Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, Vol.9, No.2, 1380/2001 Autumn

Mineralogical and geochemical characteristics and genesis of Bolboluyieh bauxite deposit, Kerman.

Tourchi, M. and Kamkar, I.
Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
MTurchi@mail.uk.ac.ir

Key Word: *Bolboluyieh Bauxite, Leaching, Diaspore, Laterite.*

Abstract: Bolboluyieh bauxite-laterite deposit of south-east Kerman is presented at the base of the Naiband Formation (upper Triassic) and was directly formed on a Karstic surface of dolomitic parts of the Shotori Formation. This deposit has a reserve of 15 million tonnes. Diaspore, boehmite, chlorite, hematite, goethite, kaolinite, anatase and rutile are the major minerals in this deposit. The common texture of this unit is oolitic to pisolitic. The presence of some volcanic rock fragments with pilotaxitic texture as well as bipyramid pseudomorphic shape of olivine and clinopyroxene grains reveal that the protolith of bauxites was probably a volvanic rock of basaltic type.

Geochemical studies indicate that Bolboluyieh bauxite is composed of 40.37% Al_2O_3, 24.64% Fe_2O_3 and 13.92% SiO_2.

Based on the geochemical characteristics, Bolboluyieh bauxite is formed under condition of high silica leaching and concomitant enrichment of aluminium and iron which corresponds with pH between 4 to 8.5 and Eh of +0.4 to +1.

مجلهٔ بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال نهم، شمارهٔ دو، پائیز و زمستان ۱۳۸۰ از صفحهٔ ۹۳ تا ۱۰۴

پژوهشی

ویژگیهای کانی شناسی-ژئوشیمی و نتیجه بوکسیت بلبلوئیه کرمان

محمد طورچی و عیسی کامکار

دانشگاه شهید باهنر کرمان

(دریافت مقاله ۱۳۸۰/۹/۱۵ دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۰/۱۱/۲۰)

چکیده: کانسار بوکسیت-لاتریت بلبلوئیه که در جنوب شرقی شهرستان کرمان و در قاعدهٔ سازند نایبند به سن تریاس بالایی و روی سطح کارستی دولومیتهای شتری تشکیل شده است، حاوی ۱۵ میلیون تن ذخیره است.

دیاسپور، بوهمیت، کلریت، هماتیت، گوتیت، کائولینیت، آناتاز، و روتیل کانیهای اصلی کانسار را تشکیل می دهند و بافت غالب آنها اولیتیک تا پیزولیتیک است وجود بقایایی از سنگهای آتشفشانی اولیه با بافت پیلوتاکسیتیک و اشکال کاذب بی پیرامیدال حاصل از دگرسانی الیوین و پیروکسن نشاندهنده منشاء بازالتی بوکسیتهای بلبلوئیه می باشد.

مطالعات ژئوشیمیایی نشان داد که میانگین بوکسیتهای بلبلوئیه از۴۰/۳۷ درصد Al_2O_3، ۲۴/۶۴ درصد Fe_2O_3، و ۱۳/۹۲ درصد SiO_2 برخوردار است. براساس خصوصیات ژئوشیمیائی، بوکسیت بلبلوئیه درشرایطی تشکیل شده است که SiO_2 به شدت فرو شسته شده وآهن وآلومینیوم برجای مانده اند که این شرایط با pH از ۴ تا ۸/۵ و Eh از ۰/۴+ تا ۱+ سازگار می باشد.

واژه های کلیدی: بوکسیت بلبلوئیه، فروشسته، دیاسپور، لاتریت

مقدمه

بوکسیت یک مادهٔ معدنی رسوبی برجای مانده است که در نتیجهٔ هوازدگی سنگهای خاصی در آب و هوای حاره‌ای یا شبه حاره‌ای با توجه به ریخت شناسی و زهکشی مناسب تشکیل می شود. در این مادهٔ معدنی، مجموع هیدروکسیدها و اکسیدهای آلومینیوم، آهن و تیتان بیش از ۵۰٪ کانیهای تشکیل دهندهٔ سنگ است. میزان کانی های آلومینیوم دار از دو اکسید دیگر بیشتر است.

