



بهینه سازی پارامترهای مؤثر در شناورسازی کانسنگهای اکسید سرب و روی بكمک کلکتورهای کی لیت ساز با استفاده از طراحی آزمایش

عبدالمطلب حاجتی^{۱*}، احمد خدادادی^۲، سید محمد جواد کلینی^۳

^۱ کارشناس ارشد مهندسی معدن- فرآوری مواد معدنی، سازمان انرژی اتمی ایران، واحد کانه آرایی و سوت

mailto:am_hajati@yahoo.com

^۲ دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، گروه فرآوری مواد معدنی

چکیده

در اکثر مواقع، بخشی اعظمی از کانسنگهای استخراج شده معدن بدليل تاثیر عوامل طبیعی، بشدت اکسید می شوند و مقادیر قابل توجهی از ذخایر با مشکلات خاص فرآوری روبرو می گردند. اکسیداسیون شدید کانسنگها قادر است با افزایش نرخ خردابیش، نرخ تولید نرمه، اتلاف فلز به بخش باطله و کاهش نرخ بازیابی و عیار فلز، مشکلات عدیده ای در فرآیندهای فرآوری از جمله فلوتاپسیون ایجاد نماید. با افزایش حلالیت کانیهای اکسیدی و شرایط هیدروفیلی شدید سطح ذرات بهمراه ورود کاتیونهای فلزی در محلول، بطور قابل توجهی میزان آبرانی سطح ذرات و میزان چسبندگی آنها به جبابها کاهش می یابد. در این شرایط پر عیار سازی کانیهای مورد نظر با روشهای معمول فلوتاپسیون بسیار مشکل میگردد. در این تحقیق تستهای مختلف فلوتاپسیون بر روی کانسنگهای اکسید سرب و روی دپوی باطله معدن گوشفیل، حاوی کانیهای اصلی سروزیت، گالن، اسمیت زونیت، اسفالریت و کانیهای اکسید آهن با عیارهای سرب ۷/۵٪ و ۱۳٪ و آهن ۷/۵٪ و آهن ۱۳٪ ، بكمک مواد شیمیایی کی لیت ساز اکسین و دیتیزون (بدون ایجاد سولفیداسیون سطحی) انجام گردید. با بهینه سازی پارامترها و ارزیابی نتایج بكمک طراحی آزمایش تاگوجی و RSM. اکسین انتخابی تر از دیتیزون انتخاب بdst آمد. در شرایط بهینه پارامترها، عیار سرب، روی و آهن بتنریب ۲/۷۷٪ و ۱۵/۵۵٪ و ۳/۵۱٪ و بازیابی آنها به ۷/۷۵٪، ۱۰/۱۱٪ و ۱۰/۱۲٪ بdst آمد.

کلمات کلیدی: فلوتاپسیون، کانی اکسیده، سرب، روی، دپوی باطله، اکسین، دیتیزون، تاگوجی، RSM

۱- مقدمه

مقادیر بسیار بالای کانسنگهای مختلف موجود در معدن سطحی جهان، تحت تاثیر شرایط محیط (آب و هوازی، ژئوشیمیایی و غیره) شدیداً اکسید شده و بصورت دپوهایی از باطله در کنار معدن کنار گذاشته شده‌اند. از جمله ذخایر پر عیاری که امروزه از نظر فلوتاپسیون با مشکل مواجه اند، شامل کانی های اکسیده سرب، روی، مس، قلع وغیره هستند. وجود آب و ترکیبات حاوی اکسیژن بر سطح کانیها قابلیت آبرانی(هیدروفوب) آنها را کاهش داده و خواص آبپذیری (هیدروفیلی) آنها را افزایش می دهد. این امر سبب

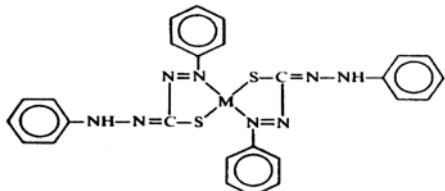


غیر انتخابی شدن کانی مورد نظر در روش فلوتاسیون می‌گردد. بنابراین وجود تنازه‌های بالایی از باطله، حاوی کانیهای اکسیده فلزی در کنار اکثر معدن روپا، دیپو و غیر قابل استفاده مانده‌اند. نمونه‌های بسیار زیادی از این دپوهای باطله با ارزش در سطح جهان وجود دارند. از جمله این موارد می‌توان به معادن Goro، Monteponi و Sardinia در ایتالیا، معادن Alene در مسکو، معادن Ferricrete در کلرادو آمریکا، معادن Aznalcollar در اسپانیا و دپوی باطله اکسیدی معادن گوشفیل و دیگر معادن ایرانکوه، مهدی آباد یزد و غیره در ایران اشاره کرد. [۱ و ۲]

