

کانی‌شناسی، زمین‌شیمی و تعیین منشاء متابوکسیت‌های غنی از کربندوم-آمزیت کانسار لاوند، محلات، ایران مرکزی

نازنین برزگر^{۱*}، عباس ذوالفقاری^۱، محمد جبارناصر^۲

۱. گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲. گروه اکتشاف، شرکت ماگما معدن آریا، شیراز، ایران

geo.barzegar@gmail.com

تاریخ تنظیم: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸

چکیده

کانسار بوکسیت لاوند در ۱۱ کیلومتری غرب شهرستان محلات، در بخش شمالی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ محلات واقع شده است؛ از نظر ساختاری، بخشی از زون ایران مرکزی و جزئی از دگرگونی‌های پرکامبرین گلپایگان محسوب می‌شود. دو زون اصلی بوکسیتی - لاتریتی منطقه به سن پرمین به صورت میان لایه، در حدفاصل واحدهای ماسه سنگ آركوزی میکادار و آهک مرمریتی شده زرد رنگ محصور شده است. این کانسار از تنوع کانی‌شناسی گسترده‌ای برخوردار است که شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیم و آهن، سیلیکات‌ها، اکسیدهای تیتانیم و کربنات‌ها است؛ کربندوم و آمزیت، کانی‌های اصلی سازنده این افق‌ها هستند. بافت‌های شاخص این نمونه‌ها، شامل بافت اووئیدی - پیزولیتی، اووئیدی - اسفروئیدی و اووئیدی - اسپاستولیتی می‌باشد. بوکسیت‌های منطقه لاوند حاوی ۴۸-۵۶ درصد Al_2O_3 ، ۳ تا ۲۵ درصد Fe_2O_3 ، ۴ تا ۱۸ درصد SiO_2 و ۱ تا ۶ درصد TiO_2 هستند. نمودارهای Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 نشان می‌دهد که عمده نمونه‌های مورد بررسی منطقه لاوند در محدوده بوکسیت و بوکسیت آهن‌دار قرار می‌گیرند؛ این نمونه‌ها غنی از Al_2O_3 بوده و طی فرایند شدید لاتریتی شدن تشکیل شده‌اند. براساس مطالعات صورت گرفته بازالت‌ها و دایک‌های دایابازی پرمین را می‌توان به عنوان سنگ منشاء متابوکسیت‌های لاوند در نظر گرفت. به این صورت که هوازگی سنگ منشاء و تاثیر فرایندهای بوکسیت‌زا باعث شستشوی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی از محیط و تشکیل بوکسیت شده است؛ که طی فرایندهای بعدی دیاژنز و دگرگونی کربندوم تشکیل شده است.

واژه‌های کلیدی: کانسار لاوند، متابوکسیت، کربندوم، آمزیت، دگرگونی

Mineralogy, Geochemistry and Genesis of Corundum-Amesite Rich Meta-Bauxites in the Lavand Deposit, Mahallat, Central Iran

Nazanin Barzegar*, Abbas Zolfaghari, Mohammad Mehri, Mohammad Jabbarnaseroo

1. Department of Earth Sciences, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2. Exploration team, Magma Ma'dan Arya Company, Shiraz, Iran

Corresponding author: geo.barzegar@gmail.com

Abstract

Lavand bauxite deposit is located 11 km west of Mahallat city, in the north of 1:100000 Mahallat Sheet; structurally, it is part of the Central Iran zone and part of the Precambrian metamorphism of Golpayegan. Two main bauxite-laterite zones of the Permian age, are enclosed between layers of Arkose sandstone units and yellow marble limestone. This deposit has a wide variety of minerals, including aluminum and iron oxides-hydroxides, silicates, titanium oxides, and carbonates; Corundum and Amesite are the main minerals in the deposit. The index textures of these specimens include oolitic-pisolitic, oolitic-spheroid and oolitic-spastolite textures. Lavand bauxites contain 48-56% Al_2O_3 , 3 to 25% Fe_2O_3 , 4 to 18% SiO_2 and 1 to 6% TiO_2 . Based on the Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 Ternary diagrams this deposit is classified as bauxite and iron bauxite; these samples are Al_2O_3 rich that formed during the lateritization process. Based on the studies, Permian basalts and diabase dykes can be considered as the source rock of Lavand meta-bauxite. So, weathering of the source rock and the effect of bauxitization processes have caused the leaching of alkaline and alkaline earth elements from the environment and the bauxite is formed; which it is formed during subsequent processes of diagenesis and metamorphism.

Keywords: Lavand deposit, meta-bauxite, Corundum, Amesite, metamorphism

مقدمه

بوکسیت‌های کارستی و معادل‌های دگرگون شده آن (متابوکسیت‌ها/امری‌ها)^۱ نقش مهمی در شناسایی جایگاه تکتونیکی و همچنین تفسیر تاریخچه ساختاری-دگرگونی یک منطقه، بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی دارند [۱]. ویژگی‌های زمین-شناسی و ژئوشیمیایی اکثر بوکسیت‌های دگرگون شده و دگرگون نشده، سیر تکاملی از پرموتریاس تا کرتاسه بالایی (سنومانین-تورونین) را در طول کمربند کوهزایی آلپ-هیمالیا نشان می‌دهد. این رخدادها و الگوهای توزیع این سنگ‌ها، با تحول حوزه اقیانوسی تتیس ارتباط نزدیکی دارد [۱]. بوکسیت‌های کارستی و متابوکسیت‌های حوزه شرقی مدیترانه عمدتاً در سنگ‌های پلاتفرمی ضخیم لایه از پرموتریاس تا کرتاسه محصور شده‌اند. از این میان، متابوکسیت‌های غنی از کربنوم در سراسر جهان بسیار کمیاب‌اند و اغلب در کمپلکس‌های دگرگونی رخ می‌دهند؛ کانسار بوکسیت لاوند جز این

^۱ Emery Bauxite

دسته از بوکسیت‌ها قرار می‌گیرد. کانسار بوکسیت لاوند با مختصات $50^{\circ} 19' 00''$ و $50^{\circ} 22' 00''$ طول شرقی تا $33^{\circ} 53' 00''$ و $33^{\circ} 56' 00''$ عرض شمالی، در ۱۱ کیلومتری غرب شهرستان محلات-استان مرکزی و در بخش شمالی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ محلات واقع شده است (شکل ۱).

