

بررسی خصوصیات کانسارهای بوکسیت کشور ایران

سیدمهران سیدمجرد ثمرین^۱، عبدالسلام دانشور^۲، سیدمهدی سیدمجرد ثمرین^۳، محمدامین سیاح رشتی^۴
^۱کارشناسی ارشد، مهندسی اکتشاف معدن و رئیس هیئت مدیره، شرکت معدنی ارمغان آینده اندیشه سازان
^۲کارشناسی ارشد، مهندسی اکتشاف معدن و استاد مدعو دانشگاه، دانشگاه پلی تکنیک دهوک
^۳کارشناسی، مهندسی معدن و مدیرعامل، شرکت آریا آرتا ثمرین
^۴فارغ التحصیل کارشناسی، مهندسی معدن، دانشگاه تهران

نام نویسنده مسئول:

سیدمهران سیدمجرد ثمرین

چکیده

کشور ایران بر روی کمربند بوکسیت ایرانوهیمالین قرار دارد. در این پژوهش پراکندگی کانسارها، خصوصیات فیزیکی، ترکیب کانی شناسی و آنالیز شیمیایی ۶۵ مورد از کانسارهای بوکسیت در ایران مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. منطقه جاجرم از لحاظ کانسارهای بوکسیت حائز اهمیت بالا می باشد. با توجه به افزایش نیاز به این نوع کانسارها، لازم است بهترین نوع کانسارهای بوکسیت شناسایی شده و در مورد کانسارهایی که هنوز مطالعات جامعی در مورد آنها صورت نگرفته، مطالعات تکمیلی انجام شود. تولید آلومینیوم در ایران بدلیل وجود منابع معدنی غنی بوکسیت و غیر بوکسیتی آلومینا از اهمیت بالایی برخوردار است.

کلمات کلیدی: کانسار بوکسیت، خصوصیات فیزیکی، ترکیب کانی شناسی، آنالیز شیمیایی، ایران.

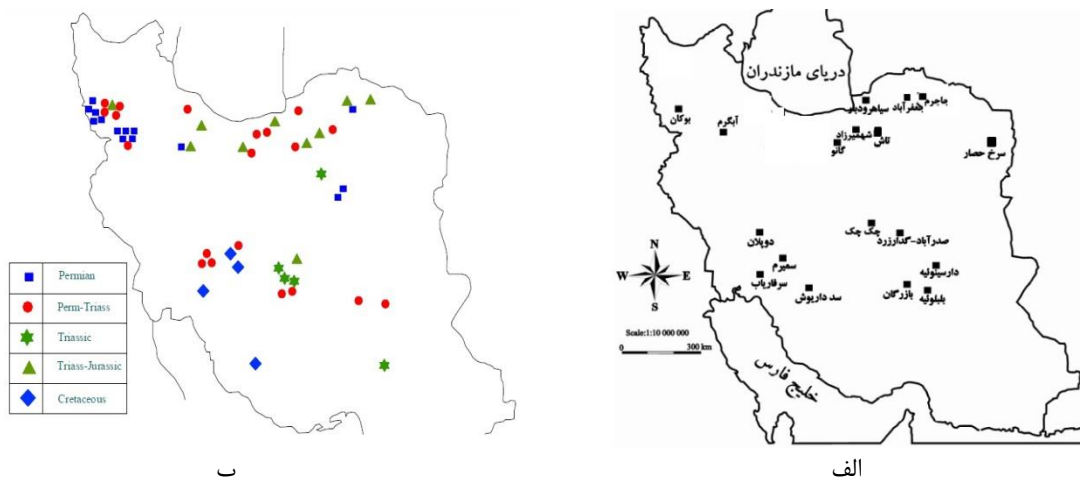
۱- مقدمه

آلومینیوم نخستین بار ۵۰۰۰ سال بعد از آهن مورد استفاده قرار گرفت. امروزه فلزات غیر آهنی و آلیاژهای آن از جمله آلومینیوم بتدریج جایگزین آهن می شود. به عنوان مثال سبک بودن آلومینیوم نسبت به فولاد باعث کاهش وزن خودرو و کاهش مصرف سوخت خواهد شد، همچنین جایگزین شدن آن به جای فولاد باعث کاهش حجم گازهای گلخانه ای معادل ۲۰ تن به ازای هر اتومبیل خواهد شد. استحکام، رسانایی، قابلیت بازیابی، وزن سبک و مقاومت بالا در برابر خوردگی از مزایای آن است و همچنین ماده ای برخوردار از بالاترین پایداری محیطی است. این فلز فقط با ۵ درصد از انرژی اولیه بازیافت می شود. برای تولید یک تن آلومینیوم خالص به ۵ تن ماده معدنی بوکسیت نیاز می باشد [۱]. بوکسیت ماده معدنی رسوبی غنی از عنصر آلومینیوم است که در نتیجه هوازدگی سنگ های مختلف در آب و هوای گرم یا شبه گرم تشکیل می شود و مجموع هیدروکسید یا اکسیدهای تیتانیوم، آهن و آلومینیوم موجود در آن بیش از ۵۰ درصد بوده و هیدروکسید آلومینیوم آن بیشترین مقدار را دارد [۱،۲،۳]. اگر درصد اکسید آلومینیوم از ۵۰ درصد بیشتر باشد یکی از مرغوب ترین نوع بوکسیت ها را خواهیم داشت. علاوه بر ترکیب شیمیایی، ترکیب کانی شناسی بوکسیت نیز در مرغوبیت آن موثر است زیرا قابلیت ذوب آن به نوع کانی ها و ابعاد دانه های آن بستگی دارد [۱،۲،۳].

