

بسمه تعالی

IMI DRO

IRANIAN MINES AND MINING INDUSTRIES DEVELOPMENT
AND RENOVATION ORGANIZATION

سازمان توسعه و نوسازی
معادن و صنایع معدنی ایران

مطالعه و بررسی پر عیار سازی ذخایر کم عیار کانسنگ
آهن معدن چاه گز با هدف محصول دانه بندی و تغلیظ
شده در مقیاس آزمایشگاهی

گزارش خلاصه مدیریتی

شماره قرارداد: ۳۷۲۱۱

دانشگاه صنعتی اصفهان

دکتر علی احمدی عامله

۱۳۹۹

شناسنامه طرح:

عنوان: مطالعه و بررسی پر عیار سازی ذخایر کم عیار کانسنگ آهن معدن چاه گز با هدف محصول دانه بندی تغلیظ شده در مقیاس آزمایشگاهی

کارفرما: سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو)

ناظر: مدیریت آموزش، پژوهش و فناوری سازمان ایمیدرو، مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران و مجتمع سنگ آهن فلات مرکزی ایران

مجری: دانشگاه صنعتی اصفهان (دکتر علی احمدی: دانشیار فرآوری مواد معدنی)

شماره قرارداد: ۳۷۲۱۱ مورخه ۹۸/۱۲/۴

خلاصه

کاهش عیار مواد معدنی، افزایش محتوای ناخالصیهای مزاحم و نیاز به کاهش بیشتر اندازه ذره به منظور رسیدن به درجه آزادی مطلوب، از چالشهای اصلی فرآوری مواد معدنی در حال و آینده است. یکی از مهمترین چالشها در تحقق برنامه های توسعه ای صنعت فولاد، کمبود و نیاز شدید به تامین خوراک سنگ آهن برای این صنعت مادر در کشور است. معدن سنگ آهن چاه گز، یکی از ذخایر منطقه سنگ آهن مرکزی (بافق) با ذخیره قطعی ۸۳ میلیون تن و عیار متوسط آهن و FeO به ترتیب ۵۳ و ۱۸٪ و عیار متوسط فسفر و گوگرد به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۲٪ است.

هدف از انجام این طرح بررسی قابلیت پرعیارسازی بخش کم عیار معدن سنگ آهن چاه گز بافق است. به منظور اجرای طرح، از دو دپوی کم عیار معدن سنگ آهن چاه گز نمونه برداری شد. پس از آماده سازی، به منظور بررسی خصوصیات شیمیایی، نمونه های معرف تحت آزمایشهای مختلف XRF، ICP/MS، XRD و مینرالوژی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که محتوای آهن در نمونه اول حدود ۴۰٪، و در نمونه دپوی دوم تقریباً ۲۰٪ بود. نتایج آنالیز XRD نشان داد که مگنتیت کانی اصلی آهن دار موجود در هر دو نمونه کم عیار است. به منظور بررسی وضعیت مینرالوژیکی و بافت کانیهای آهن دار و گانگ و نیز تعیین درجه آزادی مگنتیت و هماتیت، مقاطع صیقلی و نازک از فراکسیونهای ابعادی مختلف تهیه گردید. نتایج تایید نمود که مگنتیت فاز اصلی آهن دار در هر دو نمونه است و هماتیت به عنوان فاز جزئی بر سطح کانیتهای مگنتیت به صورت مارتیتی تشکیل شده است.

