شناسایی، طبقه بندی و مدیریت پسماند صنعتی مجتمع فولاد کویر براساس کنوانسیون بازل و RCRA

محمد حسن احرام پوش[۱] - محسن حسامی آرانی[۲*] - محمد تقی قانعیان[۳] - اصغر ابراهیمی[۴] - مسعود شفیعی[۵]

hesami.mohsen110@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۳۱

چکیده

مقدمه: الزام صنایع به اجرای برنامه مدیریت پسماند صنعتی و برنامه ریزی جهت دفع صحیح پسماندها ، لازمه دستیابی به برنامه توسعه پایدار می‌باشد، لذا مدیریت پسماند صنعتی در مجتمع فولاد کویر شهرستان آران و بیدگل که فرآیند تولید آن نورد گرم و محصول آن میل‌گرد می‌باشد با هدف شناسایی و طبقه بندی پسماندهای تولیدی و ارایه راهکار جهت بهبود روند مدیریت پسماند انجام شده است.

روش کار: این مطالعه به صورت میدانی در مجتمع فولاد کویر صورت گرفته است. پس از بررسی فرآیند تولید و منابع تولید پسماند، نوع و تناژ پسماندهای تولیدی در مدت ۳ ماه شناسایی و اندازه گیری شد. سپس طبقه بندی پسماندها براساس قانون حفاظت و بازیافت منابع و کنوانسیون بازل انجام شد و برنامه مدیریت پسماندهای صنعتی و بهداشتی جدید ارایه گردید.

یافته ها: پسماندهای صنعتی فرآیند تولید مجتمع فولادکویر با توجه به تناژ تولید بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم به ازای هر تن میل‌گرد تولید می‌گردد. عمده پسماندهای صنعتی شامل اکسید شمش، لجن‌های صنعتی، روغن و گریس مستعمل می‌باشد که براساس طبقه بندی قانون حفاظت و بازیافت منابع، ۸ پسماندکد T ، ۱ مورد کد C، ۵مورد کد I و ۳مورد کد R را دریافت نمودند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد بیش‌ترین مقدار پسماند صنعتی در مجتمع فولاد کویر، ضایعات شمش و لجن صنعتی است هم‌چنین بیش از ۹۰% پسماندهای صنعت نورد فولاد کویر، در داخل یا خارج از این مجتمع مورد بازیافت یا استفاده مجدد قرار می‌گیرد. از طرفی توصیه می‌شود روغن‌های مستعمل در مخازن ایمن، حمل و نگه‌داری گردد.

کلمات کلیدی: *صنعت نورد گرم، کنوانسیون بازل، مجتمع فولاد کویر ، قانون حفاظت و بازیافت منابع ، مدیریت پسماند صنعتی*

۱- استاد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.
۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مجتمع فولاد کویر، یزد، ایران.
۳- دانشیار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.
۴- استادیار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.
۵- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، مجتمع فولاد کویر، یزد، ایران.

مقدمه

تلاش زیادی برای کنترل آلودگی ناشی از دفع زباله با تبدیل این مواد زاید ناخواسته به مواد اولیه قابل کاربرد برای استفاده‌های مجدد و مفید انجام شده است. مشکلات مربوط به دفع مواد زاید جامد صنعتی با کمبود امکانات زیرساختی و سهل انگاری صنایع در اتخاذ راهکارهای مفید همراه بوده است(۱). در قرن اخیر با رشد تکنولوژی میزان مواد زاید صنعتی افزایش چشم‌گیری داشته است(۲). صنعت یکی از مهم‌ترین پایه‌های تولیدی و از شاخص‌های توسعه یافتگی هر کشور می‌باشد (۳). در حال حاضر منبع اصلی تولید پسماندهای خطرناک در دنیا، فعالیت‌های صنعتی اند (۴). از آنجا که هر فرآیند تولیدی در هر صنعتی در اصل مستلزم رهاسازی مقادیری مواد زاید و پسماندهای غیر قابل مصرف می‌باشد، غالباً موجب تولید مواد زاید متنوعی می‌شوند و در نتیجه باعث تاثیر سوء بر محیط زیست می‌گردند(۳). به همین دلیل مدیریت مواد زاید به‌خصوص زایدات صنعتی مسأله ای قابل ملاحظه است که از اهمیت خاصی در مسایل زیست جهانی برخوردار می‌باشد (۵).

پیشینه مدیریت پسماند صنعتی به قانون بازیابی و حفاظت از منابع (RCRA) در سال ۱۹۷۶در ایالات متحده آمریکا بر می‌گردد(۶). در۲۲ مارس سال ۱۹۸۹ کنوانسیون بازل به تصویب کشورهای مختلف رسید. هدف کنوانسیون بازل الزام دولت های عضو به کاهش حجم نقل وانتقال برون مرزی مواد زاید موضوع کنوانسیون وایجاد این مواد در حد بی ضرر به محیط زیست و اعمال مدیریت مناسب و موثر نسبت به نقل وانتقال ودفع مواد مذکور می‌باشد. ایران در ۵ ژانویه ۱۹۹۳به عضویت این کنوانسیون درآمد. مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد روشی است که می‌تواند اقدامات و برنامه‌های مربوط به توسعه صنعتی را با قوانین زیست محیطی انجام دهد و مانع از ایجاد اثرات سوء زیست محیطی مرتبط با مواد زاید جامد بدون ایجاد وقفه در توسعه صنعتی گردد(۷).

در حال حاضر عناصر اصلی مدیریت جامع پسماند شامل تولید، ذخیره سازی، جمع آوری و حمل و نقل، پردازش، بی خطر سازی دفع و مراقبت‌های پس از آن است(۸) و مراحل مختلف مدیریت نوین مواد زاید صنعتی شامل تولید و نگه‌داری، جلوگیری از تولید آلودگی و حداقل سازی ضایعات، بازیابی و بازیافت، جمع آوری و انتقال، تصفیه و دفع نهایی می‌باشند (۹و۱۰).

