

ارایه سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگسازی

(مطالعه موردی : کارخانه رنگ آفرین)

جعفر نوری^۱

لیلا رضانی^{۲*}

Ramezani13375@gmail.com

رضارجمندی^۳

مصطفی خضری^۴

تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۰

چکیده

حجم قابل ملاحظه ضایعات دفعی در صنایع رنگ سازی که عمدتاً جزء ضایعات خطرناک طبقه بندی می شود و هزینه بالای تصفیه و دفع صحیح و ایمن آن ها از یک سو و کاهش و کنترل آلودگی های زیست محیطی اعم از آب، هوا و خاک از سوی دیگر سبب شده که کمینه سازی ضایعات در این صنایع به عنوان یک اولویت برتر مطرح گردد. هدف این تحقیق مطالعه موردی سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در یک کارخانه رنگ سازی بوده است. بر این اساس منابع تولید ضایعات در کارخانه، شناسایی و گزینه های کمینه سازی ضایعات همچون کاهش ضایعات در منبع تولید آن ها، بازچرخش، بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات پیشنهاد گردید. همچنین میزان ضایعات در مصرف مواد اولیه، آب و برق نیز مورد مطالعه قرار گرفت و راهکارهای مدیریتی پیشنهادی در جهت کاهش این گونه ضایعات ارایه گردیده است. ارایه یک فلودیاگرام پیشنهادی برای سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی مهم ترین دستاورد انجام تحقیق حاضر می باشد. بر اساس مطالعات و بررسیهای انجام یافته در این تحقیق می توان با به کارگیری گزینه های کمینه سازی ضایعات و راهکارهای پیشنهادی، در کارخانه رنگ سازی مورد مطالعه، میزان مصرف مواد اولیه را تا ۰/۱۵٪، مصرف برق را تا ۱۲٪، مصرف آب را تا ۱۵٪ و تولید ضایعات را تا ۲۰٪ کاهش داد که معادل صرفه جویی مبلغ صدوپنجاه میلیون ریال سالانه در هزینه های عملیاتی

۱- استادگروه تخصصی مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۲- کارشناس ارشد مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران* (مسئول مکاتبات)

۳- استادیارگروه تخصصی مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

۴- استادیارگروه تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

فرایند تولید می باشد. لذا اجرای روش ها و تکنیک های کمینه سازی ضایعات در صنایع، فرایندی مقرون به صرفه است که نتیجه نهایی آن هم به سود محیط زیست می باشد و هم سود صاحبان کارخانه را به همراه دارد.

واژه های کلیدی: بازیافت، بازچرخش، کاهش در منبع، استفاده مجدد، رنگ سازی.

مقدمه

با وجود آن که نوع ضایعات تولید شده در صنایع مختلف متفاوت می باشد، ولی اصول و مبانی کمینه سازی کلی بوده و عمومیت دارد (۷). شکل ۱ هرم کمینه سازی ضایعات را نشان می دهد که در این مقاله به اصول آن اشاره می شود. اصل بنیادی این است که پیشگیری از تولید ضایعات بسیار آسان تر از آن است که بعدها این ضایعات مورد باز فرآوری قرار گیرد (۷). کاهش در منبع تولید به عنوان کاهش مقدار زایدات قبل از تولید آن ها از طریق روش های مناسب برخورد با مواد اولیه و به کارگیری توجهات فن آورانه شناخته می شود. اصل بعدی که در مرتبه پایین تری قرار گرفته عبارت است از استفاده مجدد از مواد زاید بدون تقریباً هیچ گونه فرآوری آن ها، به عنوان مثال دوباره پر کردن بطری های شیشه ای پس از شستشوی آن ها. اصل باز چرخش ضایعات به فرایند تولید مبین این مطلب است که ضایعات بازفرآوری می گردند تا دوباره مفید و قابل استفاده گردند. تصفیه در واقع آخرین قدم در هرم کمینه سازی ضایعات بوده و پس از کاهش سمیت و حجم زایدات و مواد آلاینده، مستلزم دفع نهایی می باشد (۸).