امروزه ذخایر بوکسیت در غالب کشورها پر مصرف‌ترین سنگ معدن در تهیه فلز آلومینیوم است. این عنصر به دلیل سبکی، قابلیت رسانندگی الکتریکی، مقاومت مکانیکی، و ... استفادهٔ فراوانی در صنعت دارد.

این مقاله به عنوان بخشی از مطالعهٔ زمین شناسی اقتصادی کانسار بوکسیت بلبلوئیه کرمان به‌منظور امکان استحصال آلومینیوم به رشته تحریر در آمده است، که در آن ویژگیهای کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی، و خاستگاه این کانسار مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

روش مطالعه

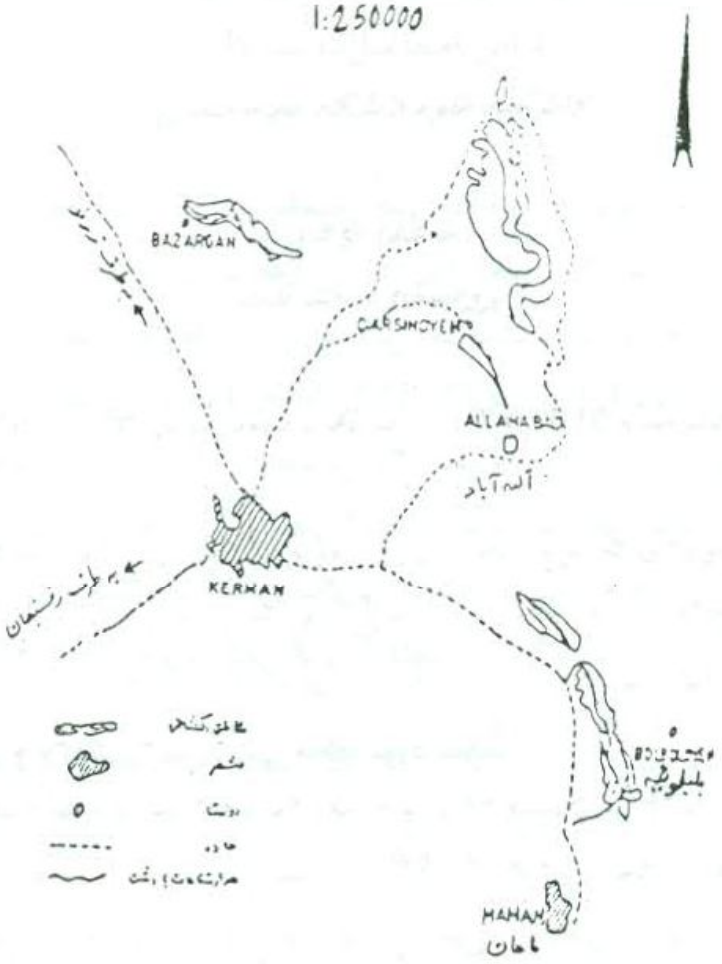
ضمن برداشت صحرایی تعدادی مقطع چینه شناختی به‌منظور تعیین ضخامت لایه بوکسیتی و نیز نقشه برداری با مقیاس ۱/۲۰۰۰، تعداد ۵۱ نمونه از افق بوکسیتی و سنگهای همبر به منظور مطالعات کانی شناسی، ساخت، بافت، و تجزیه شیمیایی برای اکسیدهای عناصر اصلی($MgO, CaO, K_2O, P_2O_5, TiO_2, SiO_2, Fe_2O_3$) انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند [۱]. همچنین ۱۳۵ نمونه دیگر از داده های [۲]حاصل از تجزیهٔ شیمیایی نیز در بخش ژئوشیمی استفاده شدند. به‌منظور تایید نتایج حاصل از مشاهدات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی، تعدادی از نمونه ها نیز با دستگاه پراش پرتو ایکس (XRD) مورد تجزیه کیفی قرار گرفتند.

