

امکان سنجی تاثیر پیش عمل آوری حرارتی (کلسیناسیون) در افزایش نسبت مدول در ذخیره بوکسیت نوع دیاسپوری بلبوویه با استفاده از جداکننده مغناطیسی شدت بالای تر

مهدی معظمی گودرزیⁱ؛ بهرام رضاییⁱⁱ؛ احمد امینیⁱⁱⁱ

چکیده

در این تحقیق امکان افزایش نسبت مدول آلومینا به سیلیس نمونه های بوکسیت دیاسپوری منطقه بلبوویه کرمان با استفاده از جدا کننده مغناطیسی شدت بالای تر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که امکان افزایش نسبت مدول در بخش مغناطیسی حاصل از نمونه خام، در شدت جریان ۶ آمپر (۱/۲۸ تسلا)، با بازیابی ۲۰/۲۲ درصدی آلومینا وجود دارد. نتایج آزمایش صورت گرفته بر روی نمونه های کلسینه شده نشان داد که با تغییر شدت میدان مغناطیسی می توان بازدهی جدایش را به نحوی بهبود بخشید که نسبت مدول بخش مغناطیسی در شدت جریان ۳ آمپر در بخشهای مورد بررسی به حداکثر مقدار خود برسد. همچنین کلسیناسیون نمونه در ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد، خاصیت مغناطیسی آنرا به میزان قابل توجه تقویت کرد و در نتیجه، بازیابی آلومینا به بخش مغناطیسی در شدت جریان ۳ آمپر به ۷۳/۵۶ درصد افزایش یافت.

کلمات کلیدی

بوکسیت دیاسپوری، نسبت مدول، بلبوویه، کلسیناسیون، جدایش مغناطیسی

Feasibility of Thermal Pretreatment on Increasing Module Ratio of Diasporic Bauxite Deposit, Bolboloieh, Kerman by Wet High Gradient Magnetic Separator

M.Moazemi, B.Rezai, A.Amini

ABSTRACT

In this paper, increase in module ratio ((ratio of Al_2O_3 to SiO_2)) of diasporic bauxite samples from Bolboloieh area, Kerman, by high gradient magnetic separator were investigated. Obtained results from crude samples were shown module ratio, it can be increased in magnetic product with 20.22% alumina recovery at field intensity of 6 ampere (1.28 Tesla). Further experiments on calcined samples proved that module ratio can be improved by varying magnetic field intensity and module ratio maximized at field intensity of 3 ampere. Also calcining samples at 1000°C, intensified bauxite magnetic property. As a result, alumina recovery to magnetic product reached to 73.56% at optimum field intensity of 3 ampere.

KEYWORDS

Diasporic Bauxite, Module ratio, Bolboloieh area, Kerman, magnetic separator, calcination

ⁱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی فرآوری مواد معدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران)؛

Email: mehdi.moazemi@gmail.com

ⁱⁱ استاد دانشکده مهندسی معدن متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلی تکنیک تهران)؛

Email: brezai1@yahoo.com

ⁱⁱⁱ کارشناس ارشد، سازمان زمین شناسی ایران؛ Email: birjandy@yahoo.com

با افزایش روز افزون تقاضا برای بوکسیت به عنوان مهمترین ماده اولیه جهت تولید آلومینیوم، ظرفیت تولید این محصول در سالهای اخیر با نرخ رشد سالانه ۲ میلیون تن مواجه گردیده است [۱]. بررسیها نشان می‌دهد در صورتی که اکتشافات جدیدی بر روی ذخایر بوکسیتی جایگزین صورت نگیرد، ذخایر موجود توانایی تامین نیازهای جهانی را تا بیش از ۲۵ سال آینده نخواهند داشت [۲]. این در حالیست که قیمت آلومینیوم در سالهای اخیر به نرخ صعودی خود ادامه داده و در ۳ ماه آخر سال ۲۰۰۵ با رشدی بی سابقه به بیش از ۲۰۰۰ دلار در هر تن رسیده است [۳]. با توجه به نکات ذکر شده بوضوح می‌توان به اهمیت فرآوری ذخایر با کیفیت پایین که شاید در گذشته، کمتر مورد توجه قرار گرفته اند، به عنوان منابع جدید جهت استحصال آلومینا پی برد.