هدف از این پژوهش، بررسی کانی‌شناسی، زمین‌شیمی و ژنز احتمالی کانسار بوکسیت لاوند است که به عنوان یک افق دگرگون شده (متابوکسیت-لاتریت) حاوی مقادیر قابل توجهی کانی‌های کربنوم و آمیزت معرفی شده است.

روش مطالعه

پژوهش انجام شده، شامل دو بخش صحرایی و آزمایشگاهی است. طی مطالعات صحرایی، پیمایش‌هایی عمود بر امتداد گسترش مرز واحدهای زمین‌شناسی مستعد برای کانه‌زایی بوکسیت-لاتریت انجام گرفت. طی این پیمایش تعداد ۲۰ نمونه از کانسنگ اصلی و سنگ بستر برای تهیه مقطع نازک-صیقلی و همچنین تعداد ۱۵ نمونه برای تعیین اکسیدهای اصلی و تجزیه زمین‌شیمیایی برداشت و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران ارسال شد. همچنین برای تعیین دقیق فازهای کانیایی منطقه ۸ نمونه انتخاب و برای تجزیه پراش پرتو ایکس (XRD) به آزمایشگاه کانساران بینالود تهران ارسال گردید؛ دستگاه XRD به کار گرفته در این آزمایشگاه ساخت کارخانه PHILIPS با مدل PW1800 می‌باشد.

بحث و بررسی

زمین شناسی

کانسار لاوند از نظر ساختاری، بخشی از زون ایران مرکزی و جزئی از دگرگونی‌های پرکامبرین گلپایگان محسوب می‌شود. واحدهای اصلی منطقه شامل واحدهای رسوبی به سن پرکامبرین پسین-پالئوزوئیک بوده این واحدها از قدیم به جدید شامل: سازند سلطانیه، لالون-زاگون و نهشته‌های پرمین می‌باشند (شکل ۲، الف و ب). نهشته‌های پرمین گسترش وسیعی دارند و عمدتاً از لایه‌های ضخیم سنگ آهک و دولومیت دگرگون شده، ماسه‌سنگ، شیل و ولکانیک‌های دایابازی تشکیل شده است.

افق بوکسیتی-لاتریتی منطقه به سن پرمین به صورت میان لایه، در حفاصل واحدهای ماسه سنگ آرکوزی میکادار و شیل-دولومیت دگرگون شده در بالا و آهک مرمریتی شده زرد رنگ در پایین محصور شده است (شکل ۲، الف). این بخش بوکسیت‌دار به صورت نواری و عدسی‌های منقطع با تغییر ضخامت بارزی مشاهده می‌گردد (شکل ۲، پ). در دو بخش این میان لایه‌ها و بخش نواری بوکسیت‌دار، دو گسل بزرگ اثر نموده و باعث برونزد بخش‌های بوکسیت-لاتریت‌دار بر روی بخش نعل اسبی گردنه شده است (شکل ۲، ت). ویژگی مهم این دو زون کانه‌زایی، تعدد گسل خوردگی‌ها است؛ در واقع این دو زون به صورت دو نوار با امتداد شمال شرق - جنوب غرب در دو قسمت متاثر از گسل خوردگی‌ها و ورود سیالات احتمالی در سنگ‌های منشاء ماسه سنگ آرکوزی میکادار و شیل‌ها، شرایط کانه‌زایی را فراهم کرده است. شکل (۳) موقعیت این دو زون را در محدوده نشان می‌دهد.

در زون ۱ در قاعده ماسه‌سنگ‌های میکادار، در کنتاکت با آهک‌های زرد نخودی، عدسی‌های بوکسیتی تشکیل شده است که توسط یک گسل معکوس با مولفه راستگرد جابجا شده است. تاثیر ورود سیالات ورودی با وجود آلتراسیون سطوح فوقانی این سنگ‌ها مشخص شده است. در واقع گسله موجود در این زون عدسی بوکسیتی تشکیل شده را به دو قسمت

تبدیل کرده است. از طرفی عملکرد این گسل باعث شده است که قسمتی از این عدسی نزدیک به سطح رخنمون پیدا کند ولی قسمت دوم در عمق پایین تر قرار گیرد (شکل ۳).

در زون ۲ نیز تمرکز گسل های متعدد در یک نقطه و نزدیک به راس باعث تشکیل عدسی های بوکسیتی شده است. در واقع در این محدوده دو عدسی اصلی بوکسیت در زون های کانهدار تشکیل شده است که با فاصله گرفتن از زون های گسل خورده، این عدسی ها محو می شوند.

مطالعات سنگ شناسی

جهت شناسایی دقیق ترکیب کانی شناسی افق بوکسیتی-لاتریتی کانسار لاوند، تعداد ۸ نمونه به روش XRD مورد آنالیز قرار گرفت. بر این اساس، کانسار لاوند از تنوع کانی شناسی گسترده ای برخوردار است که شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیم و آهن (کرنوم، دیاسپور، همتایت، مگنتیت و گوتیت)، سیلیکات ها (آمیت، منیزیم کلریتوئید، مارگاریت، مسکوویت، ایلیت و کلریت)، اکسیدهای تیتانیم (ایلمنیت و روتیل) و کربنات ها (کلسیت) است؛ کرنوم و آمیت، کانی های اصلی سازنده این افق ها هستند (شکل ۴)؛ که به عنوان مثال دو نمونه از نمودارهای XRD آورده شده است (شکل ۵ و ۶). براساس این آنالیز، در نمونه های غنی از کرنوم تا ۳۸ درصد کرنوم و نمونه های غنی از آمیت تا ۴۰ درصد آمیت موجود می باشد.

