری و سنگ‌شناسی سنگهای آذرین منطقه

چنانکه در شکل ۱ دیده می‌شود و نیز بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هشت‌رود، در اطراف هشت‌رود سنگهای آذرین گسترده‌ای با سن ائوسن تا

منگنز در این کانسارها، پیرولوزیت همراه با کمی پسیلوملان می‌باشد و بافت چیره در آن، بافت کلیه‌ای، پیژولیتی و نوار بندی هم‌مرکز است. نمونه‌های برداشته شده از رخدادهای معدنی منطقه، بر روی نمودارهای ژئوشیمیایی ماهیت گرمایی نشان می‌دهند.

در کل، عیار میانگین اکسید منگنز در مناطق جوکندی ۱ و ۲، قزلجه و ایده‌لو به ترتیب ۲۵/۳۷، ۲۷/۹، ۶۱/۵، ۴۱/۵۱ درصد است که در مقایسه با سنگهای منگنز مصرفی در صنایع، بویژه در ذوب آهن از کیفیت مناسبی برخوردار است.

به علت اجرا نشدن کارهای اکتشافی دقیق و گسترده و مشخص نشدن کامل ذخایر منگنز در منطقه، به نظر می‌رسد که در حال حاضر بهره‌برداری از چنین پتانسیلهایی اقتصادی نبوده و باید مطالعات دقیقی برای این منظور در مورد آنها به عمل آید.

۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه

به منظور تفکیک واحدهای سنگ شناختی محدوده مطالعاتی و بویژه ابعاد و گسترش ماده معدنی، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰ از منطقه تهیه شد که مبنای آن نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ قره‌آغاج و عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه است (گزارش پی‌جویی منگنز در ایده‌لو - جوکندی، ۱۳۷۵).

قدیمی‌ترین رخنمون در منطقه مورد مطالعه، شیل و ماسه سنگ سازند شمشک است که به طور عمده در جنوب باختری منطقه مشاهده می‌شود، در آنها لایه‌های زغال تاکنون گزارش نشده و رسوبات میوسن به طور دگرشیب با یک نبود چینه‌ای بزرگ روی آنها قرار گرفته است.

سازندهای میوسن قسمت اعظم منطقه را پوشش می‌دهد که خود به ۳ واحد تقسیم می‌شود:

الف - ماسه سنگهای سرخ میوسن مربوط به سازند سرخ بالایی که با شیب ۱۰ درجه در زیر تراورتنها قرار داشته و روی آنها یک سری سنگهای سرخ خاکستری و پر سیلیس که قطر ذرات آنها از سیلت تا قله سنگ متغیر است قرار می‌گیرند.

ب - واحد سنگهای آذرآواری که به طور جانبی به کنگلومرای فوق ختم شده و دارای سن میو- پلیوسن است. این مواد از دهانه‌های آتشفشان سهند خارج شده و در هوا منتشر و سپس رسوب کرده‌اند. از نظر مواد و شیوه تشکیل، هم آذرین و هم رسوبی‌اند به طوری که قطر ذرات آنها از بسیار ریز (توف) تا درشت (آگلومرا) متغیر است و رنگ لایه‌های آنها اغلب سبز است. مجموعه سنگهایی که بدین شکل تشکیل شده‌اند عبارتند از آگلومرا، برش آتشفشانی، توف با اندازه دانه‌های متفاوت.

عیار آن در برخی قسمت‌ها بالا و در برخی قسمت‌ها به علت داشتن آهن بیشتر، ارزش اقتصادی پایین دارد. این توده‌ها در هم‌مری با مرمرها و تراورتن‌های سفیدی واقع شده‌اند (شکل ۵). بافت‌های کلوفرم، کلیه‌ای، نواربندی هم‌مرکز و رشد کروی پیزولیتی در مقاطع صیقلی این کانه‌ها به فراوانی مشاهده می‌شوند (شکل ۶). عیار اکسید منگنز در این مواد معدنی تا ۶۶ درصد می‌رسد.

– پسیدوملان یا رومنشیت با داشتن ۱۶/۵ درصد BaO در ترکیب شیمیایی خود، اکسیدهای سخت و توده‌ای منگنز با بافت توترویی‌دال خوانده می‌شود (Roy, 1981). نسبت Mn^{4+}/Mn^{2+} در این کانی به مراتب پایین‌تر از کریپتوملان و هولاندیت است. با استفاده از میکروسکوپ بازتابی و تجزیه XRD، این کانی در تعدادی از نمونه‌ها مشاهده شد. رنگ سفید و چندرنگی و ناهمسانگردی قوی از ویژگی‌های شاخص این کانی است (ملک قاسمی، ۱۳۷۸).

بافت این کانی به طور عمده توده‌ای و کلوفرم و انباشته‌ای آن سوزنی (شکل ۷) است. طول این سوزنها بین ۲۰ تا ۵۰ میکرون می‌باشد. بافت‌های فوق با میکروسکوپ بازتابی به آسانی قابل تشخیص است.

– سیلیس (ژاسپر): هم به صورت میان لایه با لایه‌های پیرولولزیت دیده می‌شود و هم به صورت ژاسپر در منطقه پراکنده است. ژاسپرها دارای رنگ‌های سفید، سرخ و سیاه می‌باشند که موارد آخر می‌تواند به علت ورود آهن حاصل از هوازگی آندزیت‌های پیریت‌دار منطقه باشد.

– ژیپس در منطقه بسیار فراوان بوده و به صورت لایه‌های ۱۰-۱۵ سانتی‌متری در مارنهای آهکی منطقه قرار دارد. بافت‌های عمده این کانی، گل‌کلمی، دندان سگی، ستونی، رشته‌ای و ... است. برخی از این ژیپسها نیز به علت ورود آهن مشتق شده از هوازگی آندزیت‌های آهن‌دار منطقه، به رنگ سرخ دیده می‌شوند.

