



بررسی عملکرد کلکتورهای سدیم ایزوبوتیل گزنتات و پتاسیم آمیل گزنتات در سولفورزدایی کنسانتره آهن خطوط ۵، ۶ و ۷ تولید کنسانتره شرکت معدنی و صنعتی گل گهر

پویا کریمی^۱، نسید سجاد حسینی نژاد^۲، دکتر علی مرادی^۳

^۱دکتری فرآوری مواد معدنی، شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان pouya.karimi62@gmail.com

^۲سرپرست آزمایشگاه و پایلوت کانه آرایی مدیریت تحقیقات و فناوری شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان، شهر
hoseini_sa@golgohar.com

^۳مدیرعامل شرکت ناب اکسیر پایا شیمی، تهران

چکیده

منطقه معدنی و صنعتی گل گهر با داشتن معادن غنی از سنگ آهن به عنوان یکی از مطرح ترین قطبهای فعال معدنی، صنعتی در خاور میانه است. عمده کانی های موجود در شش توده معدنی منطقه گل گهر از نوع منیتیت، گوتیت، هماتیت، مارتیت و لیمونیت است. گوگرد، عنصر مضر اصلی این آنومالی ها و بیشتر از پیریت و به مقدار کم و پراکنده از پیروتیت تشکیل شده است. در خطوط ۵، ۶ و ۷ تولید کنسانتره آهن شرکت معدنی و صنعتی گل گهر، با استفاده از روش فلوتاسیون معکوس، کانی سولفیدی حاوی گوگرد (عمدتاً پیریت) به کمک کلکتورهای سولفیدریل (گزنتات) شناور شده و اکسیدهای آهن به عنوان کنسانتره از کف سلول خارج می شوند. در این تحقیق، کارایی سه کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX) ساخت داخل، پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) ساخت داخل و پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) خارجی) در سولفورزدایی کنسانتره نهایی خطوط ۵، ۶ و ۷ شرکت معدنی و صنعتی گل گهر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج آزمایش-های فلوتاسیون سه مرحله ای نشان داد که ریکواری وزنی حدود ۹۹ درصد کنسانتره در دوزهای مختلفی از سه کلکتور مورد بررسی حاصل شده است. کارایی جدایش سولفور کنسانتره فلوتاسیون برای کلکتور SIBX ساخت داخل در دوز ۱۰۰ گرم بر تن حاصل شده است (حدود ۵۳ درصد). این در حالی است که بالاترین کارایی جدایش سولفور PAX ساخت داخل و PAX خارجی در دوز ۱۴۰ گرم بر تن اتفاق افتاده است و درصد کارایی جدایش برای PAX خارجی و داخلی به ترتیب برابر با ۶۱/۹۲ و ۶۱/۴۵ درصد بوده است. درصد عیار آهن در باطله برای دو کلکتور ساخت داخل کمینه و برابر با حدود ۳۷ درصد بوده است. این در حالی است که برای کلکتور خارجی PAX، کمینه عیار آهن در باطله حدود ۴۰ درصد بوده است.

واژه های کلیدی

فلوتاسیون معکوس آهن، سولفورزدایی، سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX) و پتاسیم آمیل گزنتات (PAX).



۱. مقدمه

منطقه معدنی و صنعتی گل گهر با داشتن معادن غنی از سنگ آهن به عنوان یکی از مطرح‌ترین قطبهای فعال معدنی، صنعتی در خاور میانه است که دارای قابلیت‌های بسیاری برای تبدیل شدن به یک منطقه بزرگ و رقابتی در سطح ایران و حتی جهان می‌باشد. در این منطقه، شش توده معدنی (آنومالی) به ثبت رسیده است که در مجموع با ذخیره زمین‌شناسی ۱۰۱۹ میلیون تن و ذخیره قطعی ۱۰۰۰ میلیون تن، بزرگترین معدن شناخته شده سنگ آهن خاورمیانه است [۱]. مجتمع معدنی و صنعتی گل گهر در استان کرمان و در کیلومتر ۵۰ جاده سیرجان - شیراز واقع شده است. این شرکت دارای ۷ خط تولید کنسانتره می باشد که در حال حاضر با ظرفیت بیش از ۱۶ میلیون تن کنسانتره سنگ آهن و بیش از ۱۰ میلیون تن گندله بیشترین سهم را در تولید این محصول در کشور به خود اختصاص داده است [۲]. عمده کانی‌های موجود در شش توده معدنی منطقه گل گهر از نوع منیتیت، گوتیت، هماتیت، مارتیت و لیمونیت است. گوگرد، عنصر مضر اصلی این آنومالی‌ها و بیشتر از پیریت و به مقدار کم و پراکنده از پیرویت تشکیل شده است [۳]. در روش فلوتاسیون معکوس اکسیدهای آهن، کانی سولفیدی حاوی گوگرد (عمدتاً پیریت) به کمک کلکتورهای سولفیدریل شناور شده و اکسیدهای آهن به عنوان کنسانتره از کف سلول خارج می‌شوند. مطالعات مختلف فلوتاسیون پیریت نشان داده است که پیریت در pHهای قلیایی (بیشتر از ۱۱) بازداشت شده، اما در pHهای اسیدی و خنثی با جذب کلکتور گزینتات شناور می‌شود. در بسیاری از تحقیقات، جذب دی‌گزنوتوزن بر روی سطح پیریت به عنوان عامل شناورسازی پیریت بیان شده است [۴ و ۵].

