نقش مدیریت مواد زائد در افزایش سوددهی و کاهش اثرات زیان‌بار کارخانجات تغلیظ مجتمع مس سرچشمه

علیرضا غفوری راینی[۱*]، صمد بنیسی[۲]، علی ملاحسینی[۳]

۱- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، مجتمع مس سرچشمه، کارخانه تغلیظ، واحد برنامه ریزی

۲- دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده فنی، بخش معدن

۳- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش صنایع

a_ghafoori@nicico.com
banisi@mail.uk.ac.ir
a-mollahossieni@yahoo.com

چکیده

امروزه مدیریت مواد زائد یکی از شاخه های اصلی مدیریت در سازمان‌های مطرح بشمار می‌رود. در این تحقیق مواد زائد صنعتی کارخانجات تغلیظ مجتمع مس سرچشمه از لحاظ نوع، مقدار، چگونگی انباشت و نحوه دفع، شناسایی شد و اثرات کلی ناشی از رها شدن ضایعات در محیط مورد بررسی قرار گرفت. این مواد بسته به نحوه تولید به سه دسته اصلیِ ضایعات عملیات فرآوری، تعمیراتی و انسانی تقسیم شدند. وزن مواد گروه اول ۲۱/۳۹ میلیارد تن در سال برآورد گردید که شامل ۱۳/۵ میلیون تن باطله، ۲۰۵ هزارتن دورریز، ۱۲۶۰ کیلوگرم مواد شیمیایی باقیمانده در ظروف، ۴۳۰ هزار تن بخارات آب و گاز دی‌اکسیدکربن و ۷/۲ میلیون مترمکعب پساب و بقیه شامل ذرات گردوغبار و اصوات بود. وزن مواد گروه دوم حدود ۱/۷۷ میلیون تن تخمین زده شد که ۸۸/۵٪ آن را ضایعات آهنی، ۱۰/۸٪ را لاستیک و مابقی را مواد دورریزی چون فلزات غیرآهنی، آزبست، منسوجات و روغن تشکیل می دهد. گروه سوم نسبت به دو گروه دیگر از نظر مقدار ناچیز است. راهکارهای اصلی مدیریت مواد زائد شامل "پیشگیری" یا "اجتناب"، "بازیافت" و "دفع" و در بعضی موارد گزینه های دیگری چون "مصرف مجدد" و "فروش ضایعات" مورد بررسی قرار گرفت و سوددهی مجتمع در قبال اتخاذ هر یک از این استراتژی‌ها تعیین شد. این بررسی نشان داد که اتخاذ راهکارهای مناسب برای مواد زائد تولیدی در کارخانه های تغلیظ رقمی معادل ۵۰/۵۴ میلیارد ریال سودآوری برای مجتمع مس سرچشمه به دنبال خواهد داشت. از سوی دیگر عدم توجه کافی به شیوه های صحیح دفع، علاوه بر خطرات زیست محیطی ممکن است زیانِ ناشی از پرداخت جریمه، برای مجموعه در برداشته باشد. نتایج حاصل از این تحقیق می تواند مسئولین را در تصمیم‌گیری مناسب جهت بهسازی محیط، جلوگیری از ایجاد مناظر زشت و آلوده و استفاده مجدد یا فروش ضایعات جهت بازیافت در صنایع دیگر یاری نماید.

واژه های کلیدی: محیط زیست، مواد زائد، مدیریت، کارخانجات فرآوری، اثرات زیان‌بار، مس، سوددهی

* کرمان- رفسنجان- مجتمع مس سرچشمه- کارخانه تغلیظ- واحد برنامه ریزی -۰۳۹۲-۲۸۸۲۱۱۱-
a_ghafoori@nicico.com

مقدمه

محدود بودن منابع مواد خام و فضای اطراف ما و خطرات ناشی از مواد زائد بر محیط زیست، به حداقل رساندن این مواد را امری ضروری می نماید. این در حالی است که قرن جدید در شرایطی آغاز شده که محیط زیست به یکی از تعیین کننده‌ترین عوامل در تصمیم‌گیریهای کلان تبدیل شده است. اداره محیط زیست سازمان ملل معتقد است قرن بیست ویکم قرن تقاضای تولید بر اساس تکنولوژیهای پاک خواهد بود. مفهوم تکنولوژی پاک از این واقعیت سرچشمه می گیرد که اکوسیستمها آسیب پذیر هستند و می توانند به واسطه تولید حجم زیاد ضایعات حاصل از فرآیندهای صنعتی نابود شوند[۱]. فعالیت جدیدی که هم اکنون در کشورهای صنعتی در حال شکل‌گیری است "مدیریت مواد زائد" می باشد که به طور جامع و در طول یک دوره عمر مواد در چرخه اکوسیستم، مواد زائد را شناسایی و بر جلوگیری از تولید، کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و نهایتاً دفن آنها تاکید دارد[۲].

در راستای حفظ منابع موجود، بررسی استراتژی های مدیریت مواد زائد و اینکه کدامیک پاسخگوی بهتری برای حذف اثرات زیانبار و افزایش سوددهی یک واحد صنعتی می باشد از اهمیت ویژه ای برخوردار است[۳]. مجتمع مس سرچشمه به عنوان یک واحد صنعتی و معدنی که یکی از آلوده‌کننده‌های محیط زیست محسوب می شود نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد. علاوه بر آن نظارت بر موارد زیست محیطی از طریق مدیریت مواد زائـد، ضمن کاهش هزینه های سازمان، فرصتهای تجاری مناسبی را ایجاد نموده و لزوم فعالیت در این زمینه را اهمیت بیشتری می بخشد.

در این تحقیق تلاش شده تا مواد زائد صنعتی کارخانجات تغلیظ مجتمع مس سرچشمه مورد شناسایی قرار گیرد. این مواد از لحاظ نوع، مقدار، چگونگی انباشت و نحوه دفع فعلی، شناسایی و اثرات ناشی از رها شدن آنها در محیط مورد بررسی قرار گرفت. همچنین راهکارهای اصلی کنترل مواد زائد برای زائدات این کارخانجات بررسی شد و سود حاصله در قبال اتخاذ این استراتژی ها تعیین گردید.