کرنوم موجود در بوکسیت ها عمدتاً منشاء اولیه نداشته و طی فرایندهای ثانویه همچون دیاژنز و دگرگونی های بعدی تشکیل می شود [۳]. در نمونه های میکروسکوپی موجود در منطقه نیز بلورهای ریزی از کانی کرنوم دیده می شود؛ که احتمالاً ناشی از دگرگون شدن بوکسیت در منطقه است. این کرنوم ها عمدتاً به همراه دیاسپور و همتایت در یک زمینه آمیتی-اکسیدآهنی پراکنده شده اند. کانی های فرعی عمدتاً شامل کلسیت، مگنتیت های ریزبلور و کانی های رسی است (شکل ۷-الف، ب).

مهم ترین کانی سیلیکاته همراه بوکسیت در منطقه، کانی آمیت می باشد؛ در مطالعات پتروگرافی توزیع کانی ها عمدتاً پراکنده بوده و شامل قطعات پیزوئید و اووئید دیاسپوری است (شکل ۷-پ، ت). اندازه این قطعات بین ۰/۱ تا ۲/۵ میلی متر (با فراوانی در ۱ میلی متر) است که برخی از آنها در اثر تاثیر تنش و فشردگی پس از تشکیل، دستخوش دگرشکلی شده اند. عمده پیزوئیدها، ساده بوده و گاهی ساختار پیچیده ای دارند (شکل ۷-ث) و اغلب ساختار درونی شان را از دست داده اند و بافت اسفروئیدی از خود نشان می دهند. بافت های شاخص این نمونه ها، شامل بافت اووئیدی-پیزولیتی، اووئیدی-اسفروئیدی و اووئیدی-اسپاستولیتی می باشد (شکل ۷-ج). اووئیدها و پیزوئیدهایی که در مرحله کلوئیدی بر اثر عملکرد نیروهای فشارشی و وزن طبقات، متحمل تغییر شکل پلاستیکی شده و به شکل های بیضوی و کشیده در می آیند، اسپاستولیت نامیده می شوند [۴].

به طور کلی بافت های اوئیدی، پیزوئیدی و اسپاستولیتی موجود در یک منطقه، بیانگر منشاء دیاژنتیک و از شواهد برجزا بودن کانسار می باشد [۵] و [۳]. که در منطقه لاوند به وفور شاهد وجود این بافت ها هستیم.

گاهی شکستگی های شعاعی-انقباضی درون پیزولیت ها مشاهده می شود که منشا این درزه ها مربوط به فرایندهای خشک شدن ژل های اولیه می باشد (شکل ۷-چ، ح). همچنین در این نمونه ها رگه های ثانویه ای از کلسیت و اکسیدآهن نیز مشاهده می شود (شکل ۷-پ، ث).

با توجه به گسترش فراوان کانی‌های دیاسپور و کوندوم که در نتیجه تغییرساختار بلوری طی دیاژنز و فرایندهای دگرگونی تشکیل شده است و همچنین مشاهده بافت‌های برشی که ناشی از تنش‌های وارده بوده این نهشته در مراحل هوازدهی شدید توام با دگرگونی بوده است.

حضور کانی‌هایی مانند همتایت، مگنتیت، گوتیت و روتیل نشان می‌دهد که این نهشته لاتریتی در محیطی با عملکرد آب‌های سطحی با ماهیت اسیدی-اکسیدی و وجود کانی‌هایی مانند دیاسپور و آمزیت، مجاورت با آب‌های زیرزمینی با ماهیت بازی-احیایی را در تشکیل این ذخیره بیان می‌کنند. بر این اساس، در طی فرایند لاتریتی شدن این نهشته، شرایط اکسیدان به طور مقطعی به شرایط احیایی تغییر پیدا کرده است. پس تنوع کانی‌شناسی در منطقه، موید چند فاز کاهشی و اکسایشی محیط در طی فرایند تکامل کانسار لوند می‌باشد.

زمین‌شیمی

نتایج حاصل از آنالیز XRF موجود در منطقه بیانگر آن است که بوکسیت‌های منطقه لوند حاوی ۴۸-۵۶ درصد Al_2O_3 ، ۳ تا ۲۵ درصد Fe_2O_3 ، ۴ تا ۱۸ درصد SiO_2 و ۱ تا ۶ درصد TiO_2 هستند (جدول ۱). به دلیل تحرک بالای عناصر قلیایی و قلیایی در حین هوازدهی شیمیایی و شسته شدن آنها از محیط کانه‌زایی، مقدار این عناصر در بوکسیت‌های منطقه لوند بسیار کم است [۶].

همچنین پایین بودن مقادیر SiO_2 نشان دهنده درجه بالای لاتریت‌زایی در منطقه است. وجود مقادیر نسبتاً بالای Fe_2O_3 به علت تشکیل کانی‌های همتایت، مگنتیت و گوتیت است که در شرایط مناسب pH-Eh در طول فرایند لاتریت‌زایی تشکیل می‌شوند [۶].

نمودارهای Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 برای بررسی کانه‌زایی، طبقه‌بندی بوکسیت‌ها و تعیین درجه لاتریت‌زایی استفاده می‌شوند [۷]. همچنین به طور تقریبی اکثر نمونه‌های مورد بررسی منطقه لوند در محدوده بوکسیت و بوکسیت آهن‌دار قرار می‌گیرند [۸]. (شکل ۸-الف).

همانطور که در شکل (۸-ب) نشان داده شده، تنوع شیمیایی می‌تواند بیانگر درجات متفاوت لاتریتی شدن باشد [۶]. در این نمودار، نمونه‌های غنی از Al_2O_3 نشان دهنده درجات بالا و نمونه‌های غنی از SiO_2 نشان دهنده درجات ضعیف لاتریتی شدن هستند [۹].