در تحقیقی عوامل موثر بر کارایی مدار فلوتاسیون خط سولفورزداپی SRP کارخانه بازیابی هماتیت گل گهر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که با مصرف ۸۰ گرم بر تن پتاسیم آمیل گزینتات (PAX) و ۱۰۰ گرم بر تن کف‌ساز MIBC، عیار گوگرد کنسانتره از ۰/۶۲۵ درصد به ۰/۱۰۵ درصد کاهش یافته است [۶].

در این تحقیق، کارایی سه کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزینتات (SIBX ساخت داخل)، پتاسیم آمیل گزینتات (PAX ساخت داخل) و پتاسیم آمیل گزینتات (PAX خارجی) در سولفورزداپی کنسانتره نهایی خطوط ۵، ۶ و ۷ شرکت معدنی و صنعتی گل گهر مورد بررسی قرار گرفته است. میزان مصرف کلکتورهای مذکور، کارایی جدایش سولفور کنسانتره آهن و بازیابی وزنی کنسانتره نهایی، پاسخ‌های فنی مورد نظر بودند که فرآیند بهینه‌سازی آنها در این تحقیق، مورد توجه قرار گرفته است.

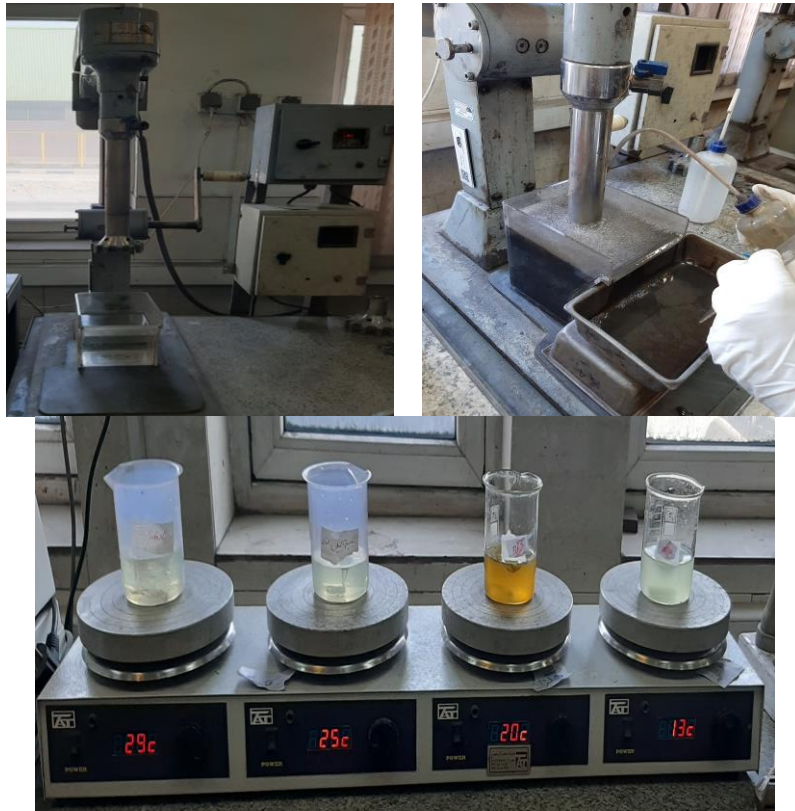
۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کارایی سه کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزینتات (SIBX ساخت شرکت داخلی ناب اکسیر پایا شیمی)، پتاسیم آمیل گزینتات (PAX ساخت شرکت داخلی ناب اکسیر پایا شیمی) و پتاسیم آمیل گزینتات (PAX ساخت کشور چین) در فرآیند فلوتاسیون به منظور کاهش سولفور کنسانتره آهن، عملیات نمونه‌برداری از ورودی سلول‌های فلوتاسیون صنعتی خطوط ۵، ۶ و ۷ شرکت معدنی و صنعتی گل گهر انجام شد. تعداد نمونه‌برداری‌ها، یک مرتبه در هر شیفت کاری (معادل ۳ بار نمونه‌گیری در طول هر روز) بوده است. بازه زمانی نمونه برداری یک ماهه و از ابتدای خرداد ماه ۱۴۰۲ بوده است. پس از نمونه‌برداری اولیه (که به صورت پالپ بوده است)، فیلتراسیون نمونه‌ها با استفاده از فیلتر پرس آزمایشگاهی (ساخت شرکت پیشرو صنعت دانش فراز PSDF) و خشک کردن در دستگاه اون آزمایشگاهی (مدل Memmert)، انجام شده است. اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات (D₈₀) با استفاده از سرندهای ۱۸۰، ۱۲۵، ۹۰، ۷۵، ۶۳، ۴۵ و ۲۵ میکرون (سری استاندارد ASTM) و آنالیز شیمیایی درصد آهن به روش شیمی تر (تیتراسیون) انجام شده است. سلول فلوتاسیون آزمایشگاهی مورد استفاده دارای مخزن ۲/۵ لیتری و ساخت شرکت دانش‌فراوران (طرح دنور) بوده است. به منظور آماده سازی محلول کلکتور از Hot Plate Magnet چهارتایی ساخت شرکت طیف‌آزمایطب (دارای کنترل دور و درجه حرارت) استفاده شده است. در شکل ۱، نماهایی از دستگاه فلوتاسیون آزمایشگاهی، همزن مغناطیسی هات پلیت، محلول‌های کلکتور ساخته شده و آزمایش فلوتاسیون در حال انجام در این تحقیق نشان داده شده است.