– باریت در منطقه خراسانک و جوکندی از فراوانی کمی برخوردار است و به همراه ژیپس دیده می‌شود. اما در منطقه زرشلو - خلیفه کمال فراوانی بالایی داشته و به صورت لایه‌هایی در شکافها و شکستگیها و همراه با رگه‌های منگنز تشکیل شده است. این کانی از محلول‌های آب‌گرم در این شکافها نهشته شده است.

– تراورتن: در منطقه جوکندی، کانی‌سازی منگنز حاصل فعالیت چشمه‌های آب گرمی است که تراورتنها و مرمرها را به وجود آورده و باعث آورده شدن منگنز به سطح شده است. این تراورتنها در حال حاضر استخراج می‌شوند.

۵- مواد و روشها

به منظور مطالعه شیمی کانسنگ جوکندی، نمونه‌های مختلفی از بخش‌های مختلف این کانسنگ و کانسنگهای خراسانک و زرشلو - خلیفه کمال

میوسن وجود دارند. سنگهای آتشفشانی منطقه به طور عمده از نوع آندزیت، تراکی آندزیت، بازالت آندزیت، داسیت تا ریوداسیت و نیز به صورت سنگهای آذرآواری، آگلومرا، برش، توف و خاکستر آتشفشانی هستند و سنگهای نفوذی به طور عمده از نوع گابرو، دیوریت، گابرو دیوریت، مونزونیت و گرانیت هستند. جایگاه زمین‌ساختی این سنگهای آذرین از نوع حاشیه قاره‌ای فعال و پس از برخورد است.

در جوکندی نیز محصولات آتشفشانی به صورت مواد آذرآواری، بخش‌های وسیعی از شمال و جنوب خاور منطقه را می‌پوشانند. با استفاده از نمودارهای سنگ‌نگاری، این سنگهای از نوع کلسیمی - قلیایی و غنی از پتاسیم و متآلومین هستند.

عمده‌ترین کانی کدر در این سنگها بر اساس تجزیه XRD، هماتیت است که به صورت درشت بلور و نیز ریز دانه در متن سنگ پراکنده می‌باشد. این هماتیتها حاصل اکسایش پیریت‌های اولیه در این سنگها توسط محلول‌های گرمابی بعدی هستند و اکنون آثار بسیار کمی از آنها در متن سنگ دیده می‌شود. این کانی حدود ۵-۱۰ درصد کل مقاطع را شامل می‌شود.

۴- کانه‌نگاری رخداد‌های منگنز جوکندی

به منظور تشخیص کانی‌شناسی، بافت و پاراژن در رخداد‌های منگنز اطراف هشترو، از واحدهای حاوی ماده معدنی و نقاط مختلف معادن در حال استخراج، نمونه‌برداری شده است. از نمونه‌های یاد شده، مقاطع صیقلی تهیه شده و این مقاطع به وسیله میکروسکوپ بازتابی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و چندین نمونه نیز به روش XRD تجزیه شده‌اند.

با استفاده از روش‌های یاد شده، در رخداد‌های منگنز حوالی هشترو کانه‌های زیر تشخیص داده شدند:

- پیرولولزیت

- پسیدوملان

باطله اصلی در این رخدادها ژاسپر، کلسیت، باریت و تراورتن است.

– در رخداد‌های معدنی جنوب هشترو، پیرولولزیت از لحاظ فراوانی اولین کانه موجود است. این کانه در زیر نور بازتابی، با رنگ زرد مایل به خاکستری تا زرد متمایل به قهوه‌ای، داشتن رخ نامنظم تا کمی منظم، چند رنگی ضعیف و ناهمسانگردی بسیار قوی از دیگر کانه‌های منگنز به آسانی تشخیص داده می‌شود (ملک قاسمی، ۱۳۷۸).

نحوه کانی‌سازی منگنز در رخداد‌های معدنی منطقه نسبتاً متنوع است و اساساً به صورت انباشته‌ای لایه‌ای (جنوب هشترو) (شکل ۳) و توده‌ای (در جوکندی و ایده‌لو) (شکل ۴) و رگه‌ای (در زرشلو و خلیفه کمال) دیده می‌شود. در خراسانک، لایه‌های پیرولولزیت به صورت نوارهای متناوب افقی ۵-۱۰ سانتی‌متری، و به صورت میان لایه با مارنهای آهکی ژیپس‌دار دیده می‌شوند. در جوکندی، این کانه به صورت توده‌ای دیده می‌شود که

همین نسبت در رسوبات دریایی است. این نسبت در این رسوبات برابر یا کمتر از ۱ محاسبه شده است (Crerar et al., 1980; Bonatti, 1975).

در کانسنگهای منطقه مورد مطالعه، نسبت Si/Al حدود ۹ محاسبه شده است. این میزان شباهت زیادی با نهشته‌های گرمابی دارد. چنانکه از نمودار شکل ۸ نیز پیداست، نمونه‌های منطقه مورد مطالعه در محدوده نهشته‌های گرمابی قرار می‌گیرند.

– دابهیتها (Dubhite) اکسیدهای منگنز مشتق شده از هوازدگی توالیهای کانه زایی شده پیشین هستند و از ویژگیهای آنها افزایش نسبی سرب و روی در این اکسیدهاست. از لحاظ زایشی، دابهیتها با کلاهیک آهنی (گوسن) قابل مقایسه بوده و به خاک سیاه معروفند (Nicholson, 1992). همان طور که در شکل ۹ دیده می‌شود، بر اساس میزان سرب و روی موجود در کانسنگ، می‌توان دابهیتها را از دیگر گروههای زایشی تشخیص داد، اما به دلیل تداخل دیگر گروهها، نمی‌توان گروههای دیگر را در این نمودار از هم تفکیک نمود. این نمودار نشان می‌دهد که کانسارهای مطالعه شده، از هوازدگی توالیهای کانه‌زایی شده پیشین حاصل نشده‌اند.