به منظور تولید کنسانتره، نمونه های دو دپوی کم عیار موجود در معدن چاه گز با عیار ۳۸/۴ و ۱۹/۸٪ تحت فرآیندهای جداسازی مغناطیسی به روشهای تر و خشک قرار گرفتند. در نمونه اول، دو راهبرد پرعیارسازی مستقیم خوراک به روش تر و نیز پرعیارسازی خشک در ۲۰۰۰ گوس و تولید کنسانتره آهن از محصول پرعیار مرحله خشک به روش جداسازی مغناطیسی تر مورد بررسی قرار گرفت. در این نمونه، تاثیر پارامترهای مختلف، نظیر شدت میدان مغناطیسی، اندازه ذره، دور چرخش و تاثیر آنها بر بازیابی و عیار کنسانتره آهن، راندمان وزنی و کارایی جدایش مورد بررسی قرار گرفت. در نمونه دوم که دارای عیار خوراک حدود ۲۰٪ بود، به دلیل محتوای پایین آهن در نمونه، از راهبرد دوم یعنی پرعیارسازی خشک و تولید کنسانتره آهن از محصول مرحله اول استفاده شد.

در نمونه اول، با استفاده از روش جدایش مغناطیسی خشک، از خوراک با عیار آهن ۳۸٪، محصول میانی با عیار حدود ۵۲٪ و بازیابی حدود ۹۳٪ حاصل شد. محصول میانی مذکور تا d_{80} معادل ۷۵ میکرون آسیا شد و سپس با استفاده از جداکننده مغناطیسی تر استوانه‌ای و لوله دیویس، عیار آهن در کنسانتره به ترتیب به ۶۷/۴٪ و ۷۰٪ افزایش یافت. باطله جداسازی خشک مرحله اول، تحت فرآیند جداسازی ثقلی با میز لرزان قرار گرفت که در نتیجه آن از مواد با عیار ۱۱/۳٪، محصولی با عیار ۵۶/۲٪، راندمان وزنی ۷٪ و بازیابی آهن ۳۸٪ تولید شد. همچنین با راهبرد مستقیم پرعیارسازی تر روی خوراک اولیه، از نمونه خوراک اولیه با عیار ۳۸٪، کنسانتره‌ای با عیار آهن ۶۷٪، بازیابی ۸۷/۶٪ و نیز راندمان وزنی ۵۱٪ حاصل شد به طوری که عیار باطله به ۸/۱٪ رسید. نتایج آنالیزهای XRF نمونه های کنسانتره تولید شده نمونه اول در شدت‌های مغناطیسی مختلف نشان داد که عیار آهن در هر سه شدت، حدود ۶۷ تا ۶۸٪ و محتوای سولفور و فسفر آنها زیر حد مجاز بود.

