تابستان ۸۸، سال هجدهم، شماره ۷۲، صفحه ۵۵ تا ۶۲

بررسی ژئوشیمیایی و زایش کانسار کائولینیتی - بوکسیتی علی بالتالوی، شاهین دژ

نوشته: نسرین خواجه محمدلو*، ایرج رسا* و علی امامعلی پور**

* گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
** گروه مهندسی معدن، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۰۷/۰۹

چکیده

افق بوکسیتی- کائولینیتی علی بالتالو، در خاور شاهین‌دژ، جنوب باختر استان آذربایجان غربی واقع است، این افق به صورت چینه‌سان در مرز بین ماسه‌سنگ ژوراسیک و دولومیت تریاس قرار دارد. در این بررسی برای دستیابی به فرایندهای شیمیایی درگیر در تشکیل این بی‌هنجاری و همچنین شناسایی نقش و رفتار عناصر در فرایندهای هوازدگی و نحوه تبادلات شیمیایی آنها، از روش ژئوشیمیایی محاسبات تبادلات جرم و نمودارهای غنی شدگی- تهی‌شدگی استفاده شده است. بر اساس مطالعه نظریه‌های مختلف در مورد منشأ بوکسیت-کائولینیت، سیل‌های دیابازی سازند دورود رخنمون‌دار در منطقه را می‌توان به‌عنوان سنگ منشأ این کانسار در نظر گرفت. با استفاده از روش محاسبات تغییرات جرم، مقادیر تبادل جرم عناصر مختلف نسبت به یک عنصر بی‌تحرک (تیتانیم) که بیشترین ثبات شیمیایی را در فرایندهای هوازدگی از خود نشان داده است، محاسبه شد. نتایج به‌دست آمده نشان دادکه عناصر Si ، Ca، Mg، K و Na در فرایندهای حاکم، از محیط خارج شده و عناصر Ti ، A l، Fe غنی شده‌اند و در نهایت لایه‌های موجود کاهش کل جرم معادل ۲۱/۰۲- برای افق قهوه‌ای رنگ، ۲۴/۰۱- برای افق سفید، ۲۲/۹۱ - برای افق خاکستری متمایل به سبز، ۲۳/۵۵- برای افق خاکستری را نشان می‌دهند .

کلیدواژه‌ها: بوکسیت، علی بالتالو، آذربایجان غربی، تغییرات جرم، غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی.

۱- مقدمه و روش کار

نهشته‌های بوکسیتی- کائولینیتی ایران به طور عمده در سازندهای به سن پرمین- تریاس و ژوراسیک پدیدار شده‌اند. در استان آذربایجان غربی، محور مهاباد _ بوکان، در سازندهای پالئوزوییک نهشته‌های پرشماری از این ماده معدنی یافت می‌شود. در این گستره، هر جا که لایه‌های دوره‌های پرموتریاس و ژوراسیک رخنمون دارد، عدسی‌ها و لایه‌هایی از بوکسیت و کائولینیت نیز به طور معمول در آنها یافت می‌شود. افق بوکسیتی- کائولینیتی علی بالتالو نیز قسمتی از این کمربند کانی‌زایی است که در ۱۹کیلومتری خاور شاهین‌دژ و در سه کیلومتری شمال روستای علی بالتالو واقع شده است(شکل۱). زمین‌ریخت‌شناسی در ناحیه کانسار، کوهستانی بوده و خود افق، بخشی از لایه‌های این زمین‌ریخت‌شناسی را حاصل کرده است. به منظور بررسی ژئوشیمیائی و کانی‌شناسی ذخیره، ۳۵ نمونه در دو راستای عمود بر گسترش افق ماده معدنی برداشت شد. ۱۵ نمونه به روش XRF تجزیه شیمیایی و ۱۵ نمونه به روش XRD مورد بررسی کانی‌شناختی قرار گرفت. نتایج تجزیه شیمیایی عناصر اصلی به روش XRF در جدول ۱ آورده شده است. برای بررسی صحت و دقت تجزیه‌ها از ۱۰ درصد نمونه‌ها، یک نمونه تکراری قرار داده شد و با استفاده از روش هوارث و تامپسون (اقتباس از گزارش طرح اکتشاف کانی‌های پلی متال غرب مشکین‌شهر، ۱۳۷۷) از فرمول زیر مقدار خطای تجزیه‌ها بررسی شد(جدول۲).

۱۰۰×میانگین نمونه ها/میانگین نمونه‌های تکراری - میانگین نمونه‌ها =دقت آزمایشگاه

برای بررسی ژئوشیمی از روش تغییر جرم و نمودارهای غنی‌شدگی- تهی‌شدگی استفاده شد. برای بررسی رفتار عناصر مختلف نسبت به هم در کانسار مورد مطالعه از ضریب همبستگی خطی بین عناصر و رسم نمودارهای دو متغیره استفاده شد و سپس با در نظر گرفتن عوامل مهم(Maclean et al.,1997) برای تعیین عنصر شاخص بی‌تحرک از جمله دارا بودن بیشترین ثبات شیمیایی در طی فرایند هوازدگی، انحلال‌پذیری اندک، نداشتن میل ترکیب شیمیایی و داشتن بالاترین همبستگی با سایر عناصر بی‌تحرک، عنصر Ti به عنوان عنصر شاخص بی‌تحرک برای محاسبات تغییرات جرم انتخاب شد. با تعیین عنصر بی‌تحرک و استفاده از روابط مربوطه میزان غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی عناصر مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای غنی‌شدگی - تهی‌شدگی یکی از بهترین راه‌های نشان دادن غنی یا فقیر شدن نسبی عناصر کمیاب و اصلی هستند، (Hildreth, 1981) از دیدگاه Hildreth در محور X نمودار، عناصر بر اساس عدد اتمی و در محور Y نیز نسبت غلظت یک عنصر در سنگ اولیه (مادر) به غلظت آن در سنگ دگرسان قرار می‌گیرد. برای رسم نمودارهای غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Newpet اکسیدها که به صورت درصد توسط تجزیه شیمیایی XRF به‌دست آمده بودند به عناصر مربوطه بر حسب واحد ppm تبدیل شدند و در محور Y نمودار مقدار تغییرات این عناصر بر حسب واحد ppm قرار داده شد.