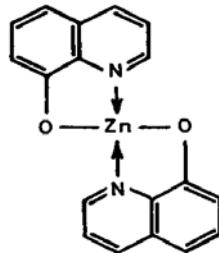
تکنولوژی‌های جدید فرآوری و اقتصادی تنها راه حلی است که زمینه تحقیقات محققین را برای حل این مشکل در سطح جهانی فراهم می‌کند. از جمله منابع بزرگی که در آینده نه چندان دور بسیار اقتصادی و مورد توجه قرار خواهد گرفت، دپوهای باطله فلزی و غیر فلزی (بدون پرداخت هزینه‌های اکتشافی و استخراجی و حمل و نقل به خارج از معادن) خواهد بود.

در طراحی سیستمهای فلوتاسیون، عملکرد انتخابی کلکتور در جدایش کانی از گانگ، بسیار با اهمیت می‌باشد. سطوح اکثر کانیهای اکسیده پس از عملیات خردایش و قبل از تاثیر گردن بر نوع عوامل شیمیایی، بسادگی توسط آب تر می‌شوند. بنابراین سطح اکثر کانیهای اکسیده بسختی بطور انتخابی هیدروفوب شده و در نتیجه شدت عمل چسبیدن ذرات به حباب را تحت تاثیر قرار می‌دهد (کاهش می‌دهد). هدف از بکارگیری مواد شیمیایی در فلوتاسیون، ایجاد آبرانی انتخابی در سطح ذرات و یا جلوگیری از آبران شدن آنها (بازداشت) می‌باشد. [۳] در حال حاضر روش فرآوری مناسبی برای این نوع اکسیدها همانند نتایج حاصل از فلوتاسیون سولفیدها، در صنعت بکار گرفته نشده است. از دلایل عدمه این امر عبارتست از: حلالیت کانیهای اکسیده در آب بسیار قابل توجه بوده و کلکتورها بجای واکنش در سطح با کاتیونهای فلزی بصورت واکنشهای شیمیایی، در داخل محلول، با آنها وارد واکنش می‌شوند، و بنابراین شدت آب گریزی سطح کانیها، تضعیف می‌گردد. یکی از روش‌های معمول برای رفع این مشکل، سولفیداسیون سطح کانیها بكمک مواد سولفید کننده است. در این شرایط قابلیت شناورسازی انواع کانیهای اکسیده بطور ویژه ای افزایش می‌یابد.

در سالهای اخیر، تحقیقات زیادی در پر عیار سازی کانیها بدون سولفیداسیون سطح ذرات انجام شده است. در برخی موارد مواد شیمیایی کی لیت ساز نیز به عنوان کلکتور، انتخاب شده است. (در برخی موارد انتخابی تر از گزنتاتها عمل شده است). به همین خاطر کاربرد مواد شیمیایی کی لیت ساز، بصورت ساختارهای سنتزی در مقیاس آزمایشگاهی برای کانسنسگهای مورد نظر ساخته شده است. ساختار مولکولی این مواد، زنجیره‌های هیدروکربنی می‌باشد که مخلوطی از ساختارهای حلقوی- خطی و حلقوی الکوکسیل نظیر سریهای مرکاپتونزوتیازول و آمینوتیوفنل هستند. بنابرگ از رسانیده از منابع مختلف مطالعات بسیار زیادی برای انتخاب کلکتوری با قابلیت انتخابی بالا و هزینه‌های کمتر در محدوده وسیعی شروع شده



شکل (۲) کمپلکس چلات دیتیزون [۲]



شکل (۱) فرم مولکولی چلات اکسین با فلز روی [۲]

و ادامه دارد. و لیکن این مشکل هنوز بطور اساسی مخصوصاً از نظر اقتصادی و فنی حل نشده است. بر اساس گزارشات و مقالات موجود برای انتخاب کلکتور مناسب اسمیت زونیت موادی نظری اکسین، زینکون، اسید آترانالیک، اسید کیونالدینیک و پیریدین انتخاب شدند و طی تستهای فلوتاسیون پیریدین و اکسین بیشترین تاثیر را بر فلوتاسیون اسمیت زونیت داشتند. این تحقیقات حاکی از آن است که اکسین در محدوده وسیعتری نسبت به pH، اسمیت زونیت را شناور می سازد. در گزارش‌های دیگری اثر دیتیزون نیز پیشنهاد شده است. بنابراین برای بررسی قابلیت شناورسازی اسمیت زونیت موجود در دپوی باطله معدن گوشفیل اکسین و دیتیزون انتخاب شدند.