موقعیت جغرافیایی و چگونگی زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

کانسار بوکسیت بلبلوئیه با ذخیره‌ای در حدود ۱۵ میلیون تن [۱] در جنوب شرقی شهرستان کرمان و در ′۵۷°۱۸ طول شرقی و ′۳۰°۱۲ عرض شمالی واقع شده است و یکی از مهمترین ذخایر بوکسیت کشور است (شکل ۱). دمای بیشینهٔ منطقه ۳۹°c+ و دمای کمینهٔ آن ۱۲°c- و میزان بارندگی در این ناحیه بسیار کم است.

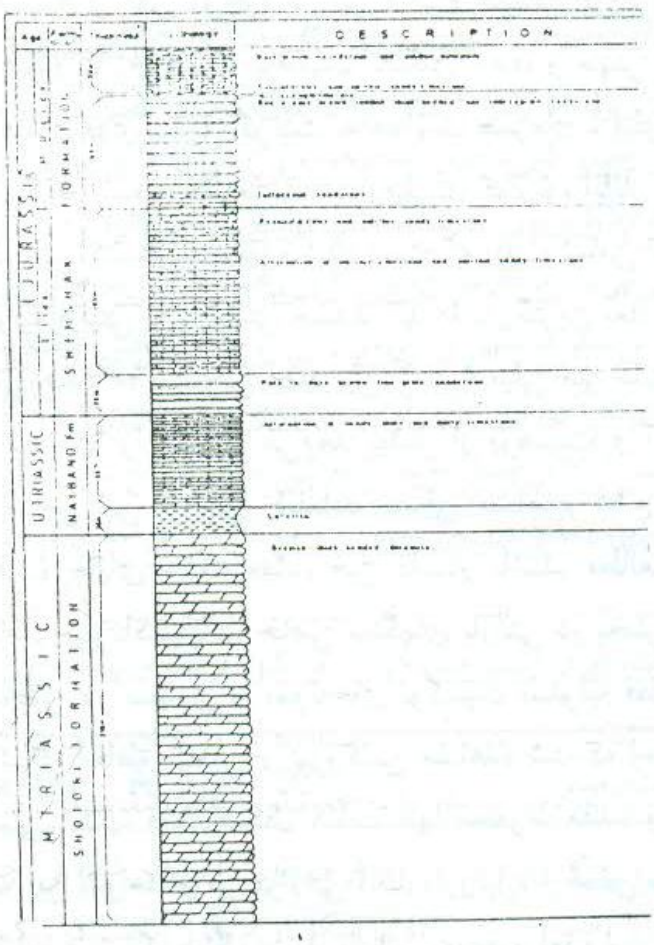
منطقهٔ بلبلوئیه از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران، در انتهای جنوبی زون ایران مرکزی قرار دارد. قدیمترین واحدهای سنگی موجود در منطقه، عبارتند از دولومیت ها و آهکهای تیره رنگ کامبرین میانی - بالایی. روی این مجموعه، کوارتزیت، نوارهای نازک دولومیت ماسه‌ای با آثاری از گاستروپودها و شیلهای ماسه‌ای و توف، لایه‌های آهکی نازک سیاه یا خاکستری تیره دیده می شوند که در اثر حوادث زمین ساختی تبلور دوباره یافته و دولومیتی شده‌اند، و سن پرمین میانی تا بالایی برای آنها تعیین شده است [۳].

روی واحدهای قبلی مجموعه‌ای از سنگهای رسوبی سیلیسی، ماسه سنگی و شیلی سبز و قرمز، و کمی کوارتزیت ته نشین شده است و خود در زیر یک واحد ضخیم دولومیتی قرار گرفته است. با توجه به فسیلهای مطالعه شده، دولومیتهای این



شکل۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به بوکسیت بلبلوئیه[۱].