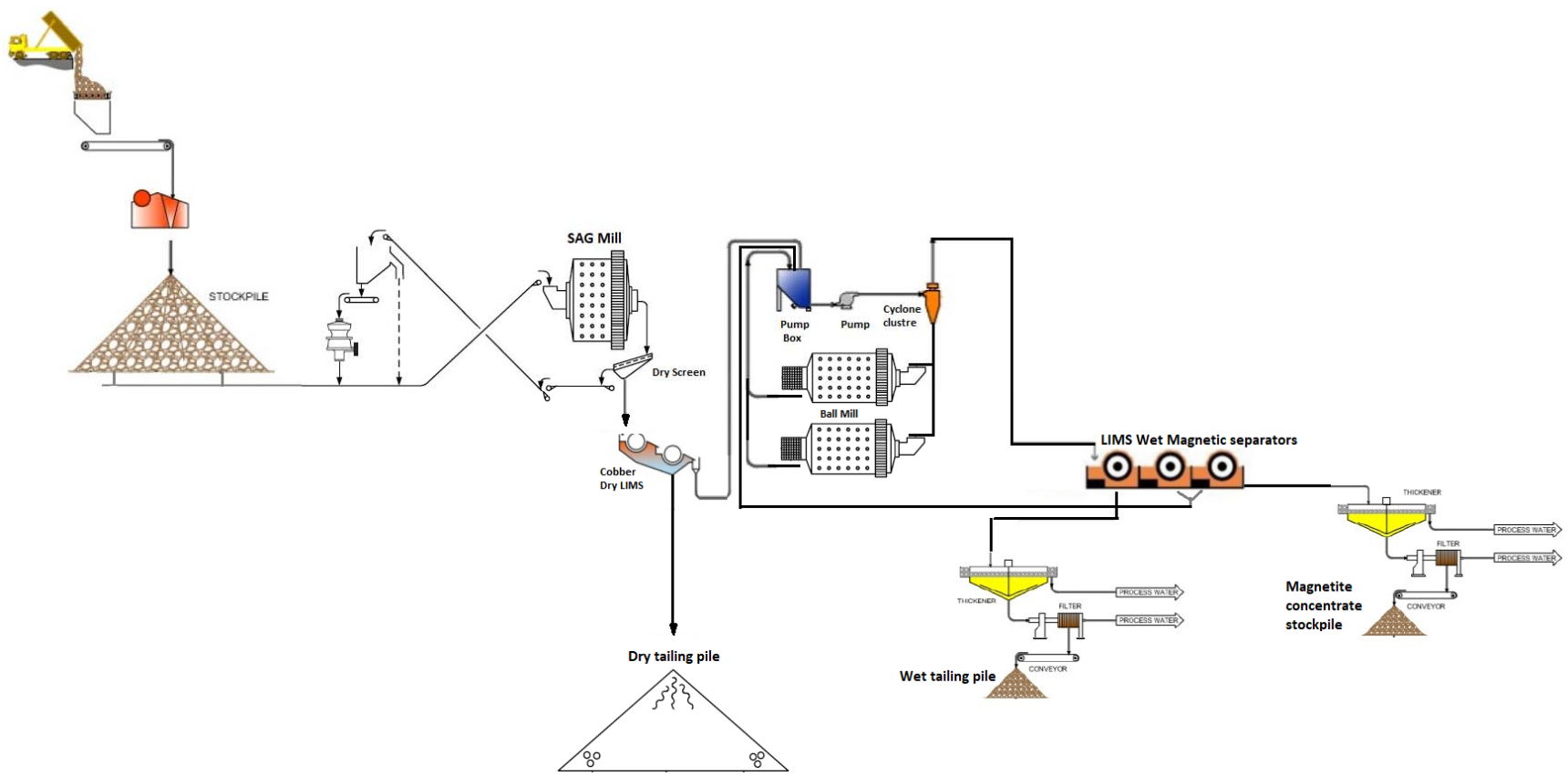
در نمونه کم عیار دوم، ابتدا به روش جدایش مغناطیسی خشک، از خوراک با عیار ۱۹/۸٪، محصولی با عیار ۳۶٪، بازیابی ۷۴٪ و راندمان وزنی ۴۰٪ تولید شد. محصول این مرحله تحت مراحل آسیاکنی تا d_{80} معادل ۷۵ میکرون و جداسازی مغناطیسی تر شدت پایین قرار گرفت که در نتیجه آن، کنسانتره آهن با عیار ۶۵/۲٪ و بازیابی ۸۸٪ (بازیابی دو مرحله ۶۶٪) بدست آمد به طوری که بازیابی وزنی در مراحل اول و دوم به ترتیب ۴۰٪ و ۴۸/۶٪ بود (راندمان وزنی کلی ۱۹/۵٪ بود). نتایج نشان داد که محتوای عناصر مضر سنگ آهن در کنسانتره نهایی در محدوده مجاز است. همچنین نتایج آنالیزهای ICP/MS نشان داد که محتوای فلزات با ارزش (نظیر وانادیم) و عناصر کمیاب در محصول کنسانتره نهایی قابل توجه نمی باشد.

