مستخرج از پایان نامه

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۱(۲۵۶-۲۴۱)

شناسایی و طبقه بندی پسماندهای ویژه واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون براساس کنوانسیون بازل

زهرا معاوی[۱]

فروزان فرخیان [۲*]

foroz.farrokhian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۹ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۷**

چکیده

زمینه و هدف : رشد سریع فناوری، دستیابی به فرایندهای جدید تولید، جایگزینی مواد مصنوعی به جای الیاف طبیعی و سنتز هزاران نوع مواد و ترکیبات شیمیایی، باعث افزایش حجم زیادی از پسماندهای صنعتی و در بعضی موارد، باعث تولید پسماندهای جامد و مایع خطرناک گردیده است. بر این اساس هدف از این پژوهش، شناسایی و طبقه بندی پسماندها و مواد شیمیایی مصرفی در واحد الفین شرکت پتروشیمی مارون بوده است.

روش برر سی: در این پژوهش پس مطالعات کتابخانه ای و بازدیدهای میدانی از واحد الفین، فرایند تولید، نقاط تولید پسماند، نوع و حجم پسماند تولیدی شناسایی شد و طبقه‌بندی پسماندها براساس روش کنوانسیون بازل انجام گردید.

یافته ها: برر سی‌ها حاکی از آن بود که براساس طبقه‌بندی بازل در واحد الفین ۱۸ پسماند غیرخطرناک و ۹ پسماند خطرناک که همگی در فاز جامد، مایع و نیمه جامد بوده اند، شناسایی گردیدند. بیش‌ترین پسماند غیر خطرناک متعلق به کک ضایعاتی با ۶۰ تن و کمترین آن المنت های پارچه ای با ۰/۱۴۴ تن در سال، هم‌چنین بیشترین پسماند خطرناک متعلق به روغن سنگین با ۱۴۴ تن و کمترین آن بنزین با ۱ تن در سال بوده است.

بحث و نتیجه گیری: از ۱/۹۰۰/۰۰۰ تن در سال مواد خام مصرفی جهت تولید محصول در واحد الفین ۳۲۳/۹ تن پسماند خطرناک تولید گردیده است. جهت ساماندهی وضعیت تولید پسماندهای خطرناک و غیرخطرناک صنعتی و به منظور دستیابی به شرایط بهینه پیشنهاد می‌گردد که عملکرد واحد الفین طبق شرایط طراحی شده کنترل گردد و جایگزینی کاتالیست‌ها و جاذب‌ها در واحد با انواع مرغوبتر با طول عمر مفید طولانی‌تر جهت کاهش تولید پسماندهای خطرناک صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: پسماند خطرناک، روش Basel، واحد الفین ، پتروشیمی مارون.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، پردیس علوم تحقیقات خوزستان ، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز ، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. *(مسوول مکاتبات)

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 2, May, 2022

Identification and classification of Maroon Petrochemical Company Olefin Unit special residues based on BAZEL Convention Method

Zahra Moavi[1]
Forouzan Farrokhian [2*]
foroz.farrokhian@gmail.com

Admission Date:September 28, 2016 Date Received: June 18, 2016

Abstract

Background and Objective: Technology fast growth, attaining to production new processes, replacement artificial materials with natural fiber and thousands synthesis of materials kind and chemical compounds, lead to increasing much amount of industrial wastes and in some cases it has leaded to producing dangerous solid and liquid residue. Accordingly, the aim of this research is identification and classification of residues and consumer chemical identification and classification of residues and consumer chemical materials in Maroon Petrochemical Company Olefin Unit.

Material and Methodology: Method in this research includes library studies and field observations from Olefin Unit and finally residues classification was based on Basel Convention.

Findings: Studies showed that unit has 18 non-dangerous and 9 dangerous residues all those have identified on solid, semi solid, and liquid phase. The most non- dangerous residue belongs to wastage flea with 60 tons and the least was cloth element with 0.144 in year. Also, the most dangerous residue belongs to heavy oil with 144 tons and the least was petroleum with 1 ton in year.

Discussion and Conclusion: Therefore, by 1.900.000 tons in year of consumer raw materials for producing of product in Olefin Unit, there was 323.9 tons of dangerous residue production in year. It is suggested that the performance of the olefin unit should be controlled according to the designed conditions and the catalysts and absorbents in the unit should be replaced with better types with a longer useful life.