۱-۱- مواد شیمیایی چلات کننده اکسین و دیتیزون:

Oxine-۱-۱-۱: اکسین یک ترکیب کربوکسیلی سفید رنگ، با وزن مولکولی $145/16$ گرم بر مول، فرمول مولکولی $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}$ و نقطه ذوب $76-75^\circ\text{C}$ درجه سانتیگراد می‌باشد. این ماده غیر قابل حل در آب بوده ولی در اکثر حلالهای آلی مانند اترها، الکلها، هیدروکربنهای آروماتیک، استن، اسید استیک، اتیل الکل، بنزن و کلروفرم قابل حل می‌باشد. استن یکی از انواع حلالهایی است که بخاطر قطبیت اندک و حلالیت آن در آب و حلال چلات کننده در این تحقیق استفاده شده است. حلالیت اکسین در استن در درجه حرارت اتاق در حدود 20% می‌باشد. در این تحقیق بخاطر حل شدن استن در آب و شدن ماده چلات کننده بهمراه آب، سعی شده است تا غلظت اکسین در استن از 2% افزایش نیابد. در شکل (۱) فرم مولکولی چلات اکسین با فلز روی را نشان می‌دهد [۴ و ۵ و ۶ و ۷].



۱-۲-۱ Dithizone : دیتیزون(دی فنیل تیو کاربازون) (H_3Dz) با فرمول مولکولی C_6H_5N با رنگ جامد سیاه مایل به ارغوانی، با نقطه ذوب (۱۶۹-۱۶۵) درجه سانتیگراد می باشد. دیتیزون در کلروفرم به نسبت ۲ گرم در ۱۰۰ ml حل می شود و نسبتاً در تتراکلرید کربن کمتر حل می شود. (۰/۰۵ گرم در ۱۰۰ ml) و در آب نیز غیر قابل حل می باشد. این ماده در کلروفرم و تتراکربید کربن و استن بشدت برنگ سبز در می آید. این محلولها بشدت حساس و در مقابل نور برنگ قرمز در می آیند. در شکل (۲) فرم کمپلکس چلات دیتیزون با یک نوع فلز (M) را نشان می دهد [۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۱].

۲- مطالعات آزمایشگاهی

مقدار ۲۵ کیلوگرم نمونه معرف از دپوی باطله معدن گوشفیل باما با عیار تقریبی (۷/۵٪ روی تهیه و برای انجام تستهای فلوتاسیون کانیهای اکسیده آمده سازی گردید. نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی و XRD این نمونه وجود کانیهای باریت، دولومیت، کوارتز، اسمیتزوئیت، سروزیت، گوتیت، هماتیت، اسفالریت و گالن را تایید نموده است. مقادیر کمی ترکیبات مختلف موجود در نمونه مورد نظر از طریق آزمایشات XRF بدست آمد. این نتایج در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱): نتایج XRF نمونه [۱۲]

درصد عنصر یا ترکیب	نام ترکیب	درصد عنصر یا ترکیب	نام ترکیب
۳۰.۹۹	MnO	۱.۶۷۹	Na _۲ O
۱۲.۳۵۳	Fe _۲ O _۳	۶.۸۱۴	MgO
۵.۲۵۷	ZnO	۵.۴۲	Al _۲ O _۳
۷.۰۵۱	Zn _{tot}	۲۷.۳۷۶	SiO _۲
۰.۱۹۲	Sr	۰.۱۲۵	P _۲ O _۵
۷.۰۷	Ba	۴.۶۵	SO _۴
۲۰.۰۳۶	PbO	۱.۲۵۶	K _۲ O
۳.۳۹۳	Pb _{tot}	۱۵.۰۳۵	CaO
		۰.۲۲۵	TiO _۲

Trace: Cl, Ni, Cu, As, Rb, As, Rb, Cd, Sb = ۲.۵۳٪

با مطالعات میکروسکوپی و درجه آزادی کانیهای حاوی روی (اسمیتزوئیت+اسفالریت)، سرب (سروزیت + گالن) و کانیهای آهندار (هماتیت + گوتیت) بزرگترین ابعاد دانه بندی ۹۰ میکرون در



نظر گرفته شد. بدلیل وجود اثرات منفی نرمه در شناورسازی و چسبیدن آنها به سطح ذرات، محدوده دانه بندی مناسب در محدوده (۳۸-۹۰) میکرون در نظر گرفته شد. بدلیل وجود مقادیر بالای کانیهای آهندار در محدوده دانه بندی زیر ۹۰ میکرون مقادیر از این کانیها (اکسیده آهن) بروش مغناطیسی تا به ۵٪ کاهش داده شد. در جدول (۲) آنالیز نمونه اولیه زیر ۹۰ میکرون بعد از عبور از میدان مغناطیسی با شدت ۲ تسلا را نشان می دهد [۱۲].