بنابراین نمونه‌های بوکسیتی منطقه لوند، غنی از Al_2O_3 بوده و طی فرایند شدید لاتریتی شدن تشکیل شده‌اند. نمودار سه‌تایی Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 روندهای زمین‌شیمیایی مختلفی را که در طی فرایند بوکسیت‌زایی رخ می‌دهد، نشان می‌دهد [۱۰]، براساس این نمودار بوکسیت لوند طی تخریب کائولینیت و آهن‌زدایی خفیف تشکیل شده است (شکل ۸-پ).

براساس [۱۱] غلظت نیکل موجود در بوکسیت ممکن است تحت تاثیر فرایندهای جذب قرار گرفته که مربوط به حضور هیدروکسیدهای آهن هست، با این وجود، یون Ni^{2+} در هوازدهی بسیار محلول بوده؛ بر این اساس، نسبت نیکل به کروم در سنگ معدن بوکسیت مورد مطالعه لزوماً نشان دهنده سنگ منشا بوکسیت نبوده و نیاز به تفسیر دقیق دارد (شکل ۸-ت). در نمودار Cr در مقابل Ni، ترکیب بوکسیت لوند نمونه‌ها با سایر بوکسیت‌های کارست مدیترانه‌ای مقایسه شده است. این کانسار عمدتاً شبیه بوکسیت‌های کارستی بوده و از یک سنگ منشا بازالتی مشتق شده است [۱۲].

براساس مطالعات صورت گرفته (شکل ۸-ث)، بازالت‌ها و دایک‌های دایابازی پرمین را می‌توان به عنوان سنگ منشاء متابوکسیت‌های لاوند در نظر گرفت. به این صورت که هوازدگی سنگ منشاء و تاثیر فرایندهای بوکسیت‌زا باعث شستشوی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی از محیط و تشکیل بوکسیت شده است؛ که طی فرایندهای بعدی دیاژنز و دگرگونی در ابتدا کانی‌های آبدار بوکسیتی به دیاسپور و نهایتاً با تغییر ساختار بلوری به کوندوم تبدیل شده است [۱۳].

کانی آمزیت نیز در نتیجه دیاژنز و دگرگونی درجه پایین (در ابتدای مراحل دگرگونی) سنگ‌های غنی از آلومینیم و منیزیم تشکیل شده است. سختی این کانی ۲/۵ تا ۳ است اما در نمونه‌های مربوط به بوکسیت لاوند سختی بسیار بالایی از خود نشان می‌دهند که احتمالاً ناشی از همراهی این کانی با کانی‌های دیگری مانند کوندوم و دیاسپور است که سختی بالایی دارند.

برداشت

مهم ترین نتایج حاصل از بررسی های کانی شناسی و ژئوشیمی متابوکسیت غنی از کوندوم-آمزیت لاوند بیانگر نتایج زیر می‌باشد:

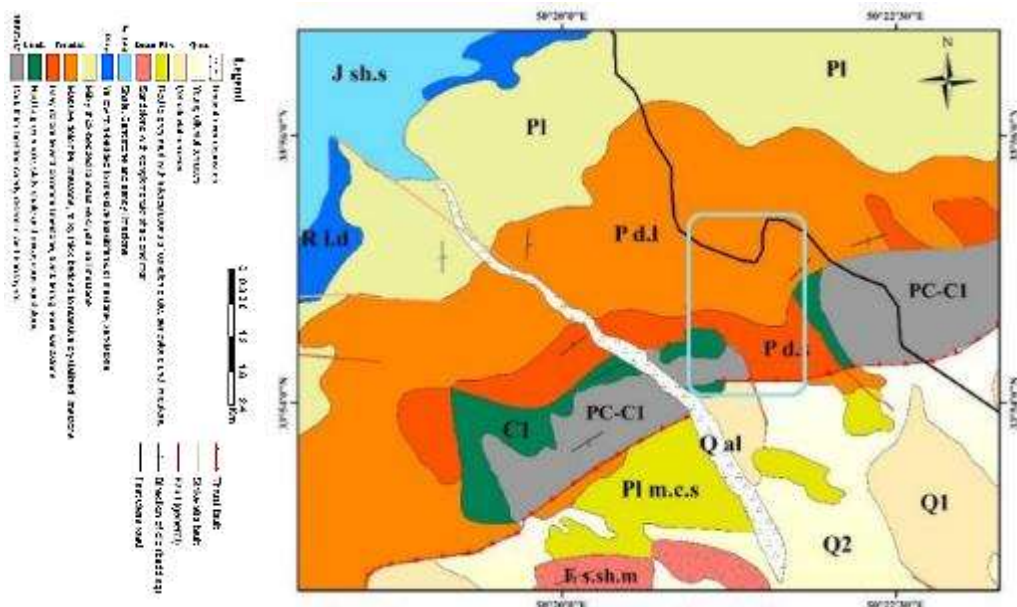
- این کانسار دارای دو زون (عدسی) اصلی بوکسیتی-لاتریتی به سن پرمین بوده که به صورت میان لایه در حدفصل واحدهای ماسه سنگ آرکوزی میکادار و شیل-دولومیت دگرگون شده در بالا و آهک مرمریتی شده زرد رنگ در پایین محصور شده است.
- این کانسار از تنوع کانی‌شناسی گسترده‌ای برخوردار است که شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیم و آهن، سیلیکات‌ها، اکسیدهای تیتانیم و کربنات‌ها است؛ کوندوم و آمزیت، کانی‌های اصلی سازنده این افق‌ها هستند.
- بافت‌های شاخص این نمونه‌ها، شامل بافت اووئیدی-پیزولیتی، اووئیدی-اسفروئیدی و اووئیدی-اسپاستولیتی می‌باشد که از شواهد برجایز بودن نهشته می‌باشد.
- مطالعات ژئوشیمی نشان می‌دهد که عمده نمونه‌های مورد بررسی منطقه لاوند در محدوده بوکسیت و بوکسیت آهن‌دار قرار می‌گیرند؛ این نمونه‌ها غنی از Al_2O_3 بوده و طی فرایند شدید لاتریتی شدن تشکیل شده‌اند.
- براساس مطالعات صورت گرفته بازالت‌ها و دایک‌های دایابازی پرمین را می‌توان به عنوان سنگ منشاء متابوکسیت‌های لاوند در نظر گرفت. به این صورت که هوازدگی سنگ منشاء و تاثیر فرایندهای بوکسیت‌زا باعث شستشوی عناصر قلیایی و قلیایی خاکی از محیط و تشکیل بوکسیت شده است؛ که طی فرایندهای بعدی دیاژنز و دگرگونی در ابتدا کانی‌های آبدار بوکسیتی همچون گیبسیت و بوهمیت به دیاسپور و نهایتاً با تغییر ساختار بلوری به کوندوم تبدیل شده است. کانی آمزیت نیز در نتیجه دیاژنز و دگرگونی درجه پایین (در ابتدای مراحل دگرگونی) سنگ‌های غنی از آلومینیم و منیزیم تشکیل شده است.