امید می رود که نتایج این پژوهش مسئولین را در تصمیم گیری مناسب جهت بهسازی محیط، جلوگیری از ایجاد مناظر زشت و آلوده (به دلیل انباشتن مواد پسماند) و استفاده مجدد یا فروش ضایعات جهت بازیافت در صنایع دیگر (جنبه های اقتصادی مسئله) یاری نماید.

مروری بر تحقیقات گذشته

در طی ۲۰ سال گذشته، قوانین دفع مواد زائد در کشورهای صنعتی توسعه پیدا نموده است. مدیریت آلـودگی و مواد زائد به عنوان یک فعالیت جدید در کشورهای صنعتی، همواره سه استراتژی اساسی را دنبال می کنـد که عبارتند از: پیشگیری، بازیافت، دفع و در وضعیت ایده آل استراتژی "اجتناب"[۴].

کشورهای صنعتی با بهره گیری از تکنولوژی های پاک و بازیافت داخلی توانسته اند تحول عظیمی در بخشهای مختلف صنعتی، تجاری و خدماتی ایجاد نمایند. در دو دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ علیرغم توسعه روشهای گوناگون دفع، دفن مواد زائد متداول بود و بیش از ۹۰ درصد مواد زائد جامد به این روش دفع می شدند. بتدریج نتیجه گرفته شد که دفن زائدات در زمین روشی نیست که منجر به تثبیت آنها در طول یک نسل شود و این بر خلاف مفهوم توسعه پایدار در دفع مواد زائد است [۲].

در کشورهای عضو جامعه اروپا دفن بهداشتی آخرین گزینه دفع است. در این کشورها ترتیب سیاستهای مدیریت مواد زائد عبارتست از: کاهش تولید مواد زائد از طریق جایگزینی تکنولوژی پاک، بازیافت زائدات، زباله سوزی و بازیافت انرژی و دفن بهداشتی. در ژاپن سیاست مدیریت مواد زائد به ترتیب اولویت عبارتست از: جلوگیری از تولید، استفاده مجدد، بازیافت، زباله سوزی و بازیافت انرژی و در نهایت زباله سوزی. ژاپن دفع بهداشتی را از سیاست مدیریت مواد زائد حذف کرده است و این امر اقدام بزرگی است. به هر حال کشورهای صنعتی اقدامات مهمی را در رابطه با مدیریت مواد زائد انجام داده‌اند و در ۶۵ سال گذشته تحولات زیادی را در سیستمهای مدیریت این مواد ایجاد نموده‌اند[۵].

سیستم های مدیریت مواد زائد جامد در کشور ما در مراحل ابتدایی قرار دارند و قسمت اعظم این مواد به روش تلنبار دفع می شود. در دهه اخیر اقداماتی در رابطه با ایجاد سیستم مدیریت این مواد در بعضی از شهرها انجام شده است.

در مجتمع مس سرچشمه اولین فعالیت جامع به شناسایی ضایعات معدن مربوط می شود. فعالیتهای دیگری نیز درخصوص بررسی و شناخت مواد زائد واحدهای تغلیظ انجام گرفته که در این بررسی از نتایج تحقیقات بعمل آمده استفاده شده است[۶].

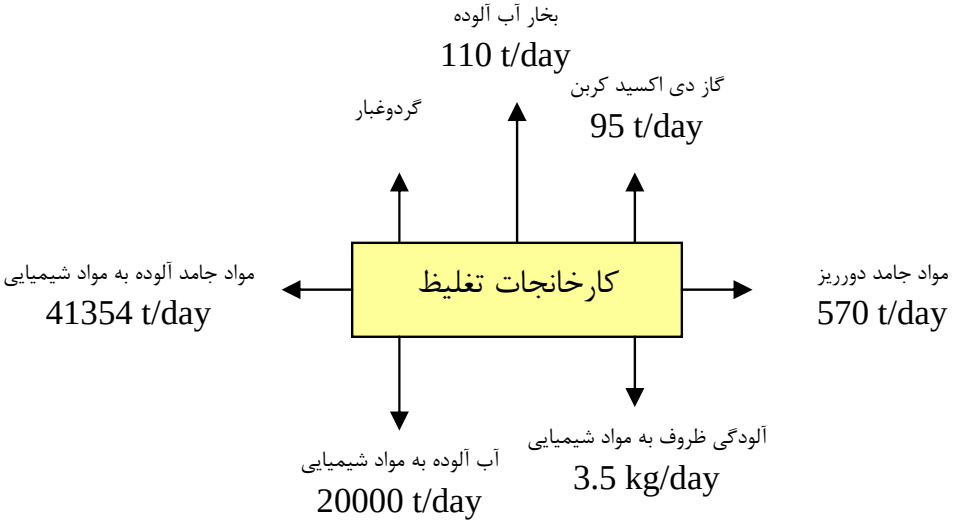
روش انجام تحقیق

در این تحقیق ملاک بررسی، مراجعه به تحقیقات انجام گرفته در رابطه با مواد زائد، اسناد حسابداری صنعتی و مدارک موجود در مرکز اسناد مجتمع بوده است. ابتدا مطالعاتی درخصوص ضایعات فرآیندهای تولیدی و بخشهای نگهداری و تعمیرات کارخانه و اثرات زیست محیطی آنها انجام شد. اطلاعات مربوط به جنس، نوع، حجم یا میزان مصرف مواد و قطعات بخشهای مختلف جمع‌آوری و آن دسته از ضایعات دورریز که به محیط زیست وارد می شوند شناسایی و نحوه انباشت آنها تعیین گردید. داده ها به تفکیک نوع ماده ضایعاتی تنظیم شدند. استراتژی های موجود و یا قابل اتخاذ برای هر یک از مواد زائد ارائه گردیده و درنهایت بررسی فنی-اقتصادی استراتژی ها انجام گرفت. روش تحقیق استفاده شده روش توصیفی است. جامعه آماری، مواد زائد کارخانه‌های تغلیظ بوده و نحوه بررسی آنها بصورت مطالعه موردی (Case Study) است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات نیز ارجاع به مستندات موجود و تنظیم آنها با نرم‌افزارهای معمول بود.