کیفیت بوکسیت به کمک نسبت آلومینا به سیلیس موجود در نمونه موسوم به "نسبت مدول" بیان می‌شود. بزرگی این نسبت اثر مستقیمی در بازدهی فرآیند بایر به عنوان رایج ترین روش جهت استحصال آلومینا از سنگ معدن بوکسیت دارد. اهمیت این نسبت به گونه ای است که افزایش آن می‌تواند باعث افزایش قابل توجه آلومینای بازیابی شده در محلول نهایی لچینگ گردد، به همین دلیل بیشتر مطالعات فرآوری بر روی ذخایر بوکسیت در جهت کاهش سیلیس و افزایش نسبت مدول صورت گرفته است.

در ایران نیز با توجه به وجود ذخایر مونوهیدرات نوع بوهمیتی و دیاسپوری با کیفیت پایین، انجام مطالعات فرآوری می‌تواند منجر به تبدیل این ذخایر به معادن قابل بهره برداری گردد.

ذخیره دیاسپوری بلبلوویه در بیست کیلومتری جنوب شرق کرمان در امتداد جاده کرمان - ماهان واقع شده است این ذخیره با توجه به عیار قابل توجه آلومینا نسبت به سایر ذخایر داخلی و همچنین ذخیره معدنی قابل توجه، می‌تواند به عنوان یکی از مهمترین ذخایر بوکسیتی در کشور پس از ذخیره بوکسیت دیاسپوری جاجرم مطرح گردد. از لحاظ زمین شناسی و بر اساس طبقه بندی والتون ذخیره بلبلوویه از نوع کارستی^۲ با منشأ لاتریتی^۴ است [۴].

مطالعات بر روی بوکسیت‌های دیاسپوری نشان داده اند که کانی های حاوی آلومینیوم در درون اوولیت‌هایی قرار دارند که دارای سیلیس پایین و هماتیت بالا باشند، لذا با استفاده از جداکننده مغناطیسی، امکان خارج کردن کانیهای حاوی آلومینیوم همراه با کانی های آهن دار تحت میدان مغناطیسی از

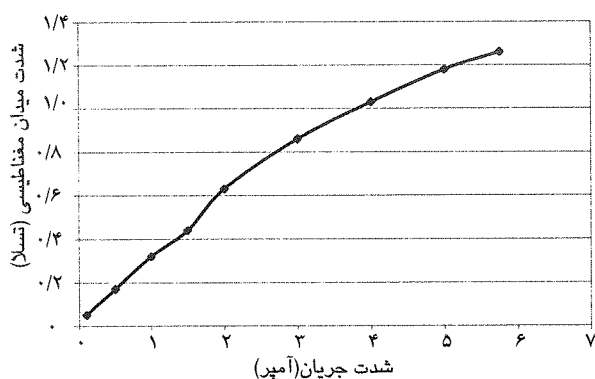
ماتریکس کمتر مغناطیسی وجود دارد [۵]. این تحقیق به بررسی امکان افزایش نسبت مدول نمونه های خام و کلسینه شده بوکسیت منطقه بلبلوویه با استفاده از جداکننده مغناطیسی شدت بالای تر می‌پردازد.

۲- مواد اولیه، تجهیزات و روش تحقیق

مطالعات بر روی بوکسیت دیاسپوری کم عیار منطقه بلبلوویه کرمان که پس از طی مراحل آماده سازی تا زیر ۲۲۶۰ میکرون (۸ مش) خرد گردیده بود، صورت گرفت. بر اساس نتایج آنالیز شیمی مقدار Al_2O_3 ، Fe_2O_3 ، SiO_2 به ترتیب برابر ۲۶/۶، ۲۷/۰۲ و ۲۰/۳۲ درصد است. مطالعات میکروسکپی و آنالیز XRD صورت گرفته بر روی نمونه معرف مورد استفاده در این آزمایش ها، نشان داد که دیاسپور، هماتیت و کائولینیت کانیهای اصلی و آناتاز، گوتیت، کواتز و ایلیت کانی های فرعی موجود در نمونه می‌باشند.

عملیات کلسیناسیون نمونه ها توسط کوره الکتریکی ۱۲۰۰ درجه انجام شد. نمونه ها پس از سرد شدن توسط آسیای میله‌ای آزمایشگاهی به روش تر خرد و جهت انجام آزمایش‌های آماده سازی گردید.