قدردانی

این پژوهش با حمایت فنی و مالی بی دریغ شرکت ماگمامعدن آریا انجام شده است که لازم است از ریاست محترم این شرکت جناب آقای مهندس حسین جبارناصر و سپاسگزاری شود. همچنین از همکاری تمام عزیزانی که به هر شکل ما را در این پژوهش یاری رساندند، تشکر می‌نماییم.

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز انجام شده بر روی اکسیدهای اصلی (برحسب درصد وزنی) و عناصر فرعی (برحسب ppm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Al ₂ O ₃	52/55	48/65	48/01	54/22	56/03	48/1	49/79	48/56	45/4	46/4	48/7	50/5	49/9	49/75	52
CaO	2/04	1/55	1/56	1/38	0/75	1/1	0/89	1/1	0/02	0/075	0/04	0/06	0/01	0/81	1/1
Fe ₂ O ₃	21/04	3/86	4/14	23/86	18/32	25/47	24/29	24/09	24/2	23/5	21/5	21	19/5	19/60	18/9
FeO	9/97	16/37	15/8	6/26	7/49	10/87	8/68	13/53	4/7	3/6	4/8	5/1	1/1	8/33	11/8
SiO ₂	4/54	17/94	18/76	1/91	10/02	6/04	6/8	6/43	11	10/5	8/8	7/7	10/2	9/28	3/8
TiO ₂	5/11	4/811	5/05	5/12	1/77	4/86	4/92	3/08	4/7	4/45	5/8	5/12	5/6	4/65	5/01
K ₂ O	0/01	0/01	0/02	0/03	0/01	0/01	0/01	0/01	0/075	0/075	0/01	0/005	0/07	0/03	0/03
MgO	0/53	0/86	1/1	0/94	0/075	0/075	0/15	0/075	0/61	0/89	0/31	0/5	0/61	0/52	0/25
MnO	0/02	2	0/04	0/05	0/091	0/064	0/068	0/042	0/03	0/04	0/02	0/05	0/06	0/20	0/01
Na ₂ O	0/07	0/04	0/12	0/09	0/15	0/24	0/2	0/21	0/075	0/075	0/01	0/06	0/04	0/11	0/08
P ₂ O ₅	0/008	0/16	0/11	0/003	0/02	0/01	0/01	0/02	0/001	0/001	0/001	0/01	0/002	0/03	0/001
L.O.I	3/58	4/8	4/75	5/27	5/2	3/09	3/96	2/77	9/1	9/89	9/5	9/1	12	6/39	2/8
Cu	209/7	214/5	199/3	199/5	89	98/7	28/7	124/5	185/2	200	78	95/2	48/8	127	205/5
Zn	503/1	352/1	392/8	392/8	401/2	347/5	60/1	305/2	511/1	404/2	329	525	215	214/5	395/5
Pb	408/2	319/6	357/5	370/2	209/8	290/2	304/2	325	358	245/6	452/12	721	198	211/5	402/8
Ni	417/9	795/1	464	263/3	231	421/5	321	701/2	389/85	425/5	391/2	285/45	198/4	209/5	409/52
Cr	73/4	76/4	79/1	75/2	121/4	80/1	100/2	81/54	25/8	91/4	76/36	19/8	101/2	75/2	69/8
V	27/2	24/1	23/6	25/2	21	31/8	12/9	58	35	21/9	17/8	19	83	20	21
Co	211/6	201/3	212/4	207/2	118/2	208/2	212/8	192/2	300/5	99/5	157	182/5	192	232/25	178/5
Mo	9	11	10	15	20	30/5	14/5	12/5	93/1	9/5	14	12/2	8/89	17/4	12
Ba	244/1	212/4	236/7	251/9	120/4	189/2	201	214/5	97/5	86/5	321	214	258/1	103/5	251/4
Zr	0/75	0/75	0/75	2	1/1	3/5	41/2	1/8	9/54	0/89	3/2	41	21/2	0/89	1



شکل ۱. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ محلات [۲]).