کشور ایران بر روی کمر بند بوکسیتی قرار دارد که از شمال غربی ایران آغاز شده و بعد عبور از پاکستان و افغانستان تا کشمیر هندوستان پیش می رود [۴]. ۹۰ درصد از تولید جهانی بوکسیت به استخراج فلز آلومینیوم تعلق دارد [۱]. در این پژوهش تعدادی از کانسارهای بوکسیت در کشور شامل علی بالتا [۱]، کرد کنندی [۱]، آغا جاری (آغا جری) [۱]، چپو [۱]، نوروز آباد [۱]، حسین آباد (جنوب و شرق حسین آباد) [۱]، کلیجه [۱]، قبی (قبی بابا علی) [۱،۵]، گل چرمو-ساری قمیش [۱]، سر چاوه [۱،۳]، بوکان [۱،۶]، خطب (خطیب) [۱،۶]، شاه بلاغی [۱،۳،۷،۸]، پل ورسک [۱]، زان [۱،۳]، آینه ورزان-دلیچای [۱]، دوپلان (نیلچیان دوپلان) [۱،۶،۹]، دورگ (دورک-شاهپوری) [۱]، هفت چشمه [۱]، دهگون [۱]، چری [۱]، کال جعفر آقا (جعفر آقا یا جهان آباد) [۱،۳]، جاجرم [۱،۱۱،۱۲]، سرخ حصار (سرخ حصار) [۱،۳]، شهمیرزاد [۱،۳]، گانو [۱]، رضا آباد [۱،۳]، کمبلو [۱،۳]، هنگام [۱]، بیلر (بیگلر یا آبگرم) [۱،۳]، الموت [۱،۶]، بلبلوئیه (بلبوئیه) [۱،۳]، بازرگان [۱،۳]، دارسینوئیه [۱،۳]، سرفاریاب-دهدشت [۱،۶،۱۴،۱۵]، جمال الدین [۱]، دشت زر [۱]، چاغلرلو [۱]، علی آباد کرفتو [۱]، تاوه قرآن [۱]، گاوشله [۱]، سلیمان کنندی [۱]، قشلاق [۱،۱۶،۱۷]، سیاهرود (سیاهرودبار)-شیرین آباد [۱،۳،۶،۱۸،۱۹]، دهدشت [۱]، صدر آباد [۱،۳]، گذارزرد [۱]، چک چک [۱]، نصر آباد [۱]، خمسیان [۱]، دولاب [۱]، هامانه [۱]، صمصام آباد [۱]، مزرعه آخوند [۱]، رباط خان طبس [۱،۶]، سنگرود [۱،۶]، ده صوفیان [۱]، دروار [۱]، سد داریوش [۱،۶]، ابگرم اوج [۱]، کیاسر [۱]، کبیر کوه [۱]، سمیرم [۱،۶]، آب ملخ [۱]، آباده [۱] و غیره شناسایی شده [۲۰، ۲۱، ۲۲] و سپس خصوصیات آن ها مورد مقایسه قرار گرفته است. تولید آلومینیوم در ایران بدلیل وجود منابع معدنی غنی بوکسیت و غیر بوکسیتی آلومینا از اهمیت بالایی برخوردار است و سرمایه گذاری در ارتباط با این صنعت توجیه اقتصادی داشته و مطلوب خواهد بود، بنابراین لازم است بهترین نوع کانسارهای بوکسیت شناسایی شده و در مورد آن ها مطالعات تکمیلی انجام شود.

۲- پراکندگی کانسارهای بوکسیت در کشور

در کشور ایران کانسارهای بوکسیت در آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان، سمنان، فارس، قزوین، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد، کردستان، گلستان، یزد، گیلان، مازندران، اصفهان و غیره شناسایی شده [۲۱، ۲۲، ۲۰، ۳، ۱]، که در تعدادی از مناطق فوق بیش از یک کانسار موجود است. شکل ۱-الف پراکندگی تعدادی از کانسارهای شاخص و شکل ۱-ب پراکندگی زمانی کانسارهای بوکسیت [۲۰، ۲۳] را نشان می دهد و همچنین جدول ۱ پراکندگی کانسارهای کشور را به تفکیک نشان می دهد.



شکل ۱: الف) پراکندگی تعدادی از کانسارهای بوکسیت [از 24 با اعمال تغییرات]، ب) پراکندگی زمانی کانسارهای بوکسیت در کشور

جدول ۱: پراکندگی کانسارهای بوکسیت در کشور به تفکیک استان ها

ردیف	نام استان	نام کانسارها
۱	آذربایجان غربی	۱- علی بالتا، ۲- کرد کندی، ۳- آغا جاری، ۴- چپو، ۵- نوروز آباد، ۶- حسین آباد، ۷- کلیجه، ۸- قپی، ۹- گل چرمو، ۱۰- سر چاوه، ۱۱- بوکان
۲	آذربایجان شرقی	۱- خطب
۳	تهران	۱- شاه بلاغی، ۲- پل ورسک، ۳- زان، ۴- آیینه ورزان-دلیچای
۴	چهارمحال و بختیاری	۱- دوپلان، ۲- دورگ، ۳- هفت چشمه، ۴- دهگون، ۵- چری
۵	خراسان	۱- کال جعفرآقا، ۲- جاجرم، ۳- سرخ حصار، ۴- رباط خان طبس
۶	سمنان	۱- شه میرزا، ۲- گانو، ۳- رضا آباد، ۴- کمبلو، ۵- ده صوفیان، ۶- دروار، ۷- کبیر کوه
۷	فارس	۱- هنگام، ۲- سد داریوش
۸	قزوین	۱- بیلر، ۲- الموت، ۳- ابگرم اوج
۹	کرمان	۱- بلبلوئیه، ۲- بازرگان، ۳- دار سینوئیه
۱۰	کهگیلویه و بویراحمد	۱- سرفاریاب-دهدشت، ۲- جمال الدین، ۳- دشت زر
۱۱	کردستان	۱- چاغرلو، ۲- علی آباد کرفتو، ۳- تاوه قرآن، ۴- گاوشله، ۵- سلیمان کندی
۱۲	گلستان	۱- سیاهرود-شیرین آباد، ۲- قشلاق
۱۳	یزد	۱- چک چک، ۲- دهدشت، ۳- صدر آباد، ۴- گذارزرد، ۵- خمسیان، ۶- دولاب، ۷- نصر آباد، ۸- هامانه، ۹- صمصام آباد، ۱۰- مزرعه آخوند، ۱۱- شش بخش شمالی یزد
۱۴	گیلان	۱- سنگرود
۱۵	مازندران	۱- کیاسر
۱۶	اصفهان	۱- سمیرم، ۲- اب ملخ، ۳- اباده

۳- خواص فیزیکی بوکسیت ها

شش پارامتر مهم در خواص فیزیکی بوکسیت عبارتند از: سطح شکستگی، لمس، سختی و مقاومت، تخلخل، رنگ، اثر بر دست. سطوح شکستگی در اشکال کنکوئیدال، صاف، رمبوئیدال، نامنظم، متورق (بیشتر مربوط به بوکسیت های رسی) و خاکی دیده می شود. انواع لمس بوکسیت عبارتند از: تقریباً زبر، صاف، صابونی (بیشتر مربوط به بوکسیت های رسی یا رس بوکسیتی) و خاکی (در بوکسیت با تخلخل زیاد و سختی پایین). هر چه بافت غیرهموزن باشد لمس آن به سمت زبری گرایش دارد. بر اساس مقاومت بوکسیت به انواع خیلی مقاوم (بوکسیت دیاسپوریک)، مقاوم (بوکسیت دیاسپوریک و بوهمتیک) و سست (بوکسیت رسی و گیبسیتی) تقسیم بندی می کنند. بر اساس تخلخل بوکسیت به انواع میکرومتخلخل، متخلخل، واکولار، وسیکولار، تابولو- وسیکولار، اسفنجی تقسیم می شود. هر چه تخلخل بوکسیت بیشتر باشد بوکسیت مرغوب تر است و بوکسیت های متخلخل در مقابل فرسایش مقاومت بیشتری نشان می دهند. بوکسیت ها بر حسب درجه تاثیر بر دست به انواع اثر قوی آلوده کننده، آلوده کننده، ضعیف و بی تاثیر تقسیم می شوند. هر چه سختی بوکسیت بیشتر و تخلخل آن کمتر باشد از شدت تاثیر آن بر دست کاسته می شود. شدت این تاثیر به رنگ بوکسیت نیز بستگی دارد و بوکسیت های سفید رنگ احتمالاً اثر قوی تری بر دست می گذارند. رنگ بوکسیت متاثر از کانی های مختلف موجود در آن می باشد. بوکسیت با رنگ های مختلف دیده شده است، جدول ۲ علت رنگی دیده شدن بوکسیت ها را نشان می دهد [۱].