امروزه مقدار ضایعات خطرناک تولید شده در صنایع به یک مسئله پرهزینه برای صاحبان صنایع و یک فشار مضاعف بر محیط زیست تبدیل شده است. یکی از راه حل های مطرح در این مسئله، کاهش یا حذف ضایعات در منبع تولید آن ها می باشد (۱). ضایعات در بر گیرنده انرژی یا آب هدر رفته در مراحل تولید یک محصول یا استفاده از آن نیز می شود (۲).

موضوع کمینه سازی ضایعات صنعتی (I.W.M. Industrial Waste Minimization) یکی از موضوعات تقریباً تازه و جدید در دنیا می باشد، به طوری که تاریخچه مطرح شدن آن در جهان به اوایل سال های ۱۹۷۰ میلادی بر می گردد. بر اساس تعریف EPA، کمینه سازی ضایعات عبارت است از: هراقدامی که از طریق کاهش مقدار یا سمیت مواد زاید خطرناک، منجر به کاهش حجم تصفیه ضایعات خطرناک و کاهش حجم انبارداری و یا دفع این ضایعات گردد (۳). نظام مدیریت محیط زیست از نظر سازمان جهانی استاندارد دارای شماره ۱۴۰۰۱ است (۴). شاید استاندارد بین المللی ISO 14001 شناخته شده ترین مدل EMS باشد (۵).

سیستم مدیریت زیست محیطی به ویژه مدل ISO 14001 بسیار مشابه سیستم کمینه سازی ضایعات صنعتی می باشد. برنامه کمینه سازی ضایعات صنعتی سازوکار سودمندی برای کمک به استقرار ISO 14001 می باشد. به طور کلی در مقایسه بین الزامات ISO 14001 و IWM می توان گفت که هر دو سیستم در مفاهیم پیشگیری از آلودگی و بهبود مستمر مشترک بوده و شیوه های اجرایی مشابهی دارند. مهم ترین تفاوت بین ISO 14001 و سیستم کمینه سازی ضایعات در این نکته است که ISO 14001 یک استاندارد قابل گواهی می باشد، در حالی که سیستم کمینه سازی ضایعات یک اقدام داوطلبانه می باشد (۶).

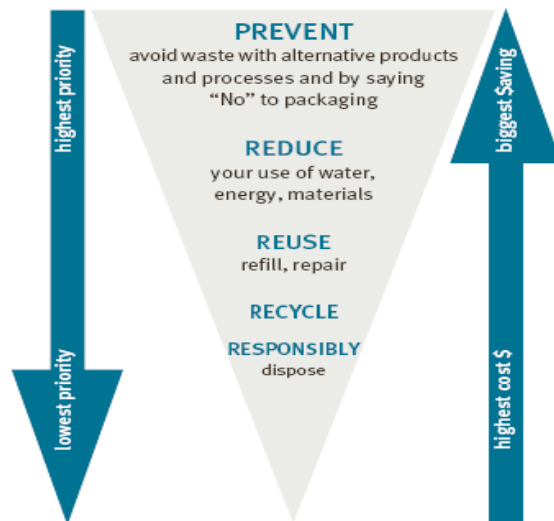
اهمیت ویژه ای برخوردار است چراکه بر اساس نتایج آزمایشگاهی، فاضلاب تولیدی در این کارخانه ها حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از حلال ها می باشد (۱۲). معمولاً حلال های مورد استفاده در رنگ، مواد شیمیایی آلی می باشند. که به دلیل سمیت، اشتعال پذیری و یا هر دو، در ردیف مواد خطرناک طبقه بندی می شوند. حلال های آلی در محیط زیست از قدرت جا به جایی و انتقال بالایی برخوردارند و در صورتی که دفع آن ها به صورت دفن در زمین باشد، پتانسیل آلودگی آب های زیرزمینی را به همراه دارند. این حلال ها ترکیبات آلی فرار (VOC) نیز تولید می کنند که به ایجاد ازن آتмосفریک کمک می کند (۱۳). مدیریت فاضلاب این صنایع که شامل مقادیر زیادی از حلال ها می باشد مشکل است و معمولاً حجم زیادی از این فاضلاب به منظور بازیافت حلال و بازچرخش آن در فرایند، به خارج از محل کارخانه فرستاده می شود یا این که در محل کارخانه جداسازی می شود تا بتوان حلال های موجود در آن را بازیافت نمود (۱۲).