با توجه به نتایج آزمایشها، خصوصیات ماده معدنی، شرایط منطقه ای و با در نظر گرفتن میزان ذخیره دپوهای موجود و تامین مواد کم عیار در معدن در آینده، یک فرآیند دو مرحله ای پرعیارسازی سنگ آهن پیشنهاد گردید. مرحله اول بر پایه خردایش و جدایش مغناطیسی خشک است که محصول پرعیار آن برای تولید کنسانتره مناسب، به مرحله دوم جداسازی که به صورت تر انجام می شود، انتقال می یابد. مرحله دوم دارای تجهیزات آسیاهای گلوله ای، جداکننده های مغناطیسی شدت پایین تر و بخش بازیابی آب است. از خوراک با تناژ ۱۵۰ تن در ساعت و عیار آهن ۳۲٪، کنسانتره‌ای با عیار آهن ۶۸٪ با راندمان وزنی ۳۷٪ و بازیابی کلی آهن ۸۰٪ تولید می گردد. محاسبات موازنه جرم برای فلوشیت پیشنهادی انجام گردید (شکل ۲). در ادامه ارزیابی فنی اقتصادی برای احداث کارخانه

تولید کنسانتره آهن از منابع کم عیار چاه گز انجام شد. نتایج نشان داد که فرآیند پیشنهادی با ظرفیت ۱۵۰ تن در ساعت، دارای جذابیت اقتصادی بالایی است و دوره بازگشت سرمایه حدود یکسال (بدون احتساب دوره ساخت) است.

جدول ۱: تحلیل اقتصادی احداث کارخانه تولید کنسانتره آهن از منابع کم عیار چاه گز.

ظرفیت تولید (در زمان بهره برداری کامل)	۳۷۳،۳۳۳	تن
سرمایه گذاری ثابت	۳،۲۶۸،۶۳۷	میلیون ریال
سرمایه در گردش (۳ ماهه)	۹۰،۷۷۳	میلیون ریال
فروش کل	۵،۲۲۶،۶۶۱	میلیون ریال
جمع هزینه های تولید (ثابت و متغیر)	۹۱۹،۵۵۹	میلیون ریال
سود خالص بعد از مالیات	۳،۴۰۱،۸۲۱	میلیون ریال
قیمت تمام شده هر واحد محصول	۲،۴۶۳،۱۰۸	ریال
قیمت فروش هر واحد محصول	۱۴،۰۰۰،۰۰۰	ریال
نقطه سر به سر (تن)	۳۵،۳۱۱	(تن)
نرخ بازگشت سرمایه (IRR)	۱۵۵	درصد
دوره برگشت سرمایه (بدون احتساب دوره ساخت)	۱۲	ماه
ارزش خالص فعلی (NPV)	۱۶،۸۵۶،۲۰۱	میلیون ریال