بخش با دولومیتهای سازند شتری قابل مقایسه‌اند. روی یک سطح فرسایشی از این دولومیت‌ها، مجموعهٔ سنگی خاصی رسوب کرده است که از دو بخش متمایز تشکیل یافته است. بخش زیرین یک افق لاترتیی بوکسیتی است، و بخش بالایی آن تناوبی از شیل، کوارتزیت و آهکهای مارنی، ماسه‌ای، و ماسه سنگهای آهکی است. افق لاتریتی- بوکسیتی به طور مشخص روی یک سطح کارستی مشخص از دولومیت های شتری تشکیل گردیده است. افق بوکسیتی مذکور در همهٔ مناطق از قاعده واحدی بنام سازند نایبند برخوردار است. با این تفسیرها افق بوکسیتی بلبلوئیه بخش زیرین سازند نایبندند. سن این بخش با توجه به مجموعهٔ فسیلی آن تریاس بالائی است [۳]. شکل ۲ ستون چینه شناسی تریاس- ژوراسیک محدودهٔ بوکسیت بلبلوئیه را نشان می دهد



شکل۲- نمودار ستونی چینه‌شناسی تریاس-ژوراسیک محدوده بوکسیت بلبلوئیه[۳].

ویژگیهای کانی شناسی و ژئوشیمی

بر اساس مطالعهٔ نمونه های ماکروسکوپی، مقاطع میکروسکوپی، و تجزیه کیفی نمونه‌ها با XRD، معلوم شد که دیاسپور و بوهمیت کانی‌های اصلی آلومینیوم دار این ذخیره‌اند. دیاسپور به‌صورت بلورهای منشوری ریز دیده می شوند. این کانی در بسیاری از موارد همراه کانی‌های خانوادهٔ کلریت (شاموزیت و بریترین) و از تبلور دوباره مجموعه ژل بوهمیتی و اکسیدهای آهن به‌وجود آمده‌اند. بوهمیت به صورت توده‌های ریز دانه درفضای بین پیزولیتها و در قشرهای هم‌مرکز با پیزولیت‌ها همراه با کانه های آهن(عمدتا" هماتیت) دیده می‌شود. بریترین و شاموزیت که به ترتیب کلریت غنی از Al و کلریت غنی از Fe هستند دیگر کانی‌های اصلی بوکسیت بلبلوئیه را تشکیل می‌دهند که از تبلور دوبارهٔ بوکسیتهای لاتریتی به وجود آمده‌اند. هماتیت و گوتیت از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن موجود در این ذخیره هستند. این بررسی نشان داد که نخست گوتیت به صورت ژل همراه بوهمیت تشکیل شده، و سپس به هماتیت تبدیل گردیده است. به احتمال قوی تبدیل گوتیت به هماتیت همزمان با تبلور دوبارهٔ بوهمیت به دیاسپور صورت گرفته است. کائولینیت، پیروفیلیت، کوارتز، آناتاز و روتیل، از دیگر کانی‌های موجود در این کانسارند. معلوم شده است که بافت تمامی انواع بوکسیت‌های لاتریتی منطقه بلبلوئیه اولیتی تا پیزولیتی هستند. اندازهٔ بزرگترین بعد پیزولیتها تا حدود ۱۰ میلی متر نیز می‌رسد، اما بیشترین ابعاد بین ۲ تا ۵ میلی متر است. ژل اولیه‌ای که پیزولیتها و زمینهٔ بین آنها را تشکیل می‌دهد بیشتر از بوهمیت و اکسیدهای آهن به وجود آمده‌اند. براساس این بررسی، قطعات سنگی مشاهده شده در افق بوکسیتی می‌توانند نشان دهندهٔ بقایای سنگ منشاء این کانسار باشند. مطالعات میکروسکوپی وجود قطعاتی با بافت پیلوتاکسیتیک، خاص سنگهای بازالتی در بخش مرکزی پیزولیتها را آشکار کرد. همچنین در بسیاری از نمونه‌های بوکسیت بلبلوئیه قطعاتی بی پیرامیدال و چند ضلعی به شکل مقاطع الیوین و پیروکسن مشاهده شد که احتمالا" براثر فرایند هوازدگی و بوکسیتی شدن، فقط اشکال کاذب آنها محفوظ مانده و بدین سان ظاهر شده‌اند. با توجه به این شواهد و نیز فراوانی آناتاز، روتیل، و اسفن می‌توان تصور کرد که افق بوکسیتی بلبلوئیه از یک سنگ منشاء بازالتی به‌وجود آمده است.