Key words: Dangerous wastage materials, Basel Method, Olefin Unit, Maroon Petrochemical.

1- Department of Environmental Management, Khouzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2- Assistant Professor, Department of Environmental Management, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. *(*Corresponding author)*

مقدمه

توسعه صنایع و رشد سریع جمعیت با توجه به افزایش مواد مصرفی و در نتیجه ازدیاد مواد زاید جامد از موضوع‌هایی است که اخیرا بحران عظیمی در جوامع بشری به وجود آورده است، مخصوصا این که جمع آوری و دفع این گونه مواد در بیشتر کشورهای جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه از تکنولوژی پیشرفته ای برخوردار نیست. شدت آلودگی‌های وارد شده بر محیط حاصل از مواد زاید در مراکز تجمع صنایع به گونه‌ای است که توجه منابع علمی و اجرایی جهان را نسبت به دفع صحیح یا بازیافت اصولی این مواد جلب کرده است(۱). 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 به‌وجود 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 این مواد 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 (۲). جمع آوری و دفع پسماندهای صنعتی چنان تفاوتی با سیستم جمع آوری و دفع پسماندهای خانگی دارد که بحث جداگانه ای را با توجهی خاص ایجاب می‌کند. ترکیبات مشخصه این مواد با توجه به خطرات حاصله از آنها در محیط مشکلاتی را به وجود آورده است که مقابله با آن‌ها به سادگی امکان پذیر نیست (۳). تولید پسماند، نتیجه طبیعی توسعه و فناوری بوده و امری ناگزیر است. با اجرای برنامه های کاهش از مبدا پسماند، می‌توان از سمیت و کیفیت پسماندهای تولیدی کاست، ولی نمی‌توان کاملا آن‌ها را حذف کرد. از طرفی جابه‌جایی و استفاده نامناسب از پسماندهای صنعتی که اغلب حاوی مواد خطرناک هستند، مشکلات زیادی را برای انسان ومحیط زیست او ایجاد می‌کنند(۴). کنترل موثر و اعمال یک مدیریت صحیح مواد زاید صنعتی، برای بهداشت، حفظ محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی، از اهمیت خاصی برخوردار است (۵). پسماندهای صنعتی به صورت جامد، نیمه جامد و مایع بوده و از تنوع بسیار زیادی برخوردار هستند. رشد سریع فناوری، دستیابی به فرایندهای جدید تولید، جایگزینی مواد مصنوعی به جای الیاف طبیعی و سنتز هزاران نوع مواد و ترکیبات شیمیایی، باعث افزایش حجم زیادی از زباله‌های صنعتی و در بعضی موارد، باعث تولید پسماندهای جامد و مایع خطرناک گردیده است (۶). هر سیستم مدیریت کنترل پسماندهای شیمیایی، برای دستیابی به موفقیت نیازمند قوانین و آیین نامه‌ها، ابزار و تسهیلات مناسب برای بازیافت، تصفیه و دفع مناسب پسماندهای خطرناک و تدوین برنامه‌های آموزشی برای مدیران دولتی و خصوصی، بهره برداران و کارگران است(۷).