این مقاله به بررسی سیستم مدیریت W.M در صنایع رنگ سازی با مطالعه موردی در کارخانه رنگ آفرین می پردازد. این کارخانه با ظرفیت تولید سالیانه ۶۰۰۰ تن انواع رنگ های صنعتی، ۳۶۵۰ تن انواع رنگ های دریایی و حفاظتی، ۴۵۰۰ تن خمیر پلاستیزول و ۱۵۰۰۰ تن انواع تینر در کیلومتر ۲۰ جاده مخصوص کرج واقع شده است.

مواد و روش ها

الگوی مورد استفاده در ارایه سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در کارخانه رنگ آفرین (EPA(1988, 1990) می باشد که به طور کامل در مراجع شماره ۱۴ و ۱۵ ذکر گردیده است.

بر این اساس برای شروع تحقیق، ابتدا از طریق مطالعات کتابخانه ای و جستجوهای اینترنتی همچنین با مراجعه به مراکز و سازمان های ذیربط، اطلاعات لازم در زمینه سیستم مدیریتی کمینه سازی ضایعات و صنعت رنگ سازی جمع آوری گردیده و با مطالعه و بررسی آن ها نسبت به موضوع



شکل ۱- هرم کمینه سازی ضایعات

www.mfe.govt.nz

صنعت رنگ سازی شاخه ای از صنایع شیمیایی محسوب می شود که با استفاده از مواد اولیه آن ها را به رنگ تبدیل می نماید (۹). اصولاً رنگ به مخلوطی اطلاق می شود که بتواند انتظار ما را در مورد تزیین و حفاظت سطح برآورده سازد (۱۰). رنگ ترکیبی از ۴ جزء اصلی می باشد: رنگدانه، رزین، حلال و مواد افزودنی. فرایند ساخت رنگ بسیار ساده بوده و شامل توزین مواد اولیه و اختلاط آن ها در تجهیزاتی از قبیل همزن و آسیاب می باشد. پس از فیلتراسیون و تخلیه رنگ در ظروف مربوط، مراحل برجسب زنی، بسته بندی و انتقال رنگ به انبار انجام می شود. در حین عملیات فرایندی نیز آزمایش های کنترل کیفیت صورت می گیرد

صنایع رنگ سازی مواد زاید خطرناک مختلفی را تولید می کنند. شستشوی پاتیل های آغشته به رنگ توسط حلال ها، منبع اصلی تولید ضایعات در این صنعت می باشد. کاهش تولید ضایعات برای صنایع رنگ سازی یک فرصت ویژه محسوب می گردد، چراکه اولاً به سرمایه گذاری چندان زیادی نیاز ندارد و ثانیاً بخش اعظم ضایعات این صنعت حاوی ترکیبات مواد اولیه و محصولات می باشد (۱۱). ضایعات کارخانه های رنگ سازی به سه دسته کلی تقسیم می شود: فاضلاب، مواد زاید جامد و آلاینده های هوا. در این میان فاضلاب از

با بررسی روش های کنونی برای دفع یا تصفیه ضایعات در کارخانه و بر اساس آخرین تکنیک های کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی از جمله کاهش ضایعات در منبع تولید آن ها، بازیافت و بازچرخش ضایعات در فرایند تولید، روش های مختلف کمینه سازی ضایعات مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته و روش های متناسب با شرایط کارخانه در قالب گزینه های کمینه سازی ضایعات در بخش های مختلف تولید ضایعات در کارخانه ارائه گردید.