پردازش آماری داده‌های حاصل از تجزیه شیمیایی ۱۸۶ نمونه (۵۱+۱۳۵) مربوط به اکسیدهای عناصر اصلی، نشان داد که توزیع ژئوشیمیایی Al_2O_3 و Fe_2O_3 از نوع

عـادی، توزیع ژئوشیمیایی MgO، CaO، K_2O، SiO_2 و P_2O_5 از نوع غیرعادی مثبت و توزیـع TiO_2 از نـوع غـیرعادی منفـی اسـت. میزان Al_2O_3 در این کانسار از حداقل ۲۵/۲ درصـد و حداکـثر ٤۹/۸ درصـد متغیر است که نسبت به میانگین پوسته از ۱/۷ تا ۳/۳ برابر، و نسبت به میانگین سنگهای آذرین بازی از ۱/٦۰ تا ۳/۱٦ برابر افزایش یافته اسـت که نشان دهنده غنی شدگی نسبتاً شدید این عنصر است. میزان میانگین Al_2O_3 در حـدود ٤۰/۳۷ درصـد اسـت (جـدول ۱). حداقـل مـیزان Fe_2O_3 ، ۱۱/۸۳ درصـد وحداکـثر آن ۳۹/۵ درصد است که نشان می‌دهد میزان Fe_2O_3 نسبت به میانگین پوسته ۱/۵ تـا ٤/۹ برابـر و نسـبت بـه سـنگهای آذریـن بـازی ۱/۰۸ تا ۳/٦۲ برابر تغییر کرده اسـت‌کـه بـه معنای غنی شدگی نسبتاً شدید آهن در بوکسیت بلبلوئیه است. با توجه به محاسـبات صـورت گرفـته، میانگیـن Fe_2O_3 بـه میزان ۲٦/٦٤ درصد است (جدول ۱). مطـابق نظـر باردوسـی و آلیوا [٤]. میزان Fe_2O_3 اکثر ذخایر بوکسیت لاتریتی بین ۱۰ تا ۲۵درصـد اسـت. بدیـن ترتیـب بوکسیت بلبلوئیه از نظر میزان آهن در محدوده ذخایر بوکسیت لاتریتی نظیر اکثر ذخایر گینه، هند، و استرالیا قرار می‌گیرد.

مـیزان SiO_2 در ایـن بوکسـیت از حداقل ۷ درصد تا حداکثر ۳۱/٦ درصد متغیر اسـت. بنابرایـن میزان SiO_2 در حدود ۰/۱ درصد تا ۰/۵ درصد میانگین پوسته و ۰/۱٤ درصـد تا ۰/٦۳ درصد میانگین سنگهای آذرین بازی کاهش یافته است. میزان SiO_2 در ۹۵ درصـد نمونـه‌ها کمتر از ۲۰/۷۸ درصد است که نسبت به میانگین سنگ‌های آذرین بـازی، از ۲۳٦ تـا ۷۰۰ درصـد فقـیر شـدگی نشان می‌دهد. براساس محاسبات صورت گرفته میزان میانگین SiO_2 در بوکسیت بلبلوئیه۱۳/۹۲ درصد است (جدول ۱). بنا برنظر

جدول ۱- مقایسه میزان اکسیدهای مهم با میانگین پوسته و سنگ‌های آذرین بازی[۱].