جدول (۲) : آنالیز نمونه اولیه زیر ۹۰ میکرون بعد از عبور از میدان مغناطیسی با شدت ۲ تسلا [۱۲]

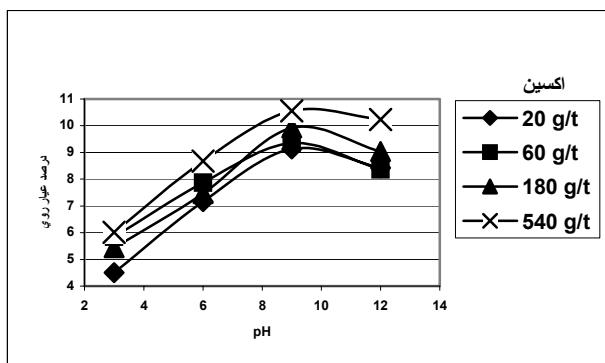
فلز	خوراک (%)	عيار مغناطیسی (%)	عيار بخش مغناطیسی (%)	عيار بخش غیر مغناطیسی (%)	بازیابی بخش غیر مغناطیسی (%)
روی	۷/۶	۷/۱	۸/۸۵	۷/۸۵	۹۰/۵۵
آهن	۱۲/۲	۲۲/۶۵	۳۵/۱۲	۵	۶۵/۶۸
سرب	۳/۵	۲/۵	۸/۲۵	۳/۰۱	۹۱/۸۱

۱-۲- طراحی آزمایش و بررسی فلوتواسیون به کمک اکسین و دیتیزون

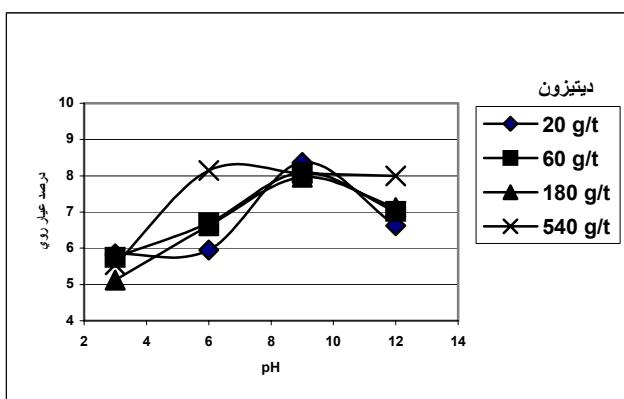
برای انجام تستهای فلوتواسیون محدوده دانه بندی (۳۸-۹۰) میکرون در نظر گرفته شد. برای انجام تستهای فلوتواسیون و تجزیه و تحلیل داده ها از روش آنالیز آماری تاگوچی و در مرحله بهینه سازی از نمودارهای سه بعدی سطح-پاسخ (Response-Surface) استفاده گردید. تعداد متغیرهای مورد استفاده در این آزمایشها هفت پارامتر بوده که عبارتند از: pH، غلظت کلکتور(گرم بر تن)، غلظت نشاسته(گرم بر تن)، غلظت تیوسولفات سدیم (گرم بر تن)، غلظت سیترات سدیم (گرم بر تن)، غلظت سیلیکات سدیم (گرم بر تن) و زمان آماده سازی (دقیقه). چون مقدار مصرف و میزان تغییرات هر یک از پارامترها نسبت به یکدیگر نامعلوم است، هر یک از آنها در چهار سطح برای آزمایش در نظر گرفته شد. در مرحله اول طراحی آزمایش تاگوچی، طرح L_{۲۲} و در مرحله دوم بهینه سازی طرح L_۹ پیشنهاد گردید. بعد از انجام این تستها بکمک کلکتور اکسین و دیتیزون نمودارهای آنها از طریق نرم افزار Qualitek-۴ ارزیابی گردید و نتایج آنها با همدیگر مقایسه و در انتها یکی از آنها به عنوان کلکتور بهتر انتخاب گردید و سپس مراحل بعدی بهینه سازی پارامترها دنبال گردید. در حالت بهینه سازی اولیه مقدار برخی از پارامترها مشخص گردید و برخی دیگر نیز از طریق نمودارهای سه بعدی محدوده امکان بهینه پاسخ مشخص شدند. در مرحله دوم بهینه سازی با کاهش تعداد پارامترها بهترین حالت مقدار آنها بررسی شدند [۸ و ۱۳ و ۱۴ و ۱۵]. پس از شناسایی مقدار بهینه پارامترها



در محدوده دانه‌بندی (۳۸-۹۰) میکرون، تست نهایی فلواتاسیون با نمونه خوراک حاصل از مرحله بهینه روش مغناطیسی، با نرخه زدایی انجام گردید [۱۶ و ۱۷]. سپس نتایج بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شد. در شکل (۳) و (۴) اثر متقابل بین pH-عیار روی، برای مقادیر مختلف اکسین و دیتیزون در مرحله اول بهینه سازی نشان داده شده است.