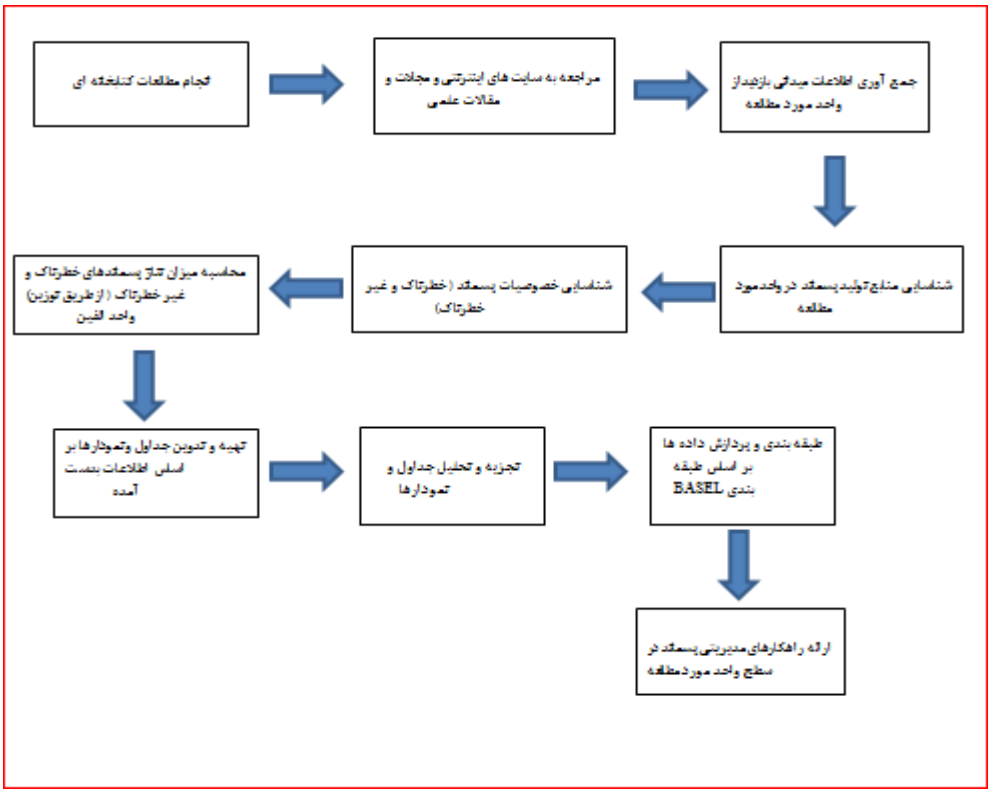
جلیلی قاضی‌زاده و همکاران در سال ۲۰۲۰، مدیریت پسماندهای صنعتی تولید شده توسط مجتمع‌های مختلف پتروشیمی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس واقع در جنوب ایران را مورد بررسی قرار دادند. واحدهای پتروشیمی از نظر خوراک، فرآیند و محصولات طبقه‌بندی شدند و پسماندهای تولید شده بر اساس فهرست طبقه بندی پسماندهای کنوانسیون بازل و آژانس حفاظت محیط زیست امریکا به عنوان خطرناک و غیرخطرناک طبقه بندی شدند. در نهایت رویکردهای مدیریتی شامل بازیافت مواد، بازیافت انرژی (از طریق سوزاندن) و دفن پیشنهاد شد و یک مدل مفهومی به منظور نشان دادن مسیرهای مختلف و مقصد نهایی برای هر نوع پسماند تولید شده در تمامی مجتمع‌های پتروشیمی مشابه پیشنهاد شد (۸).