اکسید(درصد)	SiO_2	AlO_2	Fe_2O_3	TiO_2
میانگین سنگ‌های پوسته	۵۹/۲۵	۱۵/۳	۸/۱۵	۱
میانگین سنگ‌های آذرین بازی	۴۹/۲۰	۱۵/۷۵	۱۰/۹۲	۱/۳۳
میانگین بوکسیت بلبلوئیه	۱۳/۹۲	۴۰/۳۷	۲۴/۶۴	۴/۹۳

باردوسی و الیوا [٤] و با توجه به میانگین سیلیس در این کانسار، بوکسیت بلبلوئیه جزء ذخایر غنی از سیلیس است. به نظر می‌رسد که بالا بودن مقادیر سیلیس در این کانسار در ارتباط با فراوانی سیلیکاتهایی نظیر کائولینیت، برتیرین، و شاموزیت است. میزان TiO_2 در بوکسیت بلبلوئیه از ۲/۱٤ تا ٦/۹٦ درصد متغیر است و میانگین آن از٤/۹۳ درصد تیتان برخوردار است (جدول ۱). به نظر باردوسی و آلیوا [٤] میزان TiO_2 ذخایر بوکسیتی در ارتباط مستقیم با نوع سنگ منشاء است. به نحوی که میانگین TiO_2 در ذخائر بوکسیتی حاصل از گرانیت‌ها در حدود ۰/۵ درصد است اما در ذخایر حاصل از بازالت‌ها حدود ٤ تا ۵ درصد است. بر این اساس می‌توان گفت سنگ منشاء بوکسیت بلبلوئیه، بازالتی بوده است. عیار بالای TiO_2 در این کانسار، به‌دلیل تحرک کمتر این عنصر طی فرایند هوازدگی و تشکیل ذخایر بوکسیتی نسبت به دیگر عناصر اصلی و حضور تقریبا" فراوان کانی‌های آناتاز و روتیل است.

بر پایهٔ این بررسی میزان MgO، CaO، K_2O و P_2O_5 در بوکسیت بلبلوئیه نسبت به میانگین‌های آنها در پوسته کاهش زیادی یافته است.

بررسی ضریب همبستگی بین اکسیدهای عناصر اصلی در این کانسار (جدول ۲) نشان داد که SiO_2 با TiO_2، Al_2O_3 با Fe_2O_3، Fe_2O_3 با SiO_2 دارای رابطهٔ منفی و Al_2O_3 با TiO_2 و Fe_2O_3 با TiO_2 دارای رابطهٔ مثبت‌اند. رابطه منفی بین Al_2O_3 با Fe_2O_3 نشانگر تفکیک نسبی آلومینیوم و آهن در اثر فرایند هوازدگی و بوکسیت زائی‌است. در چنین وضعیتی می‌توان انتظار داشت که با شسته شدن و حمل Fe_2O_3 به‌مکانهای دیگر، ذخایر بوکسیت پر عیار به وجود آمده باشد. ضریب همبستگی منفی بین SiO_2 و TiO_2 نشان دهندهٔ رفتار ژئوشیمیایی متفاوت آنها و تفکیک Ti و Si در چنین محیط‌های ثانویه‌ای است. به منظور مقایسهٔ کانسار بوکسیت بلبلوئیه با ذخایر بوکسیت کارستی و لاتریتی، ضرائب همبستگی بین اکسیدهای عناصر اصلی در این کانسارها با کانسار مذکور مقایسه گردید (جدول ۳). با توجه به این جدول می‌توان گفت که بوکسیت بلبلوئیه بیشترین شباهت را با ذخایر بوکسیت لاتریتی نشان می‌دهد [۵].

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین اکسیدهای عناصر اصلی در نمونه‌های بوکسیت بلبلوئیه[۱].

	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	K_2O	MgO	P_2O	SiO_2
CaO	-0.0815						
Fe_2O_3	-0.5263	-0.0304					
K_2O	-0.1356	0.0173	-0.3199				
MgO	0.0019	0.6848	0.0381	-0.3581			
P_2O_5	-0.0518	0.0029	0.1765	0.0598	-0.0614		
SiO_2	-0.1778	0.0197	-0.4004	0.4602	-0.3924	-0.1116	
TiO_2	0.3285	0.0701	0.1258	-0.3293	0.1788	0.0537	-0.8149
L.O.I	0.3633		0.0431				-0.4582

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین اکسیدهای عناصر اصلی در ذخایر بوکسیت کارستی و لاریتی [٤] و مقایسه آنها با بوکسیت بلبلوئیه [۱].

