



مدیریت مواد زائد جامد صنعتی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس

بابک مختارانی^{۱*}، محمدرضا علوی مقدم^۲، نادر مختارانی^۳، حسین جمعه خالدي^۴ نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر، ماه ۱۳۸۳

۱. مرکز پژوهش های شیمی و مهندسی شیمی ایران

۲. دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳. بخش مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۱۴۳-۱۴۱۵۵

۴. شرکت جهش کیمیا - خیابان آزادی - ضلع غربی دانشگاه صنعتی شریف

mokhtaranib@ccerci.ac.ir

چکیده

منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در جنوب کشور و در ساحل خلیج فارس قرار دارد. این منطقه در کنار روستای عسلویه و در فاصله ۵۷۰ کیلومتری بندرعباس و ۲۲۰ کیلومتری بوشهر قرار دارد. منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در سال ۱۳۷۶ جهت بهره برداری از منابع عظیم گاز پارس جنوبی تأسیس گردید. این میدان گازی یکی از بزرگترین میداین گازی دنیا می باشد. با توجه به حجم عظیم ذخایر نفت و گاز در این منطقه در حال حاضر مجتمع های عظیم گاز و پتروشیمی در این منطقه در حال ساخت می باشند که با بهره برداری از این صنایع در سالهای آینده شاهد رشد چشمگیر محصولات پتروشیمی و صنایع وابسته خواهیم بود. در حال حاضر ۱۵ پالایشگاه گاز در مرحله بررسی یا ساخت می باشند که از این تعداد ۳ پالایشگاه گاز بمرحله بهره برداری رسیده است. صنایع پتروشیمی از مهمترین صنایع در این منطقه می باشند که با استفاده از خوراک گاز پالایشگاه ها تولید محصولات متنوع فراوانی خواهند نمود. با توجه به حجم وسیع صنایع در این منطقه تولید مواد زائد صنعتی در آینده رشد چشمگیری خواهد داشت و مدیریت این مواد زائد از اهمیت خاصی در منطقه برخوردار خواهد گردید. در این تحقیق مواد زائد صنعتی حاصل از این صنایع در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور مواد زائد صنعتی که طی بیست سال آینده در هریک از این صنایع تولید خواهند شد محاسبه گردیده و راهکارهای کاهش آلودگی هریک از این مواد بررسی شده است. در ادامه با توجه به مطالعات انجام شده، بازیافت و بازیابی هریک از این مواد زائد صنعتی مورد بررسی دقیق قرار گرفته و در ادامه مواد زائد صنعتی که می توانند دوباره استفاده شوند شناسایی شده است. در نهایت روش های مختلف دفع برای هریک از این مواد زائد ارائه شده و نهایتاً طراحی اولیه جهت محل دفع مواد زائد صنعتی انجام شده و مساحت مرکز دفع محاسبه گردید.

کلمات کلیدی: مدیریت مواد زائد جامد صنعتی، منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، بازیابی و بازیافت،

دفع

مقدمه

مدیریت مواد زائد جامد صنعتی تفاوت‌های فراوانی با مدیریت مواد زائد شهری دارد. مواد زائد جامد صنعتی را می‌توان محصول جانبی انقلاب صنعتی نامید. [۱] مدیریت مواد زائد جامد صنعتی یک مسئله مهم در مدیریت زیست محیطی صنایع می‌باشد. هر اندازه یک کشور توسعه یافته تر باشد تعداد سایت‌های آلوده به مواد زائد صنعتی و خطرناک آن بیشتر است. امروزه این نوع مدیریت تبدیل به یک مسئله چند رشته‌ای (Multidisciplinary) شده است که در آن لازم است متخصصان مربوطه، اطلاعات دقیقی در خصوص آلودگی آب و هوا، مواد زائد جامد و همچنین اثرات آنها بر سلامتی انسان و محیط زیست داشته باشند. [۲] با توجه به افزایش روزافزون مواد زائد صنعتی در قرن گذشته و میزان خطرات این مواد بر روی سلامتی انسان و محیط زیست، مسئله مدیریت مواد زائد صنعتی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از طرفی، گروه عمده‌ای از این مواد را مواد زائد خطرناک تشکیل می‌دهند که عدم توجه به آنها باعث بروز ضررهای جبران ناپذیری به محیط زیست می‌گردد. نمونه بارز عدم توجه به مواد زائد خطرناک در فرآیند تولید و ایمنی مربوط به فاجعه انفجار راکتور و نشت ماده بسیار خطرناک متیل ایزوسیانات در بوپال هندوستان می‌باشد. [۳]

سیستم نوین مدیریت مواد زائد صنعتی از مراحل مختلفی تشکیل گردیده است. در این سیستم کلیه مراحل از مرحله «تولید تا دفع نهایی» هر ماده مورد ارزیابی و بررسی دقیق قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر در این سیستم نوین مدیریت، مواد از بدو تولد تا مرگ (Cradle to Grave) مورد بررسی قرار می‌گیرند. در مدیریت‌های سنتی معمولاً اجزای سیستم مدیریت مواد زائد خطرناک به سه مرحله نگهداری، جمع‌آوری و تصفیه و دفع نهایی طبقه‌بندی شده و هیچگونه توجهی به مراحل میانی آن نمی‌شود. مراحل مختلف مدیریت نوین مواد زائد خطرناک را می‌توان بشرح زیر برشمرد: [۳]

۱- تولید و نگهداری

۲- جلوگیری از تولید آلودگی و حداقل سازی ضایعات

۳- بازیابی و بازیافت

۴- جمع‌آوری و انتقال

۵- تصفیه

۶- دفع نهایی

در این تحقیق مدیریت مواد زائد صنعتی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس بعنوان یک منطقه صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه صنایع نفت، گاز و پتروشیمی در آینده نزدیک در این منطقه راه اندازی خواهند شد، بنابراین مدیریت مواد زائد صنعتی در این منطقه از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود. لذا در این مطالعه با توجه به طرح‌های موجود و در دست اجرا، مواد زائد صنعتی (خطرناک و غیرخطرناک) منطقه مورد شناسایی قرار گرفت و روش‌هایی در مورد دفع یا استفاده مجدد این مواد ارائه شده است. در انتها با استفاده از اطلاعات موجود، مساحت مورد نیاز جهت مرکز دفع مواد زائد صنعتی برای یک دوره ۲۰ ساله طراحی شده است.

منطقه اقتصادی انرژی پارس

منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در مهرماه ۱۳۷۷ تحت نظارت شرکت نفت و گاز پارس جهت فراهم آوردن فعالیت در زمینه صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع وابسته ایجاد شد. این منطقه به وسعت ۱۴۰ کیلومتر مربع در ساحل خلیج فارس و در مجاورت حوزه گازی پارس جنوبی قرار دارد. ذخایر این حوزه در حدود ۴۵۰ تریلیون فوت مکعب بوده که معادل ۶/۸٪ از کل ذخایر گازی جهان می باشد. منطقه ویژه در حاشیه خلیج فارس و در فاصله ۲۲۰ کیلومتری بندر بوشهر و ۵۷۰ کیلومتری بندرعباس قرار دارد. [۴]

هدف از احداث این منطقه فراهم آوردن تسهیلات لازم برای احداث مجتمع های پتروشیمی (الفین، آروماتیک، متانول، آمونیاک، اسیداستیک، پلی استایرن و ...)، گاز (۱۵ فاز پالایشگاه گاز)، صنایع پایین دست پتروشیمی (پلیمر، پلاستیک، الیاف مصنوعی، چسب، رنگ، شوینده های بهداشتی) و نیز طیف وسیعی از صنایع مختلف (غذایی، دارویی، فلزی) و صنایع نیمه سنگین است. علاوه بر این واحدهای صنعتی، احداث دو اسکله جهت صادرات محصولات پتروشیمی و همچنین واردات ماشین آلات و لوازم یدکی در این منطقه در نظر گرفته شده است.

تولید مواد زائد تولیدی

جهت اعمال یک مدیریت صحیح بر مواد زائد صنعتی، "شناخت و طبقه بندی مواد زائد صنعتی تولیدی" از مهمترین بخشهای مدیریت این مواد به حساب می آید. مواد زائد صنعتی حاصل از هریک از صنایع را می توان بر اساس دو معیار زیر طبقه بندی نمود:

۱- بر اساس نوع مواد زائد

۲- بر اساس تناوب تولید

طبقه بندی بر اساس نوع مواد زائد از این لحاظ حائز اهمیت است که به طراحان این امکان را می دهد که بتوان تولید مواد زائد را بخوبی و بر اساس نوع ماده شیمیایی پیش بینی نموده و روش دفع نهایی آنها را تعیین نمود. در طبقه بندی بر اساس زمان تناوب دفع، معیار زمان تولید در نظر قرار می گیرد. به عنوان نمونه مواد زائد صنعتی می تواند به دو طریق پیوسته و ناپیوسته تولید گردند. منظور از مواد زائد پیوسته، موادی هستند که بصورت مداوم از واحد تولید خارج می گردند و مواد زائد ناپیوسته به موادی اطلاق می گردد که در تناوبهای زمانی مختلف (مثلاً هرماه یکبار) تولید می گردند.

مواد زائد صنعتی تولیدی در صنایع منطقه ویژه را بر اساس نوع مواد زائد می توان به ۹ گروه زیر تقسیم نمود:

۱- **جاذب ها و غربالهای مولکولی:** بیشتر این مواد زائد در صنایع پتروشیمی تولید می گردند و عموماً شامل کربن فعال، غربالهای مولکولی (ژئولیت، آلومینا) می باشند. این مواد پس از استفاده در یک مدت زمان معینی باید دفع یا بازیافت گردند که تعیین هر روش بعهده شرکت سازنده می باشد

۲- **کاتالیست ها:** کاتالیست ها از جمله مهمترین مواد زائد تولیدی در صنایع منطقه می باشند که نحوه دفع آنها نیز با توجه به نوع کاتالیست متفاوت می باشد.

۳- مواد روغنی و نفتی: روغن های زائد و مایعات حاصل از کندانس هیدروکربنها در صنایع گاز و پتروشیمی از جمله مهمترین مواد زائد صنعتی در منطقه می باشند. این مواد حجم وسیعی از مواد زائد صنعتی را دربر می گیرند و شامل طیف وسیعی از مواد هیدروکربنی هستند. از جمله مهمترین این مواد می تواند Fuel Oil حاصل از واحد های الفین پتروشیمی و روغن دی سولفید (DSO) حاصل از پالایشگاه های گاز را نام برد.

۴- کک و آنتراسیت: این مواد از جمله مواد زائد مهم تولیدی در صنایع پتروشیمی می باشند.

۵- ضایعات پلیمری: پلیمرهای غیراستاندارد حاصل از واحدهای پلیمری مجتمع های پتروشیمی از دیگر مواد زائد پلیمری منطقه می باشند که از نظر اندازه، شکل و کیفیت غیرقابل قبول می باشند.

۶- خاک رس: خاک رس حاصل از واحد آروماتیک یکدسته دیگر از مواد زائد صنعتی تولیدی می باشد. این خاکها عموماً به مواد آلی آلوده هستند .

۷- لجن: لجن حاصل از تصفیه خانه آب و فاضلاب در مجتمع های پتروشیمی و پالایشگاه های گاز حجم عمده ای از مواد زائد صنعتی را تشکیل می دهند. این لجن ها شامل لجن اولیه و لجن بیولوژیکی می باشد .

۸- رزین ها: رزین های آنیونی و کاتیونی از دیگر مواد زائد صنعتی منطقه می باشند که عموماً جهت تصفیه آب مورد استفاده قرار می گیرند .

۹- مواد متفرقه: این مواد بطور کلی به موادی اطلاق می گردند که در گروه های هشت گانه قبل قرار نمی گیرند، مانند قوطیهای فلزی، پلاستیکی، کیسه های پلی اتیلن، فیلترها، ظروف مستعمل، ظروف خالی مواد شیمیایی اکثر واحدهای صنعتی منطقه در مرحله احداث می باشد و در حال حاضر تنها سه فاز از پالایشگاه های گاز منطقه به بهره برداری رسیده اند. در این تحقیق، با توجه به زمان بهره برداری از واحدهای مختلف صنعتی در منطقه، میزان مواد زائد صنعتی از نظر کمی و کیفی در ۲۰ سال آینده مورد محاسبه قرار گرفته است. این اطلاعات برای اعمال یک مدیریت صحیح بر روی مواد زائد صنعتی منطقه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

جدول (۱) میزان تولید این مواد زائد صنعتی را در طی سالهای مختلف نشان می دهد. میزان تولید این مواد زائد بر حسب تن در هر سال می باشد. باید توجه داشت که این مقادیر بر پایه اطلاعات حاصل از مشاوران طرحها، اطلاعات اخذ شده از مجتمع های موجود و همچنین برآوردهای مهندسی ارائه شده است. [۵،۶]

جدول ۱- برآورد تولید مواد زائد صنعتی در سالهای مختلف در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس

مواد زائد	۱۳۸۳	۱۳۸۶	۱۳۸۹	۱۳۹۲	۱۳۹۵	۱۳۹۸	۱۴۰۱	۱۴۰۲
کاتالیست	۳۲	۱۱۷۶	۱۵۱۸	۱۷۶۵	۱۸۶۱	۱۶۵۳	۱۷۴۹	۱۱۵۲
غریبال مولکولی	۰	۷۶۷	۷۶۸	۸۰۲	۷۶۷	۱۰۸۷	۷۶۷	۱۵۶۵
جاذب	۳۱۴	۹۴۵	۱۰۷۷	۱۰۶۵	۱۰۷۷	۱۱۲۶	۱۱۲۵	۱۰۶۵
کک	۰	۸۰	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۱۰۸	۷۹
خاک رس	۰	۷۳۴	۱۴۶۸	۱۴۶۸	۱۴۶۸	۱۴۶۸	۱۴۶۸	۱۴۶۸
پودرهای پلیمری	۰	۱۳۶۴	۱۳۶۴	۱۳۶۴	۱۳۶۴	۱۳۶۴	۱۳۶۴	۱۳۶۴
فیلترهای مستعمل	۱۳	۵۷	۶۰	۵۷	۵۴	۵۱	۵۴	۵۱
مواد بسته بندی	۱	۱۲۲	۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴
ظروف شیمیایی	۶۶۰	۱۵۸۴	۱۵۸۴	۱۵۸۴	۱۵۸۴	۱۵۸۴	۱۵۸۴	۱۵۸۴
ضایعات آزمایشگاهی	۱۰	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۴
ضایعات حاصل از مبدل‌های حرارتی	۲۸	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶	۶۶
Fuel Oil	۳۰۹۲	۹۱۱۹۷	۱۴۷۸۴۹	۱۴۷۸۴۹	۱۴۷۸۴۹	۱۴۷۸۴۹	۱۴۷۸۴۹	۱۴۷۸۴۹
حلال‌های آلی	۰	۹۵۱۷	۹۵۳۲	۹۵۳۲	۹۵۳۲	۹۵۳۲	۹۵۳۲	۹۵۳۲
لجن	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷	۱۶۷۷
واکس	۰	۳۱	۱۲۱	۱۰۶	۱۲۱	۱۰۶	۱۲۱	۱۰۶
روغن‌های مستعمل	۵۷	۱۸۷	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷
DSO	۵۲۸۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰	۱۴۵۲۰

با توجه به جدول (۱) واضح است که میزان تولید مواد زائد صنعتی مرتباً در حال افزایش می باشد و باید راهکارهای مناسبی جهت دفع این مواد زائد صنعتی ارائه گردد.

مدیریت کمینه سازی ضایعات (بازیابی و بازیافت)

بازیافت مواد با ارزش موجود در زائدات صنعتی و یا استفاده مجدد از این مواد یک روش بسیار مهم در کاهش مقدار مواد زائد صنعتی می باشد. این روش از نقطه نظر اقتصادی نیز بسیار حائز اهمیت می باشد و در صورت استفاده از تکنیک‌های مناسب هزینه دفع مواد زائد کاهش چشمگیری می یابد. همچنین در صورت استفاده از این مواد بازیافتی در فرآیندهای خاص هزینه مواد اولیه برای آن فرآیند کاهش و بطور کلی هزینه سرمایه گذاری در تولید آن محصول کمتر می گردد. در این تحقیق مواد زائد صنعتی تولیدی که امکان به حداقل رساندن آنها میسر می باشد مورد بررسی قرار گرفته اند. بر اساس مطالعات انجام شده امکان بازیافت بسیاری از مواد زائد صنعتی تولیدی در این منطقه وجود دارد که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- بازیافت مواد روغنی و نفتی: بسیاری از این مواد می توانند مورد استفاده مجدد قرار گیرند. به عنوان نمونه می توان از Fuel Oil حاصل از فرآیندهای پتروشیمی که حجم قابل توجهی از ضایعات تولیدی این مجتمع ها را تشکیل می دهند به عنوان خوراک کارخانجات تولید کربن سیاه (Carbon Black) استفاده نمود. لازم به یادآوری است که در حال حاضر تعدادی از مجتمع های پتروشیمی موجود در کشور Fuel Oil

تولیدی را به کارخانه کربن سیاه اهواز ارسال می نمایند. کربن سیاه (دوده) کاربردهای فراوانی در صنایع لاستیک سازی دارد.

۲- روغن های مستعمل: بسیاری از روغن های مصرفی در تجهیزات مکانیکی قابلیت بازیابی دارند. در حال حاضر واحدهای مختلفی در کشور، روغن های مستعمل را بازیابی می نمایند.

۳- حلال های آلی: بسیاری از حلالهای مصرفی در صنایع پتروشیمی می توانند با استفاده از روشهای مختلف مانند تقطیر، دوباره مورد استفاده قرار گیرند.

۴- واکسهای پلیمری: از این مواد نیز می توان در صنایع پایین دستی مانند صنایع پلاستیک، چسب سازی و تولید واکس کفش استفاده نمود. همچنین پلیمرهای تولیدی با کیفیت پایین و بسیاری از پلیمرهای تولیدی می توانند به عنوان محصولات درجه ۲ و ۳ به واحدهای پایین دست فروخته شوند.

۵- روغن دی سولفید (DSO): این ماده می تواند به عنوان عامل جلوگیری کننده از نشست کک در کوره های شکست حرارتی مورد استفاده قرار گیرد.

۶- کاتالیست ها: بسیاری از کاتالیست ها قابلیت بازیابی مجدد را دارند که معمولاً این کار توسط کارخانجات سازنده انجام می پذیرد.

۷- لجن های بیولوژیک: با رعایت استانداردهای موجود و افزایش کیفیت لجن بیولوژیک تولیدی از مجتمع های مختلف، امکان استفاده از این لجن ها به عنوان کود در زمینهای کشاورزی وجود دارد. قبل از دفن یا استفاده از آن به عنوان کود ضروری است آزمایشگاه معتبر، میزان مواد آلی خطرناک، فلزات سنگین و همچنین ویژگیهای بیولوژیک آن را تعیین نماید و در صورت مناسب بودن کیفیت آن، در مزارع مختلف (خصوصاً زمین هایی که برای ایجاد فضاهای سبز به کار برده می شود) به کار گرفته شود.

مواد زائد صنعتی تولیدی که می توانند مورد بازیافت قرار بگیرند به همراه میزان تولید آنها در سال ۱۴۰۲ در جدول (۲) گزارش شده است. با توجه به این جدول واضح است که مقدار قابل توجهی از مواد زائد صنعتی در این منطقه می توانند مورد بازیافت و استفاده مجدد قرار گیرد که از نظر اقتصادی می تواند بسیار حائز اهمیت باشد.

جدول ۲ - مواد زائد صنعتی که می توانند مورد بازیابی یا بازیافت قرار گیرند

کاربرد	وزن*(تن)	مواد زائد
تولید کربن سیاه	۱۴۷۸۴۹	Fuel Oil
بازیابی و بازیافت	۹۵۳۵	حلالهای آلی
کاربرد در زمینهای کشاورزی	۲۳۱	لجن بیولوژیکی
صنایع پلاستیک	۱۰۶	واکسهای پلیمری
پالایش	۱۲۰	روغنهای مستعمل
بازدارنده کک	۱۴۵۲۰	DSO
بازیابی	۱۰۱۰	کربن فعال

* ارقام مربوط به سال ۱۴۰۲ میباشند.

مدیریت نگهداری، جمع آوری و انتقال مواد زائد صنعتی

نگهداری، جمع آوری و انتقال یکی از مهمترین مراحل مدیریت مواد زائد صنعتی به حساب می آید. با توجه به اینکه اکثر مواد زائد صنعتی از نوع خطرناک می باشند، لذا نگهداری و انتقال آنها از حساسیت های ویژه ای برخوردار است. معمولاً مدیریت نگهداری توسط واحدهای صنعتی انجام می پذیرد و نظارت آن توسط مدیریت خدمات شهری است. ضروری است هماهنگی های لازم در خصوص نگهداری، جمع آوری و انتقال بین هریک از واحدهای صنعتی وجود داشته باشد تا نتیجه مورد نظر حاصل گردد. با توجه به شرایط موجود در این منطقه ضروری است موارد ذیل باید در مورد نگهداری، جمع آوری و انتقال مواد زائد رعایت گردد:

- دسته بندی مواد زائد صنعتی تولیدی از لحاظ میزان خطرناک بودن
- رعایت سازگاری مواد شیمیایی (بر اساس لیست های معتبر موجود مانند لیست بازل و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا).
- استفاده از ظروف مقاوم و مناسب جهت مواد زائد صنعتی
- رعایت مسائل ایمنی مربوط به ظرف نگهداری از لحاظ جنس ظروف، درپوش و باقی گذاشتن فضای خالی برای انبساط
- قراردادن ظروف حاوی مواد زائد صنعتی در مناطق سر بسته جهت جلوگیری از حریق و اشتعال ناشی از نور خورشید
- استفاده از برچسب های مناسب بین المللی که حاوی مشخصات مواد زائد، نوع ماده، میزان خطر و سایر اطلاعات مورد نیاز باشد. [۱]

جمع آوری و انتقال مواد زائد صنعتی به محل دفع نیز از اهمیت ویژه ای در مدیریت مواد زائد صنعتی برخوردار می باشد. معمولاً جمع آوری و انتقال مواد زائد صنعتی توسط مدیریت خدمات شهری یا پیمانکاران وابسته انجام می پذیرد. با توجه به اهمیت موضوع ضروری است که پیمانکاران دارای صلاحیت لازم برای انجام این کار باشند و اطلاعات کاملی در خصوص برخورد با حوادث احتمالی داشته باشند. با توجه به اینکه انتقال مواد زائد صنعتی به محل دفع نیاز به مراقبت های ویژه ای جهت جلوگیری از نشر این مواد به محیط زیست دارد، لذا لازم است که افراد هیچ تماس مستقیم با این مواد نداشته باشند و مواد در ظروف سر بسته و بدون

هیچگونه نشستی جمع آوری و به محل دفع انتقال یابند. مسیر انتقال نیز باید بگونه ای انتخاب گردد که تردد و سایر وسایل نقلیه دیگر در آن کمتر بوده و یا حداقل در ساعاتی انجام گردد که عبور و مرور کمتر باشد. به عبارت دیگر، ریسک حاصل از حمل و نقل مواد زائد صنعتی باید به حداقل ممکن کاهش یابد.

دفع مواد زائد صنعتی

دفع زباله های صنعتی آخرین مرحله مدیریت این مواد است. بر اساس طرح ارائه شده عملیات سوزاندن مواد زائد صنعتی عموماً می بایست در واحدهای تولید کننده مواد زائد انجام گردد و فقط خاکستر حاصل از آن جهت دفن به مرکز دفع مواد زائد صنعتی ارسال شود. بنابراین ضرورتی برای استفاده از سیستم زباله سوز صنعتی در محل دفع وجود نخواهد داشت. مواد زائد صنعتی که وارد محل دفع خواهند شد، از لحاظ کلی به سه دسته زیر طبقه بندی می شوند.

- ۱- موادی که مستقیماً دفن می گردند (مواد غیرخطرناک)
- ۲- موادی که نیاز به عملیات تثبیت سازی قبل از دفن دارند (مواد خطرناک)
- ۳- خاکهای آلوده

در جدول (۳) میزان مواد زائد صنعتی ارسالی به محل دفع مواد زائد در طی ۲۰ سال آتی نشان داده شده است. با توجه به جدول فوق قسمت اعظم کاتالیستها، غربالهای مولکولی و مواد جاذب باید قبل از دفن، تثبیت گردند. بر اساس طرح ارائه شده عملیات تثبیت باید مطابق دستورالعملهایی که کارخانجات سازنده این مواد ارائه می دهند، در داخل محوطه واحدهای صنعتی انجام شود و بعد از تثبیت به محل دفع ارسال گردند. لجن حاصل از تصفیه خانه فاضلاب نیز به دو بخش لجن اولیه (شامل مواد خطرناک) و لجن بیولوژیکی تقسیم بندی می گردد. که لجن اولیه نیاز به عملیات تثبیت دارد در حالیکه لجن بیولوژیکی پس از خشک شدن می تواند دفن شده و یا به عنوان عامل مغذی خاک به کار برده شود.

شکل (۱) میزان مواد زائد صنعتی را در طی دوره ۲۰ ساله از سال ۱۳۸۲ تا ۱۴۰۲ که تثبیت و دفن و یا مستقیماً دفن می گردد نشان می دهد. تعیین روش نهایی دفن لجن بیولوژیکی بر اساس نتایج آزمایشگاه معتبر صورت خواهد گرفت.

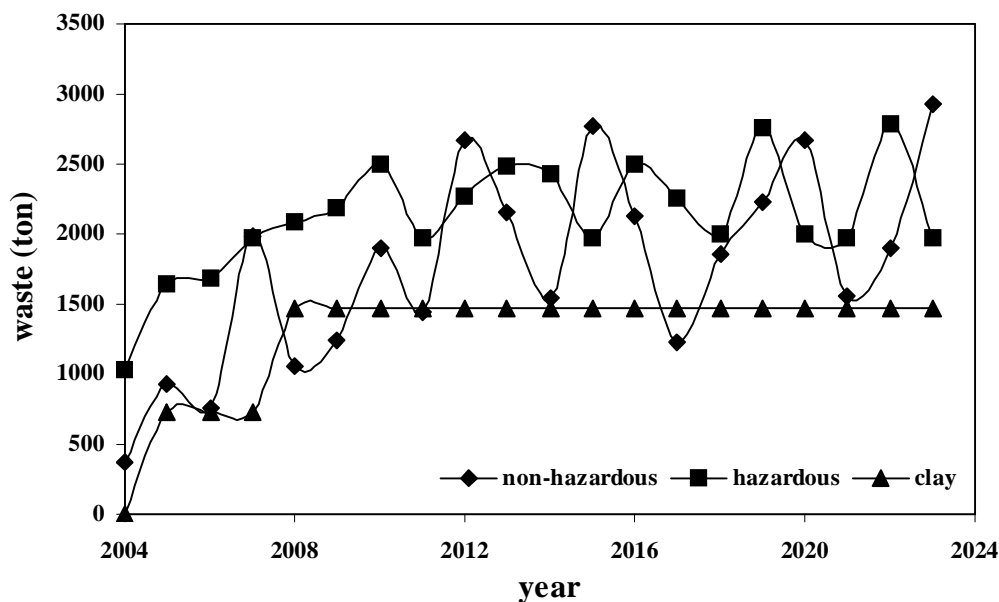
طراحی مقدماتی محل دفع زائدات صنعتی

با توجه به طبقه بندی مواد زائد صنعتی ورودی به محل دفع، ضروری است مساحت مرکز دفن هر یک از این مواد بطور جداگانه محاسبه گردد. مجموع حجم و وزن مواد زائد غیرخطرناک (شامل برخی از انواع کاتالیست ها، غربال های مولکولی، پودرهای پلیمری و خاکستر زباله سوزها و لجن بیولوژیکی تصفیه خانه ها) در طی مدت زمان ۲۰ سال آتی به ترتیب در حدود ۳۵۳۵۰ تن و ۴۷۰۰۰ مترمکعب برآورد می گردد. برای دفن این حجم از مواد زائد با در نظر گرفتن خاک پوششی (۲۵٪ کل حجم زائدات) و عمق ۳/۵ متر برای محل دفن، مساحتی در حدود ۱/۶ هکتار موردنیاز می باشد که با احتساب ۲۰٪ ضریب افزایش جهت مسیرهای دسترسی و فضای سبز سطح موردنیاز به ۲ هکتار افزایش می یابد.

جدول ۳- لیست مواد زائد صنعتی ارسالی به مرکز دفع

مواد افزودنی	خاکستر	پودر پلیمری	مواد بسته بندی	لجن	خاک رس	جاذب	غریبال مولکولی	کاتالیست	روش دفع
۱	۲۰۱	۱	۱	۲۰۱	۳	۲۰۱	۲۰۱	۲۰۱	
۵۶	۲۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۳۰	۱۳۸۳
۵۶	۸۲۴	۳۱	۶	۱۶۷۷	۷۳۴	۵۹	۱۸	۲۰۷	۱۳۸۴
۵۶	۸۵۶	۳۱	۶	۱۶۷۷	۷۳۴	۷۹	۴۹	۹۶۹	۱۳۸۵
۵۶	۹۰۳	۳۱	۶	۱۶۷۷	۷۳۴	۵۹	۷۶۷	۸۰۶	۱۳۸۶
۵۶	۹۸۴	۳۱	۶	۱۶۷۷	۱۴۶۸	۷۹	۱۹	۸۷۹	۱۳۸۷
۵۶	۱۰۸۸	۳۱	۱۲	۱۶۷۷	۱۴۶۸	۱۰۷	۱۱۳	۱۱۱۹	۱۳۸۸
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۹۵	۹۲۲	۱۰۰۱	۱۳۸۹
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۷۱	۱۰۰۸	۱۰۰۱	۱۳۹۰
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۱۵۳	۱۹۱۰	۱۰۷۱	۱۳۹۱
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۷۱	۹۶۳	۱۶۱۰	۱۳۹۲
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۱۵۳	۴۹۳	۱۱۹۲	۱۳۹۳
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۷۱	۱۹۰۸	۷۹۵	۱۳۹۴
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۹۵	۹۲۲	۱۶۱۰	۱۳۹۵
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۱۲۹	۱۰۰۸	۱۰۱۲	۱۳۹۶
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۹۵	۵۲۳	۱۰۶۱	۱۳۹۷
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۱۲۹	۱۳۰۵	۱۶۲۰	۱۳۹۸
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۹۵	۱۸۳۷	۷۳۵	۱۳۹۹
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۷۱	۱۸۰	۱۰۶۱	۱۴۰۰
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۱۵۳	۹۲۲	۱۶۲۰	۱۴۰۱
۶۸	۱۴۳۲	۳۷	۲۲	۱۶۷۷	۱۷۶۲	۷۱	۱۸۷۸	۱۰۰۱	۱۴۰۲

۱- موادی که مستقیماً دفن می گردد. ۲- موادی که نیاز به عملیات تثبیت دارند. ۳- خاکهای آلوده



شکل ۱- مواد زائد ورودی به مرکز دفع در طی ۲۰ سال آینده

وزن و حجم مواد زائد صنعتی که نیاز به عملیات تثبیت سازی قبل از دفن دارند (شامل برخی از انواع کاتالیست ها، جاذب ها، غربالهای مولکولی و قسمتی از خاکستر زباله سوزها) در طی ۲۰ سال آتی به ترتیب ۴۲۵۳۸ تن و ۴۵۸۱۳ مترمکعب خواهد بود. سطح موردنیاز برای این مواد با در نظر گرفتن مسیرهای دسترسی ۱/۹ هکتار می باشد. جهت دفن خاکهای آلوده که به مواد نفتی آغشته می باشند باید تمهیدات خاصی اندیشیده شود. وزن این خاکها در طی ۲۰ سال ۲۶۰۰۰ تن محاسبه گردیده که معادل حجمی در حدود ۱۴۳۰۰ مترمکعب خواهد بود. جهت دفن این حجم، زمینی با مساحت ۰/۳ هکتار موردنیاز می باشد. با توجه به موارد فوق در مجموع مساحت مرکز دفن برای مواد زائد صنعتی در حدود ۴/۲ هکتار برآورد می گردد.

نتیجه گیری

هدف از انجام این مطالعه، مدیریت مواد زائد صنعتی در منطقه اقتصادی انرژی پارس است. این تحقیق بمدت یک سال در این منطقه انجام گردید که در طی آن مواد زائد صنعتی در هر کدام از صنایع منطقه شناسایی گردیدند. مواد زائد صنعتی در این منطقه از تنوع زیادی برخوردار است که عمدتاً به دلیل تولید محصولات مختلف در این منطقه می باشد. جهت انجام یک مدیریت دقیق بر روی مواد زائد صنعتی، این مواد به ۹ گروه متفاوت تقسیم بندی شده و مقدار این مواد زائد صنعتی برای ۲۰ سال آینده محاسبه گردیدند. با توجه به اینکه بازیابی و بازیافت مواد زائد صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد، لذا مواد زائد صنعتی که قابلیت بازیابی و بازیافت دارند شناسایی شده و در ادامه راهکارهایی برای بازیافت این مواد و استفاده مجدد از آنها ارائه شد. در نهایت مواد زائدی که می بایست دفع گردند محاسبه گردید. برای دفع مواد زائد صنعتی این مواد به سه گروه تقسیم بندی شدند که گروه اول شامل مواد زائدی که مستقیماً دفن می گردند، گروه دوم شامل مواد زائدی که نیاز به عملیات تثبیت قبل از دفن نهایی دارند و گروه سوم شامل خاکهای آلوده می باشد. با توجه به این تقسیم بندی یک مرکز دفع مواد زائد صنعتی جهت دفن این مواد بمدت ۲۰ سال طراحی گردید. محاسبات انجام شده نشان می دهد که زمینی به مساحت ۴۲۰۰۰ مترمربع جهت دفن این مواد زائد صنعتی برای ۲۰ سال آینده مورد نیاز می باشد.

منابع و مراجع

1. Freeman, H.M., (1989), Standard handbook of hazardous waste treatment and disposal, Mc-Graw Hill publication.
2. Woodard, F., (2001), Industrial waste treatment handbook, Butterworth-Heinemann Publication.
3. LaGrega, M.D., Buckingham, P.L., Evans, J.C., (2001), Hazardous waste management, 2nd edition, Mc-Graw Hill publication, New York.
4. Pars oil & Gas company reports
5. Technip report, (2002), Basic design of Mobin petrochemical company, chapter2.
6. Total south Pars phases 2&3 Asaluyeh Iran, (1998), environmental impact assessment, report 98052.