مقوله زایدات صنعتی در بین مسایل و مشکلات متعدد شهری کشورهای در حال توسعه و به‌خصوص ایران اهمیت فوق العاده ای دارد و از سوی دیگر بسیاری از ویژگی‌های مواد زاید صنعتی نظیر میزان تولید زباله و ترکیب اجزای آن شیوه‌های جمع آوری، روش‌های گوناگون دفع و غیره از مسایلی هستند که باید مورد توجه جدی برنامه ریزان قرار گیرد و تدابیر و راهکارهای علمی و عملی متناسب با آن اتخاذ گردد(۱۱). هرچند شناخت و بررسی کمیت و کیفیت زایدات صنعتی از بنیادی ترین بخش‌های مدیریت مواد زاید صنعتی به‌حساب می‌آید(۲) با این حال، توسعه برنامه‌های کارآمد و مدوام مدیریت مواد زاید در کشورهای در حال توسعه به مدارک ناکافی مربوط به خصوصیات و حجم زباله تولیدی محدود شده است(۱۲). هرچند بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات انجام شده در این زمینه در کشور ایران هم معطوف به تعیین وضعیت فعلی تولید و نحوه برخورد با این مواد بوده و راهکارهای اجرایی برای ارتقاء مدیریت این مواد ارایه نشده

است(۱۳). به عنوان نمونه در مطالعه ای توسط بیناپور و همکاران بر روی مواد زاید شهرک‌های صنعتی استان همدان، نشان داده شد که کمینه سازی و جداسازی پسماندهای خطرناک به‌صورت نسبتا مناسب صورت می‌گیرد اما محفظه خاصی برای نگه‌داری ۳۳/۴ درصد زایدات خاص وجود ندارد که نتیجه این مطالعه ضرورت استقرار یک مدیریت مواد زاید جامد برای حفظ محیط زیست را نشان داد(۱۴). در مطالعه ای توسط فرزادکیا و همکاران، با عنوان بررسی مدیریت پسماندهای صنعتی صنایع حدفاصل تهران تا کرج مشخص شد که ۴۵/۲۸درصد پسماندهای تولیدی توسط شرکت‌های خصوصی دفع می‌شود و گزینه‌های دفن با ۶۲ درصد و بازیافت با ۱۷درصد بالاترین روش‌های مورد استفاده جهت دفع نهایی پسماندهای صنعتی می‌باشد و نتیجه این مطالعه نشان داد که به منظورکاهش تولید پسماند خطرناک در این منطقه، در کوتاه مدت بایستی حداکثر بازیافت و استفاده مجدد از این مواد به عمل آید(۱۵) هم‌چنین در مطالعه طراحی و اجرای الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید صنعتی در شهرک‌های صنعتی شاهرود توسط یغماییان و همکاران مشخص شد که از تولید سالیانه ۱۷۲۸ تن مواد زاید، سهم مواد زاید صنعتی ۱۶۰۳ تن و زایدات خانگی ۱۲۵ تن است(۱۳).

صنعت فولاد و نورد یکی از مهم‌ترین صنایع آلوده کننده محیط زیست است (۱۶). با توجه به این‌که فرآیند نورد، یکی از متداولترین فرآیندهای تولید فراورده های فلزی به ویژه فولاد است و روش تولید بیش از ۸۰% از فراورده های فلزی جهان می‌باشد(۱۷) و ضایعات بجا مانده از این فرآیند همچون پوسته شمش، اکسید آهن و لجن‌های آب‌گیری شده چشم‌گیر برآورد می‌شود، لذا مشکلات زیست محیطی ناشی از دفع آن به دلایل مختلف(همچون عدم آگاهی از روش‌های دفع پسماند صنعتی، عدم آگاهی از خطرات بهداشتی و زیست محیطی پسماندهای صنعتی و هزینه‌های مربوطه)، نیاز به اجرای برنامه مدیریت پسماند صنعتی دارد. هم‌چنین از ضروریات انجام این مطالعه، توجه به حفظ محیط زیست و سلامت مردم نواحی مجاور آن با اجرای طرح مدیریت پسماند می‌باشد. لذا علی رغم تحقیقات مذکور و تعدادی مطالعه مشابه در ایران، متاسفانه هنوز مطالعات جامع و کامل برای شناسایی و ارایه مدیریت جامع پسماند صنعتی مخصوصاً در صنعت نورد گرم فولاد انجام نشده است. با این حال، مطالعه حاضر با هدف شناسایی، طبقه بندی پسماندهای بهداشتی و صنعتی تولیدی در صنعت نورد گرم مجتمع فولاد کویر براساس کنوانسیون بازل و RCRA و ارایه راهکار جهت بهبود روند مدیریت پسماند در این صنعت اجرا شده است.