– در نهشته‌های منگنزدار، غلظت مس، کبالت و نیکل به عنوان یکی از شاخصهای تشخیص انواع این نهشته‌ها به کار می‌رود. این عناصر در نهشته‌های گرمابی فراوان‌تر از نهشته‌های پلاژیک معمولی هستند. از طرف دیگر، نهشته‌های گرمابی در مقایسه با نهشته‌های آبرزد آهن و منگنزدار حاوی مقادیر کمتری عناصر کمیاب است (Toth, 1980). فقر شدید این گروه از عناصر در نهشته‌های منگنز پشته میان اقیانوسی اطلس، که دارای آهنگ رسوب‌گذاری بسیار بالایی است نیز قابل مشاهده است (Scott, 1974).

بر اساس اطلاعات موجود در مورد نهشته‌های مختلف گرمابی و آبرزد، Bonatti (1975) با استفاده از یک نمودار مثلثی، محدوده نهشته‌های گرمابی و آبرزد را از هم تفکیک کرده است (شکل ۱۰).

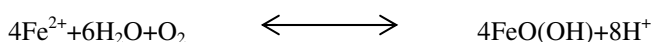
Toth (1980) محدوده قشرهای غنی از آهن و منگنز را به محدوده‌های قبلی اضافه کرده است (شکل ۱۰-ب). این محدوده که بین عضو انتهایی آهن و محدوده گرهمکها قرار می‌گیرد، نسبت به گرهمکها از آهن غنی‌تر و از عناصر کمیاب فقیرتر است.

این نمودار یکی از معروف‌ترین نمودارهای تفکیک انواع نهشته‌های منگنز و آهن – منگنز است که محققان بسیاری از آن استفاده کرده‌اند. موقعیت نمونه‌های کانسنگی منطقه نیز در این نمودار نشان داده شده است (شکل ۱۰-ج). بر اساس این نمودار، کانسارهای مورد مطالعه در محدوده گرمابی قرار می‌گیرند.

– از سوی دیگر مشخص شده است که کانسارهای گرمابی منگنز نسبت به کانسارهای آبرزد مقدار کمتری Co، Ni، Cu و Zn دارند (Nicholson, 1992). تجزیه نمونه‌های کانسنگی منطقه مورد مطالعه نشان

انتخاب شدند و به روش XRF تجزیه شدند. با استفاده از نتایج تجزیه شیمیایی کانسنگ و استفاده از نمودارهای موجود، سعی شده است تا منشأ احتمالی فلزها و محیط تشکیل کانسار مورد بررسی قرار گیرد.

– هر چند منگنز و آهن از نظر ژئوشیمیایی رفتار بسیار مشابهی دارند، اما به دلیل تحرک ژئوشیمیایی بیشتر منگنز نسبت به آهن، بویژه در محیطهای رسوبی، جدایش این دو عنصر از یکدیگر امکان‌پذیر می‌شود. در Eh و pH پایین، یونهای دو ظرفیتی منگنز و آهن هر دو به صورت پایدار در محلول باقی می‌مانند. اما در شرایط سطحی هر دو یون می‌توانند با توجه به واکنشهای زیر اکسیدهای نامحلول تولید کرده و از محلول جدا شوند.



انحلال‌پذیری کمتر آهن نسبت به منگنز سبب تقدم رسوبگذاری آهن در مقایسه با منگنز و در نتیجه باعث تفریق و جدایش این دو عنصر از یکدیگر می‌شود (Krauskopf, 1957; Roy, 1981)؛ هر دو عنصر آهن و منگنز از اعضای اصلی رسوبات فلزدار بستر دریاها و عهد حاضر هستند. نسبت Mn/Fe در نهشته‌های گرمابی از مقادیر بیش از ۱۰ تا مقادیر کمتر از ۰/۱ متغیر است. در حالی که این نسبت برای نهشته‌های آبرزد (هیدروژن) برابر ۱ می‌باشد (Rona, 1988). مقادیر بالای Mn/Fe و یا مقادیر پایین این نسبت نشانگر تفریق و جدایش شدید این دو عنصر در محیطهای رسوبی است و به عنوان شاخص نهشته‌های گرمابی شناخته می‌شود (Bonatti et al., 1976; Bonatti, 1975).

در کانسنگهای منگنز جنوب هشرود میانگین نسبت Mn/Fe برابر ۴۰ بوده و محدوده آن بین ۶/۸ و ۵۲/۲۵ در تغییر است و با توجه به این نسبت می‌توان تفریق بالای این دو عنصر را در این کانسنگها انتظار داشت.

نسبت بالای Mn/Fe نشانگر خروج سیالهای با دمای کمتر و آهنگ فوران پایین است. تخلیه این سیالها در رسوبات و تثبیت آهن به صورت کانسنگهای آهن جداگانه، نیز می‌تواند مسئول نسبت بالای Mn/Fe باشد (Roy, 1981).

– از نسبت Si-Al می‌توان به عنوان ابزار ساده‌ای برای تشخیص نهشته‌های گرمابی، آبرزد و خاکزاد و نیز منبع تأمین کننده مواد این نهشته‌ها استفاده کرد (Crerar et al., 1982; Bonatti, 1975; Nicholson, 1992). منبع اولیه تأمین آلومینیم، مواد خاکزاد (مانند کانیهای رسی) هستند. در حالی که سیلیس ممکن است از منابع مختلفی نظیر مواد خاکزاد، فعالیتهای حیاتی و یا منابع گرمابی تأمین شود. نسبت Si/Al گرهمکهای خاکزاد منگنز بسیار نزدیک به

می‌دهد که کانسنگهای منطقه از عناصر کبالت، نیکل، مس و روی فقیر بوده و این مسئله می‌تواند شهادتی بر منشأ گرمابی آنها باشد.