ارائه یافته‌ها و تحلیل نتایج

در یک تقسیم بندی کلی، مواد زائد حاصل از این مجموعه در سه بخش خلاصه می شوند: مواد زائد حاصل از فرآیندهای فرآوری، مواد زائد ناشی از تعمیر دستگاهها و تعویض قطعات و مواد زائد حاصل از فعالیت های انسانی. با توجه به حجم مواد و نوع آلایندگی، مواد زائد دو نوع اول از اهمیت بیشتری برخوردار هستند.

الف- مواد زائد حاصل از فرآیندهای فرآوری: شامل باطله، دورریز آسیاها(Reject)، مواد شیمیایی باقیمانده در ظروف، گازهای دی اکسیدکربن و گوگرد، بخارات آب، پساب، گردوغبار و صوت می باشد. شکل ۱ زائدات فرآیندهای فرآوری و شیمیایی را نشان می دهد.



شکل ۱: شمای کلی از جریان مواد زائد فرآیندهای فرآوری و شیمیایی [۱]

باطله: کارخانه پرعیارکنی روزانه قادر به فرآوری ۴۳۳۵۴ متریک‌تن خشک، سنگ ارسالی از معدن است. از این حجم سنگ معدن، ۴۱۳۵۴ تن باطله تغلیظ همراه با ۱۰۲۱۱۱ مترمکعب آب به تیکنرهای باطله فرستاده می شود. بعد از افزایش درصد جامد باطله در تیکنرها، آب سرریز شده جهت استفاده در فرآیند به منبع ذخیره آب فرستاده شده و باطله بوسیله یک کانال بتنی روباز به سد رسوبگیر هدایت می‌گردد. اهمیت بررسی باطله بدلایل تناژ بسیار بالای این مواد، وجود حجم زیادی پسآب به همراه آن و وجود درصد قابل ملاحظه ای عناصر باارزش در باطله است. به دلیل استفاده از مواد شیمیایی در فرآیندهای پرعیارکنی، وجود این مواد در پساب خروجی این واحدها اجتناب‌ناپذیر بوده و به همین دلیل، احتمال جذب ترکیبات آلی توسط مواد معلق و ته نشین شدن آنها وجود دارد. جذب مواد آلی توسط ته نشست‌ها سبب کاهش این مواد در آب می گردد و تجزیه بیولوژیکی آنها را به تاخیر می اندازد [۷]. همچنین به علت قلیایی بودن پساب

خروجی از واحد تغلیظ، بسیاری از عناصر محلول به شکل رسوب از آن جدا می شوند. بنابراین سنگ باطله در مسیر کانال و در پشت سد رسوبگیر حاوی عناصر مختلفی می باشد. بررسی آنالیز باطله (جدول ۱) و مقایسه آن با ماکزیمم غلظت مجاز عناصر در خاک [۸] نشان داد که میزان روی، مس و مولیبدن از ماکزیمم حد مجاز این عناصر در خاک بیشتر است. این سه عنصر به مقدار کم از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشند[۹].

جدول ۱: میانگین فراوانی عناصر موجود در باطله در مرداد ماه ۷۹

%Ni	%Pb	%Zn	%Co	%Mo	%Cu
۰/۰۰۳۴	۰/۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴۷	۰/۱۳

در باطله کارخانه فرآوری مس سرچشمه بدلیل وجود مشکلات عملیاتی، بهینه نبودن مدار، فرسودگی تجهیزات، افزایش درجه اکسیداسیون بار ورودی، تغییرات مداوم ترکیب کانی شناسی بار اولیه و پیچیدگی آن و عدم امکان تطبیق کامل کارخانه با این تغییرات، عیار مس بالاتر از میزان طراحی بوده و در محدوده ۰/۱۲ تا ۰/۲۴ درصد تغییر می کند[۱۰].

بازیابی مس از باطله‌ها در اکثر موارد کنسانتره‌ای با عیار پایین تولید می‌کند که می‌تواند به فرآیند تولید بازگردانده شود. در اغلب موارد پس از پرعیارکنی نهاییِ این کنسانتره جهت افزایش عیار، محصولی با عیار مناسب جهت استفاده در کوره‌های ذوب مس حاصل گشته و مستقیماً به کارخانه ذوب قابل ارسال است[۱۱].

بررسی فنی- اقتصادی استراتژی های کنترل باطله

الف- استراتژی پیشگیری از به هدر رفتن مس در باطله: بررسی شیوه های استحصال کانی مس از باطله در راستای راهکار پیشگیری است. در این شیوه، خردایش کنترل شده جهت کاهش میزان ذرات زیر ۱۱ میکرون[۱] و افزایش درصد ذرات زیر ۷۵ میکرون[۲] بدلیل بالا بودن عیار و درصد مس محتوای این دو بخش، پیشنهاد شده است. در این گزینه علاوه بر کاهش مواد تولیدی، از میزان ضایعات نیز کاسته شده و محصول کارخانه با کیفیت بالاتری (عیار و بازیابی بالاتر) به مجموعه بعدی هدایت می‌شود. افزایش هر درصد بازیابی در سال رقمی معادل ۱۷/۶ میلیارد ریال سود عاید مجموعه خواهد نمود.

۱- بخش ابعادی۱۱- میکرون: حدود ۲۹ درصد وزنی باطله با عیار مس ۰/۱۴٪ را در بر دارد.

۲- بخش ابعادی۷۵+ میکرون: حدود ۳۳ درصد وزنی باطله با عیار مس ۰/۲۴٪ را در بر دارد.

ب- استراتژی بازیافت مس از باطله: روشهای فلوتاسیون معمول و سولفیداسیون- فلوتاسیون برای استحصال مس از باطله که بدلیل سادگی، ارزانی فرآیند و در دسترس بودن ارائه گردیده‌اند، در جهت استراتژی بازیافت مواد زائد می باشد. در این راهکار باطله حاصله از کارخانه توسط شیوه‌هایی از فلوتاسیون مورد فرآوری مجدد قرار گرفته و کانی باارزش آن بازیافت می گردد.