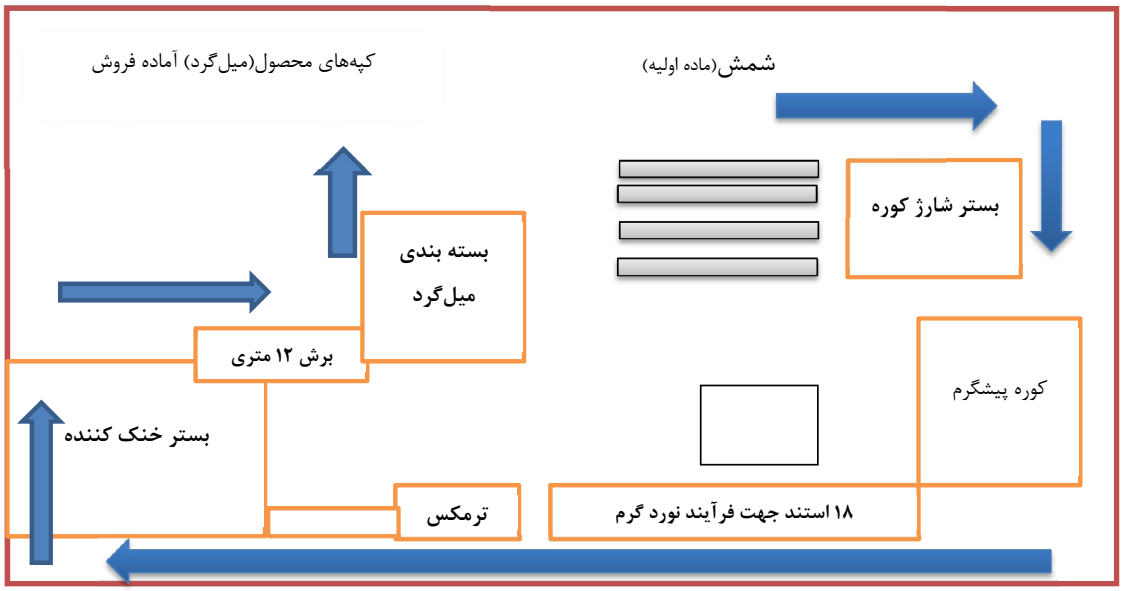
روش کار

مطالعه حاضر از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد که در تابستان ۱۳۹۴ در مجتمع فولاد کویر، در ۷ کیلومتری شمال شهرستان آران و بیدگل در شمالی ترین نقطه استان اصفهان انجام شده است. زمین مجتمع فولاد ۵۰ هکتار و تعداد کارکنان این مجتمع ۴۵۰ نفر می‌باشد. فرآیند تولید این مجتمع از نوع نورد گرم و ماده اولیه این صنعت شمش آهن است که از بیرون خریداری می‌گردد و محصول آن میل‌گرد و کلاف ساده و آج‌دار، با ظرفیت اسمی تولید سالانه ۳۵۰ هزار تن می‌باشد. واحدهای اصلی صنعت نورد گرم شامل واحد کوره پیش گرم،

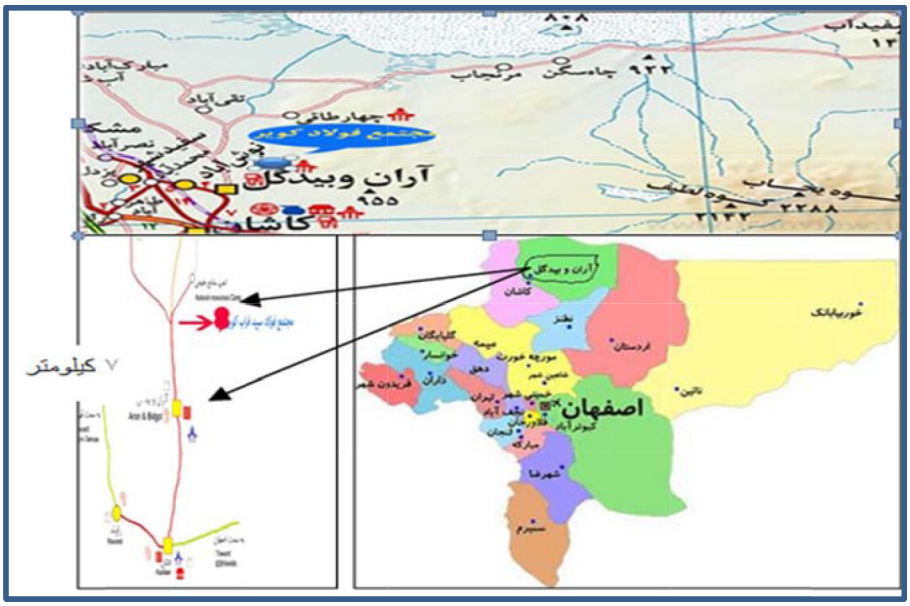
خط نورد(واحد اصلی تولید)، بستر خنک کننده و تخلیه بارگیری شمش و محصول می‌باشد که در کنار این واحدها، واحدهای مکانیک، تصفیه خانه آب و فاضلاب، تراش‌کاری، انبار مرکزی، تعمیرات برق و اتوماسیون نیز به عنوان پشتیبان فعالیت می‌نمایند.

مطابق تصویر ۱؛ در فرآیند تولید نورد گرم، شمش آهن پس از ورود به کوره پیش گرم به مدت ۳ساعت در دمای ۱۲۰۰درجه سانتی‌گراد، قرار گرفته سپس وارد قفسه‌های نورد (استندهای خط تولید) شده و تحت عملیات کشش(نورد)،تبدیل به میل‌گرد می‌گردد . میل‌گرد تولیدی پس از عبور از ترمکس (راه‌گاهای تحت آب پرفشار جهت تثبیت خواص میل‌گرد)، جهت کاهش دما طی تبادل هوا، وارد بستر خنک کننده شده و پس از برش و سایزبندی، بسته بندی شده و به بازار عرضه می‌گردد. از الزامات استقرار صنعت نورد گرم، وجود آب جهت خنک کاری شمش حین عبور از قفسه‌های موجود در فرآیند تولید (عملیات نورد) می‌باشد.

در این مطالعه اطلاعات فنی واحدهای مختلف (نظیر فعالیت هر واحد، ورودی و خروجی هر فعالیت و عملکرد، فعالیت اصلی کارکنان و عملکرد تجهیزات مربوط به هر واحد) از طریق اسناد و مدارک موجود و مطالعات میدانی جمع آوری گردید و نیز جهت شناسایی و طبقه بندی پسماندهای تولیدی این صنعت از پرسش‌نامه "برنامه عملیاتی مدیریت اجرایی پسماندهای صنعتی و ویژه"مربوط به سازمان محیط زیست استفاده شد که به بررسی فرآیند تولید هر صنعت، مواد خام ورودی، مواد مصرفی جانبی، محصول تولیدی و ضایعات حاصله براساس محل تولید و مقدار می‌پردازد. هرچند جهت اجرای پژوهش حاضر استفاده از روش کتابخانه‌ای (مطالعه مقالات و کتب مرتبط) نیز لازم است. لذا با توجه به موارد مذکور پسماندها براساس نوع پسماند عادی،



