

شناسایی و مقایسه تطبیقی پسماندهای ویژه صنعتی با کاربرد روش‌های UNEP, RCRA و

فهرست مدون ایران (مطالعه موردی یک مجتمع پتروشیمی در غرب ایران)

پریسا احمدی^{*۱}

Ahmadi_pa@yahoo.com

نعمت‌اله جعفرزاده حقیقی فرد^{۳و۲}

لعبت تقوی^۴

مهدی احمدی مقدم^{۳و۲}

چکیده

صنعت پتروشیمی یکی از مهم‌ترین پایه‌های تولیدی و از شاخص‌های توسعه‌یافتگی در کشور بوده اما از آنجا که هر فرایند تولیدی در صنعت مستلزم رهاسازی مقادیری مواد زاید و پسماندهای غیرقابل مصرف است، غالباً موجب تولید پسماندهای متنوعی شده و باعث تاثیر سو بر محیط‌زیست می‌شوند. یکی از شیوه‌های بسیار مناسب برای ایجاد تعامل و پیوند بین صنعت پتروشیمی و محیط‌زیست و کاهش اثرات سوء فعالیت‌های این صنعت در محیط‌زیست شناسایی و مدیریت منسجم پسماندهای این بخش صنعتی جهت کاهش مشکلات محیط زیستی ناشی از تولید آن‌ها و جلوگیری از اتلاف مواد با ارزش و قابل استفاده ناشی از فرایند تولید است. این مطالعه با هدف شناسایی و مقایسه تطبیقی پسماندهای ویژه یک مجتمع پتروشیمی در غرب ایران با هدف آمارگیری در چهارچوب مدیریت صحیح پسماندها و کاهش مخاطرات محیط زیستی ناشی از تولید آن‌ها انجام شده است. پس از شناخت و بررسی فرایند تولید، نقاط تولید، نوع و حجم پسماندهای تولیدی و تناوب تخلیه آن‌ها شناسایی شد و براساس روش‌های ارائه شده بین‌المللی (UNEP, RCRA) و فهرست مدون کشوری پسماندها گروه‌بندی شده و شناسه‌های مخصوص به هر ماده اختصاص داده شد. در این واحد صنعتی ۴۲ چشمه تولید وجود دارد که منجر به تولید سالیانه ۳۵۳ تن پسماند می‌شود. بررسی دوره تولید نشان داد ۶۵/۶٪ پسماندها به طور دائم و ۳۴/۳٪ به طور موقت تولید می‌شود. مهم‌ترین پسماند تولید شده روغن‌های صنعتی و زاید می‌باشد، این مواد دارای خصوصیات سمیت، اشتعال‌زایی و واکنش‌پذیری هستند، بنابراین نیاز به رعایت نکات ایمنی در مدیریت آن‌ها است.

کلمات کلیدی: پسماندهای صنعتی ویژه، UNEP، RCRA، فهرست مدون کشوری.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران* (مسئول مکاتبات)

۲- مرکز تحقیقات فن آوری های زیست محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

۴- دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

مقدمه

در ایران به علت وجود منابع غنی نفت و گاز بخش عمده صنایع را صنایع وابسته به نفت و گاز تشکیل می‌دهد. در راستای سیاست توسعه پایدار، زمانی می‌توان صنایع شیمیایی پایدار را در مجموعه صنایع موجود، در توسعه پایدار صنعتی کشور دخیل دانست که کارکرد این صنایع، مشکلات غیرقابل جبرانی بر پیکره محیط‌زیست وارد نکند. از طرفی در طی ساخت و تهیه محصولات صنعتی، پسماندهایی به حالت‌های مختلف اعم از گاز، مایع و جامد به وجود می‌آید پسماندهای خطرناک مواد زاید جامد یا مایعی هستند که به علت کمیت، غلظت و یا کیفیت فیزیکی شیمیایی و یا بیولوژیکی می‌توانند باعث افزایش میزان مرگ و میر و یا بیماری‌های بسیار جدی شوند و از تنوع بسیار زیادی برخوردار هستند. رشد سریع تکنولوژی دستیابی به پروسه‌های جدید تولید، جایگزینی مواد مصنوعی به جای الیاف طبیعی و سنتز هزاران نوع مواد و ترکیبات شیمیایی باعث افزایش حجم پسماندهای صنعتی و دربرخی موارد باعث تولید پسماندهای خطرناک گردیده است. لذا کاهش این مواد در فرایند تولید از راهبردهای اساسی در حل مشکل مربوط به پسماندها است (۱). با توجه به اینکه صنایع پتروشیمی در کشور روزبه‌روز در حال افزایش می‌باشد و پتروشیمی‌ها از اصلی‌ترین منابع تولید پسماندهای خطرناک هستند، و وجود مشکلات ناشی از پسماندهای صنعتی و خطرناک که از دهه ۱۹۸۰ مورد توجه قرار گرفته است، همچنین تاریخچه‌ای که از بروز حوادث توسط مواد زاید صنعتی و خطرناک در دنیا فراوان به چشم می‌خورد وجود مدیریتی اصولی و صحیح بر روند تولید پسماندهای صنعتی صنایع پتروشیمی ضروری است. از طریق شناخت چشمه‌های تولید پسماندها، مقدار تولید و نوع پسماندها و همچنین گروه‌بندی این مواد در طبقه‌بندی‌هایی که در سطوح کشوری و جهانی مطرح است، می‌توان مدیریتی اصولی و صحیح بر روند تولید پسماندهای ویژه صنایع پتروشیمی احراز کرد (۲).

قانون RCRA^۱ در سال ۱۹۷۶ به تصویب رسید و برای اولین بار به صورت جدی به مدیریت مواد زاید خطرناک پرداخت. مهم‌ترین جنبه این قانون براساس مفهوم «از بدو تولد تا هنگام مرگ» مواد زاید خطرناک تشکیل شده است. به عبارت دیگر تولید کننده این مواد از ابتدا تولید تا دفع نهایی عهده‌دار این مواد است. اگرچه در این قانون تعریف نسبتاً جامعی از ماده زاید خطرناک ارائه شده است، ولی استانداردهای مشخصی برای دفع نهایی این مواد وضع نگردیده و کلیه مسئولیت‌های آن به سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا داده شده است.^۲ UNEP نهادی وابسته به سازمان ملل متحد است که فعالیت‌های محیط‌زیستی اعضای خود را هماهنگ می‌نماید، این انجمن در نتیجه کنفرانس سازمان ملل بر روی محیط انسان در سال ۱۹۷۳ پایه‌گذاری شد و اداره مرکزی آن در شهر نایروبی کنیا قرار دارد (۳ و ۴). آیین‌نامه شناسه‌گذاری پسماندهای ویژه سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران نیز به منظور ایجاد سامانه طبقه‌بندی منسجم و بانک اطلاعاتی جامع پسماندها در سطح کشور، برقراری نظام شناسه‌گذاری پسماندها جهت نهادینه‌سازی تفکیک پسماندها و بهبود وضعیت جاری مدیریت پسماندها در تاریخ ۱۲ مردادماه ۱۳۸۹ به تصویب رسیده و از ابتدای سال ۱۳۹۰ در کشور لازم‌الاجرا شده است (۵ و ۶).

مجتمع پتروشیمی مورد مطالعه با وسعت ۲۹۵/۵ هکتار در غرب ایران در سال ۱۳۷۵ تاسیس شده است. این مجتمع صنعتی دارای دو واحد تولیدی اوره و آمونیاک است. ماده اولیه بکار رفته در سایت آمونیاک گاز طبیعی و محصول آن آمونیاک مایع است، در سایت اوره آمونیاک و دی‌اکسید کربن به عنوان ماده اولیه استفاده شده و محصول آن اوره گرانول است (۲). مطالعه بر روی تحقیقات مشابه در سایر واحدهای پتروشیمی در کشور حاکی از این است که در کلیه این واحدها کاتالیست‌ها،

1- The Resource Conservation and Recovery Act
2- United Nations Environment Programme

تعریف و به معرف‌های قابل سنجش تبدیل شدند و سپس در قالب پرسشنامه در اختیار افراد انتخاب شده که در رشته خود متخصص فن می‌باشند، گذاشته شد. متخصصان گروه مورد مطالعه متشکل از ۲۰ کارشناس بود. سپس از طریق بازبندی‌های میدانی اطلاعات فوق بررسی گردید. به موازات این فعالیت‌ها فهرست مواد شیمیایی مورد استفاده و کاتالیست‌هایی که در انبار نگهداری می‌شوند، از طریق بازدید میدانی تهیه شد (۲).

به منظور تکمیل اطلاعات و داده‌ها به بررسی اطلاعات موجود در مرکز اسناد فنی و نتایج آزمایشات انجام شده توسط دفتر محیط‌زیست مجتمع در خصوص کمیت و آنالیز شیمیایی پسماندها، اطلاعات مربوط به انبار مواد شیمیایی، فرم‌های ایمنی و داده‌های مورد نیاز در خصوص کمیت، کیفیت و نحوه مدیریت فعلی پسماندهای تولیدی اقدام گردید (۲).

پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده اقدام به طبقه‌بندی مواد زاید براساس قانون حفاظت و بازیافت منابع (RCRA)، رهنمود برنامه محیط‌زیستی سازمان ملل (UNEP)، آیین‌نامه سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران شد. پس از انجام طبقه‌بندی‌های فوق و با توجه به نتایج به دست آمده راهکارهای مناسب مدیریتی ارائه گردید (۲).

طبقه‌بندی پسماندها براساس قانون RCRA و چهار فهرست پسماندهای خطرناک با منشأ نامشخص، پسماندهای خطرناک با منشأ مشخص، پسماندهای خطرناک حاد و پسماندهای سمی، همچنین خصوصیات خطرناکی ذکر شده در این قانون و سایر فهرست‌های معتبر مواد زاید خطرناک، صورت گرفت. جهت طبقه‌بندی یک ماده زاید در فهرست یاد شده، نام یا فرمول شیمیایی آن را با تک‌تک مواد موجود در چهار فهرست مقایسه نموده، در صورت موجود بودن آن در فهرست‌ها، کد خطر RCRA مربوط به آن طبقه به هر ماده اختصاص داده شد. چنانچه فرمول یا نام ماده شیمیایی ماده موجود نبود، خصوصیات ماده شناسایی شد. خصوصیات مواد از طریق برگه‌های ایمنی، پرسشنامه‌های تکمیل شده و نتایج آزمایشات استاندارد RCRA که در دفتر محیط‌زیست مجتمع موجود بود، تعیین شد. آزمایشات استاندارد RCRA شامل آزمایش

روغن‌های زاید صنعتی، هیدروکربورها و مواد زاید آزمایشگاهی در زمره پسماندهای ویژه و خطرناک بوده و در کلیه طبقه‌بندی‌های صورت گرفته در مدیریت پسماندهای خطرناک وجود دارند. در تحقیقات صورت گرفته در زمینه پسماندهای صنعت پتروشیمی منابع تولید پسماند بررسی شده، نقاط تولید و تناوب تولید پسماندها تشخیص داده شده‌اند تنها اختلافی که در نتایج مطالعات مختلف به چشم می‌خورد استفاده از مواد اولیه متفاوت و نحوه مدیریت و نگهداری پسماندها است (۷ و ۸). هدف از تحقیق حاضر شناسایی و مدیریت منسجم پسماندهای ویژه تولید شده در بخش صنعتی پتروشیمی جهت کاهش مشکلات محیط‌زیستی ناشی از تولید آن‌ها و جلوگیری از اتلاف مواد باارزش و قابل استفاده ناشی از فرایند تولید و همچنین کددهی و طبقه‌بندی این مواد براساس روش‌های طبقه‌بندی بین‌المللی و فهرست مدون ایران برای تعیین خصوصیات و کدهای خطر این مواد در روش‌های UNEP, RCRA و سازمان محیط زیست ایران است. مقایسه نتایج به دست آمده با یکدیگر به منظور انتخاب روش بهتر در طبقه‌بندی پسماندهای ویژه صنعت پتروشیمی جهت کاهش مخاطرات محیط‌زیستی در سطوح کشوری و بین‌المللی است.

روش تحقیق

تحقیق حاضر در یکی از واحدهای صنعتی پتروشیمی در غرب ایران طراحی و اجرا گردید، به منظور تامین اطلاعات زمینه‌ای و پرکردن خلا اطلاعاتی و همچنین مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در خصوص فرایند تولید، شناسایی چشمه‌های تولید پسماندها، نوع و حجم پسماندها، دوره تخلیه، محل تخلیه، تعیین کمیت و کیفیت پسماندها اقدام گردید. جهت گردآوری این اطلاعات با حضور در سایت، ابتدا پرسشنامه‌ای که توسط تکنیک دلفی تهیه شده بود، در بین متخصصان و کارشناسان هر واحد توزیع گردید در این بخش، همان تکنیک مصاحبه با گونه‌ای بحث گروهی کتبی، ترکیب شد. بدین ترتیب که مانند هر روش مصاحبه دیگر ابتدا اهداف تحقیق عملی گردید. یعنی فرضیه‌ها مشخص، متغیرها

تولید پسماند شناسایی شد که منجر به تولید سالیانه ۳۵۳ تن پسماند می‌شود. عمده پسماندهای صنعتی در این واحد عبارتند از: لجن حاصل از تصفیه آب، جامدات غیرآلی، روغن‌های مصرفی و صنعتی، پالت چوبی، سیم و کابل، پسماندهای کاتالیستی، ظروف و بشکه‌های فلزی، نخاله‌های ساختمانی. نحوه مدیریت فعلی پسماندها در این واحد صنعتی شامل: بازیافت، نگه داری موقت - فروش و دفع بهداشتی است.

به‌طور کلی ۶۰/۵٪ پسماندهای تولید شده در این واحد صنعتی به‌طور موقت نگه داری شده و به فروش می‌رسند، ۳۴/۲٪ پسماندها بازیافت شده و سپس به فروش می‌رسند، و ۵/۳٪ این پسماندها به‌صورت بهداشتی دفع می‌شوند.

از میان پسماندهای شناسایی شده ۱۰ گروه از پسماندها مایع و بقیه پسماندها جامد هستند. در مجموع پسماندها به دو دسته خطرناک و غیرخطرناک تقسیم می‌شوند. بیشترین ماده تولیدی روغن‌های مصرفی، سوخته و صنعتی به میزان ۴۱/۶٪ است که علت اصلی تولید این نوع پسماند، پمپ‌ها و کنسول‌ها، نگه داری قطعات و اتصالات، و تعمیرات دستگاه‌ها می‌باشد. جامدات غیرآلی به میزان ۸/۴٪ از جمله پسماندهایی هستند که با سهم بیشتری تولید می‌گردند، علت اصلی تولید این مواد تعمیرات دستگاه‌ها و قطعات است.

کلیه پمپ‌ها و تجهیزات عامل اصلی تولید فیلترهای مستعمل است. راکتورهای واحد آمونیاک تولید کننده پسماندهای کاتالیستی می‌باشند. بیشترین تولید کننده پسماند خطرناک واحد آمونیاک می‌باشد. با بررسی دوره تولید مشخص شد که ۶۵/۶٪ پسماندها به طور دایم و ۳۴/۳٪ به طور موقت تولید می‌گردد.

- وضعیت پسماندها در طبقه‌بندی RCRA نشانگر این است که ۲۲ ماده در لیست RCRA می‌باشند، که از میان آن‌ها ۷ ماده در فهرست مواد سمی متقدم، ۱۵ ماده در فهرست RCRA هستند (۴ ماده سمی، ۳ ماده اشتعال‌زا، ۲ ماده سمی و اشتعال‌زا، ۱ ماده سمی، اشتعال‌زا و دارای میل ترکیبی شدید، ۱ ماده سمی، خورنده و دارای میل ترکیبی شدید، ۵ ماده در

سمیت TCLP، نقطه اشتعال، آزمایش استاندارد pH است (۹۱۰).

طبقه‌بندی دیگر براساس برنامه محیط‌زیستی سازمان ملل (UNEP) است که به منظور این طبقه‌بندی، نام و فرمول شیمیایی پسماندها و مواد موجود را با فهرست طبقه‌بندی ارایه شده توسط این برنامه مقایسه و در نهایت مواد موجود در یکی از ۶ گروه (A-B-C-D-E-F) قرار گرفتند، و کد مخصوص به هر ماده داده شد.

آیین نامه شناسه‌گذاری پسماندها و ضوابط تعیین حدود تشخیص پسماندهای ویژه "مشمول بر ۳۶ ماده و ۴ ضمیمه تفصیلی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست ارایه گردیده است. جهت شناسه‌گذاری پسماندها و مواد شیمیایی لیست شده در مجتمع پتروشیمی مورد مطالعه براساس آیین‌نامه مذکور خصوصیات و نام هر پسماند یا ماده شیمیایی مشخص گردید سپس ماده مورد نظر با لیست مواد موجود در ضمایم این آیین‌نامه مقایسه شده و در نهایت هر ماده در طبقه مناسب قرار گرفت و شناسه مناسب به آن اختصاص داده شد. همچنین مشخص گردید که پسماندهای تولیدی جزء کدام دسته از پسماندهای ویژه مطلق، پسماندهای ویژه مشروط، پسماندهای شبه ویژه و پسماندهای عادی غیر خطرناک هستند.

یافته‌ها

در جدول ۱ کلیه پسماندهای کاتالیستی، روغنی، مواد شیمیایی، بشکه‌های مواد شیمیایی، پلاستیک‌ها، فلزات، نخاله‌های ساختمانی، کاغذ و ... شناسایی و وضعیت هر کدام اعلام شده است (۲). جدول‌های ۳ و ۲ طبقه‌بندی پسماندهای تولید شده براساس قانون RCRA، UNEP و فهرست مدون ایران را نشان می‌دهد.

همچنین نمودارهای ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب درصد فراوانی نسبی پسماندها براساس RCRA، UNEP و فهرست مدون ایران نشان می‌دهد.

پس از تجزیه و تحلیل بر روی اطلاعات گردآوری شده در خصوص پسماندهای صنعتی تولیدی این مجتمع ۴۲ چشمه

پسماندهایی که در گروه A قرار دارند، عمدتاً شامل: مواد زاید غیرآلی، اسیدها (اسید سولفوریک)، فیلتر المنت ایستگاه گاز، کاتالیست‌های مصرف شده، باتری‌های فرسوده، کربن فعال مصرف شده می‌باشند.

- ضمن مطابقت دادن و شناسه‌گذاری پسماندهای تولید شده در این واحد و لیست ارائه شده در ضمیمه ۲ آیین‌نامه شناسه-گذاری سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران مشخص گردید که از پسماندهای تولیدی ۳۸٪ پسماند ویژه مطلق، ۱۴٪ پسماند ویژه مشروط و ۴۸٪ نیز پسماندهای عادی غیرخطرناک می‌باشند.

پسماندهای ویژه مطلق شامل انواع روغن‌های ضایعاتی و مصرفی، شوینده‌های نفت و گازوئیل، تولوئن، اسید سولفوریک، انواع باتری‌های فرسوده، لامپ‌های فلورسنت و فرمالدئید است. پسماندهای ویژه مشروط: کاتالیست‌های مستعمل، پسماندهای حاوی یا آغشته به مواد روغنی و هیدروکربنی، فیلترهای ایستگاه گاز که حاوی گازهای سمی هستند، ضایعات شیشه حاوی مواد آزمایشگاهی خطرناک و ضایعات الکترونیکی حاوی مواد خطرناک می‌باشند.

فهرست U). براساس تعداد کدهای خطر اختصاص داده شده به یک ماده، خطرناک‌ترین ماده موجود در مطالعه، اسید سولفوریک با تعداد کدهای خطر بیشتر می‌باشد، بعد از این ماده روغن‌ها نیز جزء مواد خطرناک موجود در مطالعه به حساب آورده می‌شوند. به دلیل اینکه میزان تولید روغن‌های صنعتی و زاید بیشتر از میزان تولید اسیدسولفوریک است، بنابراین روغن‌ها از اهمیت بیشتری برخوردارند و خطرناک‌تر محسوب می‌شوند. سمیت خصوصیت غالب کاتالیست‌های مورد استفاده است.

- پس از بررسی و طبقه‌بندی پسماندهای تولید شده براساس برنامه محیط‌زیستی سازمان ملل وضعیت پسماندها به شرح ذیل است:

۵۷٪ پسماندها، خطرناک و ۴۳٪ غیرخطرناک شناخته شدند.

با گروه‌بندی این پسماندها در طبقه‌بندی مذکور مشخص گردید، ۲۵٪ از پسماندهای خطرناک این واحد به گروه A، ۱۴٪ متعلق به گروه B، ۱۴٪ گروه C و ۴٪ مربوط به گروه F است.

به این ترتیب سهم عمده پسماندها در واحد مورد مطالعه در گروه A طبقه‌بندی UNEP جای دارند.

جدول ۱- پسماندهای تولیدی مجتمع صنایع پتروشیمی در سال ۹۲-۹۱

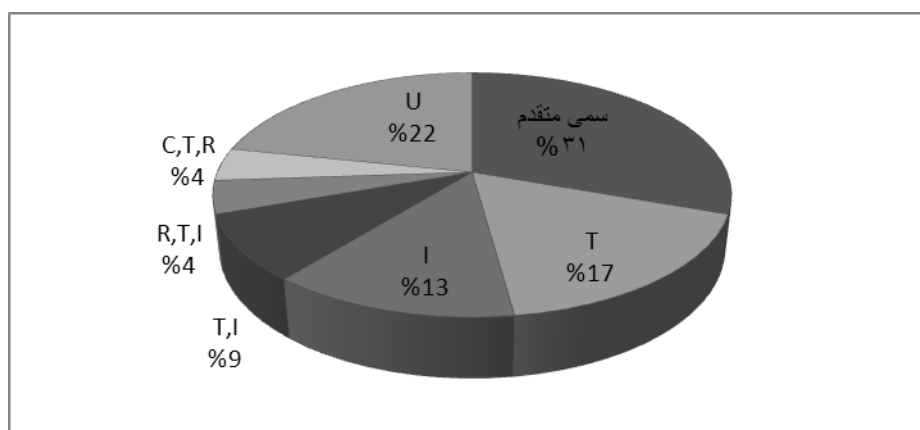
ردیف	محل تولید پسماند	پسماند	آنالیز شیمیایی	درصد تولید	نحوه نگه داری	نحوه حمل و نقل	نحوه مدیریت فعلی
۱	راکتورهای واحد آمونیاک	کاتالیست‌ها	حاوی فلزات سنگین	۱/۳۵٪	بشکه‌های مخصوص در انبار موقت	ماشین آلات واحد شهرداری	انبار - فروش
۲	سایت اوره و آمونیاک	ویژه	روغن‌های مصرفی	۴۱/۶٪	انبار موقت	لیفتراک	انبار - فروش
۳	سایت اوره و آمونیاک، واحدهای تهویه و تجهیزات ماشین آلات	ویژه	فیلتر مستعمل	۱/۵٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	واحد شهرداری	بازیافت و فروش

۴	آزمایشگاه	ضایعات آزمایشگاه	ید، روی، آمونیاک، پیریدین، تولوئن	۰/۵٪	انبار ضایعات ویژه	ماشین آلات واحد شهرداری	حوضچه تبخیر مواد شیمیایی
۵	واحد تجهیزات ماشین آلات	ویژه	اسید سولفوریک	۰/۱۵٪	در ظروف ضد اسید در انبار مواد ویژه	ماشین آلات واحد شهرداری	فروش
۶	واحد مخابرات	ویژه	باتری های حاوی نیکل، کادمیوم، سرب	۰/۱۲٪	انبار ضایعات ویژه	ماشین آلات واحد شهرداری	جمع آوری جداگانه و فروش
۷	واحدهای تهویه و برق	ویژه	گریس	۱/۱۵٪	ظرف ۲۰ لیتری در انبار ضایعات ویژه	نیسان	فروش
۸	کارگاه تعمیرات و تجهیز	ویژه	شوینده های نفی و گازوئیل	۱/۲۵٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	واحد شهرداری	بازیافت و فروش
۹	کارگاه ساختمان، کارگاه رنگ و عایق	ضایعات رنگ	قوطی های رنگ و تینر	۱/۷٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	واحد شهرداری	بازیافت و فروش
۱۰	کلیه واحدها	ضایعات کاغذ	کاغذ	۴/۲٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	واحد شهرداری	بازیافت و فروش
۱۱	انبار	جامدات غیر آلی	ضایعات پلاستیکی	۸/۴۹٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	واحد شهرداری	بازیافت و فروش
۱۲	واحد برق	لامپ فلورسنت*	حاوی جیوه	۰/۱۲٪	جایگاه ضایعات ویژه	واحد شهرداری	فروش
۱۳	کارگاه ساختمانی	ضایعات ساختمانی	توری پنجره، لوله PVC، نخاله- های ساختمانی	۴/۸۴٪	جایگاه تفکیک ضایعات	ماشین آلات واحد شهرداری	فروش
۱۴	انبار مرکزی	انواع پالت چوبی	چوب	۵/۶۶٪	جایگاه تفکیک ضایعات	ماشین آلات واحد شهرداری	فروش
۱۵	واحدهای تهویه، مخابرات، برق و انفورماتیک	سیم و کابل	انواع سیم لاکه	۱/۴٪	جایگاه تفکیک ضایعات	ماشین آلات واحد شهرداری	فروش
۱۶	واحد آب	لجن حاصل از تصفیه آب	لجن بهداشتی	۵/۲۶٪	دپو در اطراف مجتمع	ماشین آلات واحد شهرداری	دفع بهداشتی
۱۷	کارگاه مرکزی، کارگاه ساختمانی و انبار	بشکه های فلزی	ضایعات آهن و فلزات و بشکه- های فلزی	۱/۴۵٪	جایگاه موقت تفکیک ضایعات	کامیون	فروش

طبقه‌بندی پسماندها:

جدول ۲- طبقه‌بندی پسماندهای تولید شده براساس قانون RCRA

ردیف	نام پسماند	آنالیز شیمیایی یا Base ماده	براساس خصوصیات				براساس فهرستها			
			سمی	خورنده	اشتعالزا	واکنش پذیری	فهرست U	شماره ماده زائد	شماره مشخصه شیمیایی	مواد سمی متقدم
۱	کاتالیست TK-250	Co/Mo	*							T
۲	کاتالیست HTZ-3	ZnO								*
۳	کاتالیست SK201	Fe/Cu								*
۴	کاتالیست LK821	Cu/Zn								*
۵	کاتالیست R-67	NiO								*
۶	کاتالیست PK-5	NiO/Al								*
۷	کاتالیست R-67-7H	Ni/Mg								*
۸	کاتالیست SK-12	Fe/Cr								*
۹	روغن‌ها (۱۰ نوع)	روغن و ضایعات	*		*	*				R,T,I
۱۰	فیلتر ایستگاه گاز	حاوی گازهای سمی	*							T
۱۱	فیلترهای روغن Fac, atc	حاوی ترکیبات هیدروکربنی	*		*					T,I
۱۲	شوینده‌های نفتی و گازوئیل	ترکیبات هیدروکربن			*					I
۱۳	تینر	هیدروکربن	*		*					T,I
۱۴	فرمالدئید	فرمالدئید				*		U122	۵۰-۰۰-۰۰	
۱۵	تولون	تولون				*		U220	۱۰۸-۸۸-۳	
۱۶	محلول زینک	حاوی Zn	*							T
۱۷	محلول نسلر	حاوی آمونیاک و پیریدین				*		U196	۱۱۰-۸۶-۱	
۱۸	اسید سولفوریک	H ₂ SO ₄	*	*	*	*		U103	۷۷-۷۸-۱	C,T,R
۱۹	باتری	حاوی سرب	*							T
۲۰	گریس	هیدروکربن			*					I
۲۱	باتری بی‌سیم	حاوی جیوه، سرب، نیکل، کادمیوم				*		U150	۷۴۳۹-۹۷-۶	
۲۲	پارچه تمیز	آغشته به مواد روغنی و نفتی			*					I

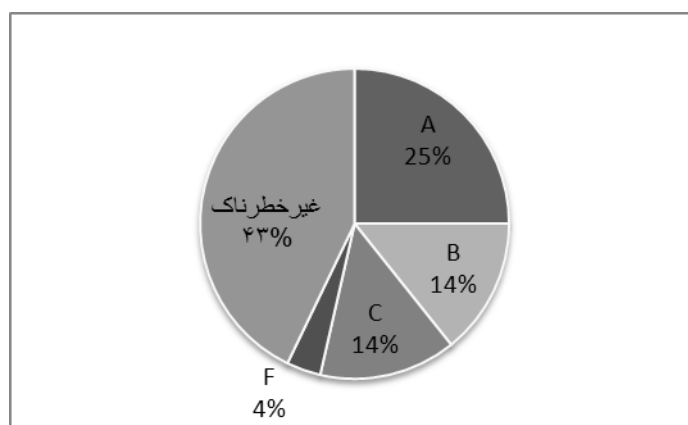


نمودار ۱- درصد فراوانی نسبی پسماندها براساس خصوصیات پسماندها در RCRA

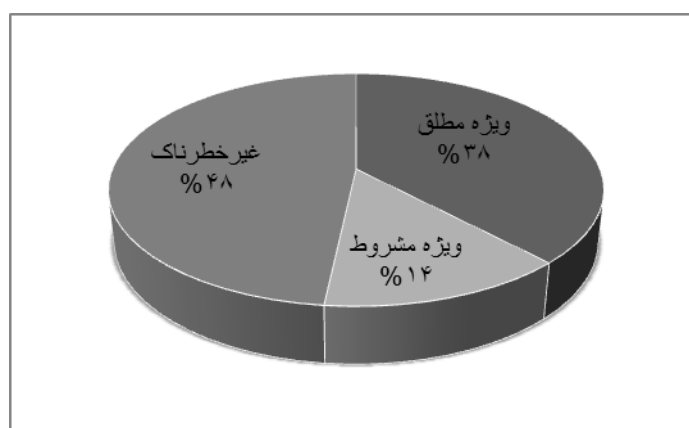
جدول ۳- طبقه‌بندی پسماندهای شناسایی شده براساس برنامه UNEP و فهرست مدون ایران

شناسه پسماندها در فهرست مدون ایران	مواد زاید غیر خطرناک	مواد زاید خطرناک						نام پسماند	ردیف
		F	E	D	C	B	A		
۱۶۰۸۰۲*							*	کاتالیت‌های مستعمل	۱
۱۶۰۶۰۱*							*	باتری‌های سربی	۲
۱۳۰۲۰۴*							*	روغن‌های مصرفی و زاید	۳
۱۷۰۲۰۱	*							پالت چوبی	۴
۱۷۰۴۰۵	*							آهن آلات	۵
۲۰۰۱۰۱	*							کاغذ	۶
۱۹۱۲۰۹	*							مولکولارسیو و سلیکاژل	۷
۱۴۰۶۰۳*					*			تولوئن	۸
۰۷۰۶۹۹						*		گریس	۹
۱۶۰۲۱۴	*							انواع کابل و سیم لاکه	۱۰
۱۷۰۲۰۳	*							ضایعات لاستیکی و پلاستیکی	۱۱
۰۶۰۱۰۱*							*	اسید سولفوریک	۱۲
۱۳۰۷۰۱*					*			نفت و گازوئیل	۱۳
۰۸۰۱۲۱*					*			تینر و رنگ	۱۴
۱۰۰۱۱۸*							*	فیلترهای المنت ایستگاه گاز	۱۵
۱۵۰۲۰۳*						*		فیلترهای روغن	۱۶
۱۹۰۹۰۴							*	کربن اکتیو	۱۷

۱۹۰۹۰۵	*						رزین پلیمری	۱۸
۱۴۰۶۰۳*					*		فرمالدئید	۱۹
۱۷۰۹۰۴	*						ضایعات PVC	۲۰
۲۰۰۱۴۰	*						براده‌های فلزی و غیر فلزی	۲۱
۱۷۰۹۰۴	*						نخاله‌های ساختمانی	۲۲
۱۷۰۲۰۲	*						ضایعات شیشه	۲۳
۱۷۰۲۰۴*		*					مواد زاید آزمایشگاهی	۲۴
۱۵۰۲۰۲*					*		پارچه‌های نظیف (آغشته به مواد روغنی)	۲۵
۱۶۰۶۰۳*						*	باتری بی‌سیم (جیوه‌ای)	۲۶
۱۶۰۶۰۲*						*	باتری‌های نیکل کادمیومی	۲۷
۲۰۰۱۲۱*							لامپ فلورسنت (حاوی جیوه)	۲۸
۱۹۰۹۰۲	*						لجن حاصل از تصفیه بهداشتی	۲۹



نمودار ۲- درصد فراوانی نسبی پسماندهای تولید شده در طبقه‌بندی UNEP



نمودار ۳- درصد فراوانی نسبی پسماندها در فهرست مدون ایران

بحث و نتیجه‌گیری

پس از شناسایی و طبقه‌بندی پسماندهای تولید شده در واحد مورد مطالعه، مشخص گردید که از پسماندهای خطرناک موجود ۲۲ ماده براساس قانون RCRA، ۱۴ ماده در طبقه بندی UNEP و ۱۷ ماده در فهرست مدون ایران به گروه‌های مواد خطرناک تعلق دارند. آنچه که در هر سه گروه مشترک است وجود کاتالیست‌ها، روغن‌های مصرفی و زائد، هیدروکربن‌ها، اسید، باتری‌های مستعمل، تولوئن، فیلترهای مستعمل و مواد آزمایشگاهی به عنوان مواد خطرناک است.

قانون RCRA از دقت بالایی برخوردار است و مواد در این قانون دقیق‌تر بررسی می‌شوند. این قانون توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (EPA) ارایه شده و در کشورهایی که قانون خاصی جهت مدیریت پسماندهای خطرناک ندارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این قانون پسماندها یا به دلیل دارا بودن ویژگی‌های خطرناکی (سمیت، اشتعال‌پذیری، خوردگی و واکنش‌پذیری)، یا در فهرست اعلام شده توسط EPA قرار می‌گیرند و یا اینکه تولید کنندگان آن‌ها را خطرناک اعلام می‌کنند. جهت طبقه‌بندی پسماندها براساس قانون RCRA چهار فهرست پسماندهای خطرناک با منشأ نامشخص^۱، پسماندهای خطرناک بامنشأ مشخص^۲، پسماندهای خطرناک

حاد^۳ و پسماندهای سمی^۴، همچنین خصوصیات خطرناکی ذکر شده در این قانون و سایر فهرست‌های معتبر مواد زائد خطرناک، مد نظر قرار گرفته شد. چنانچه فرمول یا نام ماده شیمیایی ماده موجود نبود، خصوصیات ماده بررسی می‌گردید. در این روش نتایج آزمایشات استاندارد RCRA نیز جهت طبقه‌بندی پسماندها کاربرد دارد. آزمایشات استاندارد RCRA شامل تست سمیت TCLP، نقطه اشتعال، تست استاندارد pH است (۱۱ و ۳).

در طبقه‌بندی UNEP پسماندها براساس نوع ماده زائد، صنعت و فرایندی که منجر به تولید پسماندها می‌شوند، طبقه بندی می‌گردند. که به منظور این طبقه‌بندی، نام و فرمول شیمیایی پسماندها و مواد موجود را با فهرست طبقه‌بندی شده این برنامه مقایسه و در نهایت مواد موجود در یکی از ۶ گروه (A-B-C-D-E-F) قرار گرفتند، و کد مخصوص به هر ماده داده شد.

آیین‌نامه شناسه‌گذاری پسماندهای ویژه سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران به منظور ایجاد سامانه طبقه‌بندی منسجم و بانک اطلاعاتی جامع پسماندها در سطح کشور، برقراری نظام شناسه‌گذاری پسماندها جهت نهادینه‌سازی تفکیک پسماندها و بهبود وضعیت جاری مدیریت پسماندها و

- بازیابی و استفاده مجدد در چرخه تولید از جاذب amDEA (اکتیو- متیل دی اتانول آمین) مزیت دیگر این واحد صنعتی نسبت به سایر واحدهای مشابه است.

- در کلیه واحدهای مورد مطالعه عمده پسماندهای فرایندی شامل: کاتالیست‌ها و روغن‌ها و عمده پسماندهای غیر فرایندی بشکتهای مواد شیمیایی و جامدات غیرآلی است (۱۲ و ۸ و ۷ و ۲).

- میزان پسماندهای تولید شده در این بخش صنعتی سالانه ۳۵۵۰۰۰ کیلوگرم می‌باشد، که نسبت به سایر واحدها پسماند کمتری تولید می‌شود. همچنین نحوه مدیریت فعلی پسماندها به صورت فروش، بازیافت و نگه داری موقت است. فروش پسماندها علاوه بر اینکه باعث کمترین آسیب به محیط‌زیست می‌گردد، برای صنعت سودرسان است.

- از نظر مقایسه تئوری تحقیقات صورت گرفته در واحدهای پتروشیمی در جنوب کشور و تحقیق حاضر استفاده از آیین‌نامه سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور در این مطالعه قابل توجه است. در مطالعات قبلی پسماندهای تولید شده براساس روشهای RCRA و UNEP طبقه‌بندی شده‌اند. به دلیل اینکه آیین‌نامه شناسه‌گذاری پسماندهای ویژه سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران در تاریخ ۱۲ مردادماه ۱۳۸۹ به تصویب رسیده و از ابتدای سال ۱۳۹۰ در کشور لازم‌الاجرا شده است، و تحقیقات پیشین همگی قبل از این تاریخ انجام شده است، بنابراین در هیچ یک از پژوهش‌های مورد بحث پسماندهای موجود در واحدهای صنعتی فوق‌الذکر براساس این آیین‌نامه کدهای نشده‌اند.

با در نظر گرفتن نحوه مدیریت فعلی پسماندها در واحد مورد مطالعه می‌توان اظهار داشت که ضوابط و استانداردهای محیط‌زیستی تا حد قابل قبول رعایت می‌شود. توجه به نکات و توصیه‌های زیر به منظور کنترل مداوم و اعمال مدیریت صحیح مواد زاید صنعتی برای بهداشت، حفظ محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی، از اهمیت خاصی برخوردار است.

- به‌منظور کاهش میزان مواد زاید تولیدی استفاده از دو تکنیک، «کاهش مواد زاید از طریق بازیافت و استفاده مجدد از آنها» و «کاهش مواد زاید در منبع تولید» مد نظر قرارگیرد.

همچنین برقراری معیارها و روش‌های واحد تشخیص پسماندهای ویژه به منظور تعیین رویه‌های مناسب شناسایی و فهرست‌بندی پسماندهای ویژه ارایه شده است. در این روش خصوصیات پسماندها از نظر خطرناکی مورد بررسی قرار گرفت و سپس این مواد براساس جدولی که در ضمیمه ۴ این آیین‌نامه وجود دارد کدهای شدند (۵).

با مقایسه روش‌های مختلف طبقه‌بندی پسماندهای خطرناک و آگاهی از مزایای این روش‌ها مشخص شد، اگر بخواهیم در سطح کشور پسماندها و مواد شیمیایی موجود در واحدهای مختلف پتروشیمی را مقایسه و کدهای نمایم استفاده از آیین‌نامه ارایه شده از طرف سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران جهت کدهای و شناسه‌گذاری پسماندها و مواد شیمیایی تولیدی مناسب‌ترین روش است. با استفاده از فهرست مدون کشور تمامی پسماندها در واحدها مختلف صنعتی به صورت یکپارچه و هماهنگ کدهای می‌شوند. در فهرست مدون ایران پسماندها به صورت جزئی‌تر بررسی شده و کدهای مخصوص با توجه به صنعتی که در آن تولید شده‌اند، به پسماندها تعلق می‌گیرد. در مواردی که هدف از مطالعه مقایسه دو واحد مختلف پتروشیمی در دو کشور مختلف باشد، استفاده از قانون RCRA روش مناسب و دقیقی است. در RCRA اگر پسماند تولید شده ترکیبی از یک ماده خطرناک باشد به عنوان پسماند خطرناک تلقی می‌شود.

در ایران پژوهش‌های مختلفی در زمینه پسماندهای صنعتی پتروشیمی صورت گرفته است. از آن جمله، مطالعه بر روی پسماندهای واحد مختلف پتروشیمی در جنوب و مرکز ایران را می‌توان نام برد. در مقایسه تحقیق حاضر و تحقیقات صورت گرفته نکات زیر حایز اهمیت است:

- از مزایای مجتمع پتروشیمی مورد مطالعه در مقایسه با سایر واحدها عدم استفاده از پشم شیشه و استفاده از پشم سنگ به عنوان عایق است. پشم سنگ آسیبی به محیط‌زیست وارد نکرده و مانند پشم شیشه در انسان ایجاد حساسیت نمی‌کند (۷ و ۸ و ۲).

-آموزش کارگران و بهره برداران در خصوص اهمیت تشخیص و شناسایی به موقع نقاط تولید کننده مواد زاید در جهت کمینه سازی مواد زاید و حفاظت از محیط زیست (۱۵).

- ایجاد یک تیم تحقیقاتی از مهندسان فرآیند، بهره برداری و محیط زیست در واحد پژوهش و تحقیق و توسعه، با هدف پژوهش در خصوص یافتن جدیدترین و امکان پذیرترین فرایندهای قابل جایگزینی با فرایندهای قبلی واحدها در واحدهای قدیمی، و پژوهش در خصوص یافتن مواد جدید معرفی شده به بازار که زیست سازگارتر باشند (۱۷ و ۱۵).

- داشتن یک برنامه منظم چک نشستی ها و انجام تعمیرات اساسی در واحد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از کلیه کسانی که به هر نحوی در انجام مراحل مختلف این طرح همکاری نمودند، و همچنین کلیه مدیران و کارشناسان واحد صنعتی پتروشیمی کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. El-Fadel, M., Zeinati, M., El-Jisr, K., Jamali, D., (2001). Industrial waste management in developing countries; the case of Lebanon. *J. Environ. Manage.*, 61: 281-300.
۲. احمدی، پریسا- شناسایی و طبقه‌بندی پسماندهای صنعتی خطرناک مجتمع صنایع پتروشیمی کرمانشاه براساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)- پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران- دانشکده محیط‌زیست و انرژی، ۱۳۹۲: صفحات ۶۸ تا ۷۳ و ۹۰ تا ۹۳ و ۱۱۳ تا ۱۲۰.
3. RCRA's chemical waste compatibility list, adopted from www.epa.gov
4. Shaw, 1983, International Legislation and the Transport of Hazardous Wastes UNEP Industry and Environment. Special issue.

بازیافت ضایعات عموماً سود سرشاری را نصیب صاحبان صنایع نموده و صرفه اقتصادی، یکی از مهم‌ترین انگیزه‌های واحدهای صنعتی، برای انجام عملیات کاهش آلودگی است. با انجام فرآیندهای ساده بر روی مواد زاید، می‌توان از آن‌ها، به‌عنوان خوراک در سایر صنایع استفاده نمود. کاهش مواد زاید صنعتی در منبع تولید نیز حاصل از تغییرات در فرآیند تولید بوده، که این عملیات شامل بهینه سازی فرآیند، نگه داری صحیح محصول، تغییر در ترکیب محصول، تغییر در مواد ورودی، تغییر در تکنولوژی و یا جداسازی جریان ضایعات است (۱۴ و ۱۳).

- به نظر می‌رسد روش استفاده از حوضچه تبخیر جهت مواد زاید آزمایشگاهی مناسب نمی‌باشد، پیشنهاد می‌شود که این مواد در ظروف دربدار غیرقابل نفوذ به صورت موقت نگه داری شده اگر قابلیت استفاده مجدد داشته بازایی و در غیر اینصورت به فروش برسند.

- نصب سایه‌بان مناسب در جایگاه موقت تفکیک ضایعات جهت جلوگیری از تابش نور خورشید و بارش باران، همچنین نصب نام هر کدام از انواع پسماندها در مقابل سکوی مربوطه الزامی می‌باشد.

- جهت جمع آوری روغن‌های موجود در سطح مجتمع، طرح جامع ساخت، تکمیل و بازسازی Secondary Containments مد نظر قرار گیرد. این طرح شامل حوضچه‌های بتنی در اطراف تجهیزات حاوی انواع روغن‌ها با دیوارهای بتنی به ارتفاع ۱ سانتی‌متر است که در یک زاویه از این حوضچه مربع شکل، حوضچه کوچکی درون زمین حفر شده و کاملاً غیرقابل نفوذ است. روغن‌های نشت یافته، از طریق شیبی که در کف حوضچه بزرگ وجود دارد به درون مخزن روغن، هدایت و روغن جمع‌آوری شده توسط سپتیک تانک به درون بشکه‌های روغن در محل سکوی نگه داری موقت زایدات حمل شود (۱۶ و ۱۵).

- رعایت استانداردهای فنی در فرایند تولید به منظور کمینه‌سازی ضایعات تولیدی واحدها.

12. Abduli. M. A, Abbasi. M, Nasrabadi. T, Hoveidi. H, Razmkhah. N-2006-Solid waste management in Tabriz Petrochemical Complex-Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 2006, Vol. 3, No. 3, pp. 185-192
13. Nancy , J. , 1992 , Industrial Pollution Control , 2nd edition , Van Nostrand reinhold , New York , PP. 96-111
14. Cheremisinoff, N. P., (2003). Handbook of solidwaste management and waste minimization Technologies, Butterworth-Heinemann.
۱۵. جعفرزاده، محمدتقی و همکاران- الزامات مدیریت پسماند (الزامات زیست محیطی صنایع پتروشیمی)- چاپ اول- انتشارات مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی- ۱۳۹۰- فصل نهم.
16. Kum V., Sharp A. and Harnpornchai N. 2005. Improve the Solid Waste Management in Phnom Pech City: astrategic approach.
17. Pescod , M.B. , Saw , C.B., 1998 , Health Care Waste Management and Recycling in Four Major Cities , Malaysia. 10- P.M.
5. Iran's Environmental Protection Agency - Office of Water and Soil Pollution -1389
<http://www.irandoe.org/doeportal/wsp>
۶. گروه پژوهشی و تحقیقاتی نارگان زیست اندیش- مروری بر تعاریف و قوانین پسماندهای صنعتی- چاپ اول- انتشارات سازمان بازیافت و تبدیل مواد- ۱۳۹۰- فصل اول.
۷. سبزهعلیپور، سیما و همکاران- امکان سنجی کمینه سازی مواد زائد صنعتی در مجتمع پتروشیمی بندر امام- فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست- ۱۳۸۵- دوره نهم شماره ۲
۸. نامداری، اعظم- شناسایی، طبقه بندی و مدیریت پسماندها و مواد شیمیایی مصرفی در شرکت پتروشیمی پردیس عسلویه براساس RCRA و کنوانسیون بازل- فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۳۸۹- دوره دوازدهم، شماره ۴.
9. US Environmental Protection Agency, Identification and listing of hazardous waste, 40 CFR, Chapter I , PART 261, adopted from <http://ecfr1.access.gpo.gov>
10. EPA, 2003, Program for Identification and Classification on Used Oil
11. Environmental Protection Agency , 1990 , hazardous Waste management System, Federal Register , Vol. 45 , No. 98 , Book 2 , USA