ج- استراتژی دفع: هنگام فرآوری مس به روش فلوتاسیون بدلیل ماهیت سنگ معدن مقادیر زیادی باطله تولید می شود. این باطله چه حاوی ذرات کانی باارزش باشد و چه نباشد، بایستی به گونه‌ای دفع شود. بهترین گزینه ای که در اکثر مناطق دنیا برای باطله های کارخانه های فرآوری انتخاب می شود، آبگیری باطله و ترکیب آن با سیمان جهت پر کردن حفره ها، کارگاههای استخراج و تونل‌های ایجاد شده در روش های معدنکاری زیرزمینی است. ولی درخصوص معادن روباز این روش کاربردی ندارد. در این حالت از روش ایجاد سدهای رسوبگیر استفاده می‌شود. در مجتمع مس سرچشمه نیز ارسال باطله به سد رسوبگیر مناسب تشخیص داده شده است.

د- استراتژی بهسازی منابع: ارسال سنگ معدن کنترل شده از نظر یکنواختی و مناسب بودن آن از جنبه‌های مینرالوژیکی می تواند در کاهش هدر روی مس به باطله نقش مهمی ایفا نماید.

ه- استراتژی بازیافت باطله: بطور متوسط سالانه بیش از ۱۳/۹ میلیون تن باطله به سد رسوبگیر دفع می‌شود. با استفاده از سیکلون به عنوان یک راهکار جدید در بعضی معادن، قسمت درشت باطله (حدود یک چهارم آن) برای ساخت سد و مواد ریز جهت آب بندی کف حوضچه در مرکز آن تخلیه می شوند. برای بقیه باطله تاکنون استفاده‌ای پیدا نشده است. علاوه بر این راهکار، بازیافت باطله با کاربری مصالح ساختمانی(ساخت تاج سد) نیز در حال بررسی است.

دورریز (Reject) آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی

بطور متوسط روزانه ۵۷۰ تن از سنگ معدنی که وارد آسیاهای اولیه کارخانه تغلیظ می شود به دلایل مختلفی از قبیل درشتی، سختی و تناژ زیاد نمی توانند در اثر خردایش به اندازه مطلوب برسند و به جهت درشت بودن از آسیا بیرون ریخته می شوند که به دورریز (Reject) معروفند. با توجه به عیار متوسط ۰/۶ درصدی مس دورریز، روزانه ۳/۴ تن مس از این طریق به هدر می رود که از نظر اقتصادی حائز اهمیت است. بررسی ها نشان می دهند که عوامل موثر بر تولید دورریز آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی عبارتند از: اندازه ابعاد سنگ معدن ورودی (F80)، سختی سنگ، تناژ بار ورودی به آسیا، ویسکوزیته پالپ، اندازه گلوله آسیا، سایر پارامترها (عمر مفید کاری و زمان نصب سرند دوار آسیا) [۱۲]. مقدار دورریز تولیدی بسته به شرایط عملیاتی(تناژ، سختی و اندازه سنگ معدن ورودی) بین ۰/۹۷ تا ۲/۷۹ درصد خوراک ورودی متغیر است. روند صعودی تولید دورریز با افزایش تناژ سنگ معدن ورودی همواره صادق است.

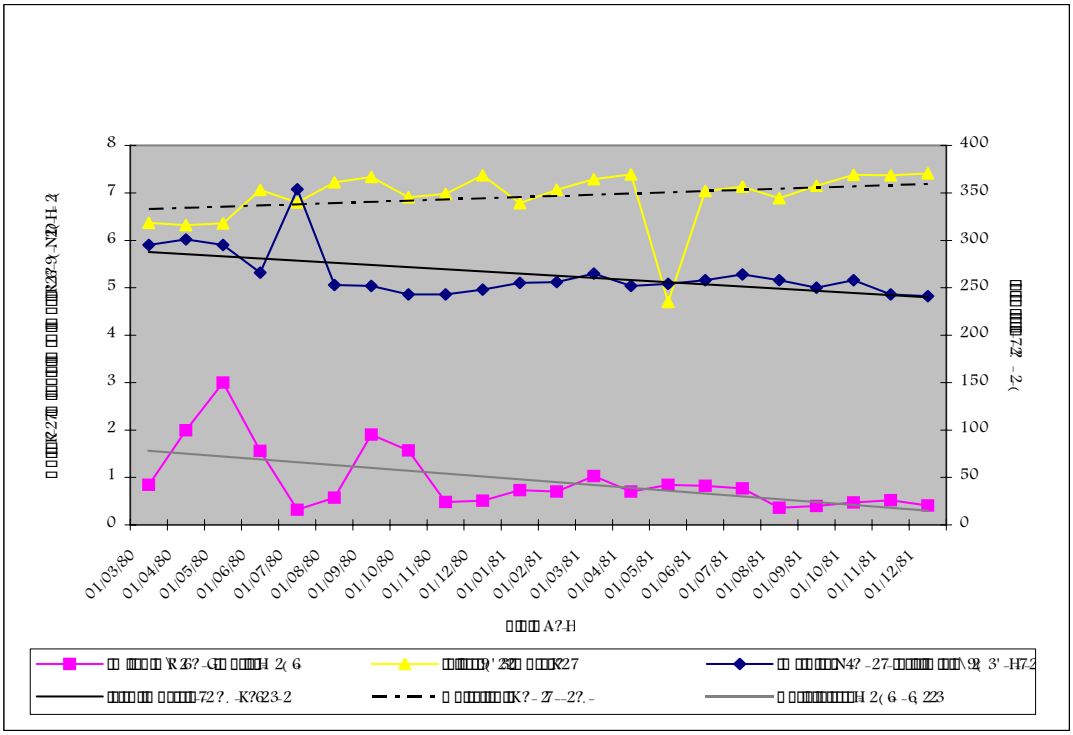
بررسی فنی- اقتصادی استراتژیهای کنترل دورریز آسیاهای تغلیظ و مقایسه آنها

الف-راهکار بازیافت: بمنظور بازیافت دورریز از سه ماهه سوم سال ۱۳۷۶ این مواد توسط کامیون به داخل انبار نرمه (قبل از آسیا) برگشت داده شد. اما بدلیل سختی زیاد دورریز (اندیس کار متوسط دورریز ۱۵/۶ کیلووات ساعت بر تن) بازگشت مجدد دورریز به داخل آسیاهای اولیه، مشکلات کاهش حجم موثر این آسیاها و افزایش توان مصرفی را در بر داشت. همچنین بخشی از دورریز اضافه شده به خوراک بعد از ورود به آسیا مجدداً بصورت دورریز از آسیا خارج می‌گردد. برای حل این مشکل بایستی دورریز قبل از ورود به آسیا تحت عمل خردایش مجدد قرار گیرد (استفاده از سنگ شکن).