شکل ۱. فلوچارت خط تولید نورد گرم در مجتمع فولاد سپید فراب کویر



شکل ۲. موقعیت مجتمع فولاد کویر در شهرستان آران و بیدگل در شمال استان اصفهان

بیمارستانی(عفونی)، کشاورزی، صنعتی و مخاطره آمیز و واحدهای مختلف تولید طبقه‌بندی گردید. سپس لیست کانون‌های مختلف تولید پسماند(شامل کل واحدهای کاری مجتمع، نوع پسماند تولیدی مورد انتظار و محل‌های جمع آوری اولیه و محل دپو) تنظیم شد و به دنبال آن دو بار نمونه برداری از تیر ۱۳۹۴ تا شهریور ۱۳۹۴ با فاصله یک ماه، جهت محاسبه کمیت و کیفیت مواد زاید تولیدی مجتمع، دفعات تخلیه، روش‌های تفکیک، بازیافت و ذخیره سازی که مجموعه مدیریت پسماند را دربر می‌گیرند، انجام شد. هم‌چنین برای آنالیز کمیت پسماند عادی توزین ظروف حاوی پسماند عادی، سه بار نمونه برداری طی ۳ ماه، از تیر ۱۳۹۴ تا شهریور ۱۳۹۴، ماهانه یک‌بار انجام شد. برای توزین پسماند صنعتی مجتمع فولاد کویر، پس از بارگیری توسط کامیون در واحد باسکول موجود در شرکت مقدار میانگین تولید ماهیانه پسماند فولاد کویر مشخص شد. برحسب موارد مذکور پرسش‌نامه "برنامه عملیاتی مدیریت اجرایی پسماندهای صنعتی و ویژه"مربوط به سازمان محیط زیست نیز تکمیل گردید .

هم‌چنین پسماندها براساس کنوانسیون بازل و قانون حفاظت و بازیافت منابع (با بررسی ۴ ویژگی خورندگی، سمی بودن، اشتعال‌زایی و واکنش پذیری)، طبقه بندی گردید. در نهایت، پیشنهادها و راهکارهای اصلاحی در خصوص بهبود مدیریت مواد زاید ارایه شد.

یافته ها

پسماندهای صنعتی عمده تولیدی صنعت نورد گرم مجتمع فولاد کویر براساس محل تولید و مقدار تولید ماهانه آن، در جدول ۱ نمایش داده شده است. شمش حین عملیات گرمایش در کوره، تحت عملیات اکسیداسیون، پوسته ریزی اندکی پیدا می‌کند. هم‌چنین آب، حین عملیات خنک کاری تجهیزات پوسته‌های آهن و مواد ناخالصی اطراف تجهیزات فرآیند نورد را با خود حمل کرده و در استخرهای آشغال‌گیر و ته نشینی، رسوب می‌کند.

جدول ۱. طبقه بندی پسماندهای صنعتی عمده خط تولید مجتمع فولاد کویر

ردیف	نام پسماند	محل تولید	فاز پسماند	میزان تولید (درماه)	نحوه نگه‌داری	نحوه مدیریت فعلی
۱	ضایعات شمش	خط تولید(نورد)	جامد	۴۵ تن	انبار ضایعات	انبار- فروش
۲	لجن صنعتی	آب‌رسانی(تصفیه خانه)	جامد	۴۰۰ تن	انبار روباز	انبار- فروش
۳	روغن مستهلک	خط تولید	مایع	۱۱۰۰ لیتر	بشکه مخصوص	بازیافت- فروش
۴	ضایعات گریس	خط تولید	مایع	۲۰۰ کیلوگرم	بشکه مخصوص	انبار- فروش
۵	براده‌های فلزی	سالن تراش	جامد	۱ تن	بشکه مخصوص	انبار- فروش

جدول۲. شناسایی و طبقه بندی انواع پسماند عادی برحسب فرآیند تولید، ترکیب و محل تولید در مجتمع فولاد کویر

ردیف	فرآیند تولید	ترکیب پسماند	محل تولید پسماند
۱	امور اداری فعالیت عادی کارکنان نظافت اماکن بازکردن بسته بندی تجهیزات بادهای موسمی	کاغذ و دستمال کاغذی	واحدهای اداری انبار مرکزی سرویس بهداشتی محوطه مجتمع
		انواع کارتن	
		بقایای مواد غذایی (پاکت شیر و تنقلات)	
		ضایعات اداری	
		ضایعات پلاستیکی	
		خاکروبه حاصل از نظافت	
		پالت چوبی	
۲	طبخ و آشپزی	ظروف یک‌بار مصرف	آشپزخانه و رستوران
		نان خشک	
		پسماند غذایی	
۳	تصفیه فاضلاب بهداشتی	لجن آب‌گیری شده	پکیج فاضلاب

طبق جدول۱ بیش‌ترین مقدار پسماند صنعتی مجتمع فولاد کویر مربوط به واحد آب‌رسانی می‌باشد که با توجه به برداشت و حمل روزانه آن، نیازمند طراحی مکان متناسب با معیارهای بهداشت و محیط زیست جهت نگه‌داری موقت می‌باشد.

به‌طور متوسط روزانه ۲۷۰ کیلوگرم پسماند عادی در این مجتمع تولید می‌گردد که ترکیب و ویژگی‌های آن در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به اشتغال تعداد۱۵۰نفر در عملیات ساخت و ساز فاز توسعه (فاز دوم) مجتمع فولاد کویر و نیز اشتغال روزانه۳۵۰ نفر در فاز بهره برداری(خط تولید فعلی)، جهت محاسبه میزان پسماند بهداشتی تولیدی، پسماندهای بهداشتی تولیدی آشپزخانه، محوطه کارگاه ها، محوطه تولید و واحدهای اداری مختلف، مورد بررسی قرار گرفت که میانگین تولید پسماند به ازای هرنفر ۶۰۰ گرم می‌باشد.

علاوه بر پسماندهای عادی ، ترکیب و فرآیند تولید پسماندهای عفونی، کشاورزی و صنعتی نیز در بخش‌های مختلف مجتمع فولاد کویر بررسی و شناسایی گردید که وضعیت پسماندهای مذکور در جدول ۳ نشان داده شده است.پسماندهای صنعتی عمده در زمان تولید نرمال خط نورد مجتمع فولادکویر به‌طور متوسط، روزانه ۱۵تن می‌باشد که با توجه به تناژ تولید روزانه بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم پسماند به ازای هر تن میل‌گرد تولید می‌گردد. این پسماندها شامل اکسید شمش، لجن صنعتی، روغن و گریس مستعمل می‌باشد.