ضمن ارائه راهکارها و پیشنهادهای مناسب جهت دستیابی به سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات و اجرای آن، میزان صرفه جویی اقتصادی حاصل از اجرای این سیستم پیشنهادی در کارخانه نیز محاسبه گردید. در پایان تحقیق، یک فلودیاگرام پیشنهادی برای سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی ارائه گردیده است.

تحقیق آگاهی، دانش و مهارت های علمی لازم کسب شد. سپس از طریق بازدیدهای میدانی و حضور در کارخانه مورد مطالعه، ضمن آشنایی با بخش های مختلف کارخانه و عملیات فرایند ساخت رنگ، به شناسایی و مطالعه منابع تولید ضایعات و آلودگی در کارخانه پرداخته شد و با استقرار در منابع تولید ضایعات و آلودگی، نوع و میزان آلاینده ها مشخص گردید.

در بخش مواد اولیه به طور تصادفی ۵ بچ تولید رنگ صنعتی (به کلیه مراحل و عملیات تولید یک رنگ، بچ گفته می شود) و ۵ بچ تولید رنگ دریایی در ۱۰ روز جداگانه انتخاب گردید. از طریق محاسبه اختلاف وزن مواد اولیه مصرفی در هر بچ، در تمام مراحل توزین و اختلاط، با وزن رنگ بسته بندی شده همان رنگ، میزان هدر رفت مواد اولیه برآورد گردید. با تعیین منابع مصرف انرژی آب و برق در کارخانه و میزان مصرف منطقی و استاندارد آن ها و مقایسه با آن چه که در عمل مصرف می شود، میزان اتلاف انرژی نیز مشخص شد.

نتایج و یافته ها

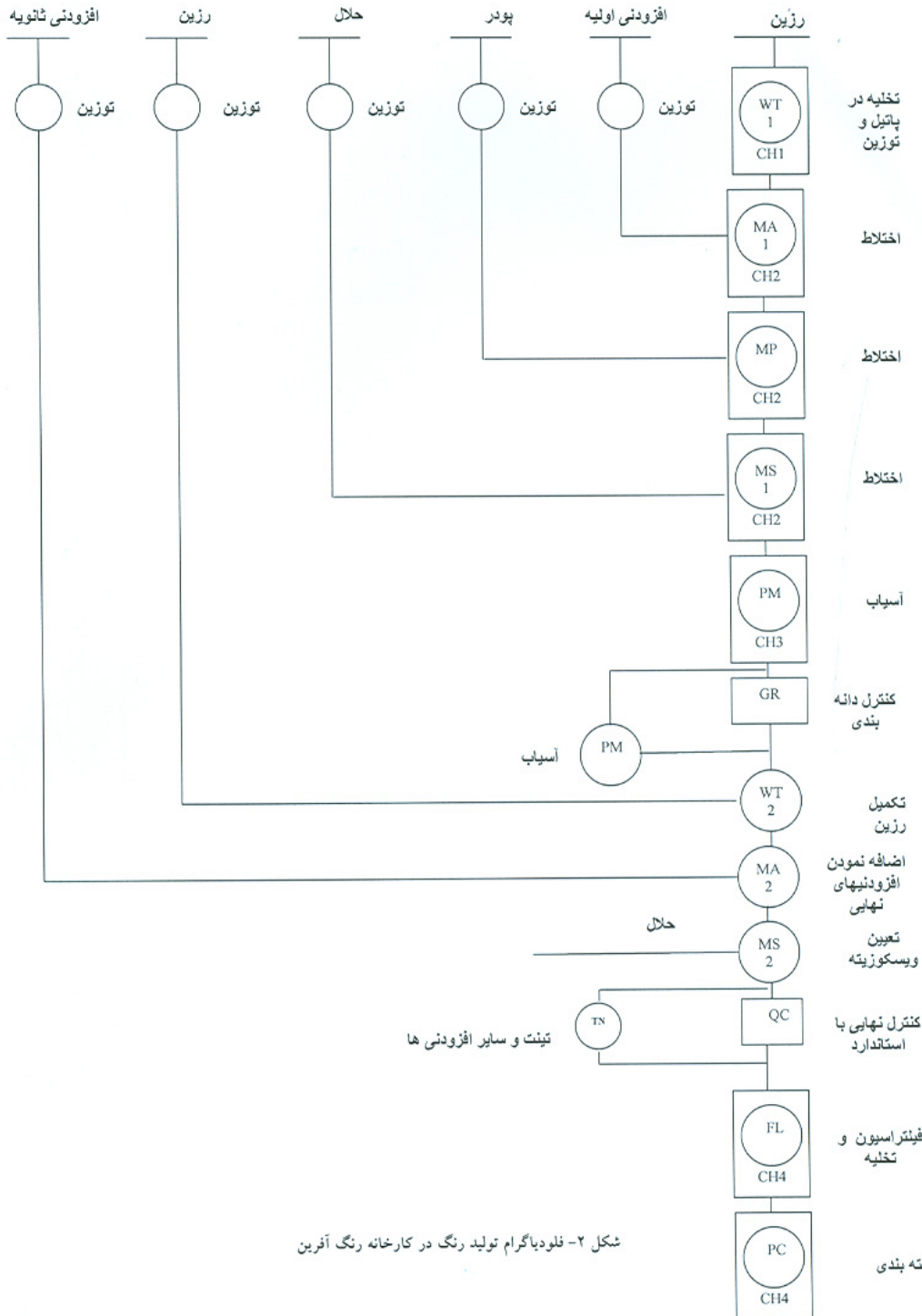
۱- ضایعات و منابع تولید آن ها در کارخانه رنگ آفرین