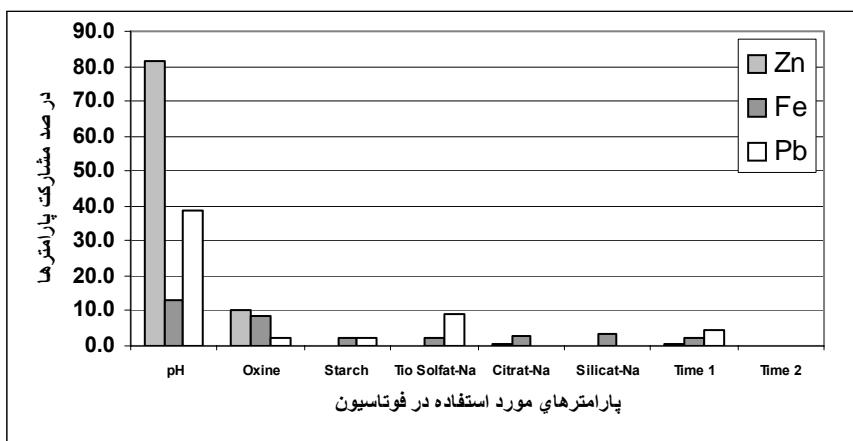
شکل (۳) : اثر متقابل بین pH و اکسین[۱۲].



شکل (۴) : اثر متقابل بین pH و غلظت دیتیزون[۱۲]



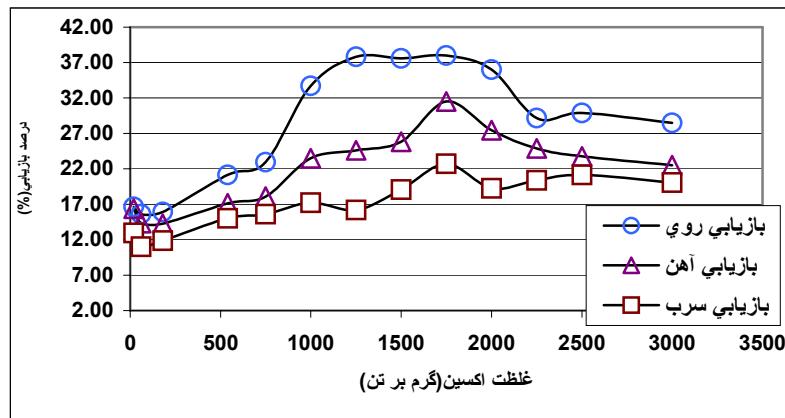
با توجه به شکل (۳) و (۴) مشخص شده است که میزان بهینه pH در بیشترین مقدار عیار روی برای اکسین بیشتر از ۱۰ و برای دیتیزون تقریباً ۹ می باشد. پر واضح است که بیشترین عیار نیز برای اکسین اتفاق افتاده است. با بررسی دیگر پارامترها، مشخص شد که عیار و بازیابی برای اکسین دارای بیشترین مقدار است. در این مرحله اکسین انتخابی تر از دیتیزون عمل نمود. در شکل (۵) درصد مشارکت همه پارامترها بكمك اکسین در اولين مرحله بهينه‌سازی کانه‌های اکسیده روی، آهن و سرب نشان داده شده است.



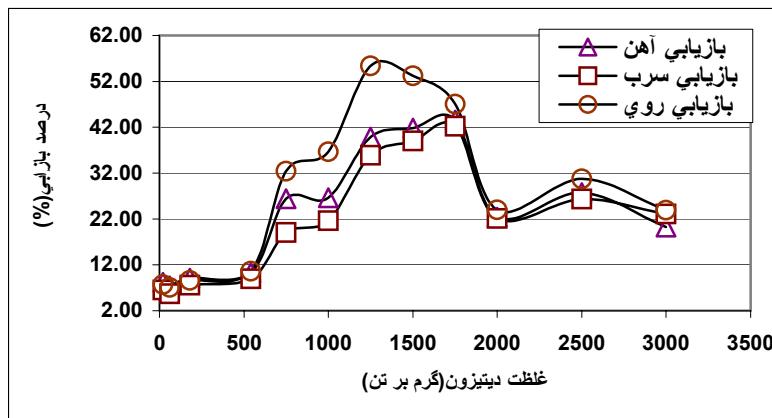
شکل (۵): درصد مشارکت پارامترهای مؤثر در فلواتاسیون اکسیدهای روی، آهن و سرب بكمك اکسین [۱۲].