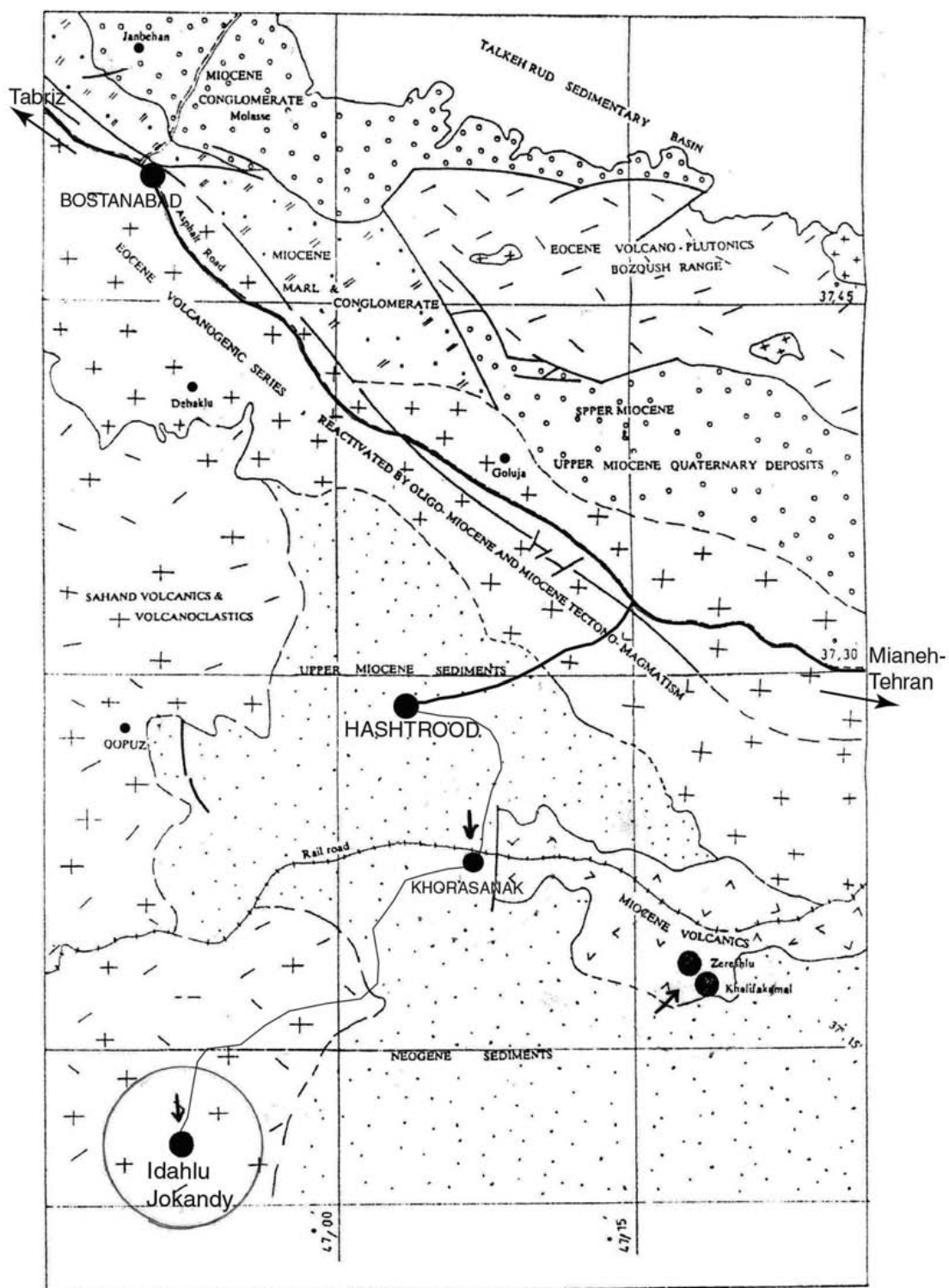
نتیجه‌گیری

شروع حرکات پیرنه در این نواحی با آتشفشانی ائوسن همراه بوده و حرکات پایانی این کوهزایی همراه با تزریق توده‌های نفوذی به درون مجموعه سنگهای خروجی ائوسن تا میوسن بوده است. نفوذ این توده‌ها همراه با عوامل زمین‌ساختی باعث خرد شدن سنگها و ایجاد معابری برای نفوذ سیالهای کانه‌دار شده است. سنگهای توده‌های نفوذی شامل گابرو، دیوریت، گابرو دیوریت و مونزودیوریت تا گرانیت هستند. سن جایگیری آنها الیگومیوسن بوده و در سنگهای آتشفشانی و آتشفشانی-آواری ائوسن با ترکیب آندزیت تا تراکی آندزیت، آندزیت بازالتی، داسیت تا ریوداسیت و توفها تزریق شده و در اطراف خود دگرگونی همبری ایجاد کرده‌اند. محلولهای گرمابی روی این مجموعه، بویژه سنگهای آتشفشانی با سیمان کربناتی اثر کرده و منجر به توسعه دگرسانیهایی گرمابی در آنها شده‌اند. وجود گسلهای متعدد از جمله گسل امتداد لغز قرائقوچای، گسل بزرگ آیدوغموش، گسل محمود آباد و گسل قلعه حسین خان - کلب‌کندی در این نواحی، بر نقش زمین‌ساخت و سامانه شکستگی در تمرکز مواد معدنی و هدایت سیالهای گرمابی افزوده است. این محلولها در سنگهای آتشفشانی و آتشفشانی-آواری وارد و تشکیل کانی‌سازی رگه‌ای و اسکارنی داده‌اند به‌طوری که کانی‌سازی قوی آهن و منگنز به‌همراه کانی‌سازی ضعیف روی، مس و سرب به صورت رگه‌ای و اسکارنی در محدوده مورد مطالعه صورت گرفته است.