جدول ۲: نوع رنگ بوکسیت ها و علل آن

ردیف	رنگ	نشانه وجود
۱	سفید یا سبز رنگ	کانی های آلومینیوم و تیتانیوم و کائولینیت و هالوزیت
۲	قرمز صورتی یا بنفش	هماتیت
۳	زرد یا زرد مایل به قهوه ای	گوتیت
۴	قهوه ای	مانیتیت
۵	خاکستری روشن	سیدریت
۶	سبز	وجود شاموزیت (کلریت ها)
۷	قرمز، صورتی، زرد، بنفش و زرد مایل به قهوه ای	شرایط اکسیدان
۸	رنگ تیره تر	کرومیت
۹	خاکستری تا سیاه	مواد ارگانیک
۱۰	سفید	لیچینگ قوی در نتیجه احیا
۱۱	قهوه ای تیره	محیط احیا کننده قوی تر
۱۲	قهوه ای-قرمز	اکسید آهن (هماتیت)

سختی و تراکم در بوکسیت رابطه مستقیم با ترکیب کانی شناسی آن دارد. بخش دیاسپوری و بوهمیتی، سخت و متراکم و بخش کائولینیتی، سست است. سطح شکست بخش دیاسپوری سخت، ناهمگن، ناهموار، خشن و لمس زبر دارد اما بخش های رسی متاثر از ترکیب کانی شناسی کائولینیتی، لمس نرم و صابونی و سطوح صاف و هموار دارند [۱]. خصوصیات فیزیکی تعدادی از کانسارهای بوکسیت کشور ایران در جدول ۳ مورد مقایسه قرار گرفته است [۱۵، ۱۴، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۳، ۱]. لازم به ذکر است برای تعدادی از کانسارها نتیجه برای چند نمونه از بخش های مختلف کانسار گردآوری شده است.

جدول ۳: خصوصیات فیزیکی تعدادی از کانسارهای بوکسیت در ایران

ردیف	نام کانسار	سطح شکستگی	سختی	تخلخل	اثر بر دست	رنگ	لمس
۱	علی بالتا	نامنظم	مقاوم	میکرو متخلخل	ضعیف	خاکستری روشن تا تیره	صاف
۲	آغاجاری	صاف	مقاوم	میکرو متخلخل	آلوده کننده	قهوه ای تیره	تقریباً زبر
۳	چیو	صاف	مقاوم	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف تا صابونی
۴	حسین آباد	صاف	مقاوم	میکرو متخلخل	بی تاثیر	خاکستری روشن تا سبز روشن	زبر
۵	کلیچه	متورق	سست	میکرو متخلخل	آلوده کننده	قرمز روشن تا قهوه ای	صابونی
		صاف	سخت	متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای تیره	زبر
۶	گل چرمو- ساری قمیش	نامنظم، صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای تیره	زبر
		صاف	سخت	متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای تیره	زبر
۸	شاه بلاغی	نامنظم	مقاوم	میکرو متخلخل	بی تاثیر	زرد	زبر
۹	پل ورسک	کنکوئیدال	مقاوم	متخلخل	ضعیف	بنفش تیره	زبر
۱۰	دوپلان	خاکی	سست	اسفنجی	قوی الوده کننده	سفید	خاکی
۱۱	کال جعفرآقا	خاکی	سست	متخلخل	آلوده کننده	خاکستری روشن	صاف
		خاکی	سست	متخلخل	آلوده کننده	خاکستری روشن متکایل به سفید	خاکی
		نامنظم	مقاوم	متخلخل	آلوده کننده	قرمز روشن تا قهوه ای	خاکی
		خاکی	مقاوم	میکرو متخلخل	آلوده کننده	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف
۱۲	جاجرم	صاف	سخت	واکیولار	ضعیف	قهوه ای تیره	صاف تا زبر
		صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف تا زبر
		نامنظم تا خاکی	سست	متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	خاکی تا زبر
		صاف	سخت	واکیولار	ضعیف	قهوه ای تیره	صاف تا زبر
		صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای روشن تا قهوه ای	زبر
		صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای تیره	زبر
۱۳	شهمیرزاد	خاکی	سست	میکرو متخلخل تا متخلخل	بی تاثیر	قهوه ای تیره	صاف
۱۴	بلیلوئیته	صاف	سخت	متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف
۱۵	سرفریاب- دهدشت	نامنظم	مقاوم	متخلخل	آلوده کننده	قرمز تا قهوه ای روشن	زبر
		خاکی	سست	اسفنجی	آلوده کننده	قرمز روشن تا قهوه ای	خاکی

۱۶	چاغلرلو	صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	خاکستری روشن تا تیره	صاف
۱۷	علی آباد کرفتو	صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	بنفش	زبر
۱۸	تاوه قرآن	نامنظم	مقاوم	میکرو متخلخل	بی تاثیر	سبز تا سبز تیره	صاف
۱۹	گاوشله	نامنظم تا صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	زبر
۲۰	سلیمان کندی	صاف	سخت	میکرو متخلخل	بی تاثیر	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف
۲۱	قشلاق	رمبوئیدال	سخت	میکرو متخلخل	ضعیف	خاکستری روشن تا تیره	صاف
		صاف	مقاوم	متخلخل	ضعیف	قرمز روشن تا قهوه ای	صاف
		رمبوئیدال	مقاوم	وسیکولار	بی تاثیر	خاکستری روشن تا تیره	خاکی
۲۲	صدرآباد	صاف	مقاوم	متخلخل	آلوده کننده	قرمز روشن تا قهوه ای	زبر

۴- ترکیب کانی شناسی بوکسیت ها

کانی های اصلی بوکسیت، اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیوم (گیبسیت یا هیدروآرژیلیت، دیاسپور و بوهمیت، کوندوم، بایریت، نورد استراندیت، توکانیت، اسکاپروئیت، آلوموژال یا کیلیاشیت، اسپینل و کانی های همراه شامل کائولینیت، کوارتز)، اکسید و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت) به مقدار زیاد و مخصوص بوکسیت های کارستی)، ماگهمیت، مانیتیت (مقدار در بوکسیت های کارستی اکثرا بین ۰.۱ تا ۲ درصد)، گوتیت، الویت، کرومیت، هرسینیت، لپیدوکروسیت، سیدروژل، لیمونیت و تیتانومگنتیت)، اکسید و هیدروکسیدهای تیتانیوم (روتیل) (از فراوان ترین کانی های بوکسیت کارستی بعد از آناتاز)، آناتاز (از فراوان ترین کانی های بوکسیت کارستی)، ایلمنیت، بروکیت، فری ایلمنیت، پروکسیت، جی کیلیت)، اکسید و هیدروکسیدهای منگنز (پیرولولوزیت، هاوس مانیت، مانگانیت، لیتوفوریت، تودوروکیت، و به مقادیر کم کریپتوملان و وودروفیت و پسیلوملان و ران سییت)، سایر اکسیدها و هیدروکسیدها (تاکوویت، هیدروکسید نیکل و بادلتیت) است و عناصری همچون ایندیوم، گالیوم، ژرمانیوم و اورانیوم نیز به عنوان عناصر کمیاب در بوکسیت وجود دارند. جدول ۴ مشخصات فیزیکی اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیوم را نشان می دهد. بوکسیت های جوان تر گیبسیتی هستند و با افزایش سن، مقدار کانی های بوهمیتی و دیاسپوری بیشتر می شود [۱،۲،۳،۲۴].