انواع ضایعات تولید شده در این کارخانه و منابع

تولید آن ها در جدول ۱ بیان شده است .

شکل ۲ فلودیاگرام تولید رنگ در کارخانه رنگ آفرین را نشان

می دهد.



شکل ۲- فلودیاگرام تولید رنگ در کارخانه رنگ آفرین

جدول ۱ - فهرست ضایعات و منابع تولید آن ها در کارخانه

منبع تولید	نوع ضایعات	منبع تولید	نوع ضایعات
آزمایشگاه	موادشیمیایی / ضایعات حلالی و رنگ / آلاینده های هوا	انبار پودر، سالن تولید	کیسه ها و پاکت های خالی رنگدانه ها و افزودنی ها
انبار پودر، سالن تولید	ضایعات چوب / فلز	انبار پودر، سالن تولید	گردو غبار منتشرشده به هوا از رنگدانه ها و افزودنی ها
سالن تولید، انبار مواد اولیه	مواد کهنه و غیر مستعمل	سالن تولید، انبار رزین	ترکیبات آلی فرار (VOC)
سالن تولید، انبار رزین	بخارات سمی / نشستی رزین	سالن تولید	رنگ های خارج از رده / رنگ های مرجوعی
آزمایشگاه، قسمت اداری، سالن تولید	ضایعات شبه خانگی / شیشه / کاغذ / پلاستیک	سالن تولید، انبار پودر	ریزش های رنگ و حلال و افزودنی ها
سالن تولید	دستکش ها و پارچه های آغشته به رنگ / کیسه های فیلتراسیون	سالن تولید، سالن شستشو	ضایعات حاوی حلال های شستشو

۲- گزینه های کمینه سازی ضایعات در کارخانه

به طور کلی گزینه های کمینه سازی ضایعات را می توان در ۲ گروه طبقه (Recovery

بندی نمود: بر این اساس گزینه های کمینه سازی ضایعات با توجه به نوع

۱. روش های کاهش در منبع (Source reduction) آن ها در جدول ۲ و ۳ تنظیم شده است .