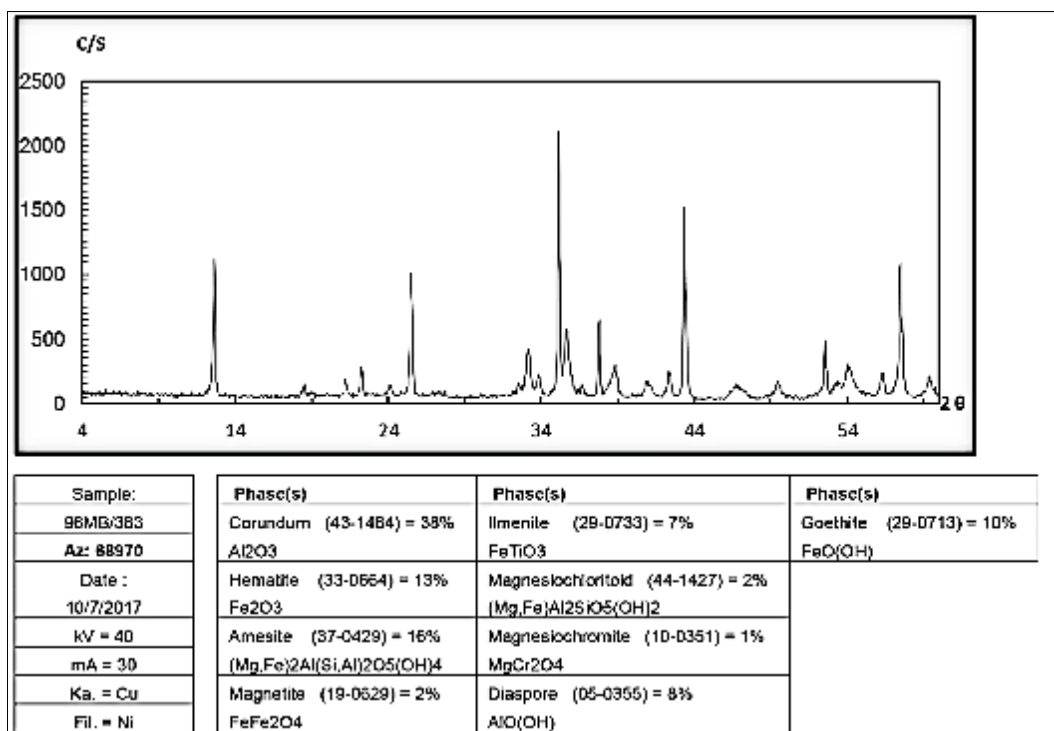
شکل ۲- الف، ب) لیتولوژی‌های اصلی موجود در منطقه به همراه عدسی‌های بوکسیتی پ) ساختارهای منقطع تشکیل شده ناشی از فرایند دگرگونی در عدسی‌های بوکسیتی در تماس با سنگ‌های آهکی منطقه ت) عدسی بوکسیتی رویه‌برداری شده و جهت شیب لایه‌ها و همچنین جابجایی عدسی‌ها توسط گسل‌ها و مقادیر جابجایی



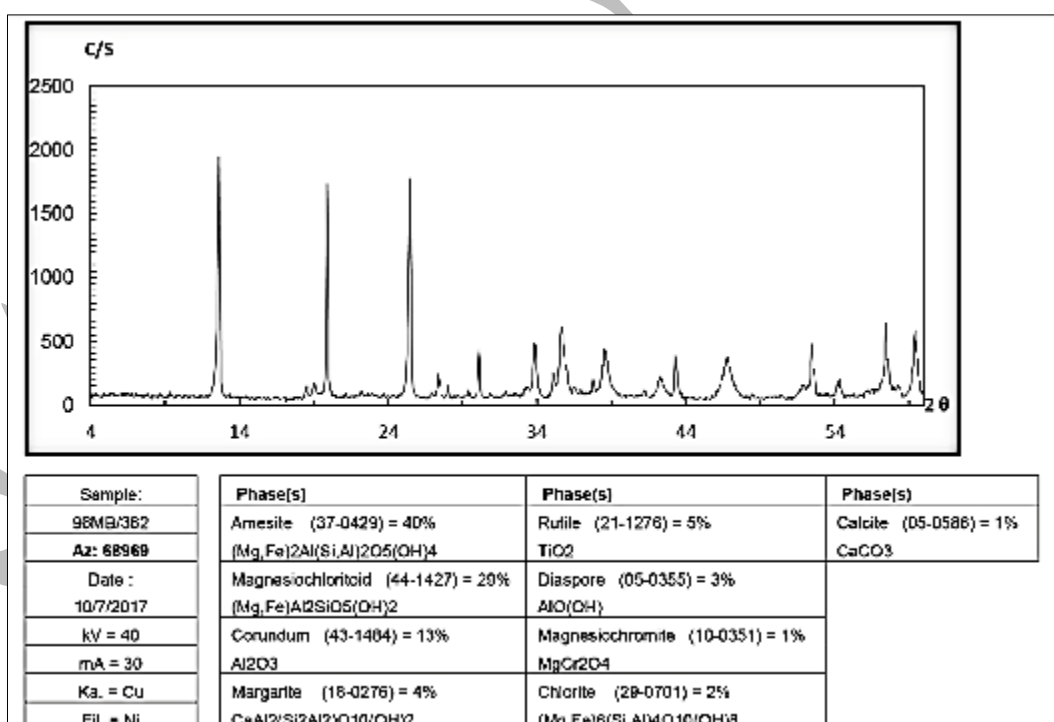
شکل ۳- دو زون اصلی کانه‌دار و دارای عدسی‌های قابل توجه بوکسیتی در محدوده