جدول ۴: مشخصات فیزیکی اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیوم

وزن مخصو ص (چگالی)	سختی (مقیا س موس)	منشا	رنگ	سیستم تبلور	درصد H ₂ O	درصد Al ₂ O ₃	فرمول شیمیایی	نام
۲.۴-۲.۳	۲.۳- ۳.۵	سین ژنتیک، ابی ژنتیک یا سوپرژن	بی رنگ تا قهوه ای روشن	منوکلینی ک	۳۴.۶	۶۵.۴	Al(OH) ₃	گیبسیت
۳.۰۱- ۳.۰۶	۳-۳.۵	سین ژنتیک، به ندرت سوپرژن	سفید	اورتورمبی ک	۱۵.۰ ۳	۸۴.۹۷	AlO(OH)	بوهمیت
۳.۵-۳.۳	۷-۶.۵	سین ژنتیک، دیاژنتی ک و اپی ژنتیک	سفید، خاکستر ی، زرد، سبز	اورتورمبی ک	۱۵	۸۵	AlO(OH)	دیاسپور
۲.۵۵	۳-۲.۵	-	سفید، سبز کم رنگ	منوکلینی ک	-	-	Al(OH) ₃	بایریت
۲.۴۳	۳	-	بی رنگ	منوکلینی ک، تری کلینیک	-	-	Al(OH) ₃ - Al ₂ O ₃ .3H ₂ O	نورداستراندی ت
۲.۲۱	-	-	-	منوکلینی ک	-	-	2Al ₂ (OH) ₆ . H ₂ O	توکائیت
۲	-	-	-	منوکلینی ک، تری کلینیک	-	-	12Al(OH) ₃ , Al ₂ (CO ₃) ₃	اسکابروئیت
-	-	-	بی رنگ تا قهوه ای، سبز قرمز	آمورف	-	-	α-y-θ- Al ₂ O ₃	آلوموژال
۴	۹	-	قهوه ای، ابی	تری گونال	-	-	Al ₂ O ₃	کرنوم
۳.۷-۳.۵	۸	-	ابی، سبز، قهوه ای، سفید، قرمز	کوبیک	-	-	Al ₂ MgO ₄	اسپینل

ترکیب کانی شناسی تعدادی از کانسارهای بوکسیت کشور ایران در جدول ۵ مورد مقایسه قرار گرفته است [۱،۳،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷]. لازم به ذکر است برای تعدادی از کانسارها نتیجه برای چند نمونه از بخش های مختلف کانسار گردآوری شده است.

جدول ۵: ترکیب کانی شناسی تعدادی از کانسارهای بوکسیت در ایران

ردیف	شماره معدن	کانی اصلی	کانی فرعی	کانی همراه
۱	علی بالتا	کائولینیت	کوارتز و آناتاز	-
۲	آغاچاری	کائولینیت	بوهمیت، آناتاز و هماتیت	-
۳	چپو	دیاسپور، کلریت	پیروفیلیت	-
۴	حسین آباد	هماتیت، دیاسپور، کائولینیت، آناتاز	پیروفیلیت، کلریت،	مسکویت، کوارتز
۵	کلیجه	هماتیت، کائولینیت، دیاسپور، پیروفیلیت	هالیت، آناتاز	کوارتز
۶		هماتیت، دیاسپور، پیروفیلیت	آناتاز، کائولینیت	-
۶	گل چرمو-ساری قمیش	هماتیت، دیاسپور، آناتاز، کائولینیت	کلریت، گوتیت	کوارتز
۷	خطب	بوهمیت، هماتیت، کانی های رسی کائولینیتی، دیاسپور، آناتاز	گوتیت، کوارتز، کلسیت	-
۸	شاه بلاغی	گوتیت، کائولینیت، آناتاز		کلسیت
۹	پل ورسک	بوهمیت، هماتیت	کائولینیت	
۱۰	دوپلان	دیاسپور، کائولینیت (در برخی منابع فقط دیاسپور)	آناتاز، بوهمیت	-
۱۱	کال جعفرآقا	دیاسپور، هماتیت، کائولینیت،	آناتاز	-
۱۲		هماتیت، کائولینیت	دیاسپور، آناتاز	کلسیت
۱۲	جاجرم	دیاسپور، کائولینیت، هماتیت، آناتاز	کلریت، کلسیت	کوارتز
		دیاسپور، هماتیت	آناتاز، کائولینیت،	کلسیت، کوارتز
		دولومیت	هماتیت، گوتیت	کلسیت
		کوارتز، هماتیت، کائولینیت	کلسیت	گوتیت
		دیاسپور، کائولینیت، آناتاز، گوتیت	هماتیت	-
		دیاسپور، کائولینیت،	آناتاز	-
		دیاسپور، هماتیت، کائولینیت،	آناتاز، کلریت، کلسیت	-
		هماتیت، گیسیت	آناتاز، کلریت، بوهمیت، نیریت	-
		کائولینیت	هماتیت، گوتیت	-
		دیاسپور		
۱۳	شهمیرزاد	کائولینیت	هماتیت، گوتیت	-
۱۴	کمبلو	دیاسپور		
۱۵	بلبلوئییه	دیاسپور، هماتیت، مسکویت، کوارتز	کائولینیت، گوتیت	-
۱۶	سرفریاب-دهدشت	بوهمیت،	کلسیت، آناتاز، هماتیت	-
		بوهمیت، هماتیت	دیاسپور، آناتاز، کائولینیت، کلسیت	-
۱۷	چاغرلو	کلریت، ایلیت، اکسید آهن هیدراته	بوهمیت	-
۱۸	علی آباد کرفتو	کوارتز	هماتیت	ناترولانیت
۱۹	تاوه قرآن	کوارتز، کائولینیت، کلسیت	هماتیت	تیتان، مسکویت
۲۰	گاوشله	کلسیت، کوارتز	-	مسکویت، گوتیت
۲۱	سلیمان کندی	هماتیت، کوارتز، دیاسپور، باریت	-	مسکویت
۲۲	قشلاق	کائولینیت	بوهمیت و آناتاز، روتیل	-
		بوهمیت، کائولینیت	آناتاز	-
		بوهمیت، کائولینیت	آناتاز، روتیل	-
۲۳	صدرآباد	دیاسپور، کلریت، هماتیت	-	-