جدول ۳. شناسایی و طبقه بندی انواع پسماند غیر عادی برحسب فرآیند تولید، ترکیب و محل تولید در مجتمع فولاد کویر

ردیف	نوع پسماند	فرآیند تولید	ترکیب پسماند	محل تولید پسماند
۱	بیمارستانی (عفونی)	کمک‌های اولیه تزریقات	ضایعات تزریقات، ضایعات تعویض پانسمان، ضایعات قرص و دارو و...	واحد درمان
۲	کشاورزی	فعالیت‌های باغبانی	شاخ و برگ، کود، ظروف خالی سموم کشاورزی	فضای سبز
۳	صنعتی	تعمیرات اقلام برق	سیم و کابل مستهلک، قطعات برقی، فیلتر موتور برق، لامپ فلوروسنت، پارچه تنظیف و ...	واحد تعمیرات برق
		اتوماسیون و مخابرات	قطعات کامپیوتر، خازن ، سیم لاکی، باتری بی سیم، باتری نیکل کادمیومی و...	اتوماسیون
		پیش گرمایش شمش	اکسید شمش	کوره، خط تولید ، بستر و بسته بندی
		تراش‌کاری	پلیسه فلزی، پارچه تنظیف	کارگاه تراش غلتک و تراش مکانیک
		نورد	گریتینگ و صفحه پلیت فرسوده، پارچه تنظیف	جلو استندها و ترمکس
		تعمیرات مکانیک	پیچ، قطعات فلزی و لوله فلزی مستهلک، بیرینگ مستهلک، رولیک شکسته، پکینگ جک، زنجیر مستهلک، تیغه قیچی ، تیغه کلاپان، نازل‌های معیوب ترمکس، پارچه تنظیف و ...	سالن تولید، کارگاه مکانیک
		جوش‌کاری	پرت ورق و ناودانی، ته مانده الکترود جوش‌کاری	سالن تولید ، کارگاه جوش‌کاری
		تخلیه و بارگیری	اکسید شمش	انبار شمش و محصول
		تصفیه خانه (آب‌رسانی)	فیلترRO، فیلتر کارتریج ها، اسپلش برج خنک کننده ، تجهیزات فلزی مستهلک و پوسیده، بشکه‌های پلاستیکی مواد، لوله‌های PVC ، پارچه تنظیف و...	آب‌رسانی، خط تولید
		روان‌کاری تجهیزات	بشکه‌های فلزی و پلاستیکی روغن و گریس، پارچه تنظیف	خط تولید و کانال هیدرولیک
		مونتاژ قطعات	نازل و فلکسیبل‌های فرسوده، قطعات فلزی مستهلک	مونتاژ قفسه
۴	مخاطره آمیز	تصفیه فاضلاب صنعتی	لجن استخرها	آب‌رسانی
		عملیات نورد و روان‌کاری	گریس مستهلک	تولید
		شستشوی استند	لجن و گریس	واحد استند واش
		رنگ کاری تجهیزات	قوطی و ظروف رنگ، تینر و حلال ها	کارگاه رنگکاری
		عملیات عمران کوره	مصالح نسوز، پشم شیشه و ...	کوره
		روان‌کاری تجهیزات	گریس و روغن مستعمل، فیلترهای روغن	استندهای خط تولید، کانال هیدرولیک

مطابق جدول ۴ طبقه بندی پسماندهای ویژه و مخاطره آمیز براساس فهرست طبقه بندی کنوانسیون بازل و قانون RCRA انجام شد. طبق کد بندی بازل؛ ۱۰ مورد کد Y و ۵ مورد کد H را دریافت نموده اند و براساس قانون RCRA ، ۸ مورد از پسماندها در رده سمی، ۱مورد خورنده، ۴ مورد اشتعال‌زا و ۳ مورد واکنش پذیر بودند. طبق جدول ۴ کدY ۵۵% پسماندها، کدB ۳۳/۳% و کد A و کد H هرکدام ۲۲% پسماندهای مخاطره آمیز را به خود اختصاص داده‌اند.

بحث

طبق مطالعه، میزان پسماند بهداشتی در شهرک صنعتی بروجن، روزانه به ازای هر کارگر ۰/۸۴۱ کیلوگرم در روز بوده است(۱۱) که در مجتمع فولاد کویر روزانه به ازای هر کارگر ۶۰۰ گرم می‌باشد، مهم‌ترین علل آن استفاده از مواد غذایی خام پاک کرده و با حداقل دورریز در آشپزخانه و نیز عدم توزیع غذا در شیفت شب و انتقال مواد خوراکی توزیعی به خارج از شرکت توسط اکثر کارگران می‌باشد که باعث کاهش

جدول۴. طبقه بندی انواع پسماندهای صنعتی مخاطره آمیز براساس قانون حفاظت و بازیافت منابعRCRA)) و کنوانسیون بازل

نوع پسماند	قانون RCRA				کد بازل	میزان تولید	محل تولید
	سمی	خورنده	اشتعال‌زا	واکنش پذیری			
	T	C	I	R			
لجن استخرهای آشغال‌گیر					B1230 و Y_{18}و Y_9	۵۰۰ تن در ماه	خط تولید و آب‌رسانی
لجن استخر API و زلال ساز	*				Y_{18}و Y_9	۲۰۰ تن در سال	آب‌رسانی
روغن و گریس مستهلک	*		*	*	Y_9	۰/۴تن ماهانه	خط تولید
ضایعات نسوز					B1030	جزیی	کوره
پشم شیشه مستهلک					A2010	۰/۰۴ تن سالانه	کوره
ضایعات رنگ‌کاری	*		*		H12 و Y_{12} و Y_{13}	جزیی	کارگاه رنگ کاری
لامپ کم مصرف	*				A_{1030}	جزیی	قسمت‌های مختلف
دستمال تنظیف روغنی			*		Y_{18}	۰/۰۲ تن در ماه	کل کارگاه
باطری‌های مستعمل	*	*			H_{12} و A_{1150} و Y_{31}	جزیی	اتوماسیون و کل واحدها
ضایعات درمان					H6. 2و Y3 و Y_1	۵ کیلوگرم درماه	اتاق درمان
روغن مستعمل	*		*	*	Y18وH12 A3020	۱۶ تن در دو سال	کانال هیدرولیک
پوسته اکسید شمش					B1230	۱۵ تن در ماه	شارژ کوره
لجن های تصفیه بیولوژیک					Y18, H12 H6.2	۰/۲ تن در ماه	تصفیه خانه بهداشتی
ضایعات سرقیچی					B1	۸۵ تن	قیچی ۶ و ۱۲ و ۵۰
پساب آب و صابون	*			*	A4060	۲۰۰ لیتر درماه	کارگاه تراش
براده‌های سنگ زنی و فرزکاری					B1020	جزیی	فعالیت‌های مکانیکی
بتن خردشده					B2040	۲ تن ماهانه	عملیات عمران
ظروف خالی مواد شیمیایی	*		*		Y34	جزیی	تصفیه خانه