۲- زمین شناسی منطقه

واحدهای سنگی موجود در منطقه شامل شیل و ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک مربوط به سازند شمشک و دولومیت تریاس مربوط به سازند الیکا و آهک پرمین(سازند روته) است. افق بوکسیتی - کائولینیتی در بین لایه‌های دولومیتی (مرز تریاس- ژوراسیک) قابل تعقیب بوده و سازندهای تشکیل‌دهنده به طور عموم دارای امتداد شمالی- جنوبی هستند. سنگ‌های در برگیرنده ماده معدنی، شامل ماسه‌سنگ در فرودیواره ماده معدنی و دولومیت خاکستری رنگ در فرادیواره ماده معدنی است. این ناحیه رخدادهای زمین‌ساختی شدیدی را متحمل شده و موجب تشکیل چین‌های برگشته و برگشتگی لایه‌ها شده است. لذا افق بوکسیتی- کائولینیتی بر روی ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک و در زیر دولومیت‌های تریاس جای گرفته است. گسل‌های متعددی با امتداد شمال خاور _ جنوب‌باختر و شمال باختر - جنوب خاور، سازندهای زمین‌شناسی را جا به‌جا کرده‌اند.کانسار بوکسیتی _کائولینیتی علی بالتالو بر اساس رنگ ظاهری به چند بخش قابل تقسیم است (شکل ۲). مطالعات کانی‌شناسی به روش XRD نشانگر آن است که در بخش سبز متمایل به خاکستری رنگ این نهشته، کانی‌های کائولینیت، دیاسپور، آناتاز و پیروفیلیت، بخش قهوه‌ای رنگ کانی‌های کائولینیت، هماتیت و آناتاز (نمونه AB-۱)، بخش سفیدرنگ کانی کائولینیت، آناتاز (نمونه AB-۲) بخش خاکستری روشن، کانی‌های کائولینیت، بوهمیت، دیاسپور، آناتاز (نمونه CH- ۵) به

طور عمده سازندگان اصلی‌اند. نتایج بررسی کانی‌شناختی به روش XRD به عنوان مثال در شکل‌های۳، ۴ و۵ آورده شده است. افق بوکسیتی_کائولینیتی طبق رده‌بندی Bardossy (1982)، بر اساس ترکیب کانی‌شناسی (شکل ۶)در قسمت بوکسیت رسی و بر اساس رده‌بندی Bardossy (1990) (شکل۷) در قسمت کائولینیت قرار می‌گیرد(جدول۳).

۳- ژئوشیمی

برای تشخیص سنگ منشأ کانسار علی بالتالو، تعیین موقعیت ذخایر و کانسارهای موجود بر اساس این‌که در محدوده کدام یک از سنگ‌های اسیدی، حد واسط، بازی و فرابازی قرار می‌گیرند از نمودار Ni / Cr (Schroll and Sauer, 1968) استفاده شد(شکل ۸)، بر اساس این نمودار، کانسار بوکسیتی - کائولینیتی علی بالتالو در محدوده سنگ‌های بازی و فرابازی قرار می‌گیرد و از نوع بوکسیت‌های کارستی است. از آنجا که در نزدیکی منطقه مورد مطالعه سنگ‌های فرابازی قبل از پرمین وجود ندارند و از سوی دیگر ذخایر و کانسارهای یاد شده به محدوده سنگ‌های بازی نزدیک‌تر هستند، منشأ بازی محتمل‌تر می‌نماید. لذا با توجه به این استدلال، سنگ‌های بازی منطقه شناسایی و مطالعه شدند.

رخنمون سازند دورود (پرمین زیرین) در منطقه، دارای یک سری سیل‌های بازی دیابازی در ماسه‌سنگ‌های کوارتزیتی است(تصویر۱ و شکل۹). به نظر می‌رسد که این سنگ‌ها قابلیت سنگ منشأشدن را داشته باشند، لذا برای تشخیص ترکیب شیمیایی این دیابازها، اقدام به برداشت ۴ نمونه و تجزیه شیمیایی به روش XRF شد. ترکیب شیمیایی دیاباز ایده‌آل و ترکیب میانگین نمونه‌های دیابازی برداشت شده از منطقه در جدول ۴ آورده شده است.

شکل ۱۰ مقایسه این دو دیاباز را با یکدیگر نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۱۰ نشان داده شده است، دیاباز نمونه منطقه از نظر مقدار عناصر اصلی تا حدودی نسبت به دیاباز ایده‌ال کاهش نشان می‌دهد و می‌توان استدلال نمود که کاهش در میزان Al و Fe در نتیجه تهی شدگی ترکیب دیابازی منطقه باشد، لذا می‌توان دیاباز نمونه را به عنوان سنگ منشأ احتمالی بوکسیتهای منطقه در نظر گرفت و غنی شدگی و تهی شدگی ذخایر بوکسیتی - کائولینیتی منطقه نسبت به این دیاباز را مورد مطالعه قرار داد.

برای بررسی ژئوشیمی از روش محاسبه تغییرات جرم (Maclean, 1990) و ترسیم نمودارهای غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی (Hildreth, 1981) استفاده شد.

۳-۱- محاسبه تغییرات جرم

به منظور شناسایی ترکیب شیمیایی سنگ‌هایی که در طی یک سری فرایندهای دگرسانی و هوازدگی، تغییر ترکیب شیمیایی داده‌اند، از روش محاسبه تغییرات جرم استفاده می‌شود(Maclean and Barrett, 1993). در این روش از عنصری با عدم تحرک بالا در سامانه‌های واکنشی متقابل آب و سنگ استفاده می‌شود. تغییرات جرم بر اساس تفاوت بین غلظت عنصر بی‌تحرک یک نمونه دگرسان شده و سنگ مادر آن محاسبه می‌شود. عنصر بی‌تحرک در نمونه‌های هوازده به نسبت مقدار اولیه خود در سنگ مادر بهنجار شده و بر اساس آن محاسبات تغییر جرم انجام می‌گیرد. با توجه به عوامل تعیین عنصر بی‌تحرک در این پروژه عنصر Ti به عنوان عنصر شاخص بی‌تحرک برای محاسبات تغییرات جرم انتخاب شد.

- تعیین ضریب غنی‌شدگی

هنگامی که عنصر شاخص بی‌تحرک برای یک سیستم تک‌منشأیی انتخاب شد، محاسبات تغییرات جرم انجام می‌پذیرد. این تغییرات مستقیما" متناسب با غلظت عنصر در سنگ مادر نسبت به سنگ هوازده است (Maclean, 1990). بر اساس عنصر Ti ضریب غنی‌شدگی از فرمول زیر محاسبه شد:

فراوانی عنصر در سنگ هوازده / فراوانی عنصر در سنگ مادر = E.F

E.F= ضریب غنی‌شدگی

با استفاده از فرمول بالا، ضریب غنی‌شدگی عنصر Ti برای افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو محاسبه شد که داده‌های آن در جدول ۵ آمده است.