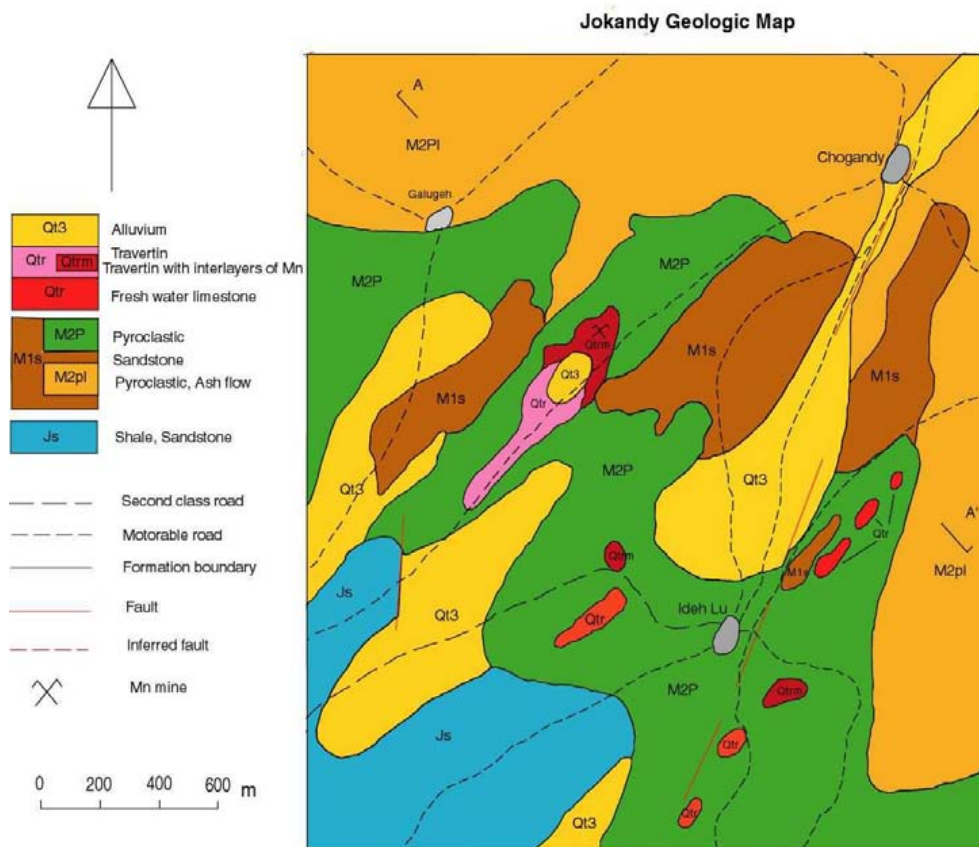
کانی‌سازی در کانسار جوکندی از نوع چشمه‌های آب گرم و به شکل سطحی است. در بیشتر نواحی، نوارهای منگنز زیر لایه‌های آهکی جای دارند. آهک افقی و خیلی جوان است. عناصر همراه آن گوگرد، فسفر و سیلیس است. بررسیهای صحرایی نشان می‌دهند که این نوارها حاصل رسوب‌گذاری از چشمه‌های آب گرمی هستند که زمانی در منطقه فعالیت داشته‌اند اما در حال حاضر خشک هستند و لذا این نوارهای منگنز به صورت میان لایه با تراورتنهای نهشته شده از همان چشمه‌ها تشکیل شده‌اند.

در بخش ژئوشیمی با استفاده از نمودارهای ژئوشیمیایی مشاهده شد که رخدادهای معدنی منطقه ویژگی گرمابی نشان می‌دهند و توسط چشمه‌های آب گرم نهشته شده‌اند. نمودار Pb-Zn بر اساس تفکیک محیط دابیت از سایر محیطها، نشان می‌دهد که اینها حاصل اکسایش توالیهایی کانه‌زایی شده پیشین نیستند. با استفاده از نظریات Nicholson (1992) و نمودارهای مربوطه، نمونه‌های منطقه در محدوده کانسارهای گرمابی قرار گرفتند. با استفاده از نمودار مثلثی مشخص شد که نمونه‌های منطقه فقیر از Cu, Ni, Co بوده و در واقع ماهیت گرمابی نشان می‌دهند.

وجود رخدادهای بی‌هنجاریهای نسبتاً فراوان منگنز در نواحی بستان آباد، سراب، قره چمن، هشتروند، میانه و مهربان در آذربایجان خاوری که وسعتی بیش از 200 km^2 را در برمی‌گیرد، حاکی از وجود یک ایالت فلزایی در مقیاس ناحیه‌ای در این منطقه است. در اغلب این رخدادهای کانی‌سازی منگنز همراه با کانی‌سازی آهن است. علاوه بر رخدادهای یاد شده می‌توان به کانی‌سازی اسکارنی آهن و منگنز در منطقه تیکمه‌داش (خاور هشتروند) و کانی‌سازی رگه‌ای منگنز در منطقه قبیچاق، زرشلو، خلیفه کمال، گلوچه، منامین، قوپوز، ویلادره، دبکلو، جانبهان و چای تلور اشاره کرد.



شکل ۱- موقعیت کلی منطقه مورد مطالعه نسبت به هشتروند. رخدادهای دیگر مهم منگنز با فلش نشان داده شده‌اند.



شکل ۲- نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه ایده‌لو - جوکندی (گزارش پی جویی منگنز در ایده‌لو - جوکندی، ۱۳۷۵).