کانسار آغاچاری بدلیل آن که بوهمیت به صورت کانی فرعی است، به نظر می رسد بوکسیت نبوده و باید مطالعات بیشتری صورت گیرد. در کانسار چپو کائولینیت و آناتاز نیز گزارش شده است. در کانسار دوپلان ایلیت، همتایت، گوتیت و روتیل، گیبسیت و کوارتز نیز گزارش شده است. برای کانسار جاجرم در برخی منابع دیاسپور کانی اصلی و کائولینیت، همتایت، شاموزیت و آناتاز کانی فرعی گزارش شده است. شاموزیت نیز در کانسار بلبلوئیته گزارش شده است. در کانسار سرفاریاب گیبسیت، دولومیت، گوتیت، لیمونیت و کمتر الوموگوتیت و شاموزیت نیز گزارش شده که کم بودن دو مورد آخر از نقاط قوت کانسار است زیرا تجزیه آن ها مشکل است. در کانسار بیلر کانی های دیاسپور، آناتاز، همتایت و کائولینیت گزارش شده است. کانی های بوهمیت، دیاسپور، کائولینیت، شاموزیت، ایلیت، گوتیت، روتیل، آناتاز و کوارتز در رباط خان طبس گزارش شده است. در کانسار سد داریوش دیاسپور، کائولینیت، شاموزیت، گوتیت، همتایت، آناتاز، روتیل گزارش شده است. در کانسار کبیر کوه کانی های کائولینیت، پیروفیلیت، همتایت و آناتاز موجود و هیچ نوع کانی بوکسیتی در آن مشاهده نمی شود و لذا در نام گذاری این کانسار باید دقت شود. در کانسار گاوشله کانه بوکسیت یافت نشده است و اطلاق نام بوکسیت برای این کانسار درست نیست. در کانسار سمیرم نیز کائولینیت (بیش از ۹۰ درصد) و درصد ناچیزی از همتایت و آناتاز گزارش شده است و نام گذاری بوکسیت برای آن اشتباه می باشد زیرا یک ذخیره خاک نسوز است. کانی اصلی کانسار آب ملخ بوهمیت است.

۵- نتایج آنالیز شیمیایی کانسارهای بوکسیت

نتایج آنالیز شیمیایی تعدادی از کانسارهای بوکسیت کشور ایران در جدول ۶ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است [۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۳، ۱، ۱۷، ۱۶، ۱۹، ۱۸]. لازم به ذکر است برای تعدادی از کانسارها نتیجه برای چند نمونه از بخش های مختلف کانسار گردآوری شده است.

جدول ۶: نتایج آنالیز XRF تعدادی از کانسارهای بوکسیت در ایران

ردیف	نام معدن	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂
۱	علی بالتا	۰.۱۷	۰.۰۳	۴.۴۲۶	۰.۲۳	۰.۰۲	۰.۰۲	۰.۱۱	۳.۰۹	۳۲.۲۵	۴۵.۰۳
۲	آغاچاری	۰.۱۴	۰.۰۴۵	۵.۰۱	۰.۳	۰.۰۹	۰.۰۲	۰.۱۶	۶.۷۵	۳۳.۹۹	۳۹.۵۶
		-	-	-	-	-	-	-	-	۱.۴۶	۴۳.۱۴
۳	چپو	۰.۱۴	۰.۰۴۵	۵.۰۱	۰.۹۹	۰.۰۶	۰.۲۷	۰.۳۷	۱۷.۹	۳۶.۳	۲۶.۳
۴	حسین آباد	۰.۵۵۷	۰.۰۵۲	۲.۸۴۳	۰.۴۳	۰.۲۴	۰.۱۵	۱.۰۵	۳۵.۴۵	۲۳.۷۷	۲۷.۹۷
۵	کلیچه	۰.۰۹۸	۰.۱۶	۴.۳۳	۱.۰۴	۰.۳۷	۱.۱۶	۰.۶	۲۷.۲	۲۴.۹	۳۴.۷
		۰.۰۶۱	۰.۰۲۵	۲.۲۹۵	۰.۲۶	۰.۱۶	۰.۱۲	۰.۱۴	۳۵.۱۷	۲۳.۹۱	۲۹.۸
۶	گل چرمو-ساری قمیش	۰.۴۷۶	۰.۱۷۵	۵.۲۸۲	۰.۱۷	۰.۴۲	۰.۰۱	۰.۳۶	۴۴.۰۸	۲۱.۴۹	۲۰.۹۸
۷	خطب	-	-	-	-	-	-	-	۳۱	۳۴	۲۲
۸	شاه بلاغی	۰.۱۹	۰.۰۱۹	۵.۴	۰.۰۳	۰.۸۶	۰.۱۴	۰.۹۹	۳۴.۶	۲۶.۸۵	۲۹.۳۵
۹	پل ورسک	۰.۲۷۳	۰.۰۶۷	۲.۹۴۸	۱.۵۸	۰.۸۸	۰.۱۲	۰.۴۱	۳۹.۶	۲۹.۷۸	۱۶.۰۸
۱۰	زان	-	-	-	-	-	-	-	۲۱.۶۴	۲۵.۰۴	۲۵
۱۱	ایینه ورزان	-	-	-	-	-	-	-	۱۳.۱۷	۲۹.۷۳	۳۷.۰۱
		-	-	-	-	-	-	-	۳۶.۷۵	۳۱.۹۷	۲۳.۱
۱۲	دوپلان	۰.۰۸	۰.۰۰۱	۴.۲۵	۱.۱۳	۰.۸۱	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۳	۵۱.۱۶	۲۴.۹
۱۳	دورگ	-	-	۱-۳	-	-	-	-	بیش از ۳	۴۵-۳۵	-
		۰.۱۸	۰.۱۴	۵.۲۵	۰.۰۲	۱.۱۵	۰.۱۳	۱.۰۴	۴۵	۳۳.۴	۶.۲
		۰.۰۹۷	۰.۰۰۱	۱.۵۸۳	۰.۰۹	۰.۰۶	۰.۰۱	۰.۰۳۷	۴۹.۴۵	۱۸.۲۱	۲۶.۴۴
۱۵	جاجرم	۰.۴۹	۰.۰۰۶	۳.۳۳۳	۰.۰۷	۱.۰۷	۰.۰۱	۱.۱۶	۳۵.۸۴	۲۹.۹۵	۲۵.۲۲
		۰.۱۹	۰.۰۰۶	۹.۱۵	۰.۳۸	۰.۵۷	۰.۱	۰.۶۶	۲۸	۴۵.۷	۶.۹
		۰.۲	۰.۱۳۱	۰.۱۳۴	۰.۰۳	۱۷.۸۸	۰.۰۱	۳۱.۸۹	۴.۶۵	۰.۰۷	۰.۱۵
		۰.۰۰۵	۰.۰۱۶	۱.۱۲۸	۱.۷	۰.۳۲	۰.۰۲	۲.۹۱	۱۸.۱۴	۱۸.۴۷	۵۲.۴۵
		۰.۲۷	۰.۰۲۶	۸.۳۶	۰.۲۹	۰.۶۶	۰.۱۵	۰.۴۸	۲۰.۲	۳۸.۶	۲۲.۶