عباسی و کمالان در سال ۲۰۱۸ پژوهشی در زمینه مدیریت پسماند در مجتمع پتروشیمی امیرکبیر در جنوب ایران انجام دادند. این مجتمع دارای پنج واحد مختلف است که پسماندهای مختلفی در حدود ۳۱۱۵/۹۸ تن در سال تولید می‌کند. انواع اصلی پسماندها شامل ۹/۵۸ درصد کاتالیزور، ۷/۶۲ درصد مواد فلزی، ۳۵/۷۷ درصد بشکه پلاستیک، ۱۲/۶۶ درصد کک، ۴/۴۷ درصد چوب، ۴/۱۵ درصد روغن، ۰/۰۲۸ درصد شیشه، ۶/۷ درصد بسته بندی برج خنک کننده و ۱۸/۸۳ درصد مواد دیگر بوده است. تجزیه و تحلیل خواص فیزیکی پسماندها نشان داد که ۱۱/۸۱ درصد از این پسماندها مایع و ۸۸/۱۹ درصد جامد بودند و مدیریت فعلی این پسماندها با مشکلات جدی مواجه است (۹). حیدری و همکاران در سال ۲۰۱۸ در پژوهشی به شناسایی پسماندهای صنعتی در فرآیند تولید آروماتیک در صنایع پتروشیمی و تعیین بهترین جایگزین ممکن برای دفع پسماند در مجتمع پتروشیمی نوری واقع در عسلویه پرداختند. طبقه‌بندی و کدگذاری پسماندهای صنعتی بر اساس دستورالعمل های مختلف انجام شد و جایگزین‌های ممکن مانند بازیافت مواد، دفن بهداشتی و سوزاندن بر اساس شاخص‌های معمول اقتصادی، فنی و محیط‌زیستی مقایسه گردید(۱۰). عباسی و کمالان در سال ۲۰۱۸ در مطالعه‌ای در مجتمع پتروشیمی مارون در منطقه ویژه اقتصادی در خط ساحلی شمالی خلیج فارس، انواع مختلف پسماند از جمله ضایعات فرآوری و غیرفرآوری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بخش عمده پسماند به ترتیب کاتالیزور، مواد فلزی، بشکه پلاستیک، کاغذ، چوب، روغن و شیشه بوده است. از نظر خصوصیات فیزیکی، ۸۰/۱ درصد ضایعات جامد و باقیمانده به صورت مایع بوده‌اند(۱۱). عباس‌نیا و همکاران در سال ۱۳۹۹ در مطالعه ای در پالایشگاه شیراز، فرایند تولید و منابع تولید پسماند، نوع و تناژ پسماندهای تولیدی را شناسایی و اندازه‌گیری نمودند. سپس طبقه بندی پسماندها طبق کنوانسیون بازل انجام شد و به هر یک از پسماندها کدهای ویژه‌ای اختصاص داده شد. نتایج مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار پسماند تولیدی در پالایشگاه شیراز، مایعات نفتی و ورق فلزی است و نیز پسماندهای فرایندی ۷۷٪ از کل پسماندهای تولیدی را تشکیل می‌دهند. بر اساس کنوانسیون بازل ۶۶٪ از پسماندهای تولیدی در پالایشگاه جزو پسماندهای خطرناک محسوب می‌شوند (۱۲). گریبکوا و ملشینا در سال ۲۰۲۱ بیان کردند که در روسیه، حوزه مدیریت پسماندهای خطرناک در حال توسعه است و اگرچه چارچوب قانونی تنظیم شده است، اما زیرساخت‌های دفع پسماندهای خطرناک نیاز به بهبود قابل توجهی دارد (۱۳). در ماه مارس 1989 ، در شهر بازل سوئیس، کنفرانس مهمی برگزار شد که نتیجه آن سند مهمی تحت عنوان کنوانسیون بازل برای کنترل، حمل و نقل مواد زائد و دفن آنها توسط برنامه محیط زیست سازمان ملّل به چاپ رسید. این سند از سال 1992 مورد توجه جدی قرار گرفت و از سال 1998 لیست مواد زاید خطرناک تحت عنوان لیست‌های A و B تهیه گردیده است. سرپرستی برنامه محیط زیستی سازمان ملّل متحد، تحت عنوان کنوانسیون بازل به منظور کنترل و قانونمند کردن انتقال برون مرزی مواد زاید خطرناک و دفع آنها تشکیل شد. کشور ایران نیز بر اساس مصوبه مورخ ۱۳۷۱/۶/۳۱ مجلس شورای اسلامی، به عضویت این کنوانسیون درآمد. همان‌طور که گفته شد یکی از طبقه‌بندی های معروف درخصوص پسماندهای خطرناک، طبقه بندی طبق مقررات کنوانسیون بازل است که مورد تأیید RCRAمی باشد. این کنوانسیون مشتمل بر 29 ماده و۱۱ ضمیمه می باشد(۱۴). لذا با توجه به فعالیت‌های صورت گرفته در واحد الفین شرکت پتروشیمی مارون و تولید محصولات پتروشیمیایی متنوع و پایه در این واحد، این امر منجر به تولید پسماندهای مختلف و قابل توجهی از قبیل کک، کاتالیست مستعمل، مولکول ارسیو (جاذب)، Heavy oil (روغن سنگین)، فیلترکوال سر، چوب، بشکه فلزی و پلاستیکی و غیره در واحد گردیده، با توجه به اهمیت مدیریت پسماند هم‌چنین پیشگیری از آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از عدم مدیریت صحیح پسماندها با توجه به حجم بالای تولید و اهمیت تعیین تکلیف پسماندهای نامبرده، نیاز به شناسایی و طبقه بندی این مواد بعنوان اولین مرحله در سیستم مدیریت پسماند می‌باشد، تا بتوان گام‌های موثر در اجرای سیستم‌های نوین مدیریت پسماند مدنظر قرار داده و تصمیم‌های صحیح و کلان در این

زمینه اخذ گردد. بنابراین در این پژوهش هدف شناسایی و طبقه بندی پسماندها و مواد شیمیایی مصرفی براساس روش بازل می باشد.