- ترکیب بازسازی شده

ترکیب بازسازی شده سنگ دگرسان شده به‌وسیله کاهش مقادیر عناصر بی‌تحرک نسبت به سطح سنگ مادر محاسبه می‌شود بنابراین عناصر متحرک در سنگ مادر و ترکیب بازسازی شده در مقادیری با نسبت‌های مساوی کاهش یافته‌اند. در واقع ترکیب بازسازی شده، جرم خالص یک واحد یا سنگ را نشان می‌دهد که از اجزای متحرک غنی یا تهی شده‌اند.

با استفاده از ضریب غنی‌شدگی ترکیب بازسازی نمونه‌ها محاسبه شد(جدول۶).

RC=E.F * فراوانی ترکیب اکسیدی عنصر در سنگ هوازده بر حسب درصد وزنی

RC= ترکیب بازسازی شده

E.F= ضریب غنی‌شدگی

در واقع جدول ۶ نشان می‌دهد که چه مقدار اکسیدهای اصلی افق‌های بوکسیتی _ کائولینیتی کانسار نسبت به اکسیدهای اصلی دیاباز برداشت شده از منطقه به عنوان سنگ منشأ، غنی یا تهی شده‌اند.

- تغییرات جرم عناصر

با استفاده از رابطه ارائه شده توسط Maclean (1990) تغییرات جرم عناصر محاسبه می‌شود(جدول۷). برای این کار تفاوت بین ترکیب بازسازی شده و ترکیب سنگ مادر به شرح زیر مورد توجه قرار می‌گیرد.

MC = RC - فراوانی عنصر در سنگ مادر بر حسب درصد وزنی

MC= تغییرجرم

RC= ترکیب بازسازی شده

در نهایت با استفاده از نتایج جدول ۷ (تغییرات جرم عناصر) مقدار تغییرات تمام اکسیدهای اصلی در هر افق جمع جبری می‌شود و در نهایت عدد به‌دست آمده که به‌صورت درصد بیان می‌شود نشانگر تغییر جرم کل عناصر در افق یاد شده است. تغییر جرم کل عناصر برای افق‌های بوکسیتی - کائولینیتی کانسار علی بالتالو در جدول ۸ آورده شده است.

- تعیین تغییر ات تحرک عناصر توسط نمودارهای تغییر جرم

با استفاده از نمودارهای دو متغیره، وضعیت تغییرات تحرک عناصر در طی فرایند هوازدگی مشخص می‌شود. پراکندگی زیاد در تغییرات جرم یک عنصر نسبت به تغییر جرم کل می‌تواند مبین تحرک بیشتر آن عنصر در طی فرایند هوازدگی باشد. TiO_2 در افق‌های بوکسیتی - کائولینیتی منطقه تغییرات جرمی را نشان نمی‌دهد و تقریبا" ثابت است ولی Al_2O_3 افزایش جرم و SiO_2 کاهش جرم نشان می‌دهد. (شکل‌های ۱۱، ۱۲و ۱۳) نمودارهای تغییرات جرم TiO_2، SiO_2، Al_2O_3 برای کانسار علی بالتالو را نشان می‌دهدکه در محورY این نمودارها مقدار تغییرات جرم عناصر قرار داده شده است. عناصرMn، Mg، Ca کاهش جرم چندانی را نشان نمی‌دهد و ثابت است. بنابراین می‌توان گفت در افقی با افزایش جرم Al_2O_3، کاهش SiO_2 رخ می‌دهد.

در تجمعات بازماندی کانسنگ‌های بوکسیت، آلومینیم عمدتا" یک عنصر بی‌تحرک (در محدوده pH ۵ تا ۹) شناخته می‌شود (Valeton,1972)، بر عکس SiO_2 که در pH حدود ۶ تا ۸ محلول است و از محیط خارج می‌شود Al_2O_3 در محیط

باقیمانده و غنی می‌شود که این غنی‌شدگی در نمودارها به صورت افزایش جرم دیده می‌شود. مقایسه تغییرات جرم P_2O_5 و MnO، MgO، K_2O، Na_2O، CaO در افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو در شکل ۱۴آمده است.

۳-۲. نمودارهای غنی‌شدگی - تهی‌شدگی

برای رسم نمودارهای غنی‌شدگی و تهی‌شدگی افق‌های بوکسیتی- کائولینیتی کانسار مورد بررسی نسبت به دیاباز نمونه برداشت شده از منطقه از روش Hildreth (1981) و از فرمول زیر استفاده شد.