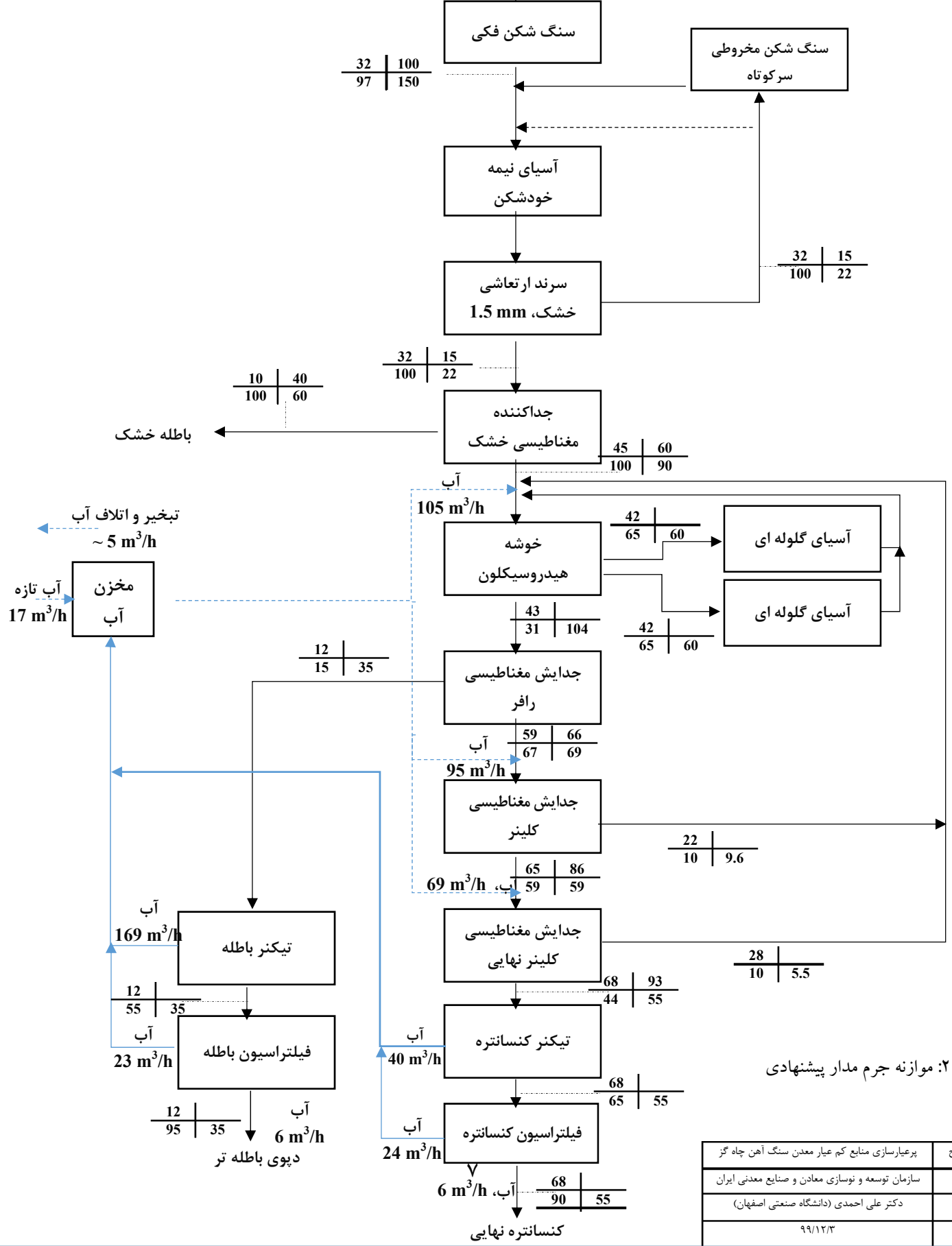


شکل ۱: فلوشیت خط تولید کنسانتره آهن از دیپوهای کم عیار معدن سنگ آهن چاه گز

Fe grade, %	Mass recovery, %
Solid content, %	Tonnage, tph

دیپوی ماده معدنی کم عیار

تیپ ۱		تیپ ۲	
40	100	20	100
97	100	97	50



شکل ۲: موازنه جرم مدار پیشنهادی

عنوان طرح	برعبارسازی منابع کم عیار معدن سنگ آهن چاه گز
کارفرما	سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران
مجری	دکتر علی احمدی (دانشگاه صنعتی اصفهان)
تاریخ	۹۹/۱۲/۳

جدول ۲: برنامه زمانبندی احداث کارخانه تولید کنسانتره آهن از منابع کم عیار سنگ آهن چاه گز.

زمان (ماه)																		فعالیت	ردیف
۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
																		طراحی فرآیند و انتخاب تجهیزات	۱
																		اخذ مجوزها، تحویل و تسطیح زمین	۲
																		سفارش تجهیزات	۳
																		ساخت فونداسیونها و سوله	۴
																		نصب و تست بخش سنگ شکنی و استوک پایل	۵
																		نصب آسیای نیمه خودشکن و سرزنها	۶
																		ساخت و نصب آسیاهای گلوله ای و سیکلونها	۷
																		نصب جداکننده های مغناطیسی خشک و تر	۸
																		نصب و تست سیستم تیکنر فیلتراسیون کنسانتره و باطله	۹
																		نصب نوار نقاله ها و پایپینگ	۱۰
																		برق و ابزار دقیق	۱۱
																		تست سرد تجهیزات	۱۲
																		راه اندازی کارخانه در حالت پیوسته	۱۳