این آزمایشها با استفاده از جداکننده مغناطیسی شدت بالای تر مدل کارپکو صورت گرفت. به منظور اندازه گیری دقیق شدت میدان دستگاه، این کمیت مستقیما و با استفاده از تسلا متر اندازه گیری گردید. ارتباط بین شدت جریان عبوری و میدان مغناطیسی برای این دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- تغییرات شدت میدان مغناطیسی در شدت جریانهای مختلف

۳- آزمایشها بر روی نمونه اولیه

محصول سنگ شکن استوانه ای پس از خردایش در سنگ شکن استوانه‌ای به مدت ۲۴ دقیقه تا ابعاد کوچکتر از ۲۵۰ میکرون خرد گردید. سپس محصول بدست آمده از آسیا

توسط سردن ۱۷۰ مش به دو بخش ۲۵۰-۹۰+ و ۹۰- میکرون جدا گردید. نمونه های حاصل از تجزیه سردنی به صورت جداگانه در شدت جریان های ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۴/۵ و ۶ آمپر که به ترتیب متناظر با ۰/۱۷، ۰/۳۲، ۰/۸۶، ۱/۱۱ و ۱/۲۸ تسلا می باشد با درصد جامد پالپ ۲۰ درصد از دستگاه عبور داده شد.

پس از خشک شدن و توزین نمونه ها مشاهده گردید که بازیابی وزنی نمونه به بخش مغناطیسی در شدت جریان های پایین، اندک است و حداکثر بازیابی وزنی در بخش مغناطیسی در شدت جریان ۶ آمپر بدست آمد که بخشهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی حاصل از آن تجزیه شیمیایی گردید.

جدول ۱ نتایج حاصل از این آزمایشها را نشان می دهد. با توجه به جدول، درصد سیلیس در بخش مغناطیسی حاصل از هر دو بخش ابعادی کاهش و نسبت مدول افزایش می یابد. همچنین در حدود ۸۰ درصد از آلومینا در بخش غیر مغناطیسی بازیابی می گردد. علاوه بر آلومینا درصد مشابهی از هماتیت نیز که می بایست خواص مغناطیسی بیشتری نسبت به آلومینا از خود نشان دهد، در بخش غیر مغناطیسی بازیابی می گردد.

ع- آزمایشها بر روی نمونه کلسینه شده

نمونه آماده سازی شده پس از طی مراحل سنگ شکنی توسط کوره الکتریکی و در دمای ۱۰۰۰ درجه به مدت ۱ ساعت حرارت داده می شود. پس از عملیات حرارتی، خاصیت مغناطیسی نمونه به میزان قابل توجهی افزایش یافت به گونه ای که حتی امکان جذب آن با آهنربای معمولی فراهم گردید. نمونه بدست آمده از کوره توسط آسیای میله ای تا ابعاد کوچکتر از ۲۵۰ میکرون خرد و توسط سردن ۱۷۰ مش (۹۰ میکرون) به دو بخش ۲۵۰-۹۰+ و ۹۰- میکرون تقسیم گردید. نتایج حاصل از این آزمایشات به طور خلاصه در جدول ۲ ذکر گردیده اتد.

ع-۱- جداسازی بر روی بخش ابعادی ۲۵۰-۹۰+ میکرون

نمونه باقیمانده روی سردن، به نمونه های کوچکتر ۱۲۰ گرمی تقسیم گردید. هریک از نمونه ها در شدت جریان های ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۴/۵ و ۶ آمپر دستگاه با درصد جامد پالپ ورودی ۲۰ آزمایش گردید. جدول ۲ و شکل های ۲ و ۳ نتایج بدست آمده از این آزمایشها را نشان می دهد. با توجه به شکل ۲ نسبت مدول در بخش مغناطیسی در شدت جریان های ۰/۵ و ۱/۵ آمپر، کمتر از بار ورودی است. اما با افزایش شدت جریان تا ۳ آمپر، نسبت مدول بخش مغناطیسی افزایش یافته و به حداکثر مقدار خود یعنی ۱/۸۸ می رسد.

شکل ۳ بازیابی آلومینا برای محدوده ابعادی ۲۵۰-۹۰+ میکرون در شدت جریان های اعمالی را نشان می دهد. همانطور

که در شکل دیده می شود، با افزایش شدت جریان، بازیابی وزنی و بازیابی آلومینا در بخش مغناطیسی، مرتباً افزایش می یابد و در شدت جریان ۴/۵ آمپر، بازیابی آلومینا به حداکثر مقدار خود برابر ۸۷/۱۲ درصد می رسد.