روش بررسی

روش اعمال شده شامل جمع آوری جدیدترین آمار و اطلاعات پیش زمینه‌ای با استفاده از منابع موجود در کتابخانه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی، مراکز تحقیقاتی، مجتمع پتروشیمی مارون و کاوش‌های اینترنتی در زمینه صنعت و محیط زیست موجود در منطقه و مدیریت مواد زائد می‌باشد. پس ازبررسی واحد الفین اطلاعات حاصل از آن مورد بررسی قرار گرفته و در قالب یک سری جداول که معرف داده‌هایی چون تنوع پسماندهای تولیدی، چشمه‌های تولید آن‌ها ، نحوه مدیریت فعلی آن واحد می‌باشد، دسته بندی گردید. سپس به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، داده های مذکور با جداول A و B ارائه شده در برنامه کنوانسیون بازل تطبیق گردید. به این ترتیب مواد زائد شناسایی شده واحد الفین طبقه‌بندی و پسماندهای خطرناک بر اساس متد بازل کد گذاری گردید، در نهایت داده های گردآوری شده در قالب نمودارهای دایره‌ای و ستونی با استفاده از نرم افزار Excel ارائه شده است.



شکل۱- فلوچارت فرآیند اجرای پژوهش

Figure1. Research Process Flowchart

معرفی واحد الفین شرکت پتروشیمی مارون

واحد الفین شرکت پتروشیمی مارون با ظرفیت تولید سالیانه یک میلیون و یکصد هزار تن اتیلن یکی از معدود مگا الفین‌های به بهره برداری رسیده جهان می‌باشد. این واحد عظیم با تولید سالیانه ۱۱۰۰۰۰۰ تن اتیلن و۲۰۰۰۰۰ تن پروپیلن به عنوان محصولات اصلی در تبدیل هیدروکربن ها به مواد پلیمری و پتروشیمیایی نقش اساسی دارد. محصولات ارزشمند دیگری نظیر بنزین پیرولیز Heavy C+ 3 (هیدروکربن‌های سنگین)، متان و هیدروژن نیز به عنوان محصولات جانبی در واحد الفین تولید می‌شود.

جدول ۱-مواد اولیه مصرفی و تولیدات واحد الفین پتروشیمی مارون

Table1. Consuming of Raw Materials and Production Maroon Petroleum Olefin Unit

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	هیدروزن	۱/۲۰۰	الفین

جدول ۲- نوع مواد اولیه و میزان مصرف آن

Table 2. Type of Row Materials and Their Consuming Rates

ردیف	نام ماده اولیه	میزان مصرف (تن در سال)	واحد	توضیحات
۱	اتان	۱/۹۰۰/۰۰۰	الفین	صادره ازسایت اهواز

جدول۳- نوع محصولات و میزان آن

Table 3. Type and Rate of Products

ردیف	نام محصول	میزان تولید(تن در سال)	واحد	توضیحات
۱	اتیلن	۱/۱۰۰/۰۰۰	الفین	خوراک واحدهای پایین دستی
۲	پروپیلن	۲۰۰/۰۰۰	الفین	خوراک واحد پلی پروپیلن
۳	بنزین پیرولیز	۸۳/۰۰۰	الفین	فروش
۴	هیدروژن	۱/۲۰۰	الفین	خوراک واحد پلی اتیلن سنگین

یافته‌ها

شناسایی منابع تولید پسماند صنعتی در واحد الفین

در برر سی فرایند تولید الفین، کلیه مواد زائد صنعتی به همراه چشمه تولید آن‌ها شناسایی گردیده و در جدول (۴) نشان داده شده است .

جدول ۴- شناسایی منابع تولید پسماندهای واحد الفین

Table 4. Identifying of Residual Generated Resources of Olefin Unit

ردیف	نام مواد زائد صنعتی	منبع تولید	تولید سالیانه (تن/سال)
۱	المنتهای پارچه ای	FT-2052	۰/۱۴۴
۲	Spent adsorbent of MEA wash unit filter	FT-2041	۶
۳	Residue from reclaimer of MEA wash unit	E-2013	۱۱
۴	کا تالیست جاذب آرسنیک	AD-1970A/B/C	۳۴
۵	کک	H-1101-1801	۶۰