<http://www.jocs.ir>

۲۶.۳	۲۵.۰۶	۳۳.۴۹	۰.۷۸	۰.۰۱	۰.۵۹	۰.۰۱	۳.۷۶۱	۰.۱۳	۰.۰۸۲		
۸.۵۴	۳۵.۵	۳۴.۶	۱.۳۱	۰.۱۸	۱.۱۹	۰.۰۸۲	۷.۲۴	۰.۰۰۱	۰.۳۴		
۲۱.۰۹	۱۸.۴۱	۳۲.۳۱	۶.۶۹	۴.۵۹	۰.۴۷	۰.۲	۵.۱۰۶	۰.۰۶	۰.۱۲۷		
-	۵۰-۳۰	۲-۱	-	-	-	-	-	-	-	سرخ حصار	۱۶
۱۵.۸۷	۴۱	-	-	-	-	-	-	-	-		
۳۴.۳	۲۸.۳	۲۳.۳	۰.۲۹	۰.۱۱	۰.۵۸	۰.۱۶	۴.۸۹	۰.۰۶	۰.۰۴۱	شهمیرزاد	۱۷
۱۳.۱	۶۴.۴	-	-	-	-	-	-	-	-		
۱۱.۳۳	۴۵.۲	-	-	-	-	-	-	-	-		
۷.۴۸	۳۸.۴۲	-	-	-	-	-	-	-	-		
۷.۸	۴۵.۲۹	-	-	-	-	-	-	-	-		
۶.۱۵	۳۶.۳	-	-	-	-	-	-	-	-		
۱۴	۴۸.۵۲	-	-	-	-	-	-	-	-		
۴.۵	۳۶.۶	-	-	-	-	-	-	-	-		
۸.۴۸	۴۷.۹۳	-	-	-	-	-	-	-	-		
۱۰.۱۱	۴۵.۴۳	-	-	-	-	-	-	-	-		
۱۱.۱۵	۴۷.۶	-	-	-	-	-	-	-	-	گانو	۱۸
-	۴۰	-	-	-	-	-	-	-	-	کمبلو	۱۹
۳۱	۳۷	۱۴	-	-	-	-	-	-	-	بیلر	۲۰
-	۴۸-۴۰	۴۰-۲	-	-	-	-	-	-	-		
۲۱.۲	۲۶.۲	۳۴.۸	۰.۱۵	۰.۱۵	۰.۴۲	۵	۵.۸۵	۰.۰۱۱	۰.۰۹۴	بلبلوئی	۲۱
-۷	۴۰.۳۷	-۱۱.۸۳	-	-	-	-	-	-	-		
۳۱.۶		۳۹.۵									
۱۳.۹۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۴.۲۹	۱۱.۸	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۶.۷۷	۹.۸۴	-	-	-	-	-	-	-	بازرگان	۲۲
-	۴۸.۵	۶.۷	-	-	-	-	-	-	-	دار سینوئیه	۲۳
۵.۱	۴۷.۵	۱۶.۲	۸.۷	۰.۰۶	۰.۶۶	۰.۰۵	۳.۶۹	۰.۱۲	۰.۱۴	سرفریاب-دهدشت	۲۴
۷.۲	۵۳.۳	۲۲.۷	۱.۲۴	۰.۱۴	۰.۰۵	۰.۰۵	۴.۲۷	۰.۰۴	۰.۱۲		
-	۵۰.۲۶	۹.۲۴	-	-	-	-	-	-	-		
-	کمتر از ۳۰	-	-	-	-	-	-	-	-	دشت زر	۲۵
۲۵.۵۳	۲۳.۴۸	۳۷.۹۷	۰.۳۳	۰.۳	۰.۵۹	۳.۳۱	۳.۴۲۷	۰.۰۱۶	۰.۲۱	چاغرلو	۲۶
۸۹.۶۹	۱.۵۶	۵.۶۹	۰.۱۴	۰.۰۵	۰.۰۱	۰.۱۸	۰.۱	۰.۰۰۷	۰.۰۵۴	علی آباد کرفتو	۲۷
۴۶.۶۹	۹.۴۲	۱۶.۹۲	۱۲.۱۲	۰.۰۹	۱.۶۴	۰.۸۳	۰.۸۲۹	۰.۳۴	۰.۲۰۲	تاوه قرآن	۲۸
۴۲.۷۱	۳.۱۳	۴.۱۳	۲۶.۸۱	۰.۰۳	۰.۵۷	۰.۴۹	۰.۲۲۳	۰.۲۹۴	۰.۱۲۴	گاوشله	۲۹
۷۱.۴۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
۳۶.۴۵	۱۴.۶	۳۶.۱۲	۰.۴۶	۰.۱	۰.۸	۰.۱	۱.۵۱۲	۰.۰۲۹	۰.۱۲۴	سلیمان کنندی	۳۰
۳۴.۴۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
۴۱.۹۹	۳۶.۲۱	۱.۳۳	۰.۰۶	۰.۰۴	۰.۰۷	۰.۰۶	۵.۳۳۹	۰.۰۰۶	۰.۰۵۲	فشلاق	۳۱
۲۹.۵	۴۵.۳	۱۱.۳	۰	۰.۱۱	۰.۳۸	۰.۰۹	۴.۸۲	۰.۰۲۱	۰.۲		
۲۷.۱	۵۳.۷	۲.۱۴	۰.۲۲	۰.۱۵	۰.۳۴	۰.۰۷	۶.۸۸	۰.۰۱۱	۰.۱۱		
۳۲.۸۶	-	۴.۹۲	-	-	-	-	۵.۶۷	-	-		
۴۲.۲۶	۲۵.۴۷	۱۴.۶۲	۰.۰۷	۰.۱۸۵	۱.۵۳	۳.۶۵	۲.۲۷	۰.۰۲	۰.۱۱	سیاهرود-شیرین آباد	۳۲