ع-۲- جداسازی بر روی بخش ابعادی ۹۰- میکرون

آزمایشهای این بخش نیز بر روی نمونه های ۱۲۰ گرمی در شرایط درصد جامد پالپ ورودی برابر ۲۰ و شدت جریانهای ۰/۵، ۱/۵، ۲، ۴/۵ و ۶ آمپر صورت گرفت. شکل ۴ تغییرات نسبت مدول در برابر شدت جریان برای بخش ابعادی ۹۰- میکرون را نشان می دهد. با توجه به شکل، نسبت مدول در تمامی بخشهای مغناطیسی بدست آمده در شدت جریانهای مختلف نسبت به بار ورودی افزایش نشان می دهد. روند تغییرات نسبت مدول به گونه ای است که با افزایش شدت جریان از ۰/۵ آمپر تا ۳ آمپر نسبت مدول به حداکثر مقدار خود رسیده و سپس مجدداً در شدت جریان ۴/۵ آمپر کاهش می یابد.

در شکل ۵، درصد وزنی و درصد آلومینای بازیابی شده به بخش مغناطیسی نشان داده شده است. با افزایش شدت جریان تا ۳ آمپر، بازیابی آلومینا به ۶۷/۲۴ درصد افزایش یافته و با افزایش بیشتر شدت جریان، میزان بازیابی آلومینا تغییری نمی کند.

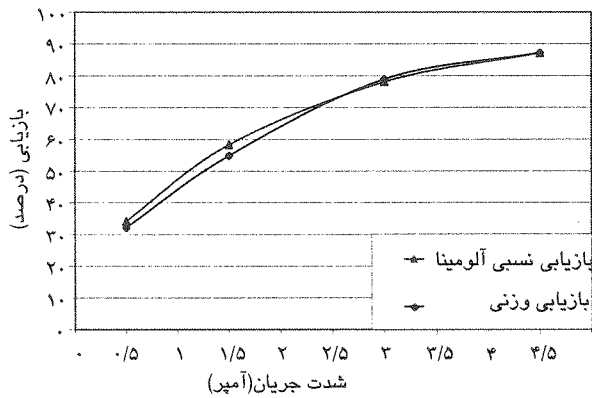
ه- بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشها بر روی نمونه خام، نسبت مدول در محصول مغناطیسی، با وجود بازیابی اندک آلومینا به این بخش، برای هر دو محدوده ابعادی ۲۵۰-۹۰+ و ۹۰- میکرون نسبت به خوراک ورودی افزایش نشان می دهد.

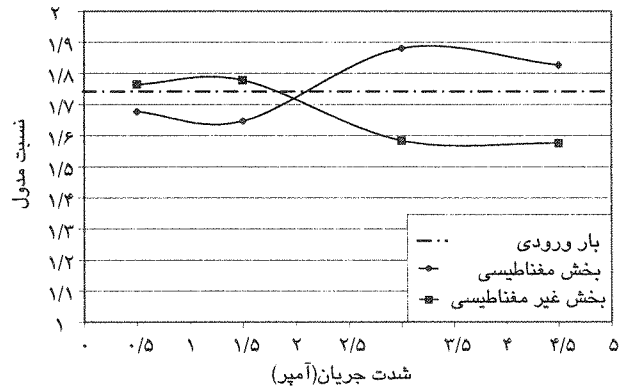
بر اساس مطالعات انجام شده بر روی بوکسیت های دیاسپوروی و بوهمیتی، کانی های حاوی آلومینیوم در درون اولیتهایی قرار دارند که دارای سیلیس پایین و هماتیت بالا می باشند و اغلب سختی بیشتری نسبت به ماتریکس در بر گیرنده از خود نشان می دهند [۵]. مطالعات بر روی بوکسیت منطقه بلبلوویه، افزایش نسبت مدول را با کمک خردایش انتخابی تایید کرد. بدین ترتیب با خردایش اولیتهای سخت از ماتریکس با سختی کمتر و جدایش این اولیتهای سخت غنی از آلومینا و آهن، با کمک تجزیه سردنی، نسبت مدول افزایش یافت. بررسیهای میکروسکپی نیز موید حضور اولیتهای بود. شکل های ۶ و ۷ مقاطع میکروسکپی اولیتهای بوکسیتی موجود در نمونه مورد مطالعه را در نور عادی و نور پلاریزه نشان می دهند. با توجه به نتایج حاصل از خردایش انتخابی و بررسیهای میکروسکپی افزایش نسبت مدول و عیار آهن را می توان به