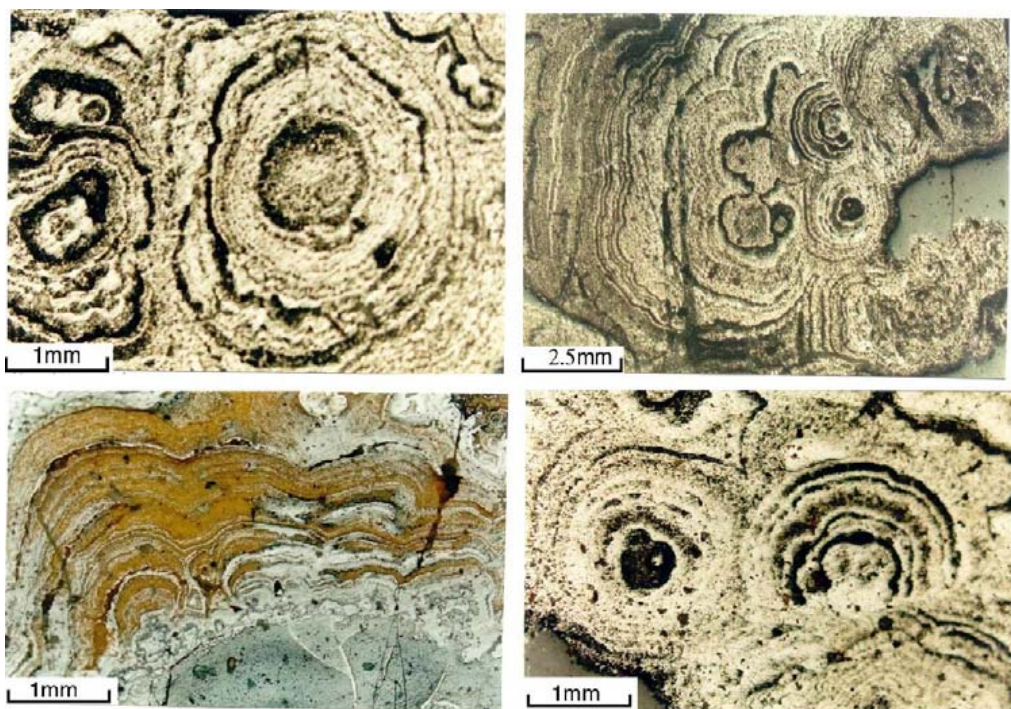
شکل ۳- انباشته‌های لایه‌ای منگنز در منطقه خراسانک.



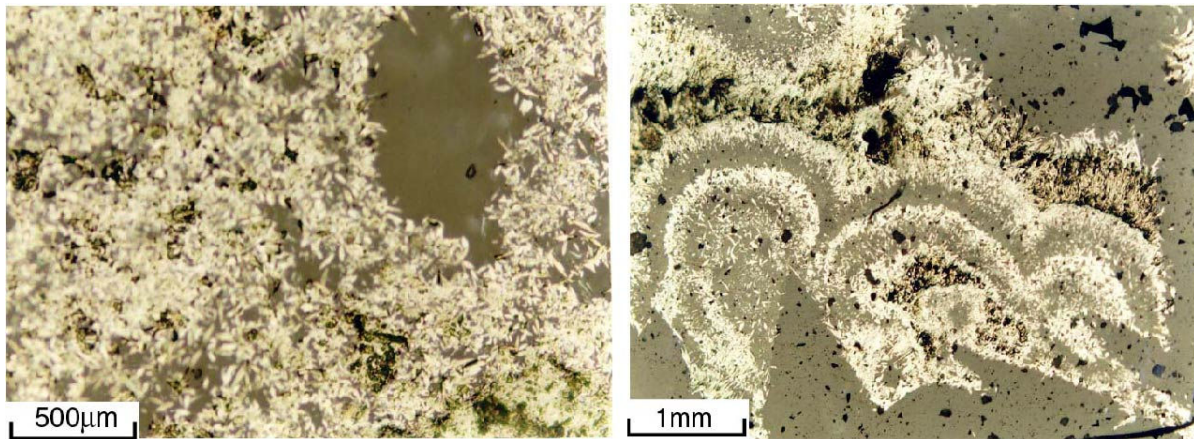
شکل ۴- انباشته‌های توده‌ای منگنز به همراه تراورتن در منطقه جوکندی و ایده‌لو.



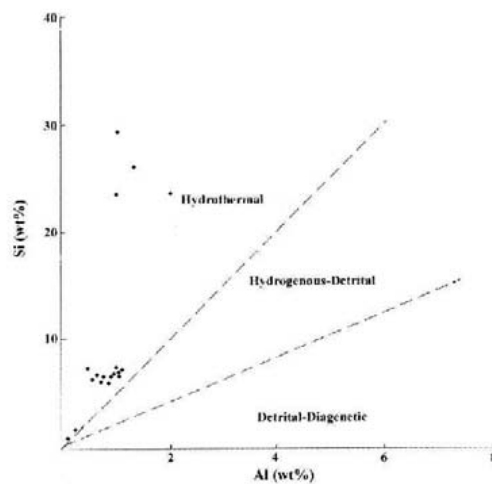
شکل ۵- همراهی تراورتنها با کانی‌سازی منگنز در منطقه جوکندی.



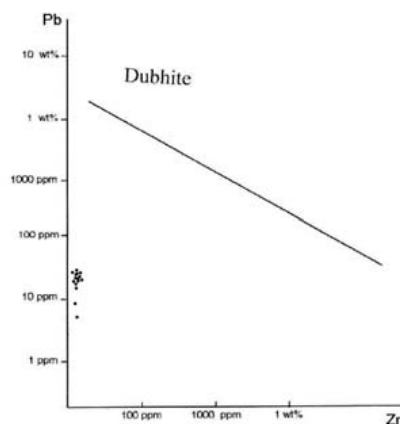
شکل ۶- بافت کلوform، نواربندی هم‌مرکز و رشد کروی پیزولیتی در مقاطع صیقلی کانه پیرولوزیت. نور بازتابی.



شکل ۷- بافت کلوفرمتشکل از سوزنهای پسیلوملان. نور بازتابی.



شکل ۸- نمودار Si-Al و تفکیک فرایندهای مختلف تشکیل نهشته‌های فرومگنتر (Crerar et al., 1982).