۲۸.۶	۲۵.۸۲	۶۳.۴	۰.۲۸	۰.۱۴۵	۱.۵۱۷	۰.۴	۱.۸۵	۰.۰۱	۰.۰۶		
-	۳۱-۲۵	-	-	-	-	-	-	-	-		
۱۱.۲۸	۴۷.۲۸	-	-	-	-	-	-	-	-		
-۲۳.۵	-۳۷.۵	۱۹.۳-۱۸	-۰.۵۵	-	-	-	-۲.۲	-	-		
۲۵	۳۹.۷		۰.۹				۲.۳				
-۱۴.۸	-۴۷.۱	-۲۱.۲	-۰.۱۵	-	-	-	-۲.۵	-	-		
۱۵.۳	۴۷.۷	۲۱.۵	۰.۲۷				۲.۶				
۲۴	۳۹.۵	۱۹	-	-	-	-	-	-	-		
۱۸.۸۱	۴۲.۲۳	۲۳.۵۷	۰.۲۴	-	-	-	۲.۴۲	-	-		
۲۳.۷	۳۹.۱	۲۱.۷	۰.۲۸	-	-	-	۲.۴	-	-		
۲۳.۳۶	۳۸.۴۳	-	-	-	-	-	-	-	-		
۸.۹۸	۴۸.۸۷	-	-	-	-	-	-	-	-		
۶.۸۱	۴۰.۱	۳۵.۸	۰.۰۹	۰.۰۲	۰.۶۲	۰.۰۶	۴.۶۲۴	۰.۰۰۳	۰.۱۷۱	صدر آباد	۳۳
۹.۰۵	۴۸.۱۷	-	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۴.۱۳	۱۰.۷	-	-	-	-	-	-	-	۶ بخش شمالی یزد	۳۴
-	۴۴.۱۵	۱۰.۱۳	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۶.۲۲	۱۰.۵۸	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۵.۹۲	۸.۶۵	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۷.۳	۸.۹۸	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۶.۹۸	۸.۴۶	-	-	-	-	-	-	-	چک چک	۳۵
-	۵۱.۲۵	۶.۷۴	-	-	-	-	-	-	-	گدارزرد	۳۶
-	۴۷.۶۸	۹.۹۹	-	-	-	-	-	-	-		
-	۴۴.۵۸	۷.۴۳	-	-	-	-	-	-	-	نصرآباد	۳۷
-	۴۷.۰۱	۷.۳۶	-	-	-	-	-	-	-	خمسیان	۳۸
-	۴۵.۷۲	۸.۴۶	-	-	-	-	-	-	-	دولاب	۳۹
-	۴۶.۶۷	۹.۳	-	-	-	-	-	-	-	شمال و شمال غرب یزد	۴۰
-	۴۸.۲۳	۸.۰۲	-	-	-	-	-	-	-	جنوب غرب یزد	۴۱
۶۲	۳۰.۲	۲.۴	-	-	-	-	۲.۳	-	-	رباط خان طیس	۴۲
-۴۰	۳۳-۳۴	۰.۵-۱.۷	-	-	-	-	۴-۵.۲	-	-	سنگرود	۴۳
۳۲											
۵۸	۲۹	۱.۶	-	-	-	-	۲	-	-	آباده	۴۴

بدلیل مقدار سیلیس بسیار بالا در کانسار علی بالتا، مقادیر بالای سیلیس و اکسید آهن در کانسار گل چرمو نام گذاری آن باید با دقت صورت گیرد. در کانسار تاوه قران اکسید آلومینیوم بسیار پایین و میزان سیلیس بسیار بالا است که مقدار کم اکسید آلومینیوم آن به احتمال بالا در شبکه کائولینیت حضور دارد، زیرا هیچ گونه کانه بوکسیتی در ترکیب کانی شناسی آن یافت نشده و لذا این کانسار بوکسیت نیست. در کانسار آغاچاری مقدار سیلیس بالا است و لذا مصرف آن برای صنایع ساینده بهتر است، همچنین مقدار تیتان آن نیز بالا می باشد. در کانسار خطب مقادیر آهن و سیلیس بسیار بالا است و استفاده از آن در تهیه آلومینا منتفی می باشد و در حال حاضر در کارخانه سیمان شمال مصرف می شود. کانسار زان در صنایع نسوز و تهیه مواد ساینده و تهیه سولفات آلومینیوم کاربرد دارد. از کانسار دوپلان می توان برای تهیه آلومینا بهره گرفت و در حال حاضر بوکسیت این معدن به مصرف کارخانه ذوب آهن اصفهان می رسد. مقدار آهن در کال جعفر آقا بالا و به صورت هماتیت می باشد و همچنین مقدار تیتان آن نیز قابل توجه است. در کانسار بیلر مقدار آلومینیوم و آهن متغیر و بدلیل وجود آلومین بالا، سنگ بوکسیتی آن در صنایع نسوز استفاده می شود. در سرفاریاب مقدار تیتان و آلومینیوم اکسید بالا می باشد. در کانسار چاغلرو اکسید آلومینیوم پایین و مقدار آهن بسیار بالا است و به نظر می رسد برای تهیه آلومینا مفید نمی باشد. در کانسار علی آباد

کرفتو مقدار سیلیس حدود ۹۰ درصد و لذا نام گذاری آن به عنوان بوکسیت دور از واقعیت است. در کانسار های قشلاق و صدر آباد مقدار تیتانیوم بالا می باشد. با توجه به نتایج آنالیز کانسار های پل ورسک و سنگرود را باید جزء کانسارهای خاک نسوز به حساب آورد. برای ناحیه رباط خان طیس نام گذاری بوکسیت بر اساس آنالیز درست نیست و باید در میان خاک های نسوز قرار گیرد. برای کانسار آواده نیز نام گذاری بوکسیت درست نیست و خاک صنعتی برای آن مناسب تر است.

۶- نتیجه گیری

در بوکسیت علاوه بر این باید مجموع هیدروکسید یا اکسیدهای تیتانیوم، آهن و آلومینیوم بیش از ۵۰ درصد بوده و هیدروکسید آلومینیوم آن بیشترین مقدار را داشته باشد، حداقل مقدار آلومینا نیز مهم است و نقش تعیین کننده ای در کیفیت بوکسیت دارد. اگر درصد اکسید آلومینیوم از ۵۰ درصد بیشتر باشد یکی از موعوب ترین نوع بوکسیت ها را خواهیم داشت (درصد اکسید آلومینیوم تقریباً ۴۰ و بالاتر و درصد تیتان بیشتر از ۴ درصد به صورت عوامل مثبت). همچنین هرگاه کانی های سیلیکاته و کوارتز بالا باشد و یا در صورتی که درصد بعضی ناخالصی ها مثل کلسیم اکسید و منیزیم اکسید و غیره بالا باشد، باید تصمیمات جدی در مورد اقتصادی بودن کانسار صورت گیرد. در نتایج آنالیز شیمیایی اگر درصد سیلیس و اکسید آهن، هر کدام به طور مجزا تقریباً ۴۰ و بالاتر باشد، نام گذاری کانسار باید با دقت بیشتری صورت گیرد. علاوه بر ترکیب شیمیایی، ترکیب کانی شناسی بوکسیت نیز در مرغوبیت آن موثر است زیرا قابلیت ذوب آن به نوع کانی ها و ابعاد دانه های آن بستگی دارد. مثلاً بوکسیت هیدرآرژیلیت بهتر از بوکسیت های بوهمیتی ذوب می شوند و ذوب دیاسپور اغلب از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. کم بودن الوموگوتیت و شاموزیت در یک کانسار از نقاط قوت آن کانسار است زیرا تجزیه آن ها مشکل است. وجود کانی های بوهمیت، دیاسپور و گیبسیت به صورت کانی اصلی در ترکیب کانی شناسی کانسار بوکسیت بسیار مهم است و اگر موارد فوق در کانسار یافت نشود یا به صورت کانی فرعی در کانسار یافت شود، باید در نام گذاری کانسار دقت شود. بدلیل عدم توجه به مواردی از این قبیل تعدادی از کانسارهای مورد بررسی باید مورد بازنگری کلی قرار گیرند.