۶	Heavy oil	D-2334	۱۴۴
۷	المنتهای فیلترهای محافظ	FT-2351A/B	۱/۷
۸	فیلترهای کوالسر	D-2332A/B	۳/۷
۹	ضایعات کک و تار جامد	T-2401	۹/۶
۱۰	مولکولارسیو (جذب کننده های درایر)	DR-3041A/B	۴۱
۱۱	مولکولارسیو (جذب کننده های درایر)	DR-3241	۶/۹
۱۲	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون اتیلن	R-3201-3	۱۲/۶
۱۳	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون استیلن	R-3602	۱۳
۱۴	Spent adsorbent	X-5501	۹
۱۵	رزینهای آنیونی و کاتیونی	X-5501	۶
۱۶	Spent adsorbent of PSA unit	X-3802	۴/۳
۱۷	بشکه فلزی ۲۰۰لیتری آنتی پلیمر ۳۶۱۷ (petro)	T-3102	۰/۷
۱۸	بشکه فلزی ۲۰۰لیتری آنتی پلیمر ۳۶۱۷ (petro)	T - 4001	۰/۳
۱۹	بشکه فلزی ۲۰۰لیتری آنتی پلیمر ۳۶۱۷ (petro)	T - 4401	۰/۱۴۴
۲۰	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری آنتی پلیمر ۵۳۳۶ (chimac)	T-2601	۰/۵۷
۲۱	بشکه فلزی ۲۰۰Lit Inhibitor 20y603(آنتی پلیمر)	T-4501	۰/۵۷
۲۲	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری Oxygen scavenger	DE-5431	۰/۵۷
۲۳	بشکه فلزی ۲۰۰ لیتری DMDS	H-1101-1801	۵/۷
۲۴	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری آمین	DE-5431	۰/۷۷
۲۵	بشکه پلاستیکی ۱۰۰۰ لیتری آمین	T-2301, T-2401	۲/۹
۲۶	پالت چوبی	ورود مواد شیمیایی به واحد	۶
۲۷	روغن کمپرسور	کمپرسورها	۱۰۰
۲۸	بنزین	مخازن	۱

شناسایی خصوصیات پسماند صنعتی غیرخطرناک

در جدول (۵) خصـوصـیات کلی مواد زائد غیرخطرناک اعم از نام، خصوصیت شیمیایی، تناوب تولید و وضعیت فعلی نگهداری پسماندهای تولیدی نشان داده شده است.

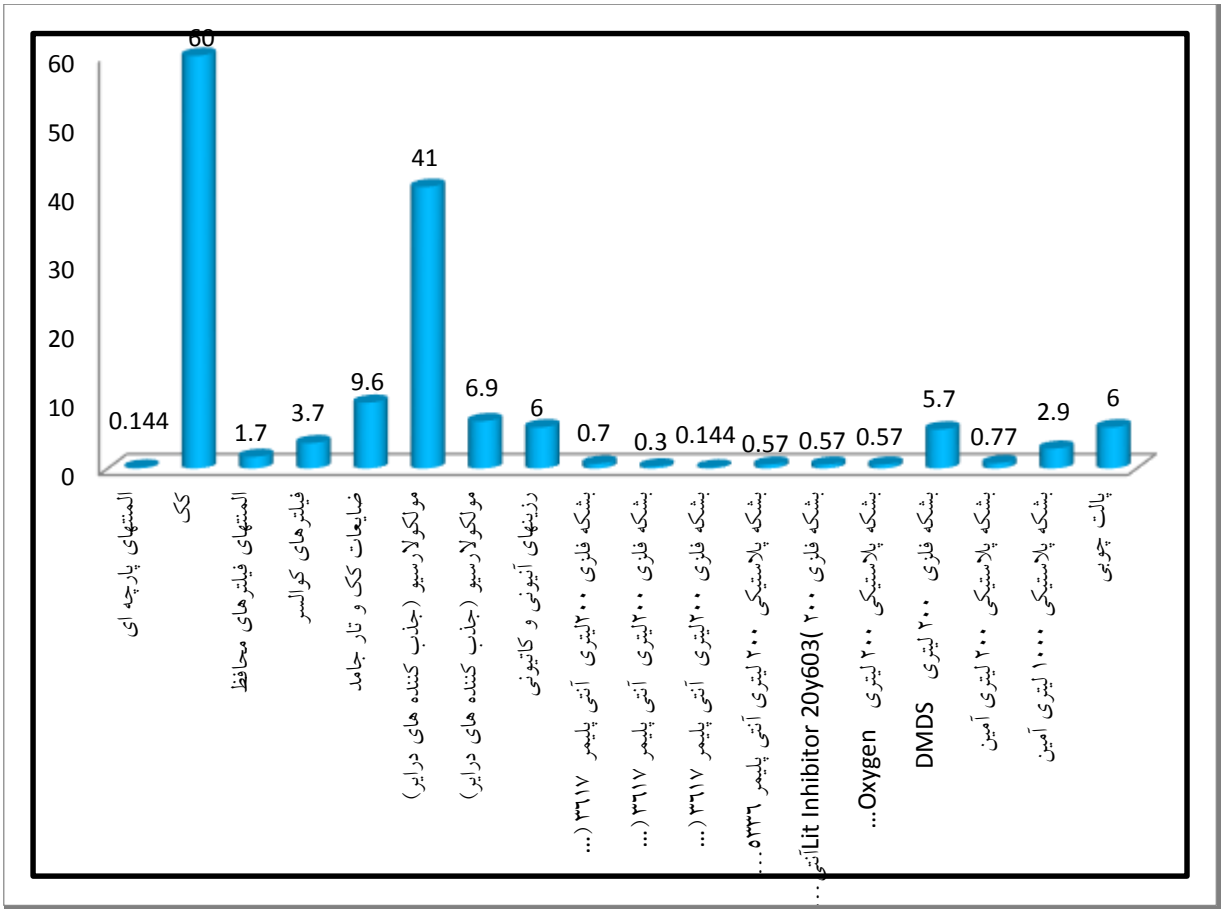
جدول ۵- شناسایی خصوصیات پسماندهای غیرخطرناک واحد الفین