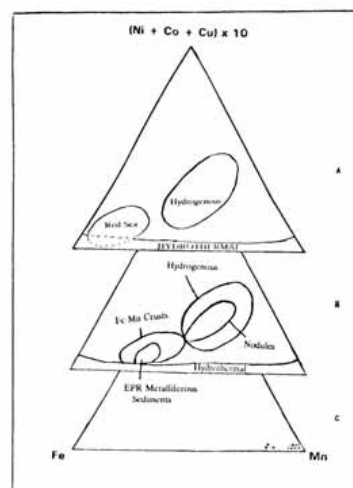


شکل ۹- نمودار Pb-Zn و تفکیک محیط دابهیت از دیگر محیطها (Nicholson, 1992) و موقعیت نمونه‌های کانسنگهای خراسانک و جوکندی.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های منگنز جنوب و جنوب باختر هشت‌رود.

SiO ₂	15.21	13.93	11.99	12.73	14.03	12.58	11.58	14.13	13.91	14.07	12.66	56.51	2.11	16.00	3.77
Al ₂ O ₃	3.41	3.51	2.21	1.79	1.99	2.34	2.76	3.25	3.12	4.31	3.87	5.03	0.36	1.75	1.46
Fe ₂ O ₃	4.02	3.96	2.65	3.71	2.98	3.53	2.59	2.91	2.87	2.78	2.81	0.57	17.51	0.75	0.61
CaO	2.29	1.82	1.99	1.62	2.11	1.69	2.02	1.65	2.06	1.39	1.25	1.4	3.61	1.11	2.03
Na ₂ O	0.46	0.31	0.21	0.36	0.57	0.49	0.37	0.29	0.39	0.41	0.53	0.07	0.22	0.42	0.29
K ₂ O	3.1	1.91	0.87	1.87	2.63	2.17	0.99	1.32	2.15	2.49	1.97	0.05	2.22	0.41	4.2
MgO	0.54	0.63	0.71	0.69	0.89	0.92	0.71	0.78	0.77	0.95	0.87	0.25	0.57	0.95	0.58
TiO ₂	0.101	0.098	0.067	0.079	0.110	0.093	0.064	0.084	0.078	0.091	0.075	0.014	0.055	0.124	0.109
P ₂ O ₅	0.31	0.54	0.15	0.20	0.55	0.42	0.31	0.29	0.34	0.49	0.51	0.09	0.80	0.13	0.60
MnO ₂	65.91	68.75	76.42	72.28	68.62	70.93	73.68	69.53	69.17	69.31	76.42	35.33	66.02	78.11	81.63
Cr	399	491	526	478	512	486	439	507	519	467	498	400	564	100	520
Hf	18	19	20	18	17	16	21	19	18	22	21	5	16	9	22
W	81	79	96	86	93	105	98	114	85	79	90	74	84	80	119
Pb	37	29	32	30	27	39	32	19	27	15	30	8	37	5	39
La	27	35	40	38	19	29	31	43	22	36	39	9	45	7	32
Ce	1351	2179	1959	993	1870	2233	1764	1982	1843	2015	2406	811	2572	1285	1600
Th	16	14	18	27	9	25	13	19	20	11	25	6	41	12	10
U	7	10	9	11	10	6	8	10	11	8	9	7	10	10	8
Ba	41720	49553	44864	47952	43373	50973	6799	51119	4690	49115	43751	4250	52053	5330	38440
Zr	460	391	442	389	176	457	412	395	197	437	449	352	442	90	122
Co	86	79	61	54	97	70	85	87	91	86	65	173	102	157	123
Ni	16	19	20	23	15	37	21	25	10	18	27	7	9	82	75
Cu	6	4	5	10	6	3	8	4	5	3	9	4	7	5	3
Zn	7	5	6	10	9	8	7	9	5	10	8	5	8	10	5
Rb	115	125	119	106	95	110	97	101	122	107	99	109	125	126	92
Sr	6	8	12	7	9	6	9	10	6	8	7	6	7	9	7
Y	2	5	7	3	6	2	7	4	6	5	3	1	4	4	6
Nb	7	5	6	5	4	7	6	4	8	7	5	9	5	3	2
Mo	4	7	5	9	8	10	6	5	6	4	7	4	6	7	5
V	9	10	6	11	5	9	8	7	9	5	8	11	8	9	4
S	95	81	169	90	67	73	89	183	59	79	63	191	16	52	80
Cl	140	184	139	175	146	150	126	160	161	193	177	190	120	170	130
Ga	8	5	11	6	8	10	7	6	5	8	7	7	5	8	4

SiO ₂	۴۸/۸۲	۵۶/۱۸	۴۴/۰۹
Al ₂ O ₃	۶/۸۹	۳/۰۳	۳/۲۴
Fe ₂ O ₃	۲/۹۴	۱/۵	۷/۷۹
CaO	۱/۵۷	۳/۷۹	۱۰/۰۷
MgO	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۸
P ₂ O ₅	-	-	-
MnO ₂	۳۰/۸۳	۲۰/۰۵	۲۰/۶۱
Na ₂ O	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۸
K ₂ O	۰/۳	۰/۴	۰/۵
SO ₃	۲/۸۳	۲/۷۸	۲/۷۶



شکل ۱۰- نمودار مثلثی بر اساس فراوانی سه عضو انتهایی

Mn-Fe-(Ni+Co+Cu)×10

A-اقتباس از (Bonatti, 1975)؛ B-اقتباس از (Toth, 1980)؛

C- موقعیت نمونه‌های کانسنکی خراسانک و جوکندی. این نمونه‌ها همگی

در محدوده گرمایی قرار می‌گیرند.

جدول ۲ - نتایج تجزیه شیمیایی سنگهای آتشفشانی مناطق مورد مطالعه.