در تمامی آزمایش‌های فلوتاسیون انجام شده، درصد وزنی جامد پالپ برابر با ۳۰ درصد بوده است (معادل ۷۹۵ گرم کنسانتره آهن و ۱۸۵۵ میلی‌لیتر آب). کف‌ساز مورد استفاده متیل ایزوبوتیل کربونیل (MIBC) و به میزان ۸۰ گرم بر تن استفاده شده است (معادل ۰/۰۶۳۶ گرم و یا ۵ قطره). دوزهای ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ گرم بر تن نیز برای سه نوع کلکتور مختلف در نظر گرفته شده است. زمان آماده‌سازی اولیه



پالپ، آماده سازی کلکتور، آماده سازی کف ساز و زمان کف گیری به ترتیب برابر با ۵، ۲، ۱ و ۱۲ دقیقه بوده است. دور همزن سلول فلوتاسیون هم در حدود ۱۲۵۰ دور بر دقیقه تنظیم و کنترل شده است.



شکل ۱. تصاویر دستگاه های سلول فلوتاسیون آزمایشگاهی طرح دنور، انجام آزمایش فلوتاسیون و هات پلیت مگنت چهارتایی به همراه محلول کلکتورهای مختلف ساخته شده

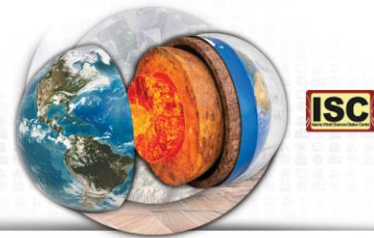
۳. خواص سنجی نمونه کنسانتره آهن اولیه (سولفور بالا)

کنسانتره استفاده شده (با سولفور بالا) جهت انجام آزمایش های فلوتاسیون و سولفورزدایی از خطوط ۵، ۶ و ۷ تولید کنسانتره آهن شرکت معدنی و صنعتی گل گهر، نمونه برداری شده است. با توجه به آنالیزهای شیمیایی انجام شده به روش شیمی تر (تیتراسیون)، درصد آهن، اکسید آهن دوظرفیتی و سولفور کنسانتره مورد بررسی به ترتیب برابر با ۶۷/۰۳، ۲۷/۰۷ و ۰/۸۴۳ درصد به دست آمده است. آزمایش اندازه گیری توزیع اندازه ذرات کنسانتره مورد بررسی (D₈₀) با استفاده از سری سرندهای ذکر شده در قسمت مواد و روش ها و به روش تر انجام شد و نتیجه نشان داد که D₈₀ نمونه کنسانتره مورد بررسی برابر با ۱۱۳ میکرون بوده است. در شکل ۲، نمودار توزیع دانه بندی اندازه ذرات نمونه کنسانتره آهن در فراکسیون مختلف نشان داده شده است.