Table 5. Characteristics Identification of Olefin Units Non Hazardous Residuals

ردیف	نام مواد زائد صنعتی	ماهیت مواد	وضعیت نگهداری مواد زائد تولیدی	تناوب تولید	طریقه دفع در سطح سایت
۱	المنت‌های پارچه‌ای	جامد	جامبو یا Big bag	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۲	کک	جامد	بشکه فلزی یا بشکه پلاستیکی	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۳	المنت‌های فیلترهای محافظ	جامد	جامبو یا Big bag	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۴	فیلترهای کوالسر	جامد	جامبو یا Big bag	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۵	ضایعات کک و تار جامد	جامد	بشکه فلزی	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۶	مولکولارسیو (جذب کننده های درایر)	جامد	بشکه فلزی یا بشکه پلاستیکی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۷	رزینهای آنیونی و کاتیونی	جامد	بشکه فلزی یا بشکه پلاستیکی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۸	بشکه فلزی ۲۰۰لیتری آنتی پلیمر ۳۶۱۷ (petro)	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۹	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری آنتی پلیمر ۵۳۳۶ (chimac)	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۱۰	بشکه فلزی ۲۰۰ Lit Inhibitor 20y603 (آنتی پلیمر)	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۱۱	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری Oxygen scavenger	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۱۲	بشکه فلزی ۲۰۰ لیتری DMDS	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۱۳	بشکه پلاستیکی ۲۰۰ لیتری آمین	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۱۴	بشکه پلاستیکی ۱۰۰۰ لیتری آمین	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج

۱۵	پالت چوبی	جامد	فله	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج

*لازم به ذکر است در مراحل شناسایی پسماندهای واحد الفین مولکولارسیو و بشکه فلزی ۲۰۰لیتری آنتی پلیمر ۳۶۱۷ این واحد دارای چند چشمه تولید بوده که در جدول فوق ذکر شده است.



نمودار۱- میزان تولیدمواد زائد غیرخطرناک واحد الفین بر اساس تن در سال

Diagram 1. Production Rate of Non Hazardous Residuals Olefin Units Based on Tons Per Year

همان طور که برر سی‌ها ن شان داد در واحد الفین ۱۸ پ سماند غیرخطرناک وجود دارد که همگی در فاز جامد می‌باشـند در بین پسماندهای غیرخطرناک شناسایی شده، بیش‌ترین پسماند متعلق به کک ضـایعاتی با۶۰ تن درسـال و کم‌ترین پسـماند غیرخطر ناک واحد الفین المنت های پارچه ای معادل ۱۴۴/ ۰ تن در سال می‌باشد. همه این پسماندها پس از تولید تا خروج از مجتمع درسلویج نگهداری می‌شوند.