در اشکال (۶) و (۷) تغییرات بازیابی فلزات روی، سرب و آهن نسبت به غلظتهای اکسین و دیتیزون مورد مقایسه قرار گرفته است. تغییرات عیار روی نسبت به تغییرات غلظت اکسین پایدار تر از دیتیزون است. در این مرحله نیز اکسین برتر از دیتیزون می باشد. بنابراین برای بهینه سازی پارامتر غلظت اکسین در مرحله دوم، محدوده این پارامتر را (۸۰۰-۲۰۰۰) گرم بر تن در نظر گرفته شد [۱۲].

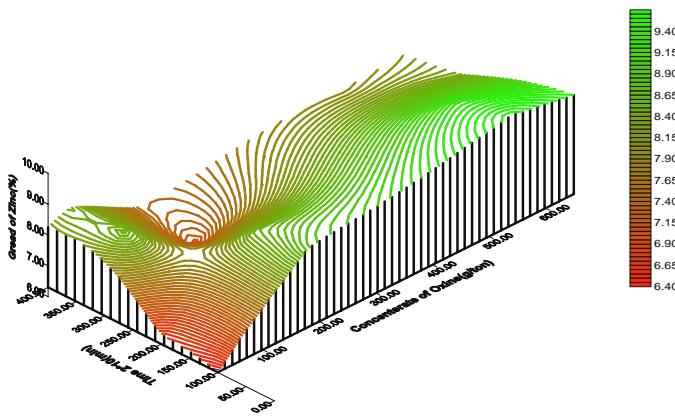
برای بهینه سازی در مرحله دوم با استفاده از داده های نتایج مرحله اول طراحی آزمایش تاگوچی و روش طراحی آزمایش سطح-پاسخ، بقیه پارامترهای باقی در این مرحله بهینه سازی می شوند. از جمله پارامترهایی که در مرحله اول بهینه شدند و در مرحله دوم ثابتند عبارتند از: نشاسته ۱۴۰۰ گرم بر تن، سیلیکات سدیم ۱۰۰ گرم بر تن، زمان آماده‌سازی ۱۵ دقیقه، مقدار مصرف روغن کاج ۱۲۰ گرم بر تن و بقیه پارامتر نیز بر اساس تجزیه و تحلیل نمودار اثرات متقابل و سه بعدی بدست آورده شد که در شکل (۸) نمونه ای از آن نشان داده شده است.



شکل(۶): نمودار تغییرات افزایش غلظت اکسین نسبت به تغییرات بازیابی فلزات روی، آهن و سرب.



شکل(۷): نمودار تغییرات افزایش غلظت دیتیزون نسبت به تغییرات بازیابی فلزات روی، آهن و سرب



شکل (۸) : سطح اثرات متقابل بین اکسین و زمان بعد از اضافه کردن کلکتور [۱۲].

در شکل (۸) در زمانهای کم و با افزایش مقدار مصرف اکسین انتظار افزایش عیار روی می رود. با توجه به نتایج، چهار پارامتر pH، غلظت اکسین، غلظت تیوسولفات سدیم و غلظت سیترات سدیم (گرم بر تن) در مرحله دوم بهینه سازی به روش طراحی آزمایش در سه سطح و در محدوده های مورد نظر که در ذیل آورده شده است، آزمایش شده است (L_9).

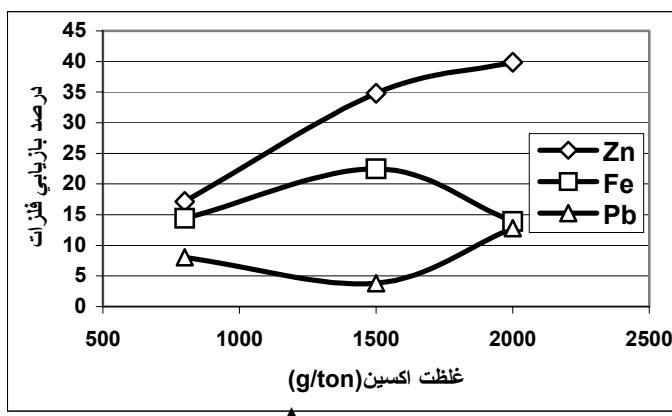
جدول (۳): نتایج آرایه L_9 پیشنهادی روش طراحی آزمایش تاگوجی