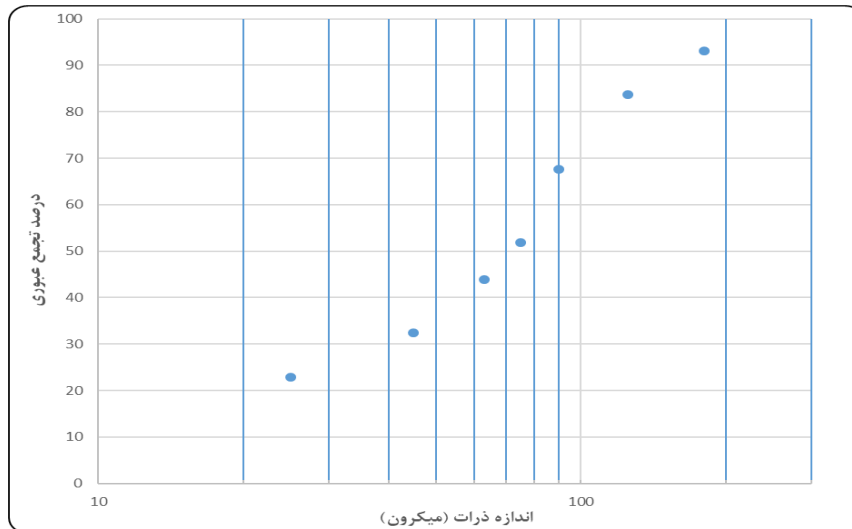
۴. نتایج و بحث

۱.۴. آزمایش های فلوتاسیون با کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات ساخته شده (SIBX)

در این بخش از آزمایش های فلوتاسیون و به منظور بررسی کارایی کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX)، تمامی متعیرهای موثر بر فلوتاسیون شامل دانه بندی ذرات خوراک فلوتاسیون، درصد جامد وزنی پالپ فلوتاسیون (معادل ۳۰ درصد)، زمان های مختلف آماده سازی مواد شیمیایی و کف گیری (اشاره شده در بخش مواد و روش ها)، نوع کف ساز و دوز مورد استفاده (MIBC به میزان ۸۰ گرم بر تن) در



طی انجام آزمایش‌ها ثابت در نظر گرفته شدند و تنها متغیر نوع کلکتور و دوز مصرفی مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله، ۴ آزمایش فلوتاسیون با کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX) و در دوزهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ گرم بر تن طراحی و انجام شد و پاسخ‌های بازیابی وزنی کنسانتره، عیارهای آهن و سولفور کنسانتره، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره و درصد عیار آهن در باطله مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت.



شکل ۲. نمودار توزیع دانه‌بندی اندازه ذرات نمونه کنسانتره آهن مورد بررسی جهت انجام آزمایش‌های فلوتاسیون

در این بخش از آزمایش‌های فلوتاسیون و به منظور بررسی کارایی کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX)، تمامی متغیرهای موثر بر فلوتاسیون شامل دانه‌بندی ذرات خوراک فلوتاسیون، درصد جامد وزنی پالپ فلوتاسیون (معادل ۳۰ درصد)، زمان‌های مختلف آماده‌سازی مواد شیمیایی و کف‌گیری (اشاره شده در بخش مواد و روش‌ها)، نوع کف‌ساز و دوز مورد استفاده (MIBC به میزان ۸۰ گرم بر تن) در طی انجام آزمایش‌ها ثابت در نظر گرفته شدند و تنها متغیر نوع کلکتور و دوز مصرفی مورد بررسی قرار گرفت. در این مرحله، ۴ آزمایش فلوتاسیون با کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX) و در دوزهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ گرم بر تن طراحی و انجام شد و پاسخ‌های بازیابی وزنی کنسانتره، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره و عیار آهن در باطله فلوتاسیون مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت. در شکل ۳ نتایج پاسخ‌های مختلف ذکر شده در دوزهای مختلف کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX) ساخته شده نشان داده شده است.