هدایت دورریز به داخل آسیای نیمه خودشکن توسعه تغلیظ بدلیل ماهیت این نوع آسیا برای خردایش سنگهای سخت می‌تواند گزینه مناسبی باشد. هزینه سرمایه‌ای بازیافت دورریز با این روش، منتهی به استفاده از سه نوار نقاله جهت هدایت آن به آسیای نیمه خودشکن (SAG Mill) کارخانه توسعه تغلیظ می‌شود که در قالب قسمتی از یک طرح جامع برای افزایش ظرفیت کارخانه تغلیظ در حال انجام است.

ب-راهکار پیشگیری: به عنوان یک قاعده کلی، استراتژی هایی که کمینه سازی تولید باطله را در نظر می‌گیرند بر آنهایی که به دفع آنها تاکید دارند، ترجیح داده می شوند. راهکار پیشگیری از تولید شامل بهبود پیوسته فرآیند تولید نیز می شود. امکان استفاده از این گزینه با صرف هزینه ای ناچیز -که هزینه ناشی از کارکرد آسیا با تناژ کمتر است- وجود دارد ولی به تنهایی کافی نیست. با استفاده از این راهکار حجم دورریز تولیدی کاهش یافته ولی حذف نخواهد شد.

شکل ۲ مقایسه میزان دورریز، متوسط بار آسیاها و آسیا در خط آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی از خردادماه سال ۱۳۸۰ تا پایان سال ۱۳۸۱ را نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود با افزایش تعداد آسیاهای در حال کار و کاهش بار متوسط هر آسیا، نرخ دورریز تولیدی کاهش می‌یابد.



شکل۲: مقایسه میزان دورریز، متوسط بار آسیاها و آسیا در خط آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی در سالهای ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱

با اتخاذ برنامه نگهداری و تعمیرات موثر و کارآ، می‌توان میزان توقفات آسیاها را کاهش داد. همچنین با اتخاذ تمهیداتی در کارخانه سنگ‌شکنی می‌توان از ورود خوراک با اندازه مطلوب به آسیاها اطمینان حاصل نمود. این امر می تواند باعث کاهش چشمگیر دورریز خروجی از آسیاها گردد. از جمله این تمهیدات می‌توان به تعمیرات بموقع و پیشگیرانه سرندها و سنگ شکن‌های آن واحد اشاره نمود.

گزینه پیشگیری در واقع با افزایش قابلیت دسترسی به تعداد بیشتری آسیا برای فرآوری سنگ معدن و کاهش بار متوسط هر آسیا بمنظور کاهش تولید دورریز عملی می شود. در این راستا علاوه بر تناژ ورودی همواره بایستی عوامل موثر در تولید دورریز که در رأس همه اندازه خوراک ورودی است و حتی بیش از عامل سختی سنگ بر تولید آن تاثیر می گذارد را مد نظر قرار داد.

ج-راهکار مصرف مجدد: استفاده از دورریز جهت بسترسازی هیپ شماره دو در سال ۱۳۷۹، مبلغ ۶/۸ میلیارد ریال صرفه جویی در هزینه بسترسازی هیپ در برداشته است. در این استراتژی از دورریز به عنوان یک عنصر اصلی در ساخت هیپ و نه به عنوان باطله ای بی ارزش استفاده شده است [۱۳].

مواد زائد ناشی از تعمیر دستگاهها و تعویض قطعات

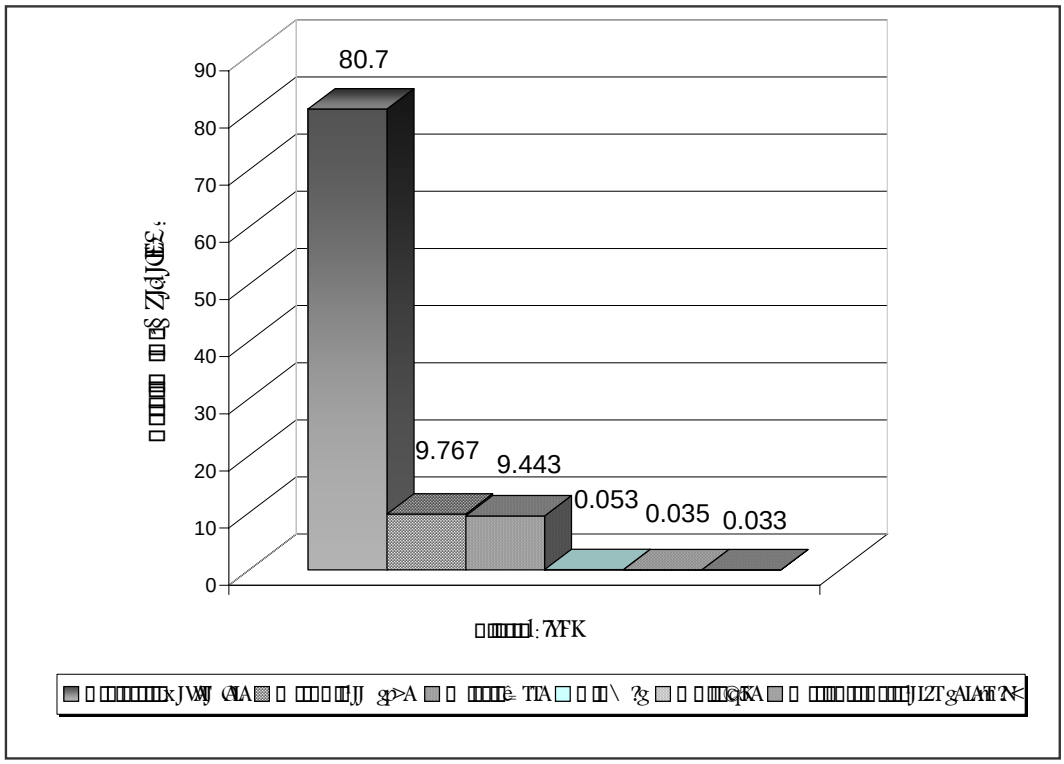
این مواد در گروههای فلزات آهنی و غیرآهنی، لاستیک و پلاستیک، روغن و گریس، منسوجات (پارچه تنظیف، فیلتر پنبه ای)، مواد آزبست (برزنت نسوز، پکینگ)، کربن-شیشه-تفلون-سرامیک، چشمه‌های پرتوزا خلاصه می شوند. در جدول۲ مقدار کل ضایعات حاصل از تعمیر دستگاهها به تفکیک آورده شده است. مقدار مصرف هر یک از قطعات در سال، جنس آنها و وزن نمونه های نو آنها، مبنای جمع‌آوری این اطلاعات بوده است. مسلماً مبنای تعویض بسیاری از این قطعات علاوه بر معیوب بودن، ساییدگی و یا فرسودگی آنها بوده که باعث کاهش وزن آنها می شود. ۲۰ درصد استهلاک برای تعیین وزن این قطعات بعد از تعویض، مناسب تشخیص داده شد.