مقدار عنصر در سنگ دگرسان / مقدار عنصر در سنگ اولیه= مقدار تغییرات

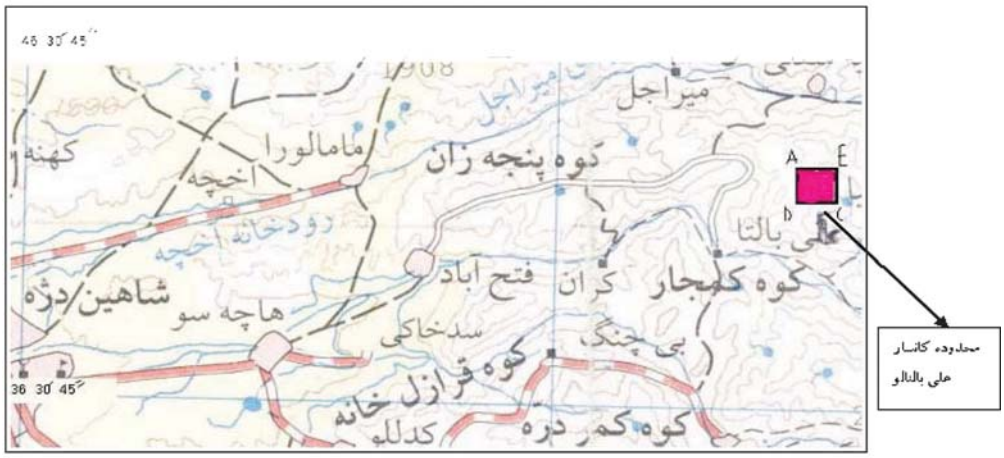
در این پروژه سنگ دگرسان، افق‌های بوکسیتی _کائولینیتی کانسار علی بالتالو و سنگ اولیه، دیاباز نمونه برداشت شده از منطقه که به عنوان سنگ منشأ در نظر گرفته شده، می‌باشد. تغییرات عناصر برای همه افقها (افق قهوه‌ای رنگ، سبز متمایل به خاکستری، سفید رنگ و خاکستری رنگ) نسبت به دیاباز نمونه محاسبه و نمودار غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی برای آنها رسم شد. در محور Y نمودار، مقدار تغییرات عناصر طبق فرمول Hildreth قرار داده شده است و در محور X می‌توان عدد اتمی عناصر را قرار دادکه البته در این پروژه از عدد اتمی استفاده نشده است. در نمودار غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی عدد ۱ مبنا بوده و اعداد بیشتر از یک غنی‌شدگی عنصر نسبت به دیاباز نمونه و اعداد کمتر از یک تهی‌شدگی عنصر نسبت به دیاباز نمونه را نشان می‌دهد. نمودارهای غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی نشانگر این هستند که عناصر Al، Tiو Fe در افق‌های یاد شده غنی‌شدگی و عناصر Ca، Na، Mg، Mn، Kو Si تهی‌شدگی دارند. نمودارهای غنی‌شدگی _تهی‌شدگی افق‌های قهوه‌ای رنگ و خاکستری رنگ به عنوان مثال در شکل‌های ۱۵و۱۶ آورده شده است. مقایسه ترکیب میانگین اکسیدهای اصلی بین افق‌های بوکسیتی-کائولینیتی کانسار علی بالتالو، دیاباز نمونه و دیاباز ایده‌آل در شکل ۱۷ آورده شده است. بر اساس این نمودار، می‌توان بیان کرد که کانسار علی بالتالو نسبت به دیاباز نمونه و ایده‌آل در میزان اکسیدهای TiO_2، Al_2O_3 افزایش و در اکسیدهای، MnO، MgO K_2O، Na_2O، SiO_2، CaO، Fe_2O_3 کاهش نشان می‌دهد. به‌طورکلی از نمودارهای غنی‌شدگی- تهی‌شدگی چنین می‌توان نتیجه گرفت که در تمامی افق‌های بوکسیتی - کائولینیتی کانسار مورد بررسی نسبت به سنگ منشأ دیابازی عناصر Al ,Ti غنی‌شدگی و عناصر K، Ca، Si، Na، Mn، Mg تهی‌شدگی نشان می‌دهند. در واقع این عناصر نسبت به منشأ اولیه تهی شده‌اند که این تهی‌شدگی نتیجه شرایط Eh وpH آب‌های فرورو است که این عناصر، قابلیت انحلال در چنین شرایطی را داشته و از محیط خارج شده‌اند. عناصر Al, Ti قابلیت انحلال در این محیط را نداشته و به صورت عنصر بی‌تحرک بوده و در محیط باقی مانده‌اند و غنی شده‌اند.

۴-نتیجه‌گیری

براساس مطالعات کانی‌شناختی به روشXRD، عمده کانی‌های سازنده کانسار کائولینیت،آناتاز، دیاسپور و بوهمیت بوده و بر اساس رده‌بندی Bardossy (1990) در رده کائولینیت قرار می‌گیرند.

با پیاده کردن نتیجه تجزیه نمونه‌ها بر روی نمودار Cr/Ni (Schroll and Sauer, 1968) مشخص شد که منشأ کانسار بازی می‌باشد، لذا پس از برداشت نمونه از سیل‌های دیابازی سازند دورود موجود در منطقه و مقایسه با ترکیب دیاباز ایده‌آل و نمونه‌های برداشت شده از کانسار محاسبات تغییر جرم صورت گرفت.

با توجه به مطالعات ژئوشیمیایی که بر روی نمونه‌های برداشت شده از افق‌های بوکسیتی و سنگ منشأ دیابازی منطقه صورت گرفت و براساس محاسبه تغییرات جرم عناصر، مشخص شد عناصرAl، Cr، Th، Yو Ti ضمن فرایندهای بوکسیت‌زایی بی‌تحرک بوده‌اند و در محل تغلیظ شده‌اند و عناصر P، K، Na، Fe، Mg، Si، Ca و Mn از محیط خارج شده و کاهش جرم نشان می‌دهند در واقع، طی فرایند هوازدگی سنگ دیابازی در دوره پرمین پسین تا تریاس وتحت تأثیرEh پایین به بالا از زمان تشکیل تا کنون وpH حدود ۶- ۸، عناصری که قابلیت انحلال داشته‌اند از محیط خارج شده و عناصری که بی‌تحرک بوده و قابلیت انحلال در چنین محیطی را نداشته‌اند، در محیط باقی‌مانده و نهشته‌های بوکسیتی را به وجود آورده‌اند.



A	46 42′ 16″	36 43′ 16″
B	46 45′ 46″	36 43 16
C	46 45′ 46″	36 41′ 07″
D	46 42′ 16″	36 41′ 07″

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی کانسار علی بالتالو(نقشه شاهین‌دژ ۱:۲۵۰۰۰۰)

جدول۱- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر به روش XRF

	Si	AL	Fe	Ca	Na	Mg	K	Ti	Mn	P
AB-01	17.590	16.165	10.177	0.179	0.022	0.072	0.398	2.280	0.046	0.098
AB-02	19.870	19.096	2.294	0.071	0.022	0.036	0.564	2.510	0.002	0.054
AB-03	21.122	19.155	0.420	0.057	0.007	0.006	0.008	2.387	0.001	0.024
AB-04	20.627	19.408	0.657	0.086	0.015	0.048	0.731	2.469	0.001	0.049
AB-05	14.441	22.985	0.965	0.507	0.052	0.229	0.133	5.635	0.001	0.019
AB-06	14.717	22.652	0.965	0.279	0.045	0.193	0.133	5.893	0.002	0.019
AB-07	14.675	22.652	0.986	0.164	0.037	0.181	0.125	6.049	0.001	0.020
AB-08	14.726	22.435	1.007	0.107	0.045	0.181	0.133	6.265	0.001	0.017
AB-09	14.572	22.911	0.958	0.064	0.037	0.169	0.133	6.007	0.001	0.017
AB-14	22.159	18.774	1.098	0.043	0.022	0.133	0.913	3.729	0.002	0.017
AB-11	31.994	9.667	2.434	0.050	0.045	0.133	1.179	0.426	0.002	0.044
AB-13	25.346	15.138	1.847	0.607	0.119	0.271	0.531	3.459	0.002	0.044
AB-15	14.997	22.806	0.958	0.143	0.030	0.187	0.125	4.131	0.001	0.061
میانگین نمونه ها(ppm)	**18.98737**	**19.52653**	**1.905167**	**0.181421**	**0.038237**	**0.141513**	**0.392715**	**3.941528**	**0.004706**	**0.037261**