باریابی فلزات			عيار کنسانتره			سیترات سدیم	تیو سولفات سدیم	اکسین	pH	ردیف
Pb	Fe	Zn	Pb	Fe	Zn					
۱۰/۲۴	۱۷/۹۲	۲۹/۰۶	۴	۷	۱۱/۳۵	+	+	۸۰۰	۱۰	۱
۵/۴۴	۲۱/۷۶	۲۰/۴۰	۳	۱۲	۱۱/۲۵	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰	۲
۶/۸۰	۱۳/۶۰	۲۴/۸۹	۳	۶	۱۰/۹۸	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰	۳
۹/۴۴	۲۲/۰۳	۳۵/۸۱	۳	۷	۱۱/۲۸	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۱۲	۴
۲۶/۷۷	۴۰/۱۶	۷۰/۹۵	۴	۶	۱۰/۶	+	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۱۲	۵
۱۶/۹۶	۲۱/۲۰	۴۹/۱۸	۴	۵	۱۱/۶	۱۰۰۰	۰	۲۰۰۰	۱۲	۶
۴/۴۸	۳/۳۶	۱۳/۵۷	۴	۳	۱۲/۱۲	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۸۰۰	۱۳	۷



۳/۲۸	۵/۴۷	۱۳/۴۵	۳	۵	۱۲/۳	۲۰۰	.	۱۵۰۰	۱۳	۸
۵/۶۰	۷/۴۷	۲۳/۸۲	۳	۴	۱۲/۷۶	.	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۳	۹

در شکل (۹) نمونه‌ای از اثرات اصلی حاصل از این آزمایشات برای پارامتر غلظت اکسین نسبت به بازیابی آورده شده است. با توجه به شکل (۹) مشخص می‌شود که در غلظتهای بالای اکسین بازیابی روی افزایش و بازیابی آهن بشدت افت کرده است



شکل (۹): نمودار تغییرات بازیابی فلزات نسبت به تغییرات غلظت اکسین

اگر در شرایط بهینه حاصل از مرحله اول و دوم، به اندازه یک چهارم مصرف اکسین [۶] از روغن سوختی (روغن موتور) استفاده شود و نمونه، نرمه زدایی و از مرحله مغناطیسی رد شده باشد، مقدار بازیابی و عیار فلزات روی، سرب و آهن بصورت جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): آنالیز نمونه با نرمه زدایی و مصرف روغن سوختی به اندازه یک چهارم مصرف اکسین و حذف ذرات مغناطیسی در محدوده دانه‌بندی ۹۰ تا ۳۸ میکرون [۱۲].

فلزات	عيار	بازیابی
روی	% ۱۵/۵۵	% ۴۰/۱۲
آهن	% ۳/۵۱	% ۱۰/۱۱
سرب	% ۲/۷۷	% ۷/۷۵



۳- نتایج

با مطالعات میکروسکوپی مشخص شده است که جایگزینی های مختلفی از طریق فلز آهن و روی در کانیها ایجاد شده و بدلیل نفوذ در بافت‌های هم‌دیگر، از نظر خردایش با یک نرخ ثابتی خرد می‌شوند. بدین خاطر مقادیر بسیار زیادی از نرمه در طول خردایش برای رسیدن به درجه آزادی کانی اسمیت‌زنیت ایجاد گردید و باعث کاهش بازیابی روی شد. نتایج حاصل از خردایش نشان می‌دهد که در ابعاد بین (۵۰-۲۰۰) میلی‌متر بخش عمده ای از ذرات کانی اسمیت‌زنیت (بالغ بر ۸۰٪) آزاد و بدنیال آن قطعات مستقلی از کوارتز، اکسیدهای آهن (حداکثر ۷۰-۸۰ درصد بصورت آزاد) و کربناتها تولید شدند. در نهایت با مطالعات درجه آزادی کانیها در این نمونه از کانسنگ بزرگترین بعد خردایش ۹۰ میکرون در نظر گرفته شد. بدلیل اختلالات حاصل از نرمه در طول فرایند فلوتاسیون، ذرات زیر ۳۸ میکرون نیز حذف گردید. بنابراین محدوده ابعادی مورد نظر (۳۸-۹۰) بدست آمد.

با مطالعات فلوتاسیون کانسنگ‌های اکسیده سرب، روی و آهن بكمک اکسین و دیتیزون، بیشترین حساسیت فرآیند پر عیار سازی نسبت به پارامتر pH وجود دارد. پس کنترل دقیق pH در پر عیار سازی روی بسیار مؤثر می‌باشد. نیز بیشترین مشارکت پارامتر pH در ابتدا نسبت به روی، سپس سرب و در انتهای نسبت به آهن وجود دارد. سپس بیشترین حساسیت نسبت به مقدار غلظت اکسین وجود دارد.
با نتیجه گیری و تجزیه و تحلیل داده‌ها و نمودارها، شرایط بهینه فلوتاسیون عبارتست از:

دانه بندی کانسنگ در محدوده ۹۰ تا ۳۸ میکرون، pH = ۱۳، سیلیکات سدیم : ۱۰۰ گرم بر تن، سیترات سدیم : حذف، تیوسولفات سدیم : ۱۰۰۰ گرم بر تن برای افزایش عیار، >۲۰۰۰ گرم بر تن برای افزایش بازیابی، نشاسته ذرت : ۱۴۰۰ گرم بر تن، زمان آماده سازی (دقیقه) : ۱۵، مغناطیس شدت بالا و روش تر: بزرگتر از ۲ تسلی، روغن سوختی: یک چهارم مصرف اکسین، غلظت اکسین : (۱۷۰۰-۲۰۰۰) گرم بر تن، کف ساز (روغن کاج) : ۱۲۰ گرم بر تن و درصد جامد : (۱۰-۱۵٪).