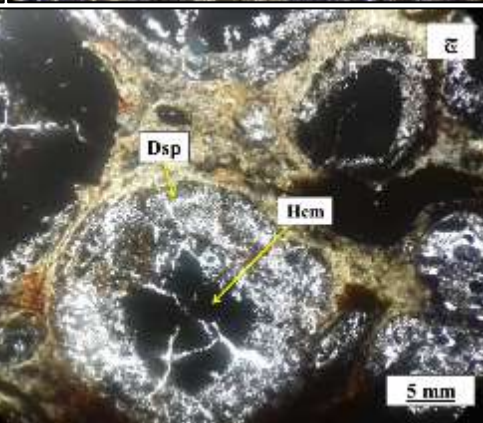
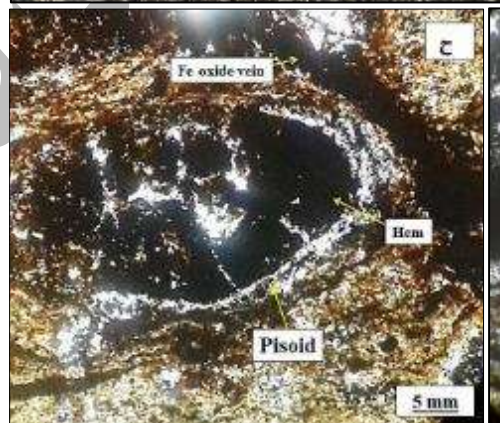
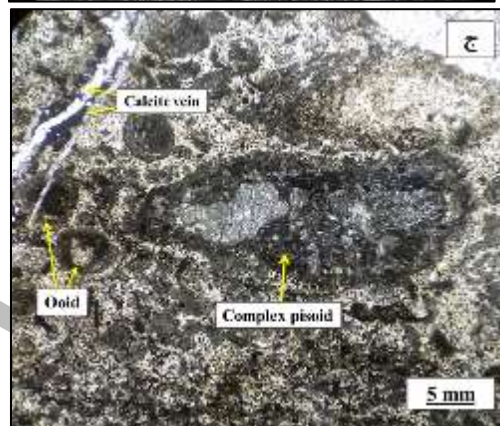
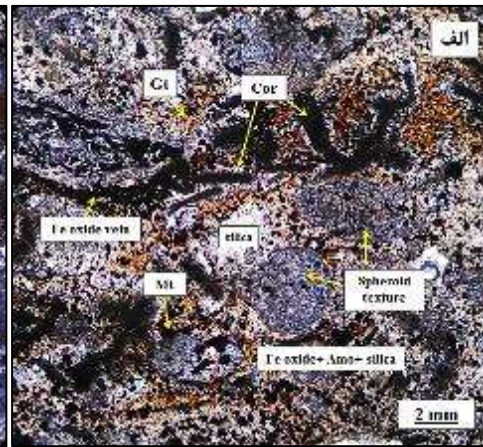
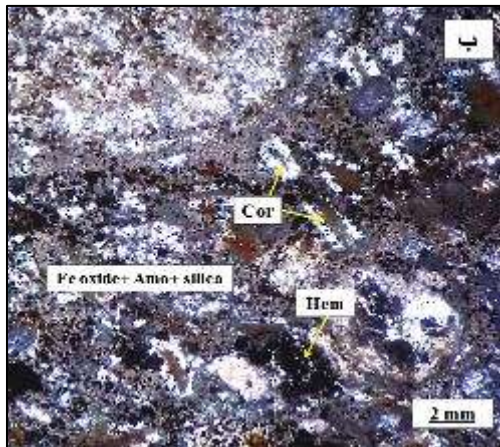
شکل ۴- نمونه دستی از بوکسیت غنی از کوندوم (الف) و غنی از آمزیت (ب)



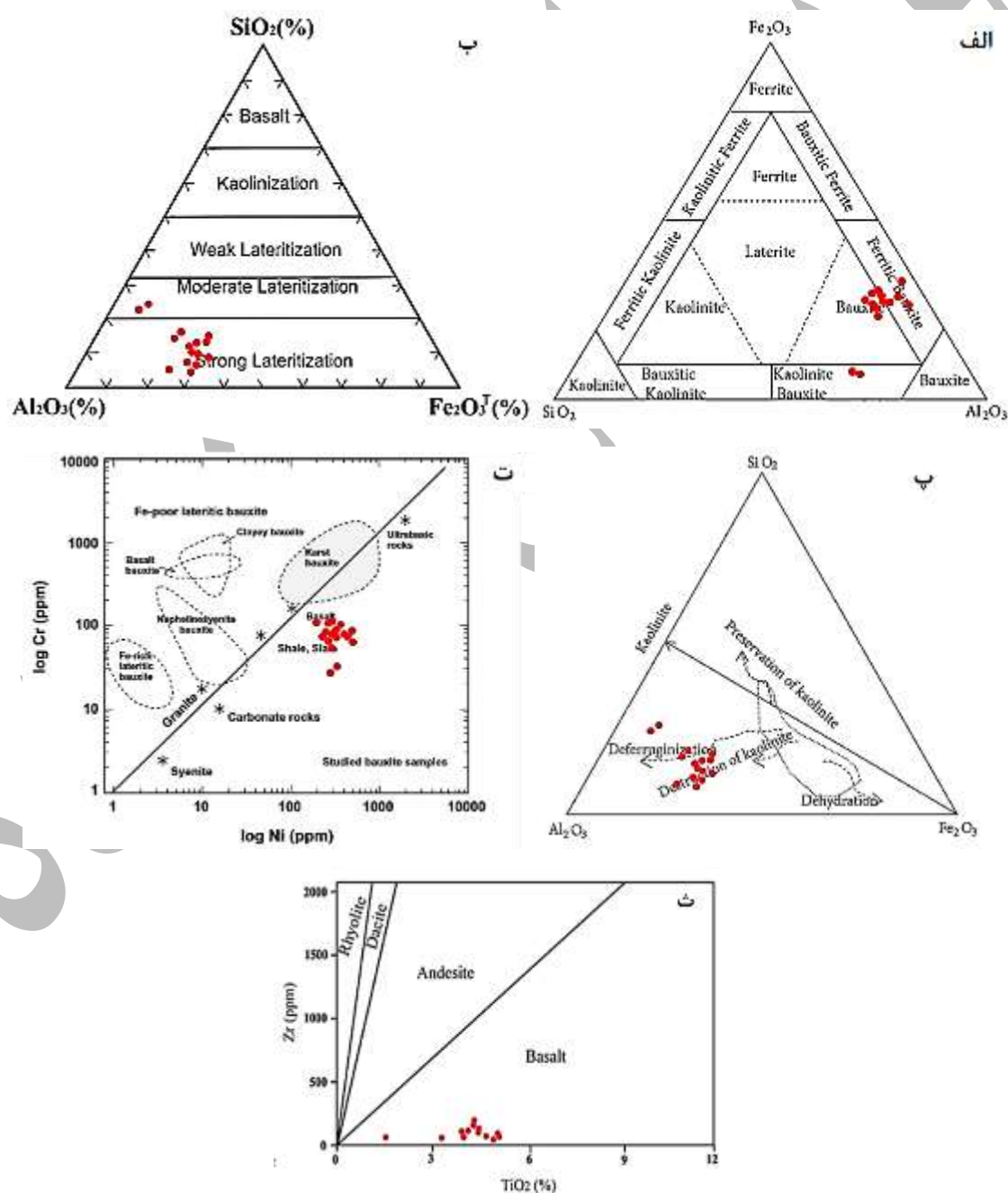
شکل ۵- تجزیه پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه غنی از کوندوم