جدول ۲: فهرست مواد مصرفی و دورریز حاصل از تعمیرات واحدهای تغلیظ

جنس ماده	واحد	مجموع[۱]	جنس ماده	واحد	مجموع[۱]	جنس ماده	واحد	مجموع[۱]
آهن	kg	۱۵۷۱۰۶۱	لاستیک	kg	۱۹۱۲۵۴	پنبه	kg	۶۴۳
برنج	kg	۷۴/۵	پلاستیک	kg	۲۷	کربن	kg	۲۸
مس	kg	۱۸۸/۵	آزبست	kg	۶۹۰	شیشه	kg	۴۹۲
چدن	kg	۶۹۹۰/۵	سرامیک	kg	۱۳۸	گریس	kg	۳۵۱۵۳
آلومینیوم	kg	۶۵۵/۵	تفلون	kg	۵/۵	روغن	lit	۱۷۲۹۸۰
برنز	kg	۶۵۸/۵	منسوجات	kg	۳۹۶	روغن دنده	lit	۲۳۰۱۰
جمع کل	kg	۱۸۰۸۴۳۶						
جمع کل	lit	۱۹۵۹۹۰						

بیشترین ضایعات جامد از نوع قطعات فولادی و لاستیکی می باشد. قسمت عمده قطعات فولادی از تعمیرات واحد سنگ شکن و قسمت عمده قطعات لاستیکی از واحد پرعیارکنی حاصل می‌شود. شکل ۳ درصد انواع مواد جامد زائد کارخانه های تغلیظ را نشان می دهد.

[۱] بعد از استهلاک ۲۰٪



شکل ۳: سهم هر یک از مواد زائد حاصل از تعمیرات به کل

راهکارهای کنترل مواد زائد حاصل از فعالیت های نگهداری و تعمیرات

راهکار پیشگیری: با استفاده از سیستم های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه[۱]، پیشگویانه[۲] و فراتر از آن نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (TPM[۳])، با کاهش میزان خرابی ها بتدریج نرخ مصرف قطعات کاهش می یابد. همچنین دقت در سفارش قطعات با کیفیت مطلوب، دقت در هنگام مونتاژ قطعات و نصب آنها طبق دستورالعمل‌های تعیین شده از طرف کارخانه سازنده، انجام کنترل و بازدیدهای منظم طبق زمانبندی ارائه

۱ Preventive Maintenance

۲ Predictive Maintenance

۳ نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر (Total Productive Maintenance)

شده در راهنمای تعمیراتی دستگاه، انجام پایش وضعیت دستگاه (Condition Monitoring) جهت پیشگیری از خرابی و نیاز به تعویض قطعه، تمیزسازی و نظافت بموقع تجهیزات، بکارگیری تجهیزات بر اساس راهنمای عملیاتی مدون و توجه به مدیریت روانکاری همگی عواملی هستند که می توانند به عنوان بخشی از راهکار پیشگیری از تولید ضایعات تعمیراتی محسوب شوند.

راهکار بازیافت: بازیافت فولادها، به خصوص قطعات از جنس فولادهای منگنزدار در کارخانجات فولاد کشور امکان پذیر است. از قطعات چدنی نیز می توان به منظور ساخت قطعات جدید در کارگاه ساخت مجتمع مس سرچشمه استفاده نمود. در حال حاضر قطعات مسی و برنجی جهت بازیافت به کوره های ذوب منتقل می شوند. ممکن است بدلیل میزان کم این قطعات (۷۴/۵ کیلوگرم برنج و ۱۸۸/۵ کیلوگرم مس در سال) از نظر اقتصادی سود چندانی عاید نشود ولی از نظر زیست محیطی این مسئله بسیار با ارزش است.

راهکار فروش: بسیاری از زائدات تعمیراتی از قبیل قطعات آهنی و لاستیکی با قیمت مناسب بفروش می‌رسند. طبق قیمت های بدست آمده از بازار جهانی آهن‌آلات و قراضه‌ها، فروش این زائدات می تواند ۱/۴۱ میلیارد ریال در سال سودآوری برای مجتمع مس سرچشمه بدنبال داشته باشد. بهترین گزینه در مورد روغنهای زائد جمع آوری و فروش آنهاست که علاوه بر کسب درآمد، از آلودگی محیط زیست و ایجاد مشکلات در فرآیند نیز جلوگیری بعمل خواهد آمد.

راهکار دفع: برای قطعاتی مانند قطعات پلاستیکی، منسوجات، مواد آزبست، کربن، شیشه، تفلون و سرامیک بدلیل مقدار کم شان گزینه دفع مناسبترین راهکار بوده و در حال انجام است. البته بایستی در مورد دفع مواد خطرناکی مانند آزبست توجه بیشتری مبذول داشت.