۲. روش های بازچرخش و بازیافت (Recycling &

جدول ۲- خلاصه روش های بازچرخش و بازیافت در کمینه سازی ضایعات کارخانه

روش های کنترلی	روش بازچرخش و بازیافت
کاهش مصرف حلال/ حتی الامکان استفاده از یک نوع حلال	افزایش قابلیت بازچرخش
جداسازی انواع ضایعات / جداسازی ضایعات حلالی حاصل از شستشوی تجهیزات از فاضلاب فرایندی	جداسازی ضایعات
نصب دستگاه تقطیر در کارخانه یا خارج از کارخانه/ استفاده مجدد از حلال های موجود در فاضلاب فرایندی/ استفاده مجدد از حلال های شستشو/ به کارگیری دوباره ضایعات اعم از مرجوعی ها، محصولات خارج از رده و نامطلوب و ...	بازچرخش در محل کارخانه / بازچرخش در خارج از محل کارخانه
زباله سوزی در خارج از کارخانه و بازیافت انرژی حرارتی حلال ها	تصفیه / دفع در خارج از محل کارخانه
استفاده مجدد از ضایعاتی مثل چوب، شیشه، فلز و کاغذ در خارج از کارخانه و یا فروش آن ها به شرکت های دیگر	مبادله ضایعات

جدول ۳- خلاصه روش های کاهش ضایعات کارخانه در منبع تولید

نوع ضایعات	روش های کنترلی
فاضلاب فرایندی و ریزش ها	به حداقل رساندن مصرف حلال از طریق تغییر مواد اولیه و فن آوری / افزایش بازده تجهیزات و دستگاه ها / افزایش اتوماسیون در فرایندها آموزش و ارتقای آگاهی و دانش کارکنان / آموزش و افزایش نظارت و مراقبت / ترغیب به روش های شستشوی خشک
ضایعات حلالی حاصل از شستشوی تجهیزات	بازنگری در فرمولاسیون محصول / بهبود برنامه ریزی / توالی بچ ها از روشن به تیره / جلوگیری از خشک شدن رنگ ها / استفاده از اسپری های پرفشار تغییر نوع حلال شوینده از اسیدی به قلیایی و ملایم / کنترل موجودی انبار به شیوه کامپیوتری / مستندسازی ضایعات به شیوه کامپیوتری
مرجوعی ها / مواد کهنه و بدون استفاده	کنترل مرتب موجودی انبار به منظور جلوگیری از کهنگی و انقضای تاریخ مصرف مواد اولیه / برنامه های انگیزشی برای مشتریان / به کارگیری در بچ های هم رنگ
محصولات نامطلوب و از رده خارج	فرمولاسیون صحیح بچ های تولید رنگ / تست مواد اولیه قبل از تحویل گرفتن
کیسه ها و بسته های خالی	استفاده از رنگدانه های غیر خطرناک / استفاده از رنگدانه ها به فرم خمیری / استفاده از بشکه های قابل شستشو و بازچرخش
کارتریج فیلترها	استفاده از فیلترهای کیسه ای به جای کارتریج
فلزات، چوب، کاغذ شیشه	تفکیک در مبدا و فروش برای بازیافت خارج از کارخانه
مواد شیمیایی آزمایشگاه	جداسازی مواد خطرناک و تخلیه این مواد در محل تعیین شده
آلاینده های هوا	استفاده از سیستم های فیلتراسیون کارآمد و با بازده بالا / افزایش اتوماسیون در فرایند / کنترل مواد منتشرشده به هوا به طور منظم استفاده از رنگدانه های خمیری به جای رنگدانه های پودری / استفاده از فیلترهای کیسه ای جداگانه در قسمت بارگیری رنگدانه ها