شکل ۶- تجزیه پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه غنی از آمزیت



شکل ۷- الف، ب- بلورهای کوندوم، مگنتیت و هماتیت در زمینه‌ای از آمزیت، سیلیس و اکسیدهای آهن پ، ت- قطعات پیزوئید و اووئید دیاسپوری و کوندوم در زمینه آمزیتی-سیلیسی ث- تصویر میکروسکوپی از پیزولیت‌های پیچیده ج- تصویر میکروسکوپی از بافت اسپاستولیتی در نمونه بوکسیتی و شکستگی‌های انقباضی درون پیزولیت‌ها چ، ح- تصویر میکروسکوپی از قطعات درشت پیزوئید با هسته‌ای از اکسید آهن و ترک‌های شعاعی-انقباضی که توسط کانی‌های رسی و کربناتی پر شده است (عکس‌های میکروسکوپی الف تا ز در نور PPL و عکس ب در نور XPL گرفته شده است) (Amo=آمزیت، Dsp=دیاسپور، Cor=کوندوم، Gt=گوتیت، Boh=بوهمیت، Hem=هماتیت).



شکل ۸- الف، ب- موقعیت نمونه‌های بوکسیتی منطقه در نمودار سه متغیره $Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$ [۸] پ- نمودار سه تایی $Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$ که روند ژئوشیمیایی احتمالی طی فرایند بوکسیتی شدن را نشان می‌دهد [۱۰] (که به حضور یا عدم حضور کوارتز در زمینه ریز بوکسیت بستگی دارد). قسمت خاکستری رنگ نشان دهنده یک محیط آهن‌دار می‌باشد [۱۴] ت- موقعیت بوکسیت‌های منطقه لاوند و سنگ‌های منشا مختلف آنها بر اساس نسبت Cr/Ni [۱۲] ث- موقعیت نمونه‌های بوکسیتی مورد مطالعه در نمودار دو متغیره Zr/TiO_2 [۱۵].

مراجع

- [1] Aydogan MS, Moazzen M., 2012. Origin and metamorphism of corundum-rich metabauxites at Mt. Ismail in the southern Menderes Massif, SW Turkey. *Resour Geol* 62: 243–262.
- [2] Geological and Exploration Organization of Iran, 2005, Geological map 1:100,000 of localities, (*in Persian*).
- [3] Bardossy, G., 1982. Karst bauxites. Elsevier, Amsterdam, 441 pp.
- [4] Reolid M., Abad I., Martin Garcia J. M., 2008. palaeoenvironmental implications of ferruginous deposit related to a Middle-Upper Jurassic discontinuity (Prebetic Zone, Betic Cordillera, Southern Spain), *Sedimentary Geology* 203: 1-16.
- [5] Petrascheck W. E., 1989. The genesis of allochthonous karst-type bauxite deposits of southern Europe", *Mineralum Deposita* 24: 77-81.
- [6] Gu, J., Huang, Z., Fan, H., Jin, Z., Yan, Z. and Zhang, J., 2013. Mineralogy, geochemistry, and genesis of lateritic bauxite deposits in the Wuchuan–Zheng'an–Daozhen area, Northern Guizhou Province China. *Journal of Geochemical Exploration*, 130(6): 44–59.
- [7] Schellmann, A., 1982. Considerations on the definition and classification of Laterites. *Proceeding of International Union of Geological Sciences /United Nations Education, Scientific and Cultural Organization, Seminar on Laterisation Processes, Paris, and French*.
- [8] Alewa, G. J. J., 1994- Laterites: Concepts, geology, morphology and chemistry. ISIRC, Wageningen, 169p.
- [9] Meyer FM, Happel U, Hausberg J, Wiechowski A., 2002. The geometry and anatomy of the Pijigao bauxite deposit, Venezuela. *Ore Geol Rev* 20: 27–54.
- [10] Beauvais A., 1991. Palaeoclimats et dynamique d'un paysage cuirasee du Centrafrique. Morphologie, petrologie et geochimie. PhD, University of Poitiers, Poitiers, France.
- [11] Mongelli, G. and Acquafredda, P., 1999. Ferruginous concretions in a Late Cretaceous karst bauxite: composition and conditions of formation. *Chemical Geology*, 158(3–4): 315– 320
- [12] Schroll, E. & Sauer, D., 1968. Beitrag zur geochemie von titan, chrom, nikel, cobalt, vanadium und molibdan in bauxitischen gestemen und problem der stofflichen herkunft des aluminiums. *Travaux de ICSOBA, Zagreb* 5, 83-96.
- [13] Emamalipour, A., Mirmohammadi, M.S., 2011, Mineralogy and geochemistry of corundum-bearing metabauxite-laterite of Hyderabad, southeast of Urmia, northwest of Iran (*in Persian*)", *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, No. 1, Year 19.

[14] Tardy Y., 1997. Petrology of Laterites and Tropical Solis. Oxford, UK: IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.

[15] Hallberg, J. A., 1984. A geochemical aid to igneous rocks identification in deeply weathered terrain. Journal of Geochemical Exploration 20, 1- 8. Halvac, J., 1983 -The technology of glass and ceramics: An introduction. Glass Science Technology, 431p.

ویدئو
پیش
نمایش