مواد زائد حاصل از فعالیت های انسانی

این مواد به دو دسته فاضلابهای بهداشتی و ضایعات اداری تقسیم بندی می شوند. فاضلابهای بهداشتی به شیوه های متفاوتی دفع می شود. حجم عمده آنها وارد دو تصفیه خانه موجود در مجتمع شده، قسمتی وارد تانک های سپتیک یا چاه های جذبی می شود و بخش ناچیزی نیز به رودخانه می ریزد. ضایعات اداری نیز نسبت به سایر مواد زائد صنعتی، اهمیت چندانی ندارند و بیشتر شامل کاغذهای باطله می باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

مواد زائد کارخانجات تغلیظ از نظر نحوه تولید در سه بخش شناسایی و تقسیم بندی شدند. الف- زائدات فرآیندهای فرآوری ب- زائدات ناشی از تعمیر دستگاهها و تعویض قطعات ج- زائدات ناشی از فعالیت های انسانی. وزن مواد گروه اول ۲۱/۴ میلیون تن در سال برآورد گردید که شامل ۱۳/۵ میلیون تن باطله، ۲۰۵ هزارتن دورریز، ۱/۲۶ تن مواد شیمیایی باقیمانده در ظروف، ۴۳۰ هزارتن بخارات آب و گاز دی اکسیدکربن

و ۷/۲ میلیون مترمکعب پساب بود. وزن مواد گروه دوم ۱/۷۷ میلیون تن تخمین زده شد که ۸۸/۵٪ آن را ضایعات آهنی، ۱۰/۸٪ را لاستیک و مابقی را مواد دورریزی چون فلزات غیرآهنی، آزبست و منسوجات تشکیل می دهد. گروه سوم نسبت به دو گروه دیگر از نظر مقدار ناچیز است.

مواد زائد شناسایی شده هر گروه از نظر نوع، مقدار، نحوه انباشت و استراتژی های کنترل آنها مورد بررسی قرار گرفت.

هر یک از راهکارهای ارائه شده برای مدیریت این مواد از نظر فنی- اقتصادی مطالعه شد و در نهایت بهترین راهکار و یا تلفیقی از راهکارها با توجه به شرایط زمانی، مکانی و قوانین موجود ارائه گردید.

مواد زائد اصلی فرآیندهای فرآوری به دسته های زیر تقسیم بندی شدند. باطله، بخارات آب، مواد جامد دورریز (Reject)، پساب، مواد شیمیایی باقیمانده در ظروف، گردوغبار، گازهای دی اکسیدکربن و گوگرد، صوت.

استراتژیهای کنترل باطله: اتخاذ هر یک از استراتژی های پیشگیری از به هدر رفتن مس در باطله و یا بازیافت مس از آن، موجب افزایش بازیابی کلی کارخانه خواهد گردید. صرفنظر از هزینه‌های سرمایه‌گذاری انجام طرح های افزایش بازیابی، هر درصد افزایش بازیابی در شرایط فعلی رقمی معادل ۱۷/۶ میلیارد ریال در سال سود عاید مجموعه خواهد کرد. این راهکارها عبارتند از: خردایش کنترل شده جهت کاهش ذرات ۱۱- میکرون و افزایش درصد ذرات ۷۵- میکرون (پیشگیری)، روشهای فلوتاسیون معمول(بازیافت)، سولفیداسیون-فلوتاسیون(بازیافت)، فلوتاسیون و بعد سولفیداسیون فلوتاسیون(بازیافت)، ارسال سنگ معدن کنترل شده از نظر یکنواختی و مناسب بودن از جنبه مینرالوژیکی(بهسازی منابع).

استراتژی بازیافت باطله به عنوان یک ماده زائد بسیار حجیم و استفاده از بخش دانه درشت باطله برای ساخت دیواره سد می تواند سبب کاهش حجم عملیات خاکی مورد نیاز برای سدسازی شود. به ازای ۸۶۰,۰۰۰ مترمکعب حجم خاکریزی مورد نیاز برای طرح پذیرفته شده، ۳/۱۵۳ میلیارد ریال سودآوری پیش بینی می شود.

استراتژیهای کنترل دورریز (Reject): مقایسه استراتژی های مدیریت دورریز نشان داد که راهکار استفاده مجدد آن بجای شن از نظر سوددهی در مقام اول قرار می گیرد ولی از آنجائیکه این راهکار دائمی نیست استفاده از گزینه های بازیافت و پیشگیری بصورت تلفیقی مطلوب تر می‌باشد.

با کاهش بار متوسط آسیاهای اولیه از ۲۹۷ به ۲۵۴ تن در ساعت، درصد وزنی دورریز تولیدی نسبت به خوراک از ۱/۳۸ به ۰/۶۵ کاهش می یابد و در نتیجه به میزان ۱۰۳/۶ هزار تن کاهش در میزان دورریز تولیدی حاصل شده است که معادل ۲/۹۸ میلیارد ریال سودآوری حاصل از عدم تولید دورریز خواهد بود (گزینه پیشگیری). البته میزان کاهش سنگ معدن فرآوری شده با توجه به شرایط فعلی بازار که تولید هر چه بیشتر کنسانتره مس را دیکته می‌کند بایستی بسیار محتاطانه انجام گیرد.