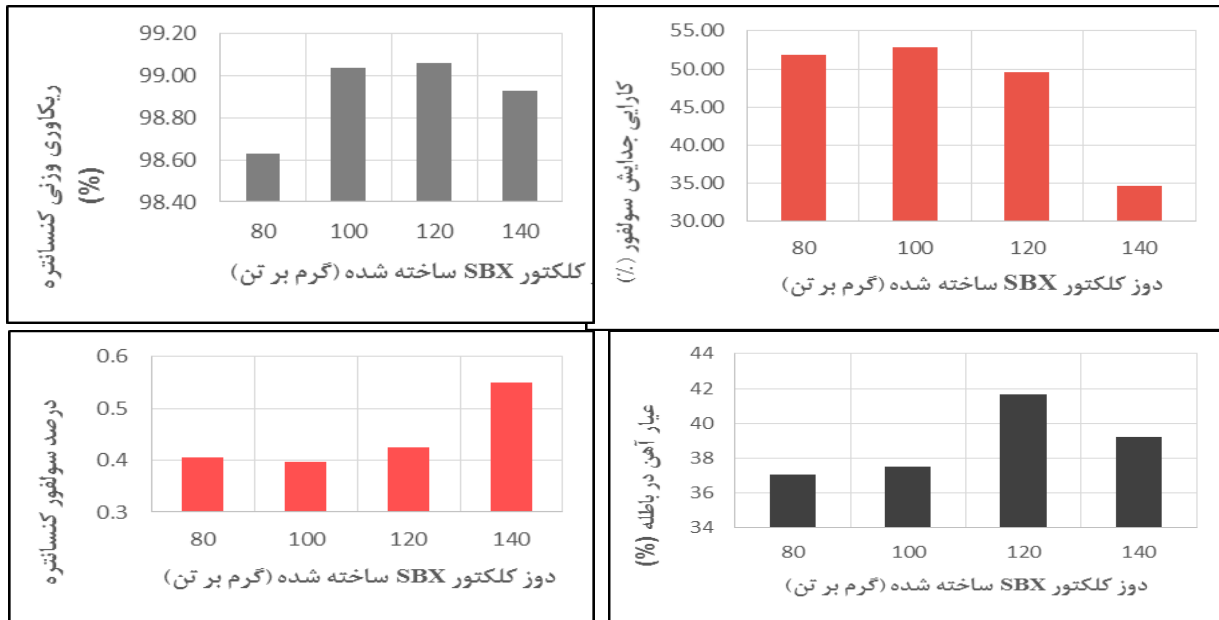
همان‌طور که در نمودارهای شکل ۳ مشخص است، ریکاوری وزنی کنسانتره در تمامی دوزهای مورد بررسی بالای ۹۸ درصد بوده و روند آن با افزایش دوز کلکتور، افزایشی بوده، اما در نهایت در دوز ۱۴۰ گرم بر تن، میزان بازیابی وزنی کنسانتره کاهش پیدا کرده است. از سوی دیگر، روند میزان کارایی جدایش سولفور در کنسانتره با افزایش دوز کلکتور روندی کاملاً کاهشی دارد. این مساله، به گونه دیگری در نمودار درصد سولفور کنسانتره که روندی افزایشی دارد، کاملاً مورد تایید قرار گرفته است. همچنین، درصد عیار آهن در باطله با افزایش دوز کلکتور در ابتدا افزایشی بوده اما در دوز ۱۴۰ گرم بر تن کلکتور مورد بررسی، به صورت ناگهانی و غیرقابل توجیهی کاهش داشته است. در مجموع این چنین می‌توان نتیجه گرفت که در کمترین دوز کلکتور مورد بررسی (۸۰ گرم بر تن)، بازیابی وزنی حدود ۹۸ درصدی کنسانتره، کارایی جدایش حدود ۵۰ درصدی سولفور و کمترین عیار آهن باطله فلوتاسیون (حدود ۳۷ درصد)، بهینه‌ترین پاسخ فنی و اقتصادی برای کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات ساخته شده توسط شرکت ناباکسیر پایا شیمی می‌باشد.

۲.۴. آزمایش‌های فلوتاسیون با کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات ساخته شده (PAX)

در سری دوم آزمایش‌های فلوتاسیون، بررسی کارایی کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX)، در دستور کار قرار گرفت. شرایط عملیاتی آزمایش‌های فلوتاسیون دقیقاً مشابه سری اول آزمایش‌های فلوتاسیون بوده است، و فقط نوع کلکتور مورد استفاده تغییر کرد. در این



مرحله ۴ آزمایش فلوتاسیون با کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) و در دوزهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ گرم بر تن طراحی و انجام شد و پاسخ‌های بازیابی وزنی کنسانتره، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره و عیار آهن در باطله فلوتاسیون مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت. در شکل ۴ نتایج پاسخ‌های مختلف ذکر شده در دوزهای مختلف کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) ساخته شده توسط شرکت ناباکسیر پایا شیمی نشان داده شده است.