۴- منابع و مراجع

- [۱] شرکت معدنی باما، ۱۳۷۵، گزارش وضعیت معدن.
- [۲] Marabini, A.M., Rinelli, G., ۱۹۷۳. "Flotation of zinc and lead oxide - sulphide ores with chelating agents". Tenth International Mineral Processing IMPC Congress, London: ۱-۲۹.
- [۳] رضایی، بهرام، ۱۳۷۵، فلوتاسیون، انتشارات دانشگاه هرمزگان.
- Department of Chemistry University of [۴] Chalmer, R.A., ۱۹۸۵, "Solvent Extraction Of Metals", Aberdeen.



- [۵] Omasundaran, p., ۱۹۸۷, “*Reagents in Mineral Technology*”, Department in Minerals and Materials Engineering Columbia University New York, New York., Library of Congress Cataloging in Publication Data Reagents in Mineral Technology.
- [۶] Marabini, A., Bornengo, G., Alesse, V., ۱۹۹۴, “*2-Mercapto-Benzoxazole Derivatives as Collectors For The Selective Flotation of Metal Ores*”, Bergamini Fabrizo Rome, Italy.
- [۷] Marczenko, Z., ۱۹۸۶, “*Separation And Spectrophotometric Determination of Elements*”, Professor of Analytical Chemistry Warsaw Technical University.
- [۸] Kusaka, E., ۱۹۹۹, “*Two-Liquid Flotation of Fine Oxide Particle With λ -Hydroxyquinoline*”, Department of Energy Science and Technology, faculty of Energy Scinence, Kyoto University, Kusaka@energy.kyoto-u.ac.jp Yoshida- Honmachi, Sakyo, Kyoto ۶۰۶-۸۵۰۱, Japan. E-mail:
- [۹] Marabini A., Ciriachi M., Gorga R., Plescia P., ۱۹۹۱. “*Removal of iron from industrial minerals*”. European Economic Community, Contract N. MA۷M - CT۹۰ - ۰۰۱۴ (SMA), I.T.M., C.N.R., Italy
- [۱۰] Kirk, O., ۱۹۷۹, “*Encyclopedia of Chemical Technology*”, Vol ۵, Awiley-Intrescience Publication John Wiley & Sons, New York, pp ۲۳۹-۳۶۸.
- [۱۱] رضایی، بهرام، ۱۳۷۶، تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (خردایش و طیقه بندی)، انتشارات مؤسسه انتشاراتی نور.
- [۱۲] حاجتی، عبداللطلب، ۱۳۸۱، حذف آهن و پرعيارسازی کانیهای اکسید روی دبوی باطله معدن گوشغیل باما بروش فلواتاسیون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۱۳] Yong, S. K., ۱۹۹۸, “*Preconcentration and Determination of Trace Cd(II) and Pb(II) in a Water Sample by Organic Precipitate Flotation With λ -Hydroxyquinoline*”, Department of Chemistry, Korea University, Choongnam ۲۳۹-۷۰۰, Korea. and University of California Riverside, Ca ۹۲۵۲۱- ۰۴۰۳, U.S.A.
- [۱۴] Marabini A., Ciriachi M., Gorga R., Plescia P., ۱۹۹۱. “*Removal of iron from industrial minerals*”. European Economic Community, Contract N. MA۷M - CT۹۰ - ۰۰۱۴ (SMA), I.T.M., C.N.R., Italy.
- [۱۵] Matosm. C., Ferreira P., Acostam. F., Viciana. M., Alessev. M., ۱۹۹۲. “*Laboratory tests with a new collector on samples of ore taken at aljustrel and Almagrera treatment plants*”. CEE Contract MA۷M - CT۹۰ - ۰۰۴۶, Roma, ۲۱ pp.
- [۱۶] Oliazadeh, M., Abdoulzadeh, A., ۱۹۹۷, “*Beneficiation Studies BAMA Oxidized Lead And Zinc Ore*”, Departement of Mining Engineering Tehran University, Tehran, Iran.
- [۱۷] Huynh, L., ۲۰۰۰, “*Control of Slime Coatings By The Use of Anionic Phosphates: A Fundamental Study*”, Lan Wark Research Institute, University of South Australia, Mawson Lakes, SA ۵۰۹۵, Australia.