جدول۲- نتایج تجزیه نمونه‌های تکراری، میانگین نمونه‌های تکراری، دقت آزمایشگاه

	Si	AL	Fe	Ca	Na	Mg	K	Ti	Mn	P
AB-10	20.632	23.128	1.091	0.130	0.041	0.190	0.250	4.107	0.001	0.035
AB-12	22.626	20.213	1.784	0.280	0.047	0.130	0.620	3.795	0.007	0.032
میانگین نمونه های تکراری(ppm)	**21.62902**	**21.67052**	**1.437349**	**0.205**	**0.044**	**0.16**	**0.435**	**3.950705**	**0.003859**	**0.0335**
دقت آزمایشگاه(درصد)	**-13.91**	**-10.98**	**24.56**	**-13.00**	**-15.07**	**-13.06**	**-10.77**	**-0.23**	**17.99**	**10.09**

جدول ۳ - نتایج کانی‌شناسی افق‌های بوکسیتی-کائولینیتی کانسار علی بالتالو بر روی نمودار سه‌گوش Bardossy (1990) و Bardossy (1982)

نام افق	Bardossy (1990)	Bardossy (1982)
قهوه ای رنگ (BR)	کائولینیتی	بوکسیت رسی
سبز متمایل به خاکستری (BGBG)	کائولینیت	بوکسیت رسی
سفید رنگ(BG)	کائولینیت	بوکسیت رسی
خاکستری روشن(BGG)	کائولینیت	بوکسیت رسی

جدول۴- ترکیب شیمیایی دیاباز ایده‌آل و دیاباز نمونه

اکسیدهاي اصلي	مقدار ترکیب شیمیایی دیاباز ایده ال	مقدار ترکیب شیمیایی دیاباز نمونه
Al2O3	15.01	13.46
SiO2	52.68	53.02
Fe2O3	11.09	10.62
Cao	10.96	8.95
Na2O	2.16	2.39
MgO	6.61	3.13
K2O	0.64	0.65
MnO	0.17	0.83
P2O5	0.14	0.15
TiO2	1.07	1.31

جدول۵- تعیین ضریب غنی‌شدگی عنصر Ti در افق‌های کانسار علی بالتالو

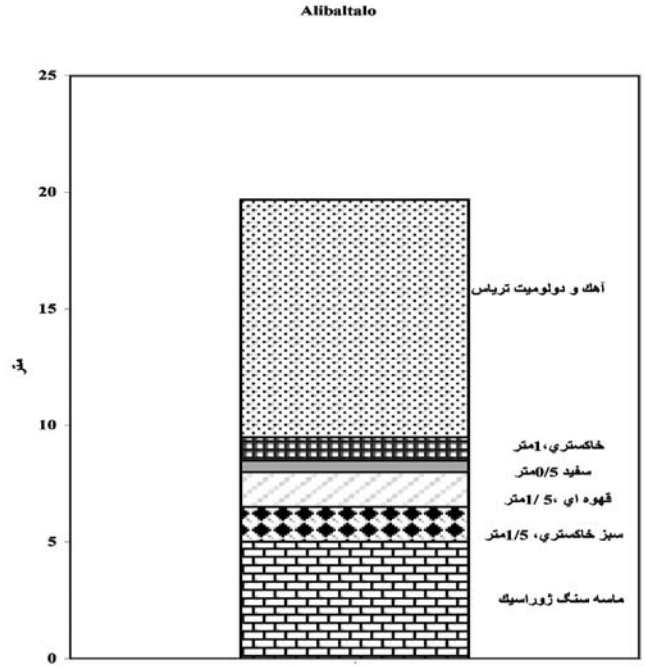
ضریب غني شدگي عنصر Ti	نمونه
0.35	BB (افق قهوه اي)
0.31	BG (افق سفيد)
0.33	BGBG (افق سبز متمايل به خاكستري)
0.32	BGG (افق خاكستري)

جدول۶-ترکیب‌بازسازی‌شده‌اکسیدهای‌اصلی‌افق‌های‌بوکسیتی-کائولینیتی‌کانسارعلی‌بالتالو

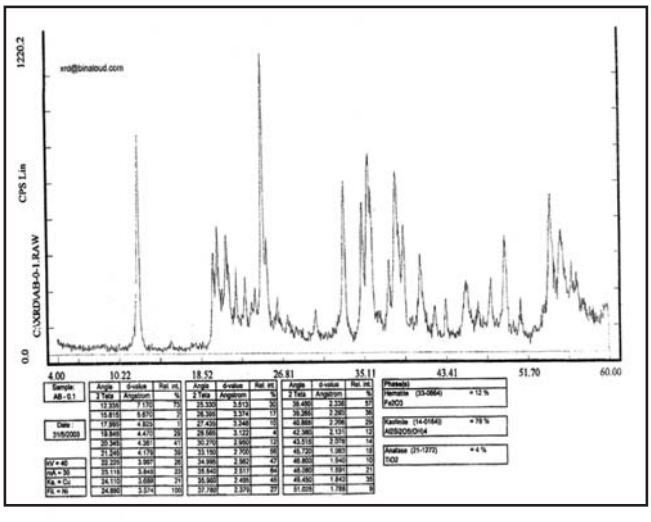
	RC(BB)	RC(BG)	RC(BGBG)	RC(BGG)
AL_2O_3	10.5	11.35	11.98	11.73
SiO_2	13.04	13.38	14.96	14.12
Fe_2O_3	5.04	1.03	0.20	0.30
CaO	0.09	0.03	0.03	0.04
Na_2O	0.01	0.00	0.00	0.01
MgO	0.04	0.02	0.00	0.02
K_2O	0.17	0.21	0.00	0.28
TiO_2	1.32	1.32	1.32	1.31
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00

جدول۷- تغییرات جرم عناصردر افق‌های بوکسیتی – کائولینیتی کانسار علی بالتالو نسبت به دیاباز نمونه

	RC(BB)	RC(BG)	RC(BGBG)	RC(BGG)
AL_2O_3	3.46	4.24	4.86	4.61
SiO_2	-11.72	-11.38	-9.81	-10.65
Fe_2O_3	-2.39	-6.40	-7.23	-7.13
CaO	-6.31	-6.36	-6.37	-6.36
Na_2O	-1.76	-1.76	-1.77	-1.77
MgO	-1.85	-1.87	-1.88	-1.86
K_2O	-0.37	-0.32	-0.54	-0.258
TiO_2	0.53	0.53	0.53	0.53
MnO	-0.62	-0.64	-0.64	-0.64
P_2O_5	0.01	-0.03	-0.05	-0.03