منابع و مراجع

- ۱- پوستی، م.، خاکزاد، الف. و فدائیان، م.، بوکسیت و کانسارهای آن در ایران، چاپ اول، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۱۳۹۰.
- ۲- دری، م.ب.، "بوکسیت و چینه نگاری آن (قسمت اول)"، مجله علوم زمین و معدن، سال دهم، شماره ۱۱۷، ۱۳۹۴، ص ۷-۱۱.
- ۳- پور داود، ف.، "تدوین دانش فنی تولید جرم های نسوز ریختی کم و خیلی کم سیمان بر پایه بوکسیت داخلی"، گزارش فنی، پژوهشکده توسعه صنایع شیمیایی، ۱۳۸۸.
- ۴- دری، م.ب.، "بوکسیت و چینه نگاری آن (قسمت دوم)"، مجله علوم زمین و معدن، سال دهم، شماره ۱۱۸ و ۱۱۹، ۱۳۹۴، ص ۱۱-۱۳.
- ۵- کلاگری، ع.ا.، عابدینی، ع. و مؤذن، م.، "زمین شیمی و کانی شناسی افق بوکسیتی قبی (غرب میاندوآب- آذربایجان غربی)، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران"، شماره ۲، ۱۳۸۲، ص ۱۸۹-۲۰۹.
- ۶- دری، م.ب.، "بوکسیت و چینه نگاری آن (قسمت سوم)"، مجله علوم زمین و معدن، سال دهم، شماره ۱۲۰، ۱۳۹۵، ص ۱۵ الی ۱۸.
- ۷- گرابلو، الف.، حسینی، س.ح.، سرقینی، ج. و سلیمی، ر.، "بررسی امکان استفاده از بوکسیت معادن شاه بلاغی و سرخ چشمه در فرآیند تولید مجتمع آلومینای جاجرم"، فصلنامه علوم زمین، سال بیستم، شماره ۸۰، ۱۳۹۰، ص ۱۱۳-۱۱۸.
- ۸- نقی زاده، ر.، بنی طباء، ع. و آریان پور، ف.، "بررسی خواص فیزیکی و مینرالوژیکی بوکسیت معدن شاه-بلاغی ناحیه دماوند ایران و امکان سنجی استفاده از آن در کاربردهای دیرگداز"، نشریه بین المللی علوم مهندسی، دانشگاه علم و صنعت ایران، جلد ۱۹، شماره ۵، ۱۳۸۷، ص ۸۳-۹۱.
- ۹- حسینی، س.م.، مجتهدزاده، س.ح.، کوهساری، ا.ح. و دهقانی، ع.، "مطالعات کانی شناسی کانسار بوکسیت شهید نیلچیان (دوپلان)"، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۱، ۱۳۸۷، ص ۲۱-۳۰.
- ۱۰- رحیم پوربناب، ح. و اسماعیلی، د.، "پتروگرافی و ژنز کانسار بوکسیت جاجرم"، مجله علوم دانشگاه تهران، جلد سی و سوم، شماره ۱، ۱۳۸۶، ص ۱۰۷-۱۲۳.
- ۱۱- ابراهیمی، خ.، رزم آرا، م. و ناصری، م.، "بررسی کانی شناسی و ژئوشیمی بوکسیت جاجرم با نگرش ویژه بر قابلیت ها و محدودیت ها در کاربرد صنعتی"، هفتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران. ۱۳۸۲.
- ۱۲- ملاکی، ح. و شریفیان عطار، ر.، "مطالعات بافت و فازهای مختلف کانی های تشکیل دهنده بوکسیت کانسار جاجرم خراسان شمالی، شمال شرق ایران"، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۲، ۱۳۸۵، ص ۳۳۹-۳۶۶.

<http://www.jocs.ir>

- ۱۳- کنگرانی فراهانی، ف.، کلاگری، ع.ا. و عابدینی، ع.، "کانی شناسی و ژئوشیمی نهشته لاتریتی کمبلو، باختر دامغان، استان سمنان"، مجله علوم زمین، سال بیست و چهارم، شماره ۹۴، ۱۳۹۳، ص ۳۴۹-۳۵۸.
- ۱۴- زراسوندی، ع.، زمانیان، ح.، حجازی، ا.، منصور، ع.ح.، "بررسی تغییرات ژئوشیمیایی و جرم واحدهای مختلف بوکسیتی در کانسار بوکسیت سرفاریاب، استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از رفتار ژئوشیمیایی عناصر Y، Zr، Ti، و Al"، مجله علوم زمین، سال نوزدهم، شماره ۷۵، ۱۳۸۹، ص ۱۵۷-۱۶۴.
- ۱۵- احماء، ف. و لطفی، م.، "رهیافتی ژئوشیمیایی و زمین آماری برای منشأ نهشته های بوکسیت سرفاریاب، استان کهگیلویه و بویراحمد، جنوب باختر ایران"، مجله علوم زمین، سال نوزدهم، شماره ۷۴، ۱۳۸۸، ص ۹۱-۹۸.
- ۱۶- فرامرزی، ر.، شمعیان، غ. و شفیع، ب.، "کانی شناسی، زمین شیمی و خاستگاه نهشته بوکسیت قشلاق، جنوب شرق گرگان"، مجله زمین شناسی اقتصادی، شماره ۱، جلد ۴، ۱۳۹۱، ص ۲۹-۴۵.
- ۱۷- فرامرزی، ر.، شمعیان، غ.ج. و شفیع، ب.، "نهشته بوکسیت پرموتریاس قشلاق در زون البرز شرقی: زمین شناسی و سنگ نگاری"، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۱، ۱۳۹۲، ص ۷۱-۸۲.
- ۱۸- زمانی، ع. و شمعیان، غ.ج.، "کانی شناسی و زمین شیمی نهشته بوکسیتی سیاهرودبار، جنوب شرق گرگان"، بیست و سومین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه دامغان، ۱۳۹۴.
- ۱۹- شمعیان، غ.ج. و مریدی، ز.، "کانی شناسی، ژئوشیمی و خاستگاه نهشته بوکسیت رسی شیرین آباد، جنوب شرق گرگان"، فصلنامه زمین شناسی ایران، شماره ۳۹، ۱۳۹۵، ص ۱۰۳-۱۱۵.
- ۲۰- سهیلی نیا، س. و صادقی فلک دهی، ص.، "پراکندگی زمانی کانسارهای بوکسیت ایران"، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین شناسی، ۱۳۸۴.
- ۲۱- سایت سازمان نظام مهندسی معدن ایران، بخش لیست معدن استان ها (<http://www.ime.org.ir/idminelist/>)
- ۲۲- سایت کاداستر معدن سازمان صنعت، معدن و تجارت، بخش نقشه معادن: (<http://cadastre.mimt.gov.ir/Map/Map.aspx?PNid=0>)
- ۲۳- افتاده، س.، زارعی درمیان، م.الف. و موسوی نسب، س.م.، "بوکسیت و اثرات زیست محیطی ناشی از فراوری آن"، مجله علوم زمین و معدن، شماره ۱۰۳، ۱۳۹۳.
- ۲۴- رفیعی، ب.، ملایی، ح.، رمضان پور، ح. و محسنی، ح.، "ویژگی های زمین شناسی و زمین آماری نهشته های بوکسیت تاگویی منطقه جاجرم، شمال شرق ایران"، مجله رسوب شناسی کاربردی، شماره یک، ۱۳۹۲، ص ۱-۱۳.
- یوزباشی زاده، ح.، "تولید آلومینیوم"، جزوه درسی، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی و علم مواد، ۱۳۸۲.