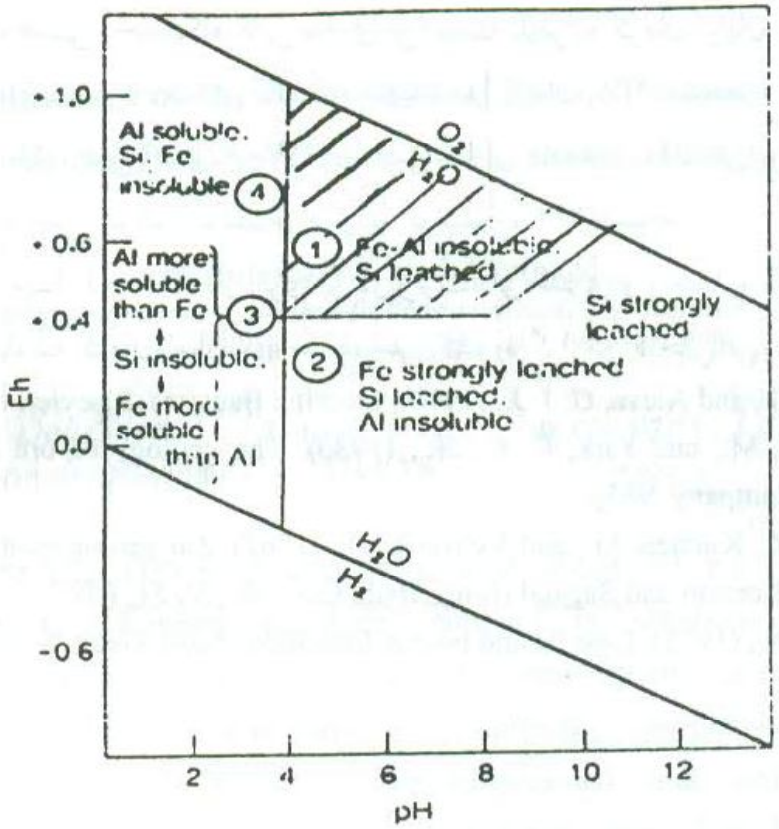
$\frac{TiO_2}{SiO_2}$	$\frac{Fe_2O_3}{SiO_2}$	$\frac{Fe_2O_3}{TiO_2}$	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$	$\frac{Al_2O_3}{TiO_2}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	نوع کانسار / ضرایب همبستگی
−	−	+	−	+	+	ذخایربوکسیت کارستی
−	−	±	±	±	−	ذخایربوکسیت لاترتیی
−	−	+	−	+	−	بوکسیت بلبلوئیه

برداشت

ایـن مطالعـه نشـان داد کـه مـیزان Al_2O_3، Fe_2O_3، TiO_2 در بوکسیت بلبلوئیه نسبت به مقدار میانگین این اکسیدها در پوسته و سنگهای آذرین بازی به شدت افزایش یافته، در حالـیکه مـیزان SiO_2 بـه شـدت کـاهش یافـته است. نتیجه‌ای که حاصل می‌شود نشان می‌دهد که SiO_2 به شدت شسته و از محیط خارج گردیده است. با خارج شدن SiO_2 ، مـیزان Al_2O_3، Fe_2O_3، TiO_2 و بـرجای مـاندن ایـن اکسـیدها در محـل افـزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. با این خصوصیات ژئوشیمیایی، این بوکسیت را می‌توان در شـمار لاتریـت‌هـای اکسـیدی-هیدروکسـیدی قلمـداد کـرد [۲]. از آنجا که مشاهدات صـحرایی و مطالعـات میکروسـکوپی در پـژوهش حاضـر نشـان داد کـه سـنگ منشاء بوکسـیت بلبلوئـیه یـک بازالـت الیویـن دار بـوده اسـت. لـذا بایسـتی فرایـند تشـکیل لاتریـت‌هـای بلبلوئـیه را در نحـوهٔ جایگزینـی سـیلیکاتهای آلومینیوم دار این بازالت‌ها (عمدتاً پلاژیوکلاز) و سیلیکاتهای منیزیم و آهندار (الیوین و پیروکسن) جستجو کنیم. وجـود مقدار قابل ملاحظهٔ کائولینیت و مقدار نسبتاً کم بوهمیت و دیاسپور نشانگر آن اسـت کـه شـرایط ترمودینامیکـی چـنان بوده است که Al پلاژیوکلاز همراه با سیلیس درسـاختار کائولینیت پدیدار گشته و مقداری از Al نیز از دست رفته است. در حقیقت شـرایطی وجود داشته است که ابتدا فلدسپاتها به کائولن تبدیل و سپس در اثر از دست رفتـن سـیلیس بـه کانـیهای گروه بوکسیت (گیبسـت - بوهمیت - دیاسپور) تبدیل شده است [٦].