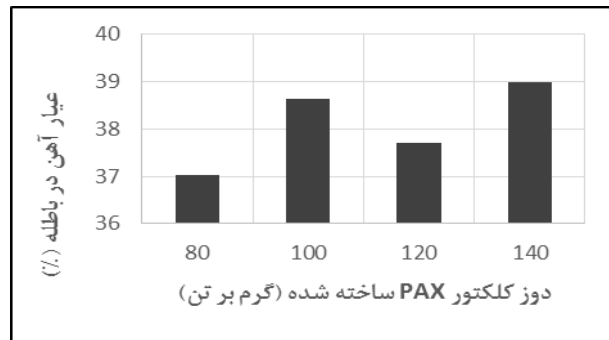
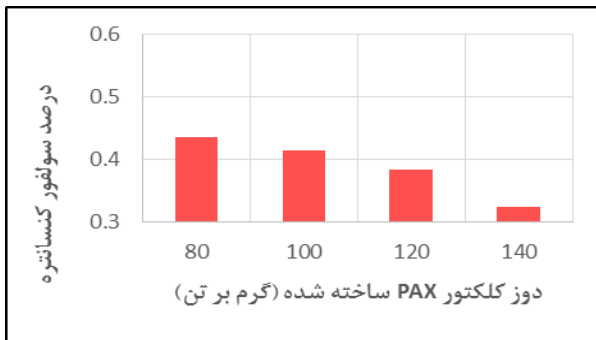
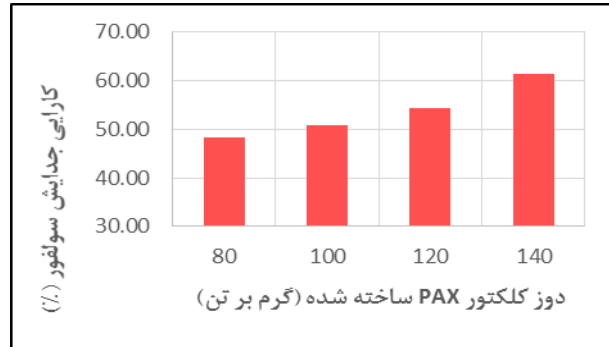
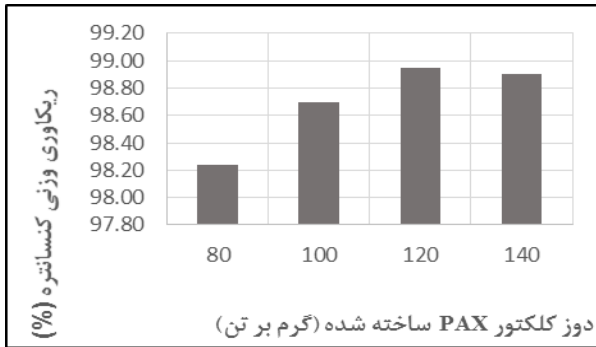
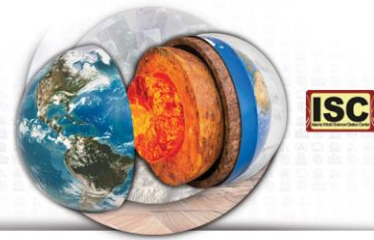


شکل ۳. نمودارهای ریکاوری وزنی کنسانتره فلوتاسیون، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره آهن فلوتاسیون و عیارهای آهن باطله فلوتاسیون در دوزهای مختلف کلکتور سدیم بوتیل گزنتات ساخته شده