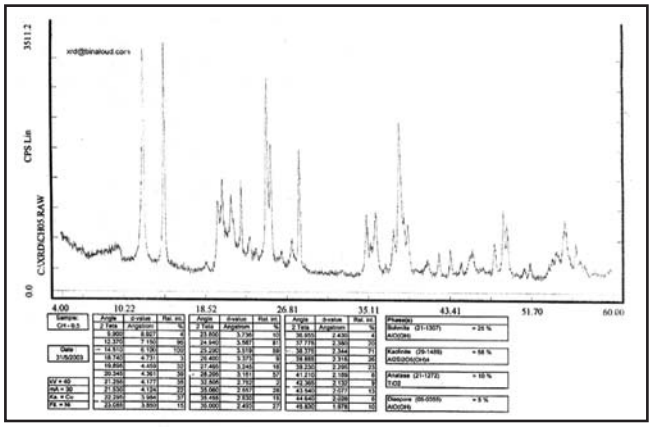
شکل ۲- موقعیت چینه‌شناسی افق‌های بوکسیتی- کائولینیتی کانسار علی بالتالو



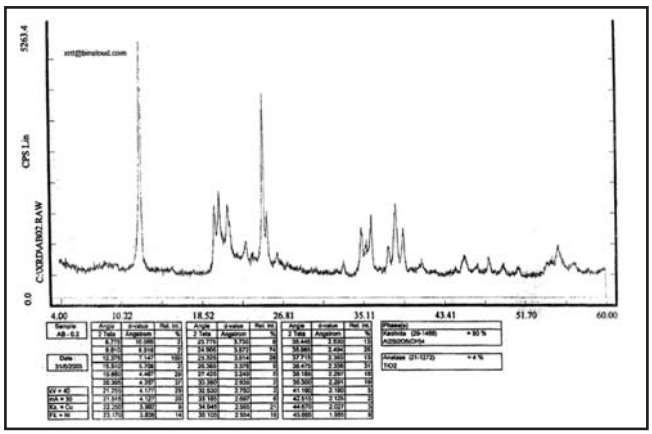
شکل۴- XRD افق قهوه‌ای رنگ کانسار علی بالتالو(نمونه AB-1)

جدول ۸- تغییر جرم کل عناصر برای افق‌های بوکسیتی- کائولینیتی کانسارعلی بالتالو

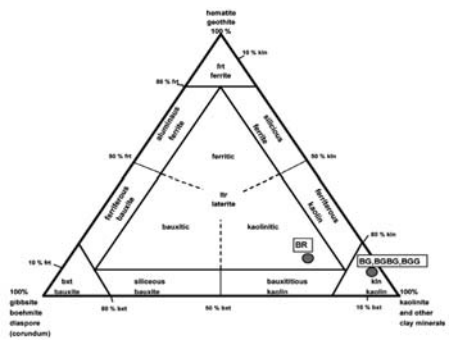
افقهاي بوكسيتي	تغيير جرم كل عناصر
قهوه اي رنگ (BB)	-21.02
سفيد رنگ (BG)	-24.01
سبز متمايل (BGBG) به خاكستري	-22.9
خاكستري (BGG)	-23.55



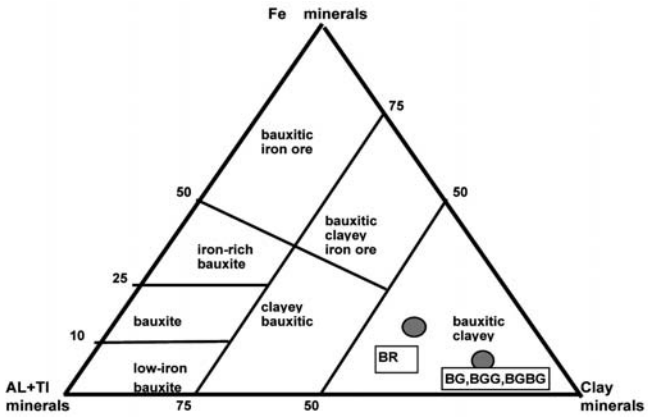
شکل۳- XRD افق خاکستری رنگ کانسار علی بالتالو(نمونه CH-5)



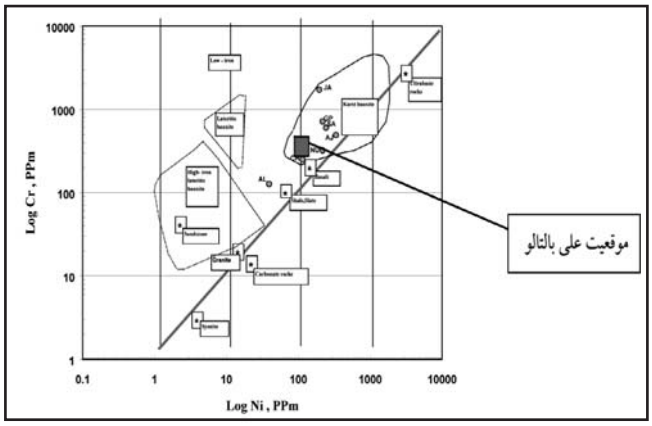
شکل۵- XRD افق سفید رنگ کانسار علی بالتالو(نمونه AB-2)



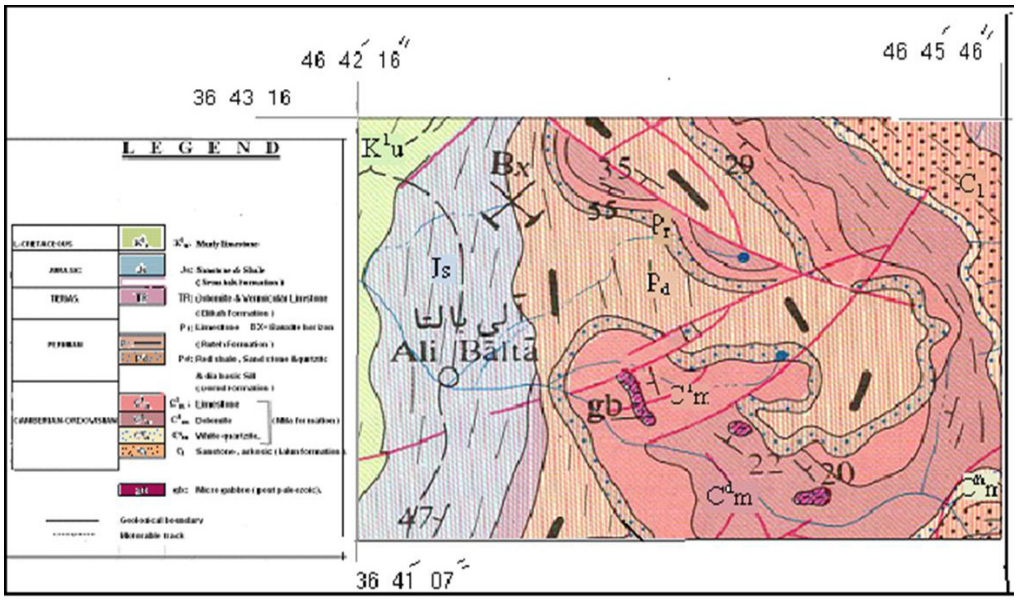
شکل ۶- موقعیت افق‌های بوکسیتی کانسار علی بالتالو بر روی نمودار سه‌گوش Bardossy (1990)