SiO ₂	%	۶۳/۴۰	۵۸/۷۹	۶۲/۸۰	۶۱/۵۰	۶۱/۹۰
Al ₂ O ₃	%	۱۵/۶۶	۱۶/۹۶	۱۴/۳۰	۱۵/۹۰	۱۶/۱۲
Fe ₂ O ₃	%	۵/۹۴	۶/۹۵	۶/۲۰	۶/۴۳	۶/۰۳
CaO	%	۵/۵۵	۷/۱۵	۵/۹۰	۶/۲۰	۵/۸۷
Na ₂ O	%	۳/۹۲	۳/۷۹	۲/۷۸	۲/۹۰	۳/۲۷
K ₂ O	%	۲/۷۳	۱/۹۸	۳/۱۲	۳/۵۲	۲/۸۴
MgO	%	۰/۹۰	۱/۶۵	۳/۰۰	۲	۲/۳۰
TiO ₂	%	۰/۶۴۸	۰/۸۴۳	۰/۷۶۰	۰/۷۴۲	۰/۷۱۵
MnO	%	۰/۰۶۸	۰/۱۳۳	۰/۱۳۸	۰/۱۴	۰/۱۳
P ₂ O ₅	%	۰/۲۵۱	۰/۲۷۴	۰/۱۳۰	۰/۳۱۲	۰/۲۹۱
Ba	ppm	۹۵۵	۷۸۹	۷۴۱	۸۹۹	۸۴۲
Ce	ppm	۴۴	۳۵	۵۴۰	۹۸	۷۵
Co	ppm	۱۰	۱۳	۹۶	۲۵	۴۳
Cr	ppm	۲۶	۶۳	۳۸	۵۴	۴۶
Cu	ppm	۳	۶	۶	۸	۹
Nb	ppm	۱۹	۱۸	۴	۱۵	۲۳
Ni	ppm	۶	۶	۶۹	۸	۱۰
Pb	ppm	۵۳	۱۹	۸۱	۶۷	۵۹
U	ppm	۱	۱	۲۱	۲۳	۱۸
Th	ppm	۱۷	۷	۱۹	۱۵	۱۳
Rb	ppm	۶۱	۴۵	۹۵	۷۵	۸۱
Sr	ppm	۴۵۰	۴۷۶	۱۰۲	۴۰۰	۴۱۳
V	ppm	۶۶	۱۰۸	۲۵۱	۹۸	۱۵۲
W	ppm	۰	۰	۷۲	۴۵	۹۷
Y	ppm	۱۶	۱۸	۵	۱۱	۱۳
Zr	ppm	۱۹۷	۲۰۳	۱۰۱	۱۵۴	۱۸۳
Zn	ppm	۱۰۳	۸۱	۱۱	۶۴	۵۸
Mo	ppm	۱	۱	۳	۵	۴
Cl	ppm	۵۴	۲۴۷	۲۰۰	۱۸۶	۱۵۴
S	ppm	۵	۸	۴۴	۳۶	۱۹
La	ppm	۲۶	۱۲	۵۴	۲۷	۱۹
Ga	ppm	۱۶	۱۱	۲۴	۱۷	۱۹
Hf	ppm	-	-	۱۱	-	-

کتابنگاری

- اداره کل معادن و فلزات آذربایجان شرقی، ۱۳۷۵- گزارش پی‌جویی منگنز در ایده لو - جوکندی.
- جعفری، ف.، ۱۳۸۱- بررسی پترولوژیکی توده‌های نفوذی مناطق قیچاق و تیکمه داش با نگرش ویژه بر پتانسیل اقتصادی منطقه. رساله کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی دانشگاه تبریز.
- سیمونز، و.، ۱۳۸۱- بررسی زمین‌شناسی اقتصادی پتانسیل‌های منگنز خراسانک، جنوب و جنوب باختر هشتروند. رساله کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی دانشگاه تبریز.
- ملک قاسمی، ف.، ۱۳۷۸- اصول مینرالوگرافی. انتشارات دانشگاه تبریز.
- گزارش مربوط به نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هشتروند، سازمان زمین‌شناسی کشور، امینی آذر و قدیر زاده

References

- Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R. & Rydell, H., 1976- Metalliferous deposits from the Apennine ophiolites: Mesozoic equivalent of modern deposits from oceanic spreading centers. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87. 83-94.
- Bonatti, E.M., 1975- Metallogenesis at oceanic spreading centers. In *annual reviews of earth and planetary sciences*. 3. 401-431.
- Bostrom, K. & Peterson, M.N.A., 1966- Precipitates from hydrothermal exhalations of the East Pacific Rise. *Econ. Geol.* 61, 1258-1265.
- Crerar, D.A., Cormick, R.K. & Barnes, H.L., 1980a- Geochemistry of manganese. In: I.M. Varentsov and Gy. Grasselly, Eds. *Geology and Geochemistry of manganese*. Stuttgart. 1. 293-334.
- Hewitt, D.F., 1966- Stratified deposits of oxides and carbonates of manganese. *Econ. Geol.*, 55. 1-55.
- Hewitt, D.F. & Fleischer, M.F., 1960- Deposits of manganese oxides. *Econ. Geol.*, 61. 1-55.
- Krauskopf, S. H., 1957- Separation of manganese from iron in sedimentary processes. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 12. 61-84.
- Mason, M. & Moore, C.B., 1982- Principle of geochemistry.
- Maynard, J.B., 1983- Geochemistry of sedimentary ore deposits. Springer-verlag. 305.
- Nicholson, K., 1992- Contrasting mineralogical, Geochemical signatures of manganese oxides. *Guides to metallogenesis. Econ. Geol.*, 87. 153-163.
- Rona, P.A., 1988- Hydrothermal mineralization at oceanic ridges. *Can. Mineral.*, 26. 431-465.
- Roy, S., 1981- Manganese deposits. Academic press, London. 458.
- Scott, S.D., 1974- Experimental methods in sulfide synthesis. In: Robbie P.H. (ed.) *Sulfide Mineralogy*. Mineral. Soc. Am. Short Course Notes, 1. 4.
- Toth, J.R., 1980- Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. *Geol. Soc. America Bull.*, 1. 91. 44-54.
- Zantop, H., 1978- Geologic setting and genesis of iron oxides and manganese oxides in the San Francisco manganese deposit, Jalisco, Mexico. *Econ. Geol.*, 73. 1137-1149.