مواد زائد ناشی از تعمیر دستگاهها و تعویض قطعات در گروههای زیر خلاصه گردیدند. فلزات آهنی و غیرآهنی، منسوجات، لاستیک و پلاستیک، مواد آزبست، روغن و گریس، کربن- شیشه- تفلون- سرامیک، چشمه های پرتوزا. فلزات آهنی و لاستیک‌ها که بیشترین درصد مواد دورریز واحدهای تعمیراتی را تشکیل می دهد به فروش می رسند و فلزات غیرآهنی(به استثنای مس و برنج که به کوره‌های ذوب منتقل می شوند) جهت رسیدن به مقدار قابل ملاحظه برای فروش جمع آوری می شوند. سایر مواد زائد تعمیراتی از جنس پلاستیک، شیشه، آزبست و غیره در مجاورت رودخانه تخلیه و با خاک پوشش داده می شوند. متاسفانه حضور این مواد درون جریان آب و اطراف آن به وضوح قابل مشاهده است. با توجه به پایدار بودن مواد پلاستیکی و خطر مواد آزبستی، لازم است کلیه الیاف آزبستی درون کیسه های پلاستیکی محکم گذاشته و در محل مناسب دفن شوند یا به همراه مواد پلاستیکی (به دلیل کم بودن مقدارشان) در محلی خالی از سکنه و دور از محیط شهری سوزانده شوند.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مدیریت محترم وقت امور تغلیظ جناب آقای مهندس علی کارگر و مدیریت محترم امور تحقیقات و مطالعات جناب آقای مهندس موسی پورکانی بخاطر همکاری و مساعدت های لازم، ریاست محترم تحقیقات آب و محیط زیست مجتمع مس سرچشمه جناب آقای مهندس رضا آتش دهقان و کارشناس ارشد آن واحد سرکار خانم عصمت اسماعیل زاده بخاطر کمک در جمع آوری مطالب، ریاست محترم حسابداری مجتمع جناب آقای حمیدرضا اخلاقی بخاطر کمک در جمع آوری اطلاعات هزینه ای، ریاست محترم اداره بهداشت کار آقای دکتر محمود یگانه بخاطر همکاری های لازم، مجری محترم طرح جامع آب جناب آقای مهندس نصرت خوش‌نیاز بخاطر در اختیار قراردادن قراردادهای توسعه سد رسوبگیر و مدیریت محترم عامل شرکت ملی صنایع مس ایران جناب آقای مهندس احمد مرادعلیزاده بخاطر اجازه چاپ اطلاعات محیط زیستی مجموعه مس سرچشمه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

مراجع

۱- اسمعیل زاده، عصمت و دیگران. (۱۳۷۹)، *"شناسایی ضایعات صنعتی مجتمع مس سرچشمه(فاز ۲)"*. فصل‌نامه داخلی اندیشه(شرکت ملی صنایع مس ایران). زمستان ۱۳۷۹. صفحه ۱.

۲- عبدلی، محمد علی. (۱۳۷۵)، *"جایگاه ضوابط و دستورالعمل های فنی در مدیریت مواد زائد"*. اولین گردهمایی بررسی و عملکرد و پیمان های زیست محیطی واحدهای تحت پوشش وزارت معادن و فلزات و معرفی استاندارد مدیریت محیط زیست ISO 14000. سال ۱۳۷۵. صفحات ۶۴۰-۶۳۱.

۳- نوری، جعفر. لسانی، لادن. (۱۳۷۵)، *"استانداردهای مدیریت محیط زیست ISO 14000 در معادن و فلزات"*. اولین گردهمایی بررسی و عملکرد و پیمانهای زیست محیطی واحدهای تحت پوشش وزارت معادن و فلزات و معرفی استاندارد مدیریت محیط زیست ISO 14000. سال ۱۳۷۵. صفحات ۵۹۲-۵۷۵.

۴- بارو، کریستوفر جان، (۱۹۵۰) ، *اصول و روش های مدیریت زیست محیطی*، مترجم: مهرداد اندرودی، چاپ اول تهران(۱۳۸۰)، نشر کنگره. صفحات ۳۲۲-۲۸۶.

5- Castro.S.H, Sanchez.M.A. and Vergara F., (1999),"Environmental Problems and Effluent Treatment in the Chilean Copper Industry", Procceding of Copper 99-Cobre 99 International Environment Conference, 1999, Vol.2.pp.297-305.

۶- اسمعیل زاده، عصمت. خامس پناه، عبدالحسین. سلاجقه، پیمان. (۱۳۷۸)، *"شناسایی ضایعات صنعتی مجتمع مس سرچشمه(فاز ۱-امور معدن)"*. فصل‌نامه داخلی اندیشه(شرکت ملی صنایع مس ایران) شماره ۱۲. زمستان ۱۳۷۸. صفحات ۳۸-۴۷.

۷- استانلی ماناهان, (۱۳۷۷)، *"شیمی محیط زیست"*،ترجمه: جعفر نوری و سعید فردوسی، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی,۱۳۷۷. صفحات ۵۲-۳۱.

۸- شریعتی، محمدرضا. (۱۳۷۳)، *"ارزیابی کیفیت شیمیایی فاضلاب و استفاده از آن در آبیاری"*، نشریه آب و محیط زیست، شماره دهم، آبان ۱۳۷۳. صفحه ۱۸.

۹- علیزاده، امین. (۱۳۷۴)، *"استفاده از پساب تصفیه شده فاضلابهای خانگی در آبیاری سبزیجاتی که به صورت خام مصرف می شوند"*، شرکت مهندسی آب و فاضلاب، ۱۳۷۴. صفحه ۱۰۲.

۱۰- ناصح زاده، ناصرالدین. (۱۳۷۵)، *"مطالعه و بررسی بازیافت مس از باطله کارخانه مس سرچشمه"*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی. زمستان ۱۳۷۵. صفحات۱۱۱-۱۰۸.

11- Gomez, L. Solar, R.D. (1995),"Tailings Retreatment Plant in Codelco, El Teniente Division", Copper 95 International Conference, V.II-Mineral Processing and Environment, 1995. pp. 47-54.

۱۲- ابراهیمی،خدارضا. نگارستانی،اکبر. بنیسی، صمد. (۱۳۷۷)، *"عوامل موثر بر تولید دورریز در آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی مجتمع مس سرچشمه"*. فصل‌نامه داخلی اندیشه(شرکت ملی صنایع مس ایران) شماره ۷. پاییز ۱۳۷۷. صفحات ۳۰-۲۲.

۱۳- دانش پژوه، شهرام. (۱۳۷۹)، *"جایگزینی دورریز آسیاهای اولیه کارخانه تغلیظ با گراول جهت بسترسازی هیپ (HEAP) شماره دو مجتمع مس سرچشمه"*. فصل‌نامه داخلی اندیشه(شرکت ملی صنایع مس ایران) شماره ۱۶. زمستان ۱۳۷۹. صفحات ۲۵-۱۹.