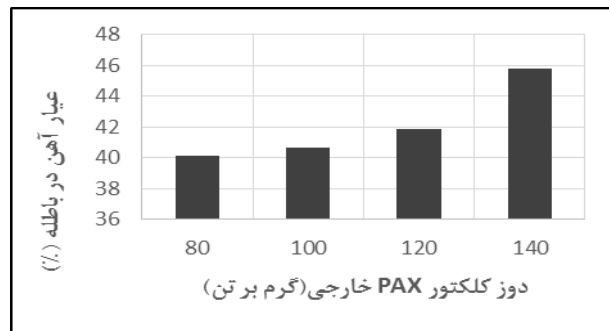
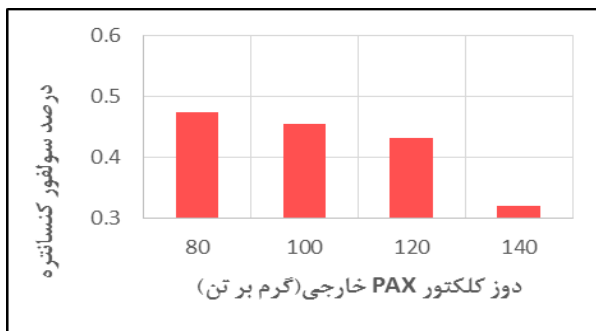
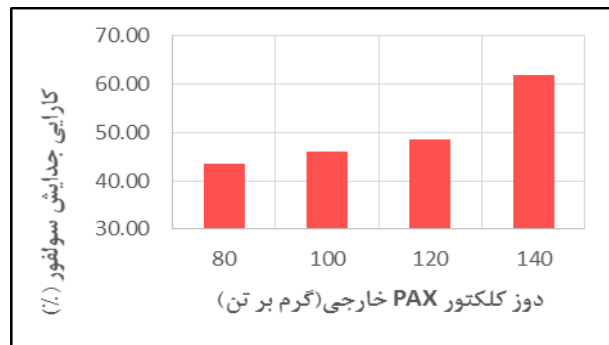
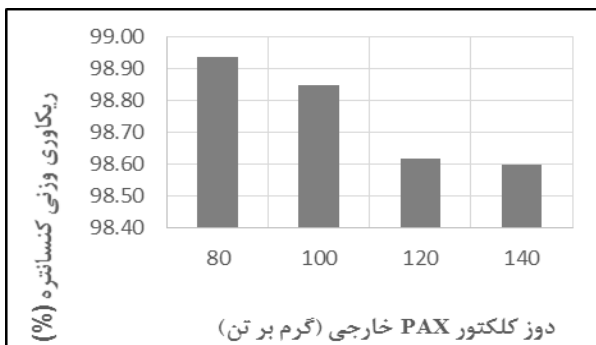
همان‌طور که در نمودارهای شکل ۴ مشخص است، ریکاوری وزنی کنسانتره در تمامی دوزهای مورد بررسی بالای ۹۸/۲ درصد بوده و روند آن با افزایش دوز کلکتور، افزایشی بوده، اما در نهایت در دوز ۱۴۰ گرم بر تن، میزان بازیابی وزنی کنسانتره کاهش پیدا کرده است (روند مشابه کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات). اما، بر خلاف روند کاهشی کارایی جدایش سولفور در کنسانتره با کلکتور SIBX، روند میزان کارایی جدایش سولفور در کنسانتره با کلکتور PAX روندی کاملاً افزایشی دارد. علاوه بر این، نمودار درصد سولفور کنسانتره روندی کاهشی داشته، به‌گونه‌ای که در دوز ۱۴۰ گرم بر تن کلکتور PAX مورد استفاده، درصد سولفور کنسانتره فلوتاسیون به عدد ۰/۳۲۵ درصد رسیده است. بررسی نمودار درصد عیار آهن در باطله فلوتاسیون در این سری از آزمایش‌های فلوتاسیون نشان داد که با افزایش دوز کلکتور روندی افزایشی داشته و از ۳۷ درصد به حدود ۳۹ درصد رسیده است. در مجموع این چنین می‌توان نتیجه گرفت که اگر هدف اصلی فلوتاسیون کاهش قابل توجه میزان سولفور کنسانتره باشد، می‌توان با بازیابی وزنی حدود ۹۹ درصد به سولفور بسیار پایین ۰/۳۲۵ دسترسی پیدا کرد.

۳.۴. آزمایش‌های فلوتاسیون با کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات خارجی (PAX)

در سری سوم آزمایش‌های فلوتاسیون، بررسی کارایی کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) خارجی، در دستور کار قرار گرفت. شرایط عملیاتی آزمایش‌های فلوتاسیون دقیقاً مشابه سری اول و دوم بوده است و فقط نوع کلکتور مورد استفاده در این مرحله از آزمایش‌های فلوتاسیون تغییر کرد. در این مرحله، ۴ آزمایش فلوتاسیون با کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) خارجی و در دوزهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ گرم بر تن (مشابه آزمایش‌های فلوتاسیون مرحله اول و دوم) طراحی و انجام شد و پاسخ‌های بازیابی وزنی کنسانتره، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره و عیار آهن در باطله فلوتاسیون مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت. در شکل ۵ نتایج پاسخ‌های مختلف ذکر شده در دوزهای مختلف کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات (PAX) خارجی نشان داده شده است.



شکل ۴. نمودارهای ریکاوری وزنی کنسانتره فلوتاسیون، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره آهن فلوتاسیون و عیارهای آهن باطله فلوتاسیون در دوزهای مختلف کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات ساخته شده



شکل ۵. نمودارهای ریکاوری وزنی کنسانتره فلوتاسیون، کارایی جدایش سولفور در کنسانتره، درصد سولفور کنسانتره آهن فلوتاسیون و عیارهای آهن باطله فلوتاسیون در دوزهای مختلف کلکتور پتاسیم آمیل گزنتات خارجی