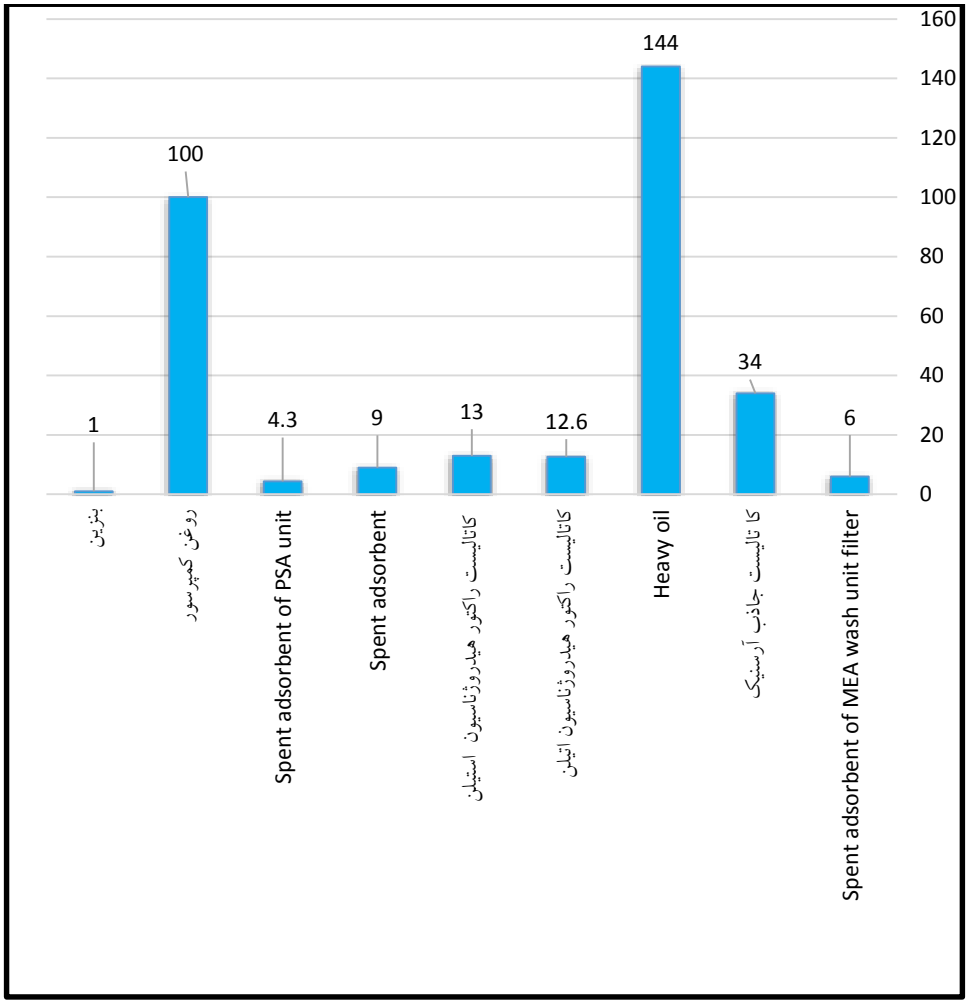
شناسایی خصوصیات پسماندهای صنعتی خطرناک در واحد الفین

در جدول(۶)، خ صو صیات کلی مواد زائد خطرناک اعم از نام، خصـوصـیت شـیمیایی، تناوب تولید و وضـعیت نگهداری پسماندهای تولیدی نشان داده شده است

جدول۶- شناسایی خصوصیات پسماندهای خطرناک واحد الفین

Table 6. Characteristics Identification of Olefin Units Hazardous Residuals

ردیف	نام مواد زائد صنعتی	ماهیت زوائد	وضعیت نگهداری مواد زائد تولیدی	تناوب تولید	طریقه دفع در سطح سایت
۱	Spent adsorbent of MEA wash unit filter	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۲	کا تالیست جاذب آرسنیک	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۳	Heavy oil	نیمه جامد	بشکه فلزی	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۴	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون اتیلن	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۵	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون استیلن	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۶	Spent adsorbent	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۷	Spent adsorbent of PSA unit	جامد	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۸	روغن کمپرسور	مایع	بشکه فلزی	دائم	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج
۹	بنزین	مایع	بشکه فلزی	موقت	جمع آوری، دپو و نگهداری در سلویج