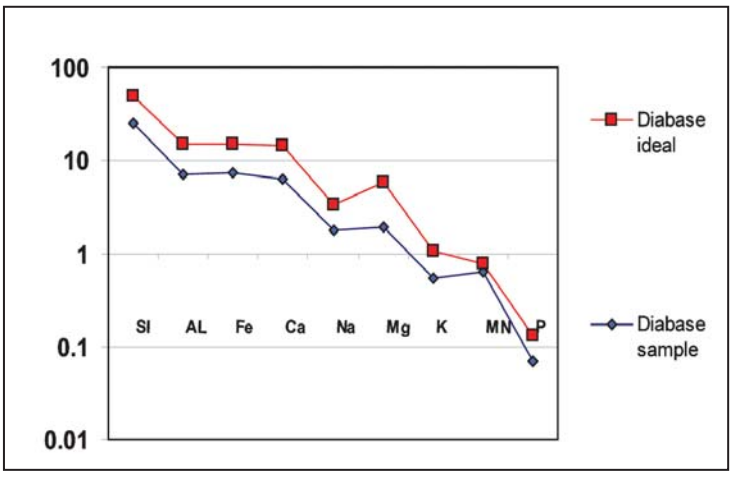
شکل ۷- موقعیت افق‌های بوکسیتی کانسار علی بالتالو بر روی نمودار سه گوش
Bardossy(1982)



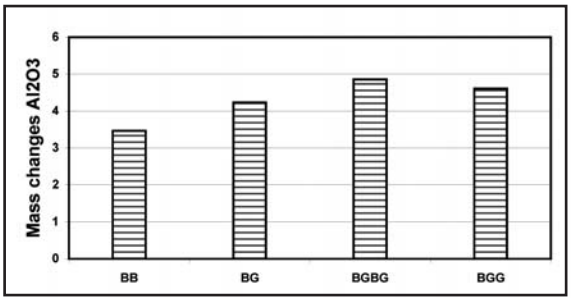
شکل ۸- موقعیت کانساربوکسیتی -کائولینیتی علی بالتالو بر روی نمودارCr/Ni
(Schroll and saue, 1968)



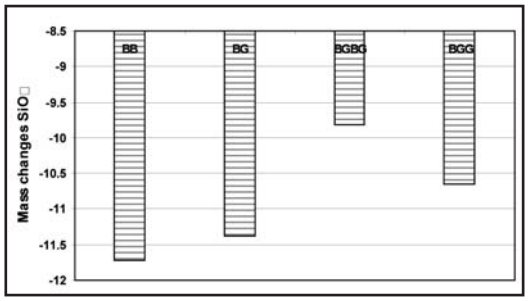
شکل ۹- نمایی از سازند دورود در محدوده کانسار علی بالتالو(نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شاهین‌دژ)



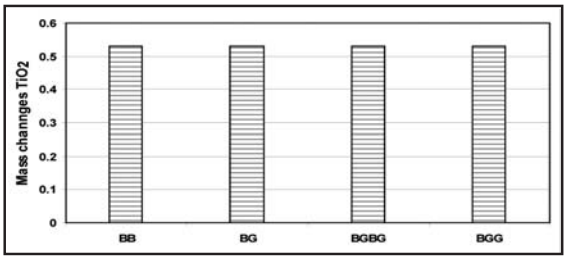
شکل ۱۰ - مقایسه عناصر اصلی بین دیاباز ایده‌آل و دیاباز نمونه



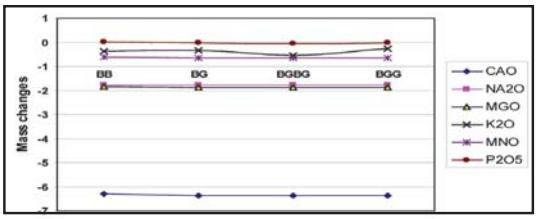
شکل ۱۱- نمودار مقدار تغییرات جرم Al_2O_3 در افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو



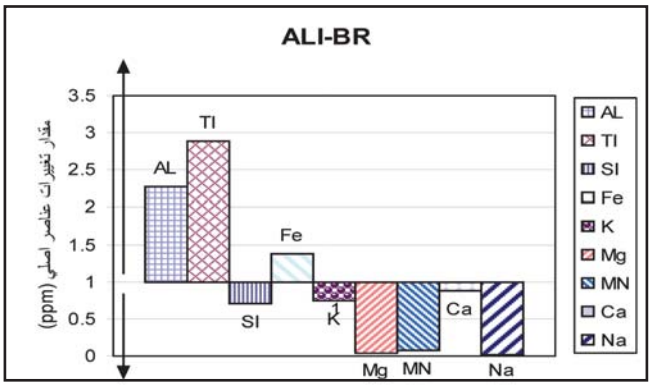
شکل ۱۲- نمودار مقدار تغییرات جرم SiO_2 در افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو



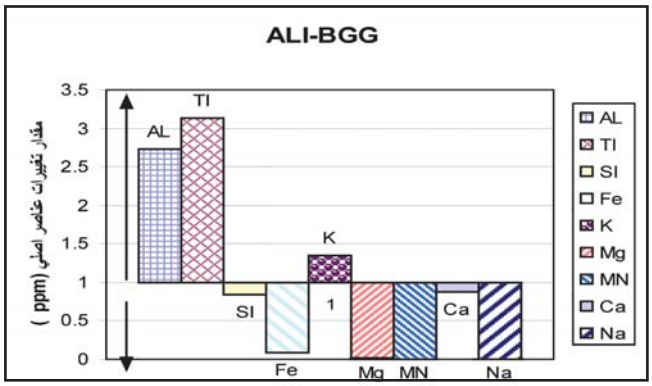
شکل ۱۳- نمودار مقدار تغییرات جرم TiO_2 در افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو



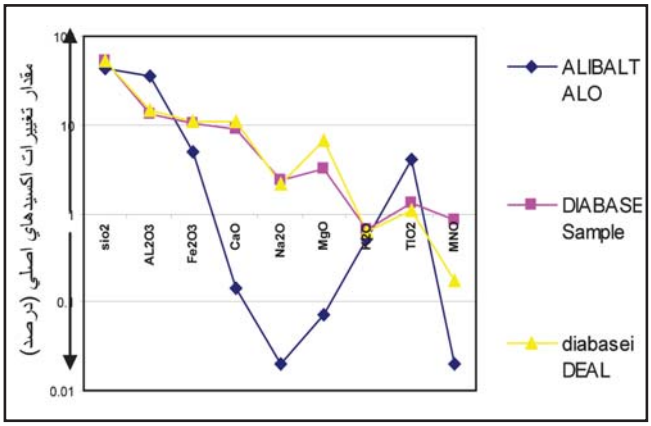
شکل ۱۴- مقایسه مقدارتغییرات جرم P_2O_5، MnO، K_2O ، MgO، Na_2O، CaO در افق‌های مختلف کانسار علی بالتالو



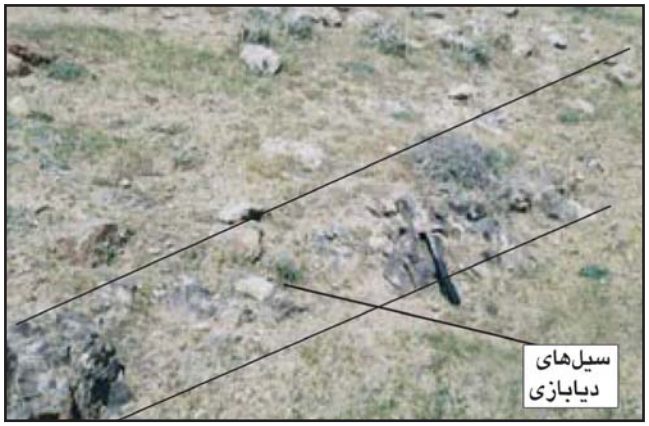
شکل۱۵- نمودار غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی عناصر اصلی افق قهوه‌ای رنگ کانسار علی بالتالو نسبت به دیاباز نمونه



شکل ۱۶- نمودار غنی‌شدگی _ تهی‌شدگی عناصر اصلی افق خاکستری رنگ کانسار علی بالتالو نسبت به دیاباز نمونه



شکل۱۷- مقایسه ترکیب میانگین اکسیدهای اصلی بین افق‌های بوکسیتی- کائولینیتی کانسار علی بالتالو، دیاباز نمونه و دیاباز ایده‌آل



تصویر ۱- نمایی نزدیک از سیل‌های دیابازی

کتابنگاری

شرکت کاوشگران، ۱۳۷۷-گزارش طرح اکتشاف کانی‌های پلی متال (باختر مشکین‌شهر)

خلقی خسرقی، ۱۳۷۳ -نقشه زمین‌شناسی ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ شاهین دژ، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۹- نقشه جغرافیایی ورق ۱:۲۵۰،۰۰۰ شاهین‌دژ

References

Bardossy, G.Y., 1982- Karst Bauxites (bauxite deposits on carbonate rocks). Elsevier Scintific, Amsterdom,441p.

Bardossy, G.Y., 1990-Lateritic Bauxites.Akademia,Kiado Budapest 646 Deposita 25, 44-40.

Hildreth, W., 1981- Gradients in silicic magma chambers:implications for lithospheric magmatism. J. Geophys.Res.,86,B10153-B10192.

Maclean, W. H. & Barrett, T.J., 1993- Litogeochemical techniques using immobile elements. Explore Geochemistry 48, 109-133.

Maclean, W. H., 1990- Mass chang calculation in altered rock series. Mineral

Maclean,W. H., Bonavia, F. F. & Sanna, G., 1997-Argiliite debris converted to bauxite during karst weathering:evidence from immobile element geochemistry at the Olmedo Deposite Sardinia.MineraliumDeposita,vol.32,607-616.

Schroll, E., Sauer, D., 1968-Beitrag zur geochemie von titan,chrom,nikel,cobalt, Vanadium und molibdan in bauxitischen gestemen und problem der stofflichen Stofflichen herkunft des aluminiums,travaux de ICSOBA,Zagreb,vol.5,pp.83-96.

Valenton, I., 1972- Bauxites. Elsewier, Amsterdam.226p

porphyry copper deposits.

Key Words : Alteration, Mineralization, Porphyry, Miduk, Kerman.

For Presian Version see pages 45 to 54

E-mail: taghipour@dubs.ac.ir

Geochemical and Genetic Study of Alibaltalo Kaolinite -Bauxite Deposit, Shahindezh

By :N. Khajeh Mohammadlo*, E. Rasa* & A. Emamalipur**

*Geology Department, Earth Science Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

**Department oF Mining Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 2006 July 25 Accepted: 2008 September 30

Abstract

Alibaltalo bauxite deposit is situated in east Shahindezh, south west of west- Azarbaijan. This ore horizon lies along the boundary between Jurassic sandstone and Triassic dolomtite. In this study for understanding the chemical process involved in the formation of the bauxite deposite and in order to determine the role and behavior of elements on weathering process, the gain and loss and mass transfer methods, enrichment -depletion diagrams were used. the result of this study diabase sills of Doroud Formation in the area is proposed as the principal source of this bauxitic horizon.. Mass change calculations for different elements compared to an immobile element (Titanium)- with. chemical stability in weathering processes. Results showed Si, Na, K, Mg, Ca depletion while Fe, Al, Ti showed secondary enrichment.The ore body shows decreasing in total mass of -21.02 for brown horizon,-21.02 for gray kaolinite layer,-22.91 for green to gray part and -23.55 for green to gray color horizon.

Keywords: Bauxite, Alibaltalo, West Azarbaijan, Mass change, Enrichment-Depletion

For Persian Version see pages 55 to 62

E-mail: Sahraie_az@yahoo.com

Morphodynamics of Damavand Volcanic Cone and Environmental Management with using GIS & RS

By: E. Moghimi* , M. Badri Far & M. Zarei Nejad****

*Natural Geography Dept., Tehran University, Tehran, Iran

**Islamic Azad University, Sciences and Researches Campus, Tehran, Iran

Received: 2007 December 10 Accepted: 2008 February 23

Abstract

Morphodynamic characteristics of Damavand volcanic cone have been affected by two factors including internal and external morphodynamics. Major goal of this research is based on external morphodynamics. The morphodynamical landforms of this area are divided in two main groups, the first one is climatic processes and the second one is anthropogenic processes. Climatic processes, including glacial erosion, pre-glacial erosion and alluvial erosion, have changed morphology of slopes and spatial landforms. For the special geographic condition of Damavand volcanic cone, few data is available. Therefore by using satellite images ETM+, ASTER, SPOT, several new data layer have been prepared based on base maps and field checking in GIS environment.

Key words: Damavand volcano, Morphodynamic, GIS, Climatic processes, Human processes