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمایشات مغناطیسی شدت بالا بر روی نمونه خام

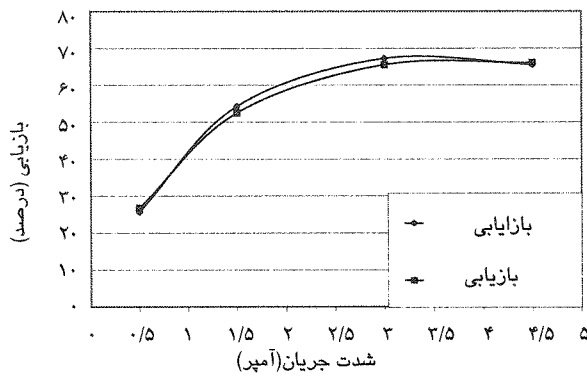
نسبت مدول	بازیابی آلومینا (درصد)	بازیابی هماتیت (درصد)	درصد سیلیس	درصد آلومینا	محصول	ابعاد (میکرون)
۱/۷۵	۱۰۰	۱۰۰	۲۰/۴۵	۳۵/۷۹	خوراک	> ۲۵۰
۲/۰۸	۱۰/۳۰	۱۰/۸۸	۱۷/۳۳	۳۵/۹۹	مغناطیسی	+۹۰-۲۵۰
۱/۷۵	۴۸/۹۹	۴۸/۴۴	۲۱/۰۲	۳۶/۷۸	غیر مغناطیسی	
۱/۹۸	۹/۸۹	۱۰/۱۱	۱۷/۲۷	۳۴/۲۲	مغناطیسی	-۹۰
۱/۶۰	۳۰/۸۲	۳۰/۵۷	۲۱/۶۶	۳۴/۶۶	غیر مغناطیسی	



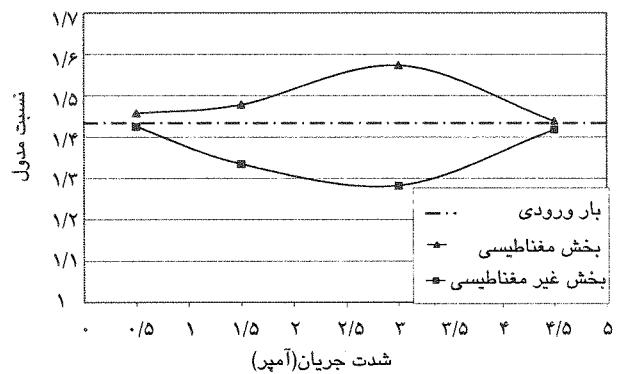
شکل ۳- تغییرات بازیابی وزنی و بازیابی آلومینا به بخشهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی حاصل از فراکسیون +۹۰-۲۵۰ در شدت های مختلف



شکل ۲- تغییرات نسبت مدول در بخشهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی حاصل از فراکسیون +۹۰-۲۵۰ در شدت های مختلف



شکل ۵- تغییرات بازیابی وزنی و بازیابی نسبی آلومینا به بخشهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی حاصل از فراکسیون -۹۰ در شدت های مختلف



شکل ۴- تغییرات نسبت مدول در بخشهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی حاصل از فراکسیون -۹۰ در شدت های مختلف