شـرایط Eh و pH دگرسانی سطحی بازالت‌ها چنان بوده است که بخش اعظم آهن در محـیط بجـا مـانده اسـت. نورتون [۷] ثابت کرد که Al در شرایط pH بین ۵ تا ۷ پـایدار اسـت. آهـن در pH بالاتـر محلـول و از محـیط خـارج می‌شود. مطابق شکل۳ بـی‌تـردید شرایط ترمودینامیکی و خصوصیات ژئوشیمیایی بوکسیت بلبلوئیه در حوضه شـماره ۲، ۳ و ٤ قرار نمی‌گیرد. حوضه شماره ۱ که در آن Al و Fe غیر قابل انحلال و Si قـابل حـل و شسـته شدن است، با شرایط شیمیایی تشکیل بوکسیت بلبلوئیه برازش خوبی دارد.

بنابراین می‌توان تصور کرد که بازالت‌های اولیه در یک دگرسانی سطحی خاصی قرار گرفته‌اند که pH شاره‌ها بین ٤ تا ۸/۵ و Eh آنها بین ۰/٤+ تا ۱+ متغیر بوده است



شکل۳- رابطه بین pH و Eh و تشکیل بوکسیت و لاتریت[۷].

حوزه ۱: محیط تشکیل لاتریت های اکسیدی – هیدرواکسیدی

حوزه ۲: حوزه بوکسیت

حوزه ۳: حوزه خاکهای PODZOL

حوزه ٤: لاتریت های بسیار پرآهن

قابل ذکر است که وجود پیزولیت‌های لاتریتی - بوکسیتی در بخش‌های قاعده‌ای سازند نایبند احتمالاً می‌توانند نشان از آن داشته باشد که پس از تشکیل افق لاتریتی به خرج بازالتهای اولیه و پیشروی دریا در این افق لاتریتی بخش‌های بالایی افق مذکور تخریب شده و همراه سایر رسوبهای آواری در قاعدهٔ سازند نایبند رسوب کرده‌اند.

مراجع

۱- کامکـار، عیسی، خاستگاه کانی سازی بوکسیت بلبلوئیه کرمان، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی دانشگاه شهیدباهنر کرمان، ۱۳۸ صفحه.

۲- حسـنی پاک، علی اصغر، (۱۳۷۰)، تحلیل آماری داده‌های مقدماتی بوکسیت کرمان، گزارش داخلی شرکت تولید مواد اولیه آلومینیوم، ۱۱۰ صفحه.

۳- نـوازی، میـنا، (۱۳۷۰)، بازنگری بر دولومیت‌های شتری و رخساره نابیند - شمشک ناحیه بلبلوئیه کرمان، سازمان زمین‌شناسی کشور، گزارش داخلی.

4- Bardossy, G., and Aleva, G. J. J., (1990), Lateritic Bauxites. Elsevier, 624p.

5- Guilbert, J. M., and Park, C. F., JR., (1986), The geology of ore deposits, Freeman Company, 985p.

6- Huckried, R., Kursten, M., and Venzlaff., H., (1962), Zur geologiesches gebietes Zwisehen Kerman and Sagand (Iran). Beih. Geol. Jb., V. 51, P197.

7- Norton, S. A., (1973), Laterite and bauxie formation, Econ. Geol., V P.353-361.