پسماند تولیدی گردیده است. هم‌چنین اجرای برنامه اتوماسیون اداری نقش موثری در کاهش مصرف کاغذ و به دنبال آن کاهش میزان پسماند تولیدی به ازای هرکارگر داشته است. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و به‌خصوص مجتمع فولاد کویر که در منطقه‌ای کویر با پوشش فقیر گیاهی که در جنوب ریگ‌زارهای نوار ریگ (بندریگ)و مسیر بادهای شمالی شهرستان آران و بیدگل قرار گرفته است خاک‌روبه‌های حمل شده به وسیله باد هم به‌عنوان یکی از مواد زاید این شرکت تلقی می‌گردد که البته جزء مقدار فوق تلقی نشده است زیرا بعد از جمع آوری در ظروف مخصوص به فضای سبز محیط اطراف برگردانده می‌شود.

میانگین کل پسماندهای تولیدی صنعتی و ویژه ماهانه ۶۲۰ تن و به‌طور متوسط، روزانه ۲۱ تن می‌باشد. با توجه به تناژ تولیدی مجتمع فولاد کویر، ۱۳۰ تا ۱۸۰ گرم پسماند به ازای هر تن میل‌گرد تولید می‌گردد. ۰/۳ درصد کل پسماندهای صنعتی مایع است و ۹۹/۷% آن جامد است. ۴/۵% پسماندهای صنعتی این مجتمع در گروه پسماندهای خطرناک قرار گرفته است. در مطالعه مدیریت پسماندهای صنعتی صنایع حدفاصل تهران تا کرج فرزادکیا و همکاران، میانگین پسماندهای تولیدی خطرناک ۱۲% کل

جدول ۵. مراحل اجرایی مدیریت پسماندها در مجتمع فولاد کویر

مراحل مختلف مدیریت	ماده ۱		ماده ۲		ماده ۳		ماده ۴		ماده ۵	
	نام ماده	روش	نام ماده	روش	نام ماده	روش	نام ماده	روش	نام ماده	روش
کمینه سازی (کاهش تولید در منبع، تفکیک و بازیافت)	روغن مستهلک	بازیافت جهت روان‌کاری (۴۰٪)	قطعات الکترونیک و مخابرات	بازیافت (داخل شرکت)	کاغذ و مقوا	تفکیک(تحویل سازمان بازیافت)- اجرای اتوماسیون اداری	ضایعات کشاورزی	بازیافت (داخل شرکت)	ضایعات برق	بازیافت- تفکیک- فروش
جمع آوری و نگه‌داری موقت	ضایعات شمش	انبار روباز	روغن و گریس مستهلک	بشکه مخصوص	پسماند عادی	کیسه مخصوص	پسماند درمانی	کیسه و سفتی باکس	براده تراش‌کاری	بشکه مخصوص
حمل و نقل و دفع نهایی مواد زاید	پسماند عادی	تحویل شهرداری	پسماند درمانی	سفتی باکس	ضایعات شمش و میل‌گرد	فروش (بازیافت جهت ذوب)	روغن و گریس مستهلک	تحویل شرکت‌های زیست محیطی	لجن تصفیه خانه	تحویل شرکت‌های زیست محیطی

پسماندهای صنعتی تولید بوده است(۱۵). علت اصلی این تفاوت، ماهیت صنعت نورد می‌باشد که محصول تولیدی آن جامد است هم‌چنین طراحی‌های مهندسی کاهنده آلاینده‌ها و کاهش دهنده پسماند، توسعه استفاده مجدد از پسماند ، توسعه صنعت پاک و برقراری سیستم مدیریت جامع پسماند نسبتاً مناسب صنعت نورد گرم فولاد کویر، مطابق جدول ۵، نیز مزید بر علت اصلی می‌باشند.

۸۰% پسماندهای تولیدی صنعت نورد گرم فولادکویر از جنس اکسید آهن و پوسته شمش است که به وسیله آب به استخرهای تصفیه خانه حمل و در آنجا ته نشین می‌شود و ماهیت آن در گروه سمی، خورنده، واکنش پذیر و یا اشتعال زا نمی باشد ولی کد مخصوص بازل را دارد که دفع آن نیازمند اقدامات تحت کنترل محیط زیست است و باید به شرکتهای مورد تأیید سازمان محیط زیست تحویل گردد.

بررسی برنامه عملیاتی پسماند جاری مجتمع فولاد کویر طبق جدول ۵، حاکی از این است در ۷۰درصد موارد پسماندها در فضای باز نگه‌داری می‌شوند که در مقایسه با مطالعه پسماند صنعتی رشت که ۴۸ درصد پسماندهای صنعتی در فضای باز نگه‌داری می‌شوند و ۴۰% در فضای سرپوشیده به علت مرقون به صرفه بودن از نظر صاحبان صنایع (۱۵) تقریباً هم‌خوانی دارد لذا با توجه به اقلیم منطقه و وجود بادهای نسبتاً شدید، راهکارهای اصلاحی جهت مدیریت پسماند طبق جدول۶ ارایه گردیده است.