همان‌طور که در نمودارهای شکل ۵ مشخص است، ریکاوری وزنی کنسانتره در تمامی دوزهای مورد بررسی بالای ۹۸/۶ درصد بوده و روند آن با افزایش دوز کلکتور، کاملاً کاهشی بوده است (بر خلاف روند دو کلکتور قبلی). جالب توجه است که بر خلاف روند کاهشی کارایی جدایش سولفور در کنسانتره با کلکتور SIBX، در هر دو نمونه PAX داخلی و خارجی، روند میزان کارایی جدایش سولفور در کنسانتره روندی کاملاً افزایشی دارد. طبیعی است که نمودار درصد سولفور کنسانتره در این سری از آزمایش‌های فلوتاسیون و در هماهنگی با کارایی جدایش سولفور، روندی کاملاً کاهشی دارد و در عمل در دوز کلکتور ۱۴۰ گرم بر تن PAX داخلی و خارجی، کمترین میزان سولفور در کنسانتره مشاهده شده است و این مقدار بسیار به هم نزدیک بوده است (۰/۳۲۱ و ۰/۳۲۵ درصد). بررسی نمودار درصد عیار آهن در باطله فلوتاسیون در این سری از آزمایش‌های فلوتاسیون نشان داد که با افزایش دوز کلکتور روندی افزایشی داشته و از ۴۰ درصد به حدود ۴۵ درصد رسیده است. به نظر می‌رسد که کلکتور PAX ساخت داخل، در این متغیر شرایط بهتری نسبت به کلکتور خارجی PAX داشته است.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، کارایی سه کلکتور سدیم ایزوبوتیل گزنتات (SIBX ساخت داخل)، پتاسیم آمیل گزنتات (PAX ساخت داخل) و پتاسیم آمیل گزنتات (PAX خارجی) در سولفورزدایی کنسانتره نهایی خطوط ۵، ۶ و ۷ شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر مورد بررسی قرار گرفته است. لذا آزمایش‌های سه‌مرحله‌ای فلوتاسیون انجام شد و نتایج نشان داد که:

۱- ریکاوری وزنی حدود ۹۹ درصد کنسانتره در دوزهای مختلفی از سه کلکتور مورد بررسی حاصل شده است و لذا دو کلکتور ساخت داخل (SIBX و PAX) از این نظر، مشابه کلکتور خارجی PAX عمل کرده است.

۲- کارایی جدایش سولفور کنسانتره فلوتاسیون، به‌عنوان هدف اصلی فرآیند فلوتاسیون، برای کلکتور SIBX ساخت داخل در دوز ۱۰۰ گرم بر تن حاصل شده است (حدود ۵۳ درصد). این در حالی است که بالاترین کارایی جدایش سولفور PAX ساخت داخل و PAX خارجی در دوز ۱۴۰ گرم بر تن اتفاق افتاده است و درصد کارایی جدایش برای PAX خارجی و داخلی به ترتیب برابر با ۶۱/۹۲ و ۶۱/۴۵ درصد بوده است. لذا به نظر می‌رسد که عملکرد PAX داخلی و خارجی در این پاسخ، بسیار به هم نزدیک بوده است.

۳- درصد عیار آهن در باطله که بیانگر میزان پرتی آهن در فرآیند فلوتاسیون بوده است، برای دو کلکتور ساخت داخل کمینه و برابر با حدود ۳۷ درصد بوده است. این در حالی است که برای کلکتور خارجی PAX، کمینه عیار آهن در باطله حدود ۴۰ درصد بوده است.

به‌عنوان جمع‌بندی نهایی می‌توان ادعا کرد که حداقل دو نمونه PAX داخلی و خارجی دارای پاسخ‌های فنی و اقتصادی بسیار نزدیکی به هم بوده‌اند و لذا می‌توان در راستای بومی سازی و ساخت داخل ماده شیمیایی کلکتور، مطالعات بیشتری در مقیاس صنعتی انجام داد.

منابع

- [1] مسعود عسکری، مهرداد کریمی، فرشید زمانی و عباس افضلی ننیز، ۱۳۸۵. بررسی درگیری های کانه و باطله در دانه‌بندی‌های مختلف سنگ آهن پرسولفور معدن گل‌گهر، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، تهران.
- [2] سایت مجتمع معدنی و صنعتی گل‌گهر (geg.ir).
- [3] محمد امین فتحی، بهرام رضایی، عباس سام، فرشید زمانی، ۱۳۸۳. تعیین پارامترهای موثر بر جدایش مغناطیسی تر کارخانه فرآوری سنگ آهن گل‌گهر، مجموعه مقالات کنفرانس مهندسی معدن ایران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- [4] سپیده جوانشیر، محمد مسینایی، محمد توکلی، ۱۳۹۷. سولفورزدایی کنسانتره سنگ آهن سنگان به روش فلوتاسیون، مجله مهندسی منابع معدنی، دوره: ۳، شماره: ۳
- [5] Bulatovic, S. M. 2007. Handbook of flotation reagents: chemistry, theory and practice: Volume 1: flotation of sulfide ores. Elsevier.
- [6] جواد عزت آبادی پور، ۱۳۹۱. بهینه سازی عوامل موثر در مدار فلوتاسیون خط فرآوری سولفورزدایی (SRP) شرکت سنگ آهن گل‌گهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان.