



مطالعه، بررسی و مقایسه پسماندها در صنایع پتروشیمی

۱- محسن هادی دهکردی، ۲- هاله قربانی، ۳- شهلا اشرفی

۱- دکتری، شرکت مهندسی مشاور پرآور

۲- دکتری، شرکت مهندسی مشاور پرآور

۳- دانشجوی دکتری، شرکت مهندسی مشاور پرآور

Email: M.HadiDehkordi@paravar.co

Email: H.Ghorbani@paravar.co

Email: S.Ashrafi@paravar.co

چکیده

صنایع پتروشیمی با اعمال یک سری فعل و انفعالات شیمیایی روی هیدروکربورهای نفتی سبب تولید فرآورده های نهایی با ارزش افزوده ای نزدیک به ده تا پانزده برابر ارزش مواد اولیه آن و هزاران فرآورده عنوان ماده اولیه و خوراک در سایر بخش های صنایع و یا کشاورزی می گردد. عدم توجه به محیط زیست نه تنها سبب توسعه اقتصادی نخواهد شد بلکه باعث بروز خسارات جبران ناپذیری می گردد. تلاش برای ارائه راهکارهایی برای کاهش آلودگی سبب حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست شده و در نهایت پیشرفت در اقتصاد را به ارمغان می آورد.

کلمات کلیدی: توسعه اقتصادی، صنایع پتروشیمی، محیط زیست، هیدروکربورهای نفتی.

۱. مقدمه

انرژی یکی از مهمترین عوامل در توسعه اقتصاد جوامع است [1]. به عقیده ی [2] هر نوع فعالیت تولیدی نمی تواند فاقد آلودگی باشد و ایجاد پسماند و آلودگی در تولید مواد در صنایع پدیده ای گریز ناپذیر است. صنعت نفت و گاز یکی از تأثیرگذارترین صنایع در جهان است که علاوه بر تامین درصد عمده ای از نیازهای انرژی، مقدار قابل توجهی پسماند در صنعت نفت و گاز هر ساله در سراسر جهان تولید می کند [3]. این در صورتی است که برخی از این پسماندها بنا به دارا بودن خواص خطرناک، جز پسماندهای خطرناک به شمار می روند [4, 5]. صنعت پتروشیمی از مهم ترین بخش های مربوط به صنعت نفت بوده و جز صنایع مهم و مادر در کشور ایران محسوب می گردد. این صنعت در جهت رشد اقتصادی کشور و گسترش صنایع پایین دستی و تامین کننده در کشور ما نقشی بسیار مهم ایفا می کند. ماهیت فرایندهای پتروشیمی به گونه ای است که مقادیر متناهی از آلاینده های زیست محیطی از جمله



انواع پسماندها را تولید می نماید که عدم مدیریت اصولی آن باعث مخاطرات زیست محیطی متعدد می شود [6]. به عقیده [7] بدون شک پسماند یکی از اساسی ترین آلاینده های زیست محیطی به شمار می رود که در گذشته توجه چندانی به اثرات ناشی از سو مدیریت آن نشده است. پس از تصویب قانون مدیریت پسماند در سال ۱۳۸۳، گام مهمی در راستای مدیریت اصولی پسماندها برداشته شد تا از اثرات جبران ناپذیر آن در آلودگی محیط زیست بکاهد [8]. تجربیات مختلف در تعدادی از کشورهای توسعه یافته نشان می دهد که حذف اثرات زیان بار ناشی از پخش مواد زائد خطرناک و پاک سازی محیط، به مراتب پر هزینه تر از اعمال مدیریت صحیح در جلوگیری از آن می باشد [9]. به عقیده [10] کنترل موثر و اعمال مدیریت صحیح مواد زائد صنعتی، برای بهداشت، حفظ محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی از اهمیت خاص برخوردار است. در پژوهش هایی که توسط [11] صورت گرفت مشخص گردید که هر سیستم مدیریت کنترل پسماندهای شیمیایی، برای دستیابی به موفقیت نیازمند قوانین و آیین نامه ها، ابزار و تسهیلات مناسب برای بازیافت، تصفیه و دفع مناسب پسماندهای خطرناک و تدوین برنامه های آموزشی برای مدیران دولتی و خصوصی، بهره برداران و کارگران است. بنابراین در این پژوهش به علت تولید پسماندهای انبوه، فرایندهای متنوع و ... در صنایع پتروشیمی به بررسی و مقایسه پسماندهای واحد الفین مجتمع پتروشیمی بندر امام و مارون پرداخته شده است.

۲. پسماندها

براساس قانون مدیریت پسماندها در ایران، پسماند (مواد زائد) عبارت است از مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) که به طور مستقیم و یا غیرمستقیم حاصل فعالیت انسان بوده و از نظر تولیدکننده زائد تلقی می شود [8]. اصطلاح پسماند صنعتی به کلیه پسماندهای ناشی از فعالیت های صنعتی و معدنی و پسماندهای پالایشگاهی صنایع گاز، نفت، پتروشیمی و نیروگاهی و امثال آن گفته می شود. از قبیل براده ها، سرریزها و لجن های نفتی. پسماند صنایع پتروشیمی نیز همانند سایر پسماند های معمول می تواند به سه صورت جامد، مایع یا گاز تولید شود. علاوه بر این پسماند خطرناک به کلیه پسماندهایی گفته می شود که به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری زایی، قابلیت انفجار یا اشتعال، خوردگی و مشابه آن به مراقبت ویژه نیاز داشته باشد و آن دسته از پسماندهای پزشکی و نیز بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی، کشاورزی که نیاز به مدیریت خاص دارند جزء پسماندهای ویژه محسوب می شوند. از بین چهار ویژگی ذکرشده، سمیت ماده و اثر آن بر انسان ها و سایر موجودات زنده از اهمیت بیشتری برخوردار می باشد [12] پسماندهای خطرناک یا ویژه (پسماندهای پزشکی، بخشی از پسماندهای عادی، صنعتی و کشاورزی) به دلیل بالا بودن حداقل یکی از خواص خطرناک از قبیل سمیت، بیماری زایی، قابلیت انفجاری، اشتعال، خوردگی و مشابه آن نیاز به توجه ویژه و در نتیجه مدیریت خاص خواهند داشت [13]. مطالعه چشم انداز بیست ساله کشور، توجه به اصل ۵۰ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و تکیه بر اهمیت موضوع حفظ و نگهداری محیط زیست و تحویل هر چه صحیح تر و سالم تر این امانت به آیندگان باعث گردیده که مدیریت پسماند مورد توجه بیشتری قرار گرفته و این موضوع جز یکی از ضروری ترین محورهای توسعه پایدار محسوب می گردد [14].

۳. طبقه بندی پسماندها

طبقه پسماندها علاوه بر شناسایی ساده تر مواد زائد سبب ایجاد هماهنگی در سیستم های مدیریت پسماند در سطح منطقه ای، ملی و بین المللی می گردد. سه معیار برای طبقه بندی پسماندها شامل خطرناک بودن، منشأ تولید، ترکیب پسماندها به کار می رود [15].

۴. مدیریت پسماندها

حفاظت از محیط زیست یکی از وظایف اصلی نسل حال و آینده است، به طوری که امروزه حفظ محیط زیست یکی از ارکان مهم حقوق بشر به شمار می رود. محیط زیست به عنوان پدیده ای نامحدود نه فقط برای نسل امروز بلکه برای ادامه حیات آیندگان می باید حفظ شود [7]. در دهه های گذشته محیط زیست دستخوش مخاطرات و بحران های زیادی شده است که این امر حاصل توسعه صنعتی پرشتاب در سطح جهانی بوده است. به عقیده [16] فشارهای ناشی از این بحران ها در کشورهای صنعتی منجر به وضع قوانین و اجرای استانداردهای زیست محیطی سخت گیرانه تر شده اما متأسفانه این مهم در کشورهای در حال توسعه هنوز جایگاه واقعی خود را نیافته است. مطالعه چشم انداز بیست ساله کشور، توجه به اصل ۵۰ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران و اهمیت حفظ و نگهداری محیط زیست باعث گردیده که مدیریت پسماند مورد توجه بیشتری قرار گرفته و این موضوع جز یکی از ضروری ترین محورهای توسعه پایدار محسوب می گردد. در این ارتباط، قانون مدیریت پسماند و آیین نامه اجرایی مربوطه، نقطه عطفی است که برای برنامه ریزی های مرتبط، تهیه و تصویب گردیده است [17].

به منظور مدیریت صحیح پسماند باید مجموعه ای از مقررات منسجم و سیستماتیک راجع به کنترل تولید، ذخیره، جمع آوری، حمل و نقل، پروسه و دفع پسماند، منطبق بر بهترین اصول بهداشت عمومی، اقتصاد، حفاظت از منابع، زیبا شناختی و سایر ملزومات زیست محیطی و آنچه برای عموم مردم مورد توجه است اعمال گردد [18]. مدیریت صحیح پسماند سبب اجتناب از اثرات منفی بر سلامت انسان و محیط زیست، کاهش هزینه ها، کاهش عملیات و سرمایه گذاری، کاهش ریسک اعتبار و کاهش مسئولیت های مالی و قانونی می گردد [19]. به عقیده [20] اولین مرحله در مدیریت پسماند انجام مطالعه بر روی منشأ تولید پسماند، میزان و نوع پسماند و اطلاعات کمی و کیفی بدست آمده پس از تجزیه و تحلیل و نیز بررسی شرایط محیطی منطقه، را یکی از روش های به مدیریت پسماند بیان نمود. افزون بر این نتایج حاصل از مطالعات [21] نشان داد که ممکن است در یک مکان بهترین و باصرفه ترین کار دفع پسماند تولیدی باشد اما در جای دیگر امکان دفع همان پسماند تولیدی وجود نداشته و عملیات بازیافت و بهبود خواص پسماند دارای صرفه اقتصادی بیستر بوده و نیز دارای درجه اطمینان افزون تری باشد. روش های مختلفی جهت مدیریت و دفع پسماندها در جدول ۱ آمده است.

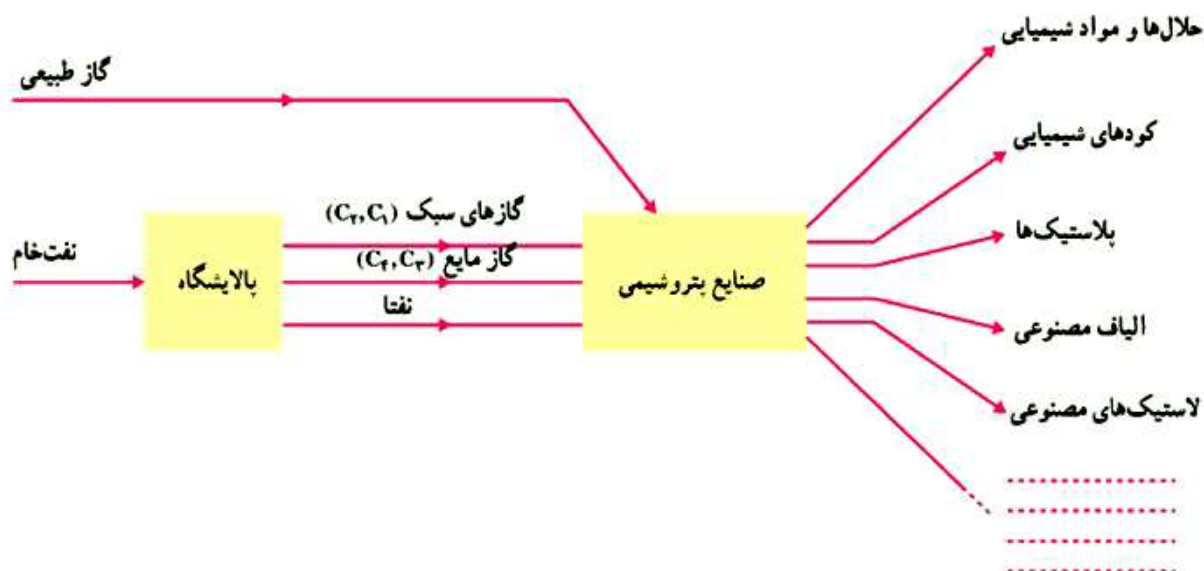
جدول ۱. انواع روش های مدیریت پسماند

اصول و روش مدیریت پسماندها	شرح روش
کاهش تولید پسماند در مبدأ	مجموعه ای از تکنیک ها، فرآیندها و یا فعالیت هایی که به صورت سیستماتیک باعث پیشگیری، حذف و یا کاهش میزان پسماند در منبع تولید می شوند. پیشگیری از تولید پسماند می تواند در تمامی مراحل تولید، توزیع، مصرف، مدیریت و ... انجام پذیرد [22] مزایا: - انطباق با قوانین و مقررات در طول زمان و بهبود عملکرد محیط زیستی به دلیل کاهش آلودگی - افزایش سودآوری شرکت [18]
استفاده مجدد از پسماند	پس از کاهش تولید پسماند، در مرحله بعدی ارزیابی، استفاده مجدد از پسماند مطرح می گردد. در بسیاری از موارد پسماندهای تولیدی را می توان در همان عملیات و یا در جاهای دیگر بدون نیاز به هیچ تغییری مورد استفاده قرار داد [23]
بازیافت پسماندهای تولیدی	پس از انجام کاهش تولید پسماند و نیز استفاده مجدد از آن نوبت به بازیافت پسماندهای باقی مانده می رسد [19]. هدف اصلی در استفاده از این روش، امحای مواد زائد است [24]. مزایا: - جلوگیری از آلودگی خاک، آب و هوا [24]. - کاهش هزینه ها و عملیات دفع زباله حتی صرفه جویی در ذخیره محل دفن [24].
تصفیه پسماند	تصفیه مواد زائد خطرناک از نقطه نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت بوده و در صورت استفاده از تکنیک های مناسب، هزینه دفع مواد زائد را تا حد چشمگیری کاهش می دهد [19]. روش های تصفیه مواد زائد خطرناک را می توان به روش های فیزیکی، شیمیایی، حرارتی و زیستی (بیولوژیکی) تقسیم بندی نمود [25].
دفع بهداشتی پسماندها	دفع پسماندها آخرین مرحله از یک سیستم مدیریت پسماندها تلقی می شود. در این مرحله پسماندهایی که به هر عنوان نتوانسته اند بازیافت شوند و یا پسماندهایی که از برنامه های دیگر مدیریتی از قبیل تصفیه به جای مانده (مانند مواد بی کیفیت) یا تولید شده اند (مانند خاکستر زباله سوز) باید به طریقی مناسب به طبیعت بازگردند تا تأثیرات نامطلوب آن ها بر محیط زیست کاملاً تحت کنترل قرار گرفته و مشکل ساز نشود [18].

۵. صنایع پتروشیمی

با توجه به تعریف [26] صنعت پتروشیمی، صنعتی است که در آن هیدروکربن های موجود در نفت خام و یا گاز طبیعی به محصولات شیمیایی تبدیل می گردد. در صنعت پتروشیمی از هیدروکربورهای نفتی پس از اعمال یک سری فعل و انفعالات شیمیایی، فرآورده های نهایی با ارزش افزوده ای نزدیک به ده تا پانزده برابر ارزش مواد اولیه آن از نفت خام و گاز تولید می گردد. دیگر امتیاز این صنعت مادر، امکانات نامحدود برای تولید هزاران فرآورده است که اکثر آن ها به عنوان ماده اولیه و خوراک در سایر بخش های صنایع و یا در کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرند [27]. شکل ۱ انواع خوراک ها و محصولات صنایع پتروشیمی را به اختصار نشان می دهد [28]. [29] در پژوهش خود بیان نمود که مواد پتروشیمی پایه توسط کراکینگ، ریفرمینگ و سایر فرایندها ساخته می شود و شامل الفین ها (مانند اتیلن، پروپیلن، بوتیلن و بوتادین) و آروماتیک ها (مانند بنزن، تولوئن و زایلن ها) می باشند. پتروشیمی پایه یا محصولات مشتق شده از آن ها همراه با دیگر مواد خام به طیف گسترده ای از محصولات تبدیل می گردد، که

برخی از آن ها شامل رزین و پلاستیک ها، الیاف مصنوعی، لاستیک ها و حلال ها می باشد. این صنایع با توجه به ماهیت فعالیت ها و فرایندهای انجام گرفته و نیز به واسطه تولید پساب، انتشار گازهای آلاینده و پسماندهای خطرناک از پتانسیل ایجاد آثار سوء بر محیط زیست برخوردار می باشند [30]. در واقع مدیریت نگهداری پسماندها در هر مجتمع بر عهده واحدهای صنعتی می باشد. روش های ذخیره پسماندهای صنعتی در ارتباط مستقیم با نوع منبع تولید و مشخصه کمی و کیفی پسماند می باشد [31]. از سوی دیگر تخلیه پساب های صنایع پتروشیمی با توجه به ماهیت ترکیبات آن ها به منابع آبی پذیرنده، قابلیت تخریب بخش قابل توجهی از عناصر زیستی را دارا می باشند. به طوری که بصورت مستقیم و غیر مستقیم زمینه حذف تدریجی گونه های آبی اعم از جانوری و گیاهی را فراهم می سازد و بدین ترتیب با کاهش تعداد و تنوع گونه ها موجب ساده تر شدن شبکه غذایی گردیده و منبع آبی را بخصوص در سواحل به یک منبع آبی مرده تبدیل می نماید [32]. تبعات این آلودگی به ویژه فلزات سنگین محدود به اجزای حیاتی اکوسیستم نبوده بلکه در مسیر بهره برداری انسان از منابع آبی به جوامع انسانی نیز راه یافته و سلامتی انسان ها را تحت تاثیر قرار می دهد [33]. صنایع پتروشیمی با توجه به ماهیت فعالیت ها و فرایندهای انجام گرفته و به واسطه تولید پساب، انتشار گازهای آلاینده، پسماندهای خطرناک دارای پتانسیل ایجاد آثار سوء بر محیط زیست می باشند. باید توجه داشت که شدت اثرات آلاینده های شیمیایی به نوع، مقادیر ورودی و میزان تجمع آن ها در منطقه عملیاتی بستگی دارد، که خود نیز به نوع محیط آبی یا خشکی و شرایط محیطی نظیر دوری یا نزدیکی نسبت به منابع آلاینده بستگی دارد. در سال های اخیر در کشور ما به دلیل وجود منابع عظیم نفت و گاز و سیاست های اقتصادی توجه به توسعه و گسترش صنایع پتروشیمی بیشتر شده است.



شکل ۱. خوراک ها و محصولات صنایع پتروشیمی [28].

۶. واحد الفین مجتمع پتروشیمی بندر امام

بر پایه مطالعات و پژوهش های [34] مجتمع پتروشیمی بندر امام به عنوان بزرگ ترین پتروشیمی کشور با وسعت ۲۷۰ هکتار در ضلع شمال غربی خلیج فارس و در هم جوار با خور موسی قرار گرفته است. به طور کلی فرآورده های مجتمع بندر امام، خوراک کارخانه های بسیاری را در کشور تأمین می کند که هر یک از این کارخانه ها با فرآورده های گوناگون خود، ماده اولیه ده ها و صدها واحد تولیدی دیگر را عرضه می نماید.

واحد الفین یکی از مهم ترین واحدهای تولیدی مجتمع پتروشیمی بندر امام و تأمین کننده خوراک اصلی واحدهای پلیمری این مجتمع می باشد. این واحد با ظرفیت اسمی تولید سالانه ۳۱۱ هزار تن اتیلن در تاریخ ۸۳/۱۲/۱۸ به بهره برداری رسیده است [34]. عمده مواد مصرفی در این واحد اتان، C^5+ ، تری سدیم فسفات، دی سدیم فسفات، اسید سولفوریک و آب ژاول می باشد. محصولات اصلی این واحد در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. تولیدات واحد الفین (OL) مجتمع پتروشیمی بندر امام [34].

نام محصول	ظرفیت اسمی سالانه/تن	تولید سالانه/تن
اتیلن	۴۱۱,۰۰۰	۲۸,۹۴۸
پروپیلن	۹۸,۰۰۰	۵,۹۵۳
بوتیلن	۷۳,۲۰۰	۵,۲۸۰
پنیزین پیرولیز	۵۸,۰۰۰	۱۰,۷۰۷
نفت کوره	۲۰,۵۰۰	۱,۳۴۶

ماهیت مواد زائد تولیدی در واحد مورد مطالعه حاکی از آن است که درصد تولید انواع روغن های زائد و سوخته ۴۵/۳۵٪، بشکه های خالی فلزی و پلاستیکی ۳۵/۰۸٪، زائدات تعمیرات جزئی ۵/۲۰۱٪، زائدات تعمیرات اساسی ۴/۱۷٪ و لجن CPI ۷/۵۱٪ بوده است. درصد تولید سایر موادزائد نیز شامل انواع کاتالیست ها ۱/۲٪، کک ۰/۰۵٪، غربال مولکولی ۱/۱۱٪، لجن پلیمری ۰/۴۱٪ و پشم شیشه ۰/۰۵٪ که جمعا معادل ۳/۰۴٪ می باشد. بر پایه مطالعات [34] وضعیت مواد زائد صنعتی برای طبقه بندی UNEP حاکی از آن است که ۸۹/۶۷٪ از زائدات تولیدی در این واحد در گروه مواد زائد خطرناک و بقیه ۱۰/۲۹٪ آن ها غیرخطرناک بوده است (شکل ۲). در زمینه مواد زائد تولیدی، بر اساس نتایج حاصل در واحد مورد مطالعه درصد قابل ملاحظه ای از زائدات به زائدات خطرناک اختصاص یافته و درصد قابل ملاحظه ای از زائدات خطرناک نیز مربوط به روغن ها و هیدرو کربن ها می باشد. مدیریت پسماند در بخش زائدات خطرناک در این مجموعه شامل نگه داری در انبار، سوزاندن، فروش، دفن صنعتی و نگه داری در انبار ضایعات چوبی و فلزی می باشد.



شکل ۲. نمایش وضعیت مواد زائد صنعتی در مجتمع پتروشیمی بندر امام [34].

۷. واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون

بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط [35] واحد الفین شرکت پتروشیمی مارون با ظرفیت تولید سالانه یک میلیون و یکصد هزار تن اتیلن یکی از معدود مگا الفینهای به بهره برداری رسیده جهان می باشد. این واحد عظیم با تولید سالانه ۱۱۰۰۰۰۰ تن اتیلن و ۲۰۰۰۰۰ تن پروپیلن به عنوان محصولات اصلی در تبدیل هیدروکربن ها به مواد پلیمری و پتروشیمیایی و سایر محصولات نقش اساسی دارد (جدول ۳). در واحد الفین ۱۸ پسماند غیرخطرناک وجود دارد که همگی در فاز جامد می باشند در بین پسماندهای غیرخطرناک شناسایی شده، بیشترین پسماند متعلق به کک ضایعاتی با ۶۰ تن در سال و کم ترین پسماند غیرخطرناک واحد الفین المنت های پارچه ای معادل ۰/۱۴۴ تن در سال می باشد. همه این پسماندها پس از تولید تا خروج از مجتمع در سلویج نگهداری می شوند. این واحد دارای ۹ پسماند خطرناک است که در فاز مایع و نیمه جامد می باشند. بیشترین پسماند خطرناک متعلق به Heavy oil (روغن سنگین) با تولید ۱۴۴ تن در سال و کم ترین پسماند خطرناک آن بنزین با ۱ تن در سال می باشد. به طور کلی واحد الفین در طی یک سال معادل ۳۲۳/۹ تن، پسماند خطرناک تولید می نماید. درصد تولید پسماند خطرناک بر اساس دوره تناوب نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود فقط ۲۲٪ از کل پسماند خطرناک به صورت دائم و ۷۸٪ دیگر به صورت موقت و دوره های نامشخص تولید می شود. این مسئله نشان می دهد که مدیریت واحد، باید برنامه ریزی دقیق و جامعی جهت کنترل این گونه مواد اجرا نماید [35].

جدول ۳. مواد اولیه مصرفی و تولیدات واحد الفین پتروشیمی مارون [35].

ردیف	نام ماده اولیه	نام محصول	میزان تولید (تن در سال)	واحد
۱	اتان	اتیلن	۱/۱۰۰/۰۰۰	الفین
۲	اتان	پروپیلن	۲۰۰/۰۰۰	الفین
۳	اتان	بنزین پیرولیز	۸۳/۰۰۰	الفین
۴	اتان	هیدروژن	۱/۳۰۰	الفین



شکل ۳. درصد تولید مواد زائد خطرناک براساس دوره تناوب تولید [35].

یافته های این پژوهشگران نشان می دهد که در حال حاضر پسماندهای خطرناک فاز مایع و جامد این واحد در بشکه های فلزی ذخیره سازی و جمع آوری و سپس در سلویج نگهداری و به فروش می رسند. لازم به ذکر است که طبقه دفع صحیح این پسماندها در فاز جامد و مایع و نیمه جامد به صورت فروش، بازیافت، سوزاندن و دفن می باشد. نتایج نشان می دهد که بیشترین پسماند خطرناک متعلق به Heavy Oil (روغن سنگین) با ۱۴۴ تن در سال و کمترین پسماند خطرناک مربوط به بنزین با ۱ تن در سال می باشد. هر ۹ پسماند تولیدی در بشکه های فلزی و در سلویج نگهداری می شوند. واحد الفین در طول یک سال معادل ۱/۹۰۰/۰۰۰ تن مواد خام برای تولید محصول در واحد الفین مصرف می شود طی یک سال معادل ۳۲۳/۹ تن (۶۸٪/۷۴) پسماند خطرناک و ۱۴۷/۲۶۸ تن (۳۱٪/۲۵) مواد زائد غیرخطرناک تولید می نماید. از علل تولید پسماند در واحد الفین میتوان به گستردگی و پیچیدگی واحد همچنین تنوع فرایندهای شیمیایی واحد الفین که به عنوان واحد مادر شناخته می شود اشاره کرد که این امر منجر به استفاده از مواد مختلف از قبیل جاذب ها و کاتالیست های متنوع (که جزء پسماندهای خطرناک می باشند) می شود. همچنین عملکرد نامناسب تجهیزات و افزایش عملکرد واحد بیش از میزان طراحی منجر به تولید پسماند می گردد [35].

۸. مقایسه پسماندها

بررسی [34] در زمینه شناسایی پسماندهای واحدهای الفین مجتمع پتروشیمی بندر امام نشان داد که در واحد الفین ۱۰ مورد ماده زائد صنعتی تولید که ۷ مورد آن ها خطرناک تشخیص داده شده که ۹۸/۶۷٪ از کل پسماندها را به خود اختصاص داده است. مواد خطرناک واحد الفین پتروشیمی بندر امام شامل انواع کاتالیست ها، کک، آزیست، بشکه های مستعمل روغن و مواد شیمیایی، لجن پلیمری، لجن CPI و انواع روغن های مازاد و سوخته است. مقایسه نتایج نشان داد که واحد الفین بندر امام با ۹۸٪/۶۷ بیش ترین پسماند خطرناک را در مقایسه با پتروشیمی مارون دارد [35].

۹. ارائه راهکار

راهکارهایی همچون لزوم برقراری سیستم تصفیه خانه پساب صنعتی، راه اندازی واحد خنثی سازی کاستیک مازاد در واحد الفین برای جلوگیری از ریزش کاستیک به فاضلاب خروجی از واحد، جداسازی هر یک از روغن های مختلف و جلوگیری از اختلاط آن ها به منظور تسریع در امر بازیافت، کاتالیست های مستعمل به علت دارا بودن فلزات با ارزش، نمونه برداری و آزمایش هفتگی بر روی جریانات خروجی از واحد الفین، جایگزینی جاذب های مرغوب تر با طول عمر مفید و طولانی تر جهت کاهش تولید پسماندهای خطرناک پیشنهاد شده است [34, 35]

۱۰. نتیجه گیری

فعالیت های نفت، گاز و پتروشیمی به طور مداوم در مناطق جدید در حال گسترش بوده و به تبع آن فرایندهای صنعتی هنگام تبدیل مواد خام به محصولات نهایی، ضایعاتی به شکل ماده و انرژی تولید می کنند که پسماندها یکی از همین ضایعات بشمار می آید که باعث تأثیر مخرب بر روی محیط زیست می گردد. این پسماندهای صنعتی به مدیریت دقیق و جامعی نیاز دارند. از این رو، منابع تولیدکننده پسماندهای صنعتی از جمله صنایع سبک و سنگین، پالایشگاه ها، صنایع پتروشیمی، نیروگاه ها، صنایع مونتاژ و کارخانه های مواد شیمیایی به عنوان یکی از منابع اصلی تولید کننده انواع پسماند های خطرناک و غیرخطرناک به شمار می روند. از آن جایی که مدیریت نگهداری پسماندها در هر مجتمع بر عهده واحدهای صنعتی می باشد. روش های ذخیره پسماندهای صنعتی در ارتباط مستقیم با نوع منبع تولید و مشخصه کمی و کیفی پسماند می باشد.

بنابراین در صورتی که همزمان با پیشرفت صنایع پتروشیمی مسائل محیط زیستی مورد توجه واقع نشود، نه تنها توسعه اقتصادی حاصل نمی شود بلکه سبب بروز آثار زیان باری می گردد. بنابراین در اکثر موارد استفاده از تکنولوژی مناسب و تلاش برای کاهش آلودگی در صنایع پتروشیمی سبب حفاظت از محیط زیست و منابع خواهد گردید که در نهایت موجب پیشرفت در اقتصاد جوامع خواهد گردید. با در نظر گرفتن این هدف در این پژوهش به مقایسه مطالعات صورت گرفته در دو مجتمع در واحدهای الفین پتروشیمی بندر امام و مارون پرداخته شد و مشخص گردید واحد الفین پتروشیمی بندر امام دارای مواد خطرناکی مانند انواع کاتالیست ها، کک، آزبست، بشکه های مستعمل روغن و مواد شیمیایی، لجن پلیمری، لجن CPI و انواع روغن های مازاد و سوخته بوده و واحد الفین بندر امام با ۹۸/۶۷٪ در مقایسه با واحد الفین مارون بیش ترین میزان پسماند خطرناک را دارا می باشد. بنابراین استفاده از راهکارهایی متناسب با نوع مواد مصرفی در هر واحد پتروشیمی متناسب با شرایط آن لازم می باشد. در واحدهای مقایسه شده در این پژوهش راهکاری مانند راه اندازی واحدهای خنثی سازی، بازیافت و یا استفاده مجدد از کاتالیست های مورد استفاده و ارائه شده است.

۱۱. مراجع

1. Azadeh, A., Zarrin, M., Beik, H.R., Bioki. T.A., A neuro-fuzzy algorithm for improved gas consumption forecasting with economic, environmental and IT/IS indicators. Journal of Petroleum Science and Engineering, 133, 2015, pp. 716-739.

۲. عابدین زاده، فریماه، منوری و سید مسعود، بررسی مدیریت پسماندها در شهر صنعتی رشت، علوم محیطی، سال چهارم، شماره ۴،

۱۳۸۶، صفحه ۱۰۱-۱۱۸.



3.Mazzoni, Luca., Rizwan. Ahmed., Isam, Janajreh., Plasma gasification of two waste streams: Municipal solid waste and hazardous waste from the oil and gas industry." *Journal of Energy Procedia* 105, 2017, pp. 4159 – 4166.

4.Kiani, B., Pourfakhraei, M.A., A system dynamic model for production and consumption policy in Iran oil and gas sector, *Journal of Energy Policy*, 38(12), 2010, pp. 7764 -7774.

5.Berends, Kees., Engineering and construction projects for oil and gas processing facilities: Contracting, uncertainty and the economics of information. *Journal of Energy Policy*, 35(8), 2007, pp. 4260- 4270.

۶. امور محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، فرایند مدیریت پسماند در مجتمع های پتروشیمی، گروه گرافیک طرفه، چاپ اول، ۱۳۹۰.

۷. جوزی، سید علی، دهقانی، محسن و زارعی، مرتضی، ارائه برنامه راهبردی مدیریت پسماندهای روستایی به روش A'WOT (مطالعه موردی: میناب)، محیط شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۴، ۱۳۹۱، صفحه ۹۳-۱۰۸.

۸. قانون مدیریت پسماندها، معاونت امور محیط زیست انسانی، سازمان حفاظت محیط زیست. مصوب ۱۳۸۳/۰۲/۲۰.

۹. هویدی، حسن، شناخت، پیگیری و کنترل آلودگی های محیط زیست. تهران، انتشارات خانیان، ۱۳۹۰.

10. Amirian, P., Talebbeydokhty, N., Jafarzadeh, N., Nabizadeh, R. Feasibility of minimization of industrial waste in Bandar Imam Petrochemical Complex, *Journal of Environmental Science and Technology*, 2008, 9(2), pp. 55-64.

11.Jafarigol, F., Karbasi, A., Nasiri, P., Quantitative & Qualitative Study of Chemical Hazardous Waste in Refinery of Tehran with the Propose of Mitigation. *Journal of Environmental Science and Technology*, 15(2), 2014, pp. 55-77.

12.Rabbani, M., Heidari, R., Farrokhi-Asl, H., Rahimi, N., Using metaheuristic algorithms to solve a multi-objective industrial hazardous waste location-routing problem considering incompatible waste types, *Journal of Cleaner Production* 170, 2018, pp. 227-241.

۱۳. افیونی، مجید و عرفان منش، مجید، الودگی محیط زیست، آب، خاک و هوا. انتشارات ارکان، ۱۳۸۵.

۱۴. خورزنی، علیرضا، برنامه ریزی استراتژیک در مدیریت اجرایی پسماند. سومین همایش پسماند، تهران، ۱۳۸۶.

۱۵. بگان، سعید، ۱۳۹۲، بررسی کمی و کیفی تولید پسماندهای صنعتی در شهرک های صنعتی، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۶. کرمی، محمد امین، فرزادکیا، مهدی، جنیدی جعفری، احمد، نبی زاده، رامین، گوهری، محمود رضا و کریمایی، مصطفی، بررسی مدیریت پسماندهای صنعتی صنایع حد فاصل تهران تا کرج در سال ۱۳۸۸، سلامت و محیط (فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران)، دوره چهارم، شماره ۴، ۱۳۸۸، صفحه ۵۱۸-۵۰۷.

۱۷. شیخ، شریفه، ارائه برنامه مدیریت زیست محیطی دفع بهداشتی پسماندهای شهر گرگان با استفاده از روش SWOT، پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، ۱۳۹۱.

۱۸. حبیبی نژاد، مجتبی، راهنمای کاربردی مدیریت پسماندهای صنعتی، نشر آوام، چاپ اول. ۱۳۸۹.

19.International Association of Oil & Gas Producer (IOGP)., Guidelines for waste management with special focus on areas with limited infrastructure, September 2008.



20. Stillwell, C.T., Area Waste-Management Plans for Drilling and Production Operations, *Journal of Petroleum Technology SPE* – 20713 – PA, 1991.

۲۱. قدمی جگرلویی، سعید، علیرضا موذنی، علیرضا نبئی، محمد، روحی، عباس و یآوری، چنگیز، مدیریت پسماند در صنایع نفت امری مهم در جلوگیری از آسیب به محیط زیست، همایش ملی انسان، محیط زیست و توسعه پایدار، همدان. ۱۳۸۸.

22. Corvellec, Herve., A performative definition of waste prevention. " *Journal of Waste Management* 52, 2016, pp. 3-13.

۲۳. خبازی، سامان و روشنگر، ریحانه، مروری بر مراحل مدیریت پسماندهای نفتی و چندین راهکار استفاده راهکار استفاده از این پسماندها. اولین همایش ملی برنامه ریزی حفاظت، حمایت از محیط زیست و توسعه پایدار، همدان. ۱۳۹۲.

۲۴. عزیزی دانالو، سمانه، نقش بازیافت زباله های شهری در ایجاد منابع درآمد جدید پایدار شهرداری: مطالعه موردی منطقه ۹ شهر تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، ۱۳۹۳.

۲۵. مختارانی، نادر، علوی مقدم، محمدرضا و مختارانی، بابک، مدیریت مواد زائد خطرناک. تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی، صنعتی شریف با همکاری انتشارات فدک ایستاتیس، ۱۳۸۶.

26. Monavari, S.M., Environmental impact assessment guidelines for petrochemical plants. Iran: DOE press, 2001.

27. Jafarzadeh, E., Petrochemical industries environmental portrait. National Petrochemical Company press, 2008.

۲۸. ضمیرایی، زهرا و ناهد، علی، پسماندهای صنایع پتروشیمی و نحوه مدیریت آن. پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره سوم، شماره چهار، بهار و تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۱۵-۱۹.

29. Robinson, P.R., Petroleum processing overview. In *Practical Advances in Petroleum Processing*, Springer New York, 2006.

30. Xiao-ping, J., Fang-yu, H., Xin-shun, T., Integrated environmental performance assessment of chemical processes, *Journal of computers and chemical engineer*, 29, 2004, pp. 243-247.

۳۱. علیزاده اوصالو، ع، کی نژاد، م. ر، چرخه حیات فرایندها و کاربرد آن در ارزیابی اثرات زیست محیطی صنایع پتروشیمی، مجموعه مقالات چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

32. Rajesh, S., Edwin, K.L., Toxic impact assessment of a manufacturing process: illustrative application to the automotive paint process, *International Journal of Environmental Studies*, 2006, pp. 453- 461.

33. Esmaeli Sari, A., Pollutants, Health and Standard in environment. Tehran: Tarbiat Modares University press, (2002).

۳۴. سبزهعلیپور، سیما، جعفرزاده، نعمت الله و پرهام، هوشنگ، بررسی مشکلات زیست محیطی و مدیریت آلاینده ها در واحد الفین مجتمع پتروشیمی بندر امام، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره دهم، شماره چهار، ویژه نامه زمستان، ۱۳۸۷، صفحه ۲۴۶-۲۶۰.

۳۵. معاوی، زهرا و فرخیان، فروزان، شناسایی و طبقه بندی پسماندهای ویژه واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون بر اساس کنوانسیون بازل، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره چهارم، شماره دو، ۱۴۰۱، صفحه ۲۴۱-۲۵۶.