بحث و نتیجه گیری

روش های کمینه سازی ضایعات در کارخانه مبلغ صد و پنجاه میلیون ریال در سال هزینه های عملیاتی را کاهش خواهد داد که رقم قابل ملاحظه ای در کاهش هزینه تولید محصول می باشد. با توجه به جدید بودن موضوع کمینه سازی ضایعات صنعتی در جهان، در ایران خلا پژوهش در این زمینه بسیار

بر اساس مطالعات و بررسی های انجام یافته در این تحقیق می توان با به کارگیری گزینه های کمینه سازی ضایعات در کارخانه رنگ سازی مورد مطالعه میزان مصرف مواد اولیه را تا ۱۵٪، مصرف انرژی برق را تا ۱۲٪، مصرف آب را تا ۱۵٪ و تولید ضایعات را تا ۲۰٪ کاهش داد. همچنین اجرای

- اجرای عملیات تعمیرات و نگه داری منظم و دوره ای سیستم پمپاژ آب در کارخانه
- استفاده از شیرهای اتوماتیک و چشمی در حمام ها و دستشویی ها
- تصفیه آب های شستشوی کف سالن ها و محوطه که درصد آلودگی بالایی ندارند و استفاده مجدد از خروجی این واحد تصفیه ، به منظور مصارف شستشوی کف سالن ها و محوطه و همچنین آبیاری فضای سبز

ب: راهکارهای کاهش مصرف برق در کارخانه

- به کارگیری دستگاه های با بازده بالاتر در فرایند تولید
- تهیه شناسنامه برای درج مشخصات و میزان مصرف برق هر یک از منابع و مقایسه دوره ای میزان برق مصرفی با میزان استاندارد در آن ها جهت تعویض یا تعمیر به موقع لوازم و دستگاه ها
- استفاده از روشنایی های کم مصرف

ج: راهکارهای کاهش مصرف مواد اولیه

- نصب فیلترهای کیسه ای جداگانه برای هر خط تولید، در محل بارگیری رنگدانه ها : با این اقدام تمام ذرات جمع آوری شده را می توان بازیافت نموده و در فرایند تولید مجدداً به کار گرفت
- تغییر فن آوری در جهت افزایش اتوماسیون و استفاده از فن آوری های پیشرفته و سازگار با محیط زیست در فرایندهای تولید
- تغییر فرم و حالت فیزیکی مواد پودری از جمله رنگدانه ها و افزودنی ها به صورت خمیری و غیر پودری (slurry form)
- به کار گیری تجهیزات کنترل کننده گردو غبار و سیستم های فیلتراسیون کارآمد و با بازده کاری بالا

زیاد حس می شود. لذا بر اساس جستجوهای انجام یافته ، نتایج پژوهش مشابهی در سال ۱۳۸۴ با عنوان " سیستم های کمینه سازی ضایعات در صنعت تولید مواد شوینده " که در فهرست منابع این مقاله نیز می باشد، قابل ذکر است. یافته های این پژوهش حاکی از آن است که استقرار سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در واحد سولفوناسیون شرکت شیمیایی بهداد ، میزان مصرف مواد اولیه را ۲۵٪، مصرف انرژی را ۱۲٪ و تولید ضایعات را ۳۰٪ کاهش خواهد داد که در مجموع معادل ۸۴ میلیون ریال در سال صرفه جویی مالی در بر خواهد داشت . حمایت و پشتیبانی موثر مدیریت ارشد واحد های تولیدی، عامل کلیدی در توفیق برنامه های کمینه سازی ضایعات به شمار می رود. چرا که این مدیریت بر اتخاذ تصمیمات مربوط به خط مشی های زیست محیطی و سیاست های تولیدی تاثیر گذار می باشد.

فاضلاب آلوده به حلال های شستشو در کارخانه رنگ آفرین ۲/۵ متر مکعب در روز برآورد شده است. جداسازی فاضلاب های حاصل از شستشوی تجهیزات فرایندی و آغشته به حلال از دیگر فاضلاب ها، ضمن تسهیل بازیافت حلال های مصرفی، قابلیت استفاده مجدد و بازچرخش آن ها را در فرایند افزایش می دهد.

فلودیاگرام پیشنهادی سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی دستاورد نهایی این مقاله می باشد که در شکل ۳ ارائه گردیده است. نکته قابل توجه و تخصصی این مقاله ارائه راهکارهای کاهش مصرف آب ، برق و مواد اولیه است که ذیلا به آن اشاره شده است.

امید است که نتایج این تحقیق به عنوان اولین پژوهش انجام یافته در کشور در موضوع کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی مورد توجه و استفاده پژوهشگران و مدیران واحدهای صنعتی مربوط قرارگیرد و راهگشایی در جهت گسترش فرهنگ حفاظت از محیط زیست و ذخایر ملی و تحقق توسعه پایدار در میهن عزیزمان باشد.

الف: راهکارهای کاهش مصرف آب در کارخانه



شکل ۳ - فلودیاگرام پیشنهادی سیستم مدیریت کمینه سازی ضایعات در صنایع رنگ سازی

- Cincinnati, Ohio.(1990)."Guide to pollution prevention: The paint manufacturing industry"; 45268. EPA/625/7-90/005; pp.2-13.
۱۰. مومن هروی، ا.، عظیمی نانوائی،ع. (۱۳۶۸). "شیمی تجربی رنگ"، موسسه انتشارات امیرکبیر، تهران.
11. 1Fact Sheet; California Department of Health Services, Toxic Substances Control Program, Alternative Technology Division.(1989). "Waste reduction for paint formulators"; pp.1.
 12. Dursun, D.; Sengul, F.(2006). "Waste minimization study in a solvent-based paint manufacturing plant"; Resources, conservation and recycling; 47(2006)316-331; pp.317, 322.
 13. 1WMRC Reports; Center for economics research, Research triangle institute, Research associates and Hazardous waste research and information center. (1992). "Paint Waste Reduction and Disposal Options: Executive Summary" Hazardous waste research and information center one east hazelwood drive champaign; Illinois; 61820, TR-007; pp.1.
 14. Waste Minimization Opportunity Assessment Manual (EPA/625/7-88/003, July 1988).
 15. Guides to Pollution Prevention: The Paint Manufacturing Industry (EPA/625/7-90/005, June 1990).
1. Kirsch, F.W.; Looby, G. P.(1991)." Waste minimization assessment for a paint manufacturing plant"; EPA Environmental Research Brief; EPA/600/M-91/023; pp.1.
 2. Bishop, P.L. (2000). "Pollution Prevention: fundamentals and practices", New York.McGrawHill international editions; pp.10.
 3. Higgins, T.(1989)."Hazardous Waste Minimization Handbook" ; Mishigan,LEWIS publishers INC.pp.2.
۴. محرم نژاد، ن.(۱۳۸۵). "مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست"، ناشر: مولف، تهران، صفحه ۳۰۳.
5. Rendell, E.G.; Mc Ginty, K.A. (2004). "Environmental Management Systems: A guidebook for improving energy & environmental performance in local government"; Five winds international, Pennsylvania Department of environmental protection's (DEP) office of energy and technology development (OETD)"; pp.5.
 6. WWW.apo-tkyo.org/gp/e_publi/gsc/o316RES_PA PERSrev.pdf
 7. Jewell, LL.; Fasemore, OA.; Glasser, D. ; Hildebrandt, D.; Heron, L. ; Van Wyk , N.; Cooray, B.(2004)." Toward zero waste production in the paint industry"; ISSN 0378-4738=Water SA vol.30, No.5, (special edition); pp.95.
۸. اناری تفتی، ح.(۱۳۸۴). "سیستم های کمینه سازی ضایعات در صنعت تولید مواد شوینده"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، صفحات ۱۳ و ۱۴.
9. USEPA; Risk reduction engineering laboratory and Center for environmental research information office of research and development U.S.Environmental protection agency,