هرچند مطالعه ای که به بررسی اختصاصی پسماند صنعت نورد گرم (که محصول آن میل‌گرد است) پرداخته باشد، مشاهده نشد، اما در مطالعه‌ای توسط نیاکان لاهیجی و همکار با عنوان ارزیابی زیست محیطی "مجتمع فولاد گیلان" با تطبیق شاخص‌ها و استانداردهای زیست محیطی و ارایه برنامه جدید پایش زیست محیطی برای آن، آلودگی خاک عمدتاً به سبب ریزش، نشت و نفوذ پسماندهای روغنی بر سطح زمین و انتقال و جابه‌جایی توسط کامیون‌ها ایجاد می‌گردد که با یافته‌های این مطالعه همخوانی دارد و در مبحث مدیریت پسماند صنعت فولاد گیلان، به پیش بینی سیستم زه‌کش(Drain System)، کف سازی مناسب و لاینینگ در محوطه ، به عنوان یک راهکار اصلاحی مدیریت پسماند صنعت مذکور اشاره شده که در فولاد کویر هم اجرایی شده است (۱۸).

نگه‌داری پسماندهای خطرناک مایع و نیمه

جدول ۶. راهکارهای اصلاحی موثر بر مدیریت پسماند در مجتمع فولاد کویر

ماهیت راهکار		راهکار اصلاحی مدیریت پسماند
مدیریتی		برقراری دوره‌های آموزشی زیست محیطی و مدیریت پسماند برای کارکنان برقراری سیستم تشویق در جهت اجرای مفاد مدیریت پسماند
فنی و عملیاتی	پسماند عادی	برنامه ریزی منسجم جهت خروج به موقع پسماندهای شبه تجزیه پذیر خانگی تفکیک کاغذ طی تعبیه ظروف بازیافت کاغذ در واحدهای مختلف و انتقال آن به سازمان بازیافت شهرستان برش نان به قطعات کوچک‌تر و نگه‌داری در ظروف مناسب جهت استفاده کارکنان در رستوران جداسازی سطل بازیافت نان از سطل پسماند غذایی در رستوران ساخت جایگاه موقت مناسب و سرپوشیده برای ضایعات کاغذ و جوب در برابر نورخورشید، باد و باران
	پسماند صنعتی	بازرسی منظم و دقیق مخازن مواد شیمیایی(از لحاظ خوردگی ، نشتی و صدمه بدنه ظرف) استفاده از ظروف مقاوم و مناسب جهت نگه‌داری زایدات صنعتی قرار دادن ظروف حاوی زایدات صنعتی در محیط‌های سربسته تفکیک و جداسازی در مبداء (ساخت ظروف مخصوص جداگانه برای اکسید شمش، پسماندهای برقی، گریس مستعمل، دستمال تنظیف روغنی و...) ساخت جایگاه مخصوص نگه‌داری موقت گریس و روغن مستعمل و بازیافت (تسریع در تحویل گریس و روغن مستعمل به پیمانکار معتمد محیط زیست) ساخت سکوی مناسب برای مواد شیمیایی(با شیب بندی و فاضلاب‌رو متصل به ظرف ذخیره سرریز و نشتی مواد شیمیایی)
	پسماندهای عفونی	ارسال هفتگی پسماند پزشکی به مرکز بهداشت شهرستان جهت بی خطر سازی و امحا
	پسماند کشاورزی	بازیافت بهترین و عملی ترین راهکار قابل اجرا می‌باشد برای قوطی سموم باید به‌طور جداگانه جمع آوری و از پراکندگی آن جلوگیری گردد

مایع در ظروف مخصوص در این مجتمع تا زمان دفع، نشان از حساسیت سیستم مدیریت جامع پسماند فولاد کویر به پسماندهای مایع خطرناک دارد، ولی برای پسماندهای جامد خطرناک که به صورت تل انبار تا زمان دفع در محل می‌مانند راهکار ارایه نشده است که با نتایج مطالعه بیناپور در مورد مواد زاید شهرک‌های صنعتی استان همدان، که نشان داد محفظه خاصی برای نگه‌داری ۳۳/۴ درصد زایدات خاص وجود ندارد(۱۴) و نتایج مطالعه مسگراف در شهرک صنعتی کرمانشاه که حاکی از تل انبار کردن پسماند صنعتی ۸۶% تا زمان دفع نهایی می‌باشد(۱۹) هم‌خوانی دارد که علت آن عدم تمایل صنایع به سرمایه گذاری در زمینه مدیریت پسماند صنعتی می‌باشد.

جدول ۵ نشان می‌دهد که بیش از ۹۰% پسماندهای صنعت نورد در داخل یا خارج از شرکت(تحویل پیمان‌کار مورد تأیید سازمان محیط زیست) مورد بازیافت یا استفاده مجدد قرار می‌گیرد که این امر به علت ماهیت فرآیند و نیز افزایش دانش بازیافت و استفاده مجدد نسبت به سال‌های قبل و مطالعات دارای نتایج معکوس در میزان بازیافت نسبت به مطالعه جاری در فولاد کویر می‌باشد.

منابع آلاینده در واحدهای نوردگرم نسبت به سایر صنایع فولاد و برخلاف حجم بالای تأسیسات از تنوع و شدت کم‌تری برخوردار است.

نتیجه گیری

با توجه به حجم بالای تولید لجن صنعتی در مجتمع فولاد کویر و شرایط اقلیمی منطقه، مطابق برنامه مدیریت پسماند صنعتی پیشنهادی، لازم است به منظور پیش‌گیری از پراکندگی پسماند توسط بادهای موسمی و نیز جهت جلوگیری از نشت‌های حاصل از رطوبت موجود در لجن‌های صنعتی، جایگاهی سرپوشیده، با ظرفیت مناسب و دارای کف پوش عایق برای نگه‌داری این پسماند تا خروج از مجتمع فولاد کویر تعبیه گردد.

برنامه ریزی صحیح و دقیق جهت خروج به موقع پسماندهای خانگی طی هماهنگی با پیمان‌کار مسوول حمل پسماند الزامیست تا از خطرات زیست محیطی متعاقب تل انبار شدن پسماندهای بهداشتی پیش‌گیری گردد.

به علت ماهیت خطرناک و حجم بالای روغن‌های مستعمل، مطابق با برنامه مدیریت پسماند صنعتی پیشنهادی، باید این پسماند در ظروف سالم و بدون نشتی و در محیط عایق نگه‌داری و حمل گردد تا از آلودگی خاک منطقه پیش‌گیری شود.