جدول ۲ - نتایج حاصل از آزمایشات مغناطیسی شدت بالا بر روی نمونه کلسینه شده

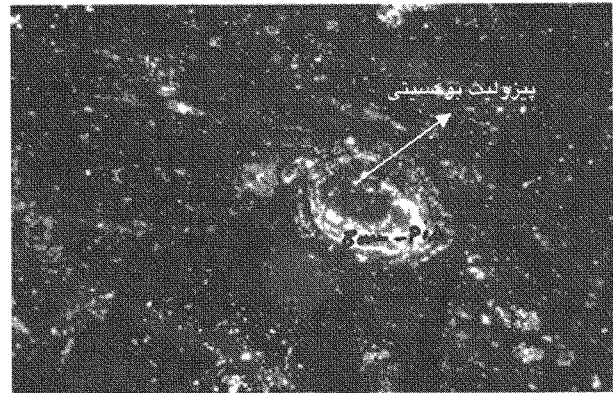
نسبت مول	بازایی آلومینا (درصد)	بازایی نسبی	درصد وزنی	درصد سیلیس	درصد آلومینا	محصول	ابعاد (میکرون)
۴/۵	۸۸/۶۱	۵۳/۴۳	۰/۹/۸۱	۲۴/۳۱	۷۵/۴۴	مغناطیسی	+۹۰-۲۵۰
	۳۳/۱	۵۰/۵۶	۰/۸/۶۶	۸/۸۱	۳۲/۷۱	مغناطیسی	
	۷/۵/۱	۷۷/۸۱	۸/۹/۸۱	۶۸/۴۱	۳۸/۲۲	غیر مغناطیسی	
۳	۸۷/۱	۲۱/۸۷	۳/۰/۸۷	۱۷/۲۱	۳۸/۵۵	مغناطیسی	+۹۰-۲۵۰
	۳۳/۱	۶۸/۸۱	۶۳/۴۳	۶۴/۴۳	۱۵/۲۱	غیر مغناطیسی	
	۸۵/۱	۳۲/۸۶	۱۵/۵۶	۳۸/۲۱	۳۵/۴۱	مغناطیسی	
۱/۵	۷۸/۱	۰/۹/۷۸	۷۸	۵۴/۰/۶	۸۰/۲۸	مغناطیسی	+۹۰-۲۵۰
	۷۳/۱	۶۸/۵۳	۳۵/۸۳	۸۱/۰/۶	۱۸/۰/۶	غیر مغناطیسی	
	۷۸/۱	۳۷/۳۱	۶۳/۸۵	۵۰/۸۸	۶۵/۲۱	مغناطیسی	
۰/۵	۶۳/۱	۶۴/۳۸	۸۸/۸۵	۱۶/۰/۶	۲۰/۴۳	مغناطیسی	+۹۰-۲۵۰
	۳۳/۱	۵۰/۳۳	۸۸/۸۵	۶۳/۸۸	۶۷/۲۲	غیر مغناطیسی	
	۶۳/۱	۸۸/۱۱	۸۸/۸۱	۲۵/۱۶	۲۸/۱۶	مغناطیسی	

کلسینه شده که در جدول ۲، نشان داده شده است، موید این مطلب می‌باشد. با توجه جدول ۲ مجموع بازیابی آلومینای موجود در هر دو بخش ابعادی به بخش مغناطیسی در شدت جریان ۴/۵ آمپر تا ۷۷/۲۵ درصد افزایش می‌یابد. علاوه بر این، مطالعات بر روی نمونه کلسینه شده نشان داد که با تغییر شدت جریان دستگاه، علاوه بر افزایش بازیابی آلومینا، می‌توان نسبت مدول محصول مغناطیسی را نیز بهبود بخشید. بر این اساس، نسبت مدول در هر دو بخش ابعادی مورد بررسی در شدت میدان ۳ آمپر حداکثر گردید که در نتیجه آن نسبت مدول محصول نهایی، با بازیابی ۷۳/۵۶ درصدی آلومینا به ۱/۷۴ افزایش یافت. شکل ۸ شمای کلی عملیات در شدت میدان بهینه ۳ آمپر را نشان می‌دهد.

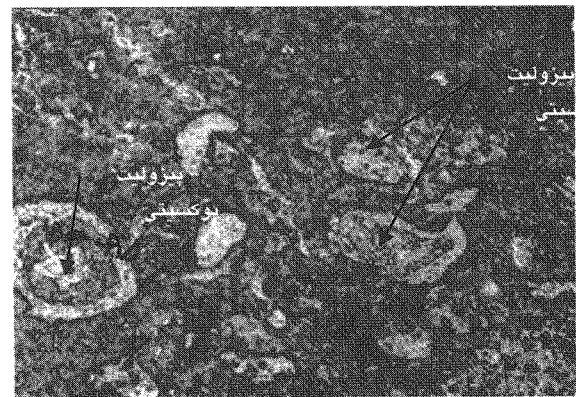
افزایش بازیابی آهن و در پی آن آلومینا را به بخش مغناطیسی برای نمونه کلسینه شده نسبت به نمونه خام می‌تواند ناشی از خاصیت مغناطیسی محدود هماتیت موجود نمونه خام باشد. بررسی‌های بر روی بوکسیت نشان داده اند که به کمک کلسیناسیون بوکسیت می‌توان خواص مغناطیسی هماتیت و گوتیت را تقویت کرد به نحویکه حتی در شدت میدانهای مغناطیسی ضعیف تر، بخش بیشتری از نمونه را نسبت به نمونه کلسینه نشده جذب کرد [۶]-[۷]. راج و همکاران مطالعات گسترده ای بر روی تغییرات فاز ترکیبات آهن داخل بوکسیت در اثر حرارت انجام داده اند. بر اساس نتایج در دمای ۲۵۰ درجه تمامی گوتیت موجود در نمونه تبدیل به هماتیت می‌گردد. با افزایش دما به ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه، آلومینیوم جانشین شده در شبکه هماتیت، خارج شده و پس از ترکیب با سیلیس آمورف تشکیل کانی مولیت را می‌دهد. با خروج آلومینیوم از شبکه هماتیت، خاصیت مغناطیسی آن به میزان قابل توجهی افزایش یافته و امکان جذب در شدت میدان های کمتر فراهم می‌گردد [۸].

۶- نتیجه گیری

- ۱- نتایج بدست آمده از جداسازی در مورد نمونه های خام نشان داد که امکان کاهش سیلیس و افزایش نسبت مدول در بخش مغناطیسی با بازیابی آلومینای ۲۰/۲۲ درصد وجود دارد.
- ۲- تغییر شدت میدان مغناطیسی، بازدهی جداسازی برای نمونه های کلسینه شده را بهبود بخشید که در نتیجه بالاترین نسبت مدول برای هر دو بخش ابعادی مورد بررسی در شدت جریان ۳ آمپر بدست آمد.



شکل ۶- پیزولیت بوکسیتی در خمیره ریز بلور (مقطع نازک - ۳۳ برابر نور پلاریزه)



شکل ۷- بافت آواری حاوی پیزولیت‌های بوکسیتی (مقطع صیقلی - ۳۳ برابر نور عادی)

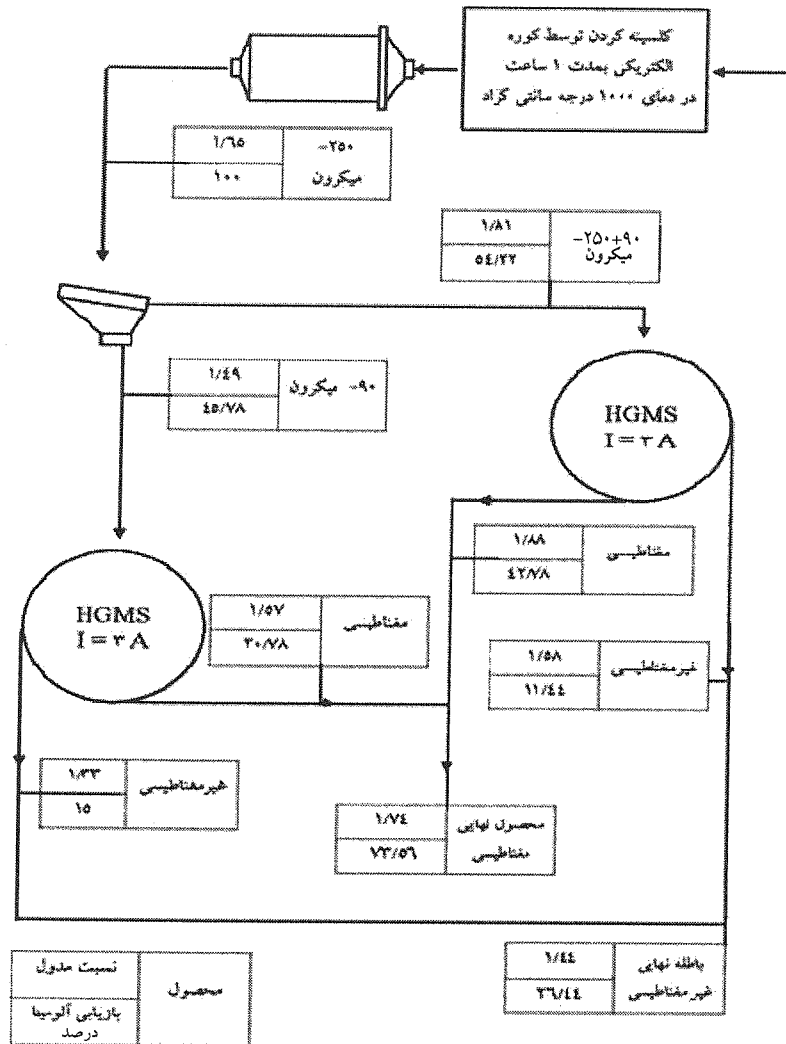
جدایش همزمان کانیهای حاوی آهن به همراه آلومینیوم که درون اوولیتها جای گرفته اند نسبت داد. لازم به ذکر است که افزایش عیار آهن اثر چندانی در استخراج آلومینا طی فرآیند بایر ندارد [۵]. بدین ترتیب با بکارگیری میدان مغناطیسی قوی، دیاسپور موجود در اوولیتها همراه با هماتیت جذب و با شستشوی ماتریکس با خاصیت مغناطیسی ضعیف تر، نسبت مدول در بخش مغناطیسی را افزایش داد. ماتریکس با خاصیت مغناطیسی ضعیف تر، می‌تواند نسبت مدول در بخش مغناطیسی را افزایش داد.

همانطور که پیشتر بیان شد با وجود افزایش نسبت مدول در بخش مغناطیسی حاصل از نمونه های خام، بازیابی آلومینا و هماتیت در بخش مغناطیسی در شرایط حداکثر توان دستگاه، حداکثر به مقادیر اندک ۲۰/۲۲ و ۲۱ درصد رسید. برای افزایش بازیابی نمونه های بوکسیت بلبویه تحت عملیات کلسیناسیون قرار گرفت. نتایج نشان داد با کلسینه کردن، بازیابی آهن و بدنبال آن آلومینا در بخش مغناطیسی افزایش می‌یابد. نتایج مربوط به بازیابی آلومینا به بخش مغناطیسی برای نمونه

۵- با تنظیم شدت دستگاه بر روی شرایط بهینه ۳ آمپرنسبت مدول برای محصول مغناطیسی نهایی به ۱/۷۴ افزایش و برای بخش غیر مغناطیسی به ۱/۴۳ کاهش یافت. در این شرایط بازیابی آلومینا به بخش مغناطیسی برابر ۷۳/۵۶ درصد محاسبه گردید.

۳- در اثر کلسیناسیون نمونه، خاصیت مغناطیسی آن نسبت به نمونه خام افزایش یافته و بازیابی کلی آلومینا در بخش مغناطیسی تا ۷۷/۲۵ درصد افزایش یافت.

۴- مطالعات بر روی نمونه کلسینه شده نشان داد با افزایش شدت میدان مغناطیسی می‌توان بازیابی آلومینا به بخش مغناطیسی را افزایش داد.



شکل ۸- شمای کلی عملیات در شدت جریان بهینه ۳ آمپر

۷- مراجع

www.lme.co.uk/dataprices_pricegraphs.asp, 5
January, 2006
ایرلنمنش مهدی، ۱۳۷۵ "ارزیابی اقتصادی - کاربردی و بررسی ژنز نهشته بوکسیت - لاتریت منطقه بلبلوویه کرمان". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ص ۴ و ۶۳.

- [۱] Victor L. Rayzman, August 2003, "Extracting silica and alumina from low grade bauxite", JOM pp: 47-50
- [۲] Meyer, F.M, 2004, "Availability of bauxite reserves", Natural Resources Research, Vol. 13, no. 3, pp. 161-172.

Rao, R.B, 2002, "Effect of thermal pretreatment on grindability and upgradation of bauxite for refractory applications", Light Metals 2002 TMS Annual Meeting; Seattle, WA; USA; 2002. pp. 205-208.

RaJ, D., 2004,"High temperature transformation of Iron Minerals in bauxite", Hyperfine Interactions, pp:153-158.

[V] Leonard Jacob, "Proceeding of 1984 bauxite symposium", published by SME Los angles, California PP: 711 – 714. [۵]

[A] Rao, R.B, 1997, "The effect of pretreatment on magnetic separation of ferruginous minerals in bauxite", Magnetic and Electrical Separation (USA). Vol. 8, no. 2, pp. 115-123. [۶]

۷- زیر نویس

¹ Module Ratio

² Walton

³ Karst Type Bauxite Deposit

⁴ Laterite Origin