برگزاری دوره‌های آموزشی مدیریت پسماند صنعتی جهت افزایش آگاهی کارکنان و بهبود وضعیت زیست محیطی صنعت نورد فولاد کویر توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، بر خود لازم می‌دانند که از همکاری‌های صمیمانه مدیریت محترم مجتمع فولاد کویر جناب آقای حاج مجید خوروش و کلیه کارشناسان و کارکنانی که به نحوی ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایند.

REFERENCES

1. Kanchana S, Kathiravan R, Jenifer Priyanka RM, Neetha Delphin Mary K. Industrial Solid Waste Management Practices in Medium and Small Scale Industries located in Tamil-Nadu. J Emerging Technology and Advanced Engineering. 2014; 4(6):762-767.
2. Mokhtarani N, Alavi moghadam MR, Mokhtarani B, Rezaei R, Naserian S. Industrial solid waste management in Bandar Imam Petrochemical Complex. Journal of Environmental Sciences and Technology. 2006;9(1):47-54[Persian].
3. Sadeghi M, Omrani GH A, Javid A M, Rahmani B, Hashemi H, Mahmoudi Nejad V. Investigating the quality and quantity of the Industrial solid waste (Case study: Chahar Mahal and Bakhtiari province in 2009). Journal of Health System Research. 2009;6(1):837-847[Persian].
4. Alqaydi S. Industrial solid waste disposal in Dubai, UAE: A study in economic geography Cities. 2006;23:140–148.
5. Xiumin F, Minghua Zhu, Xi Z, Qichang H, Rovetta A. Logistics systems and intelligent management. International conference on. 2010. 978-1-4244-7331-1.
6. United State Environmental Protection Agency. The National Biennial RCRA Hazardous Waste Report (based on 2007). United State

Environmental Protection Agency. 2009 Report No. EPA530-R-06006.

7. Pires A, Martinho G, Chang NB. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. Journal of Environmental Management. 2011; 92(4):1033-1050.
8. Mrayyan B, Hamdi M R. Management approaches to integrated solid waste in industrialized zones in Jordan: A case of Zarqa City. Journal of Waste Management. 2006;26:195-205.
9. LaGrega M, Buckingham PL, Evans J C. Hazardous waste management. 2rd ed. New York: Mc-Graw Hill publication;2001.
10. Mokhtarani N. Hazardous Waste Management. 1nd ed. Tehran: Sharif University Pub; 2007[Persian].
11. Samani majd S, Hashemi S, Pourzamani H, Mohammadi moghadam F, Nourmoradi H, Samani majd A. Managing the industrial solid waste production in the industrial town of Borujen. Journal of Health System Research. 2009;6(1):908-917[Persian].
12. Olukanni DO, Akinyinka M O, Ede AN, Akinwumi II, Ajanaku KO. Appraisal of Municipal Solid Waste Management, It´s Effect and Resource Potential in a Semi-Urban City: a Case Study. Journal of South African Business Research. 2014;(2014):1-13.
13. Yaghmaeian K, Roudbari A, Nazemi S. Design and Implementation of Integrated Solid Wastes Management Pattern in Industrial areas, Case Study of Shahroud. Iran Ijhe. 2014;6(3):329-340[Persian].
14. Binavapour M, Nouri J, Nabizadeh R, Naddafi K. Solid wastes management of industrial zones, case studies of BouAli, Lian and Lalejin. Proceedings of 12th National Conference of Environmental Health. Tehran. 12-14 th Nov2009[Persian].
15. Karami M, Farzadkia M, Jonidi Jaafari A, Nabizade R, Gohari M, Karimaee M. Investigation of Industrial waste Management in industries Located between Tehran and Karaj Zone in 2009-2010. Iran Ijhe. 2012;4(4):507-518[Persian].
16. Mashksar MM. Rolling stock engineering principles.1rd ed. Shiraz:University publication; 2002 [Persian].
17. Manouri M. Environmental impact assessment. 1nd ed. Tehran: Mitra publication; 2005[Persian].
18. Niakanlahigi R, Khezri SM. Environmental Assessment “Steel Gilan” With the implementation of environmental indicators and standards, and to provide new applications for environmental monitoring. Journal of Biology Sciences. Islamc Azad Unniversity Lahigan. 2011;4(5):143-155[Persian].
19. Mesgarof H, Khodadadi T, Sharafi K, Sharifi A. Solid wastes management of industrial zones, case studies of Kermanshah. Proceedings of 5th National Conference of Environmental Health. Tehran. 16-18th Nov2002[Persian].

Identification, classification and management of industrial waste in Kavir steel complex according to the Bazel convention and RCRA

Mohammad Hasan Ehrampoush [1], Mohsen Hesami Arani [2*], Mohammad Taghi Ghaneian [3], Asghar Ebrahimi [4], Masoud Shafiee [2]

[1] Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[2] Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

[4] Department of Health, Safety and Environment, Kavir Steel Complex, Aran and Bidgo, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Requiring industries for implementing industrial waste management programs and planning for proper waste disposal is essential in order to achieve sustainable development. Therefore, industrial waste management program was done in Kavir Steel Complex, in Aran va Bidgol region to identify and classify industrial waste and also to present solutions for improving waste management. In this complex, production process is hot rolling steel and the product is rebar.

Material and Method: The preset study was conducted in Kavir Steel Complex. Following survey of production process and sources of waste, the type and volume of produced waste were identified and measured during 3 months. Then, the classification of wastes was done according to the Bazel Convention and Resource Conservation and Recovery Act (RCRA), and finally new industrial & health solid waste management program was presented.

Result: Considering the volume, industrial waste of production process in Kavir Steel Complex was between 130 to 180 grams per each ton of rebar. Main industrial waste included oxide of steel billet, industrial sludge, used oil and lubricant which were classified according to the RCRA: 8 materials with T code, 1 with C code, 5 with I code and 3 materials with C code.

Conclusion: The results revealed that the most amount of industrial waste in Kavir Steel Complex is the waste of steel billet and industrial sludge, and more than 90% of Kavir steel industrial waste were reused and recycled inside or outside of this complex. It is recommended that used oil to be transport and maintain in the safe containers.

Keywords: *Bazel Convention, Hot Rolling Industry, Industrial Waste Management, Kavir Steel Complex, Resource Conservation and Recovery Act*

* Corresponding Author Email: *hesami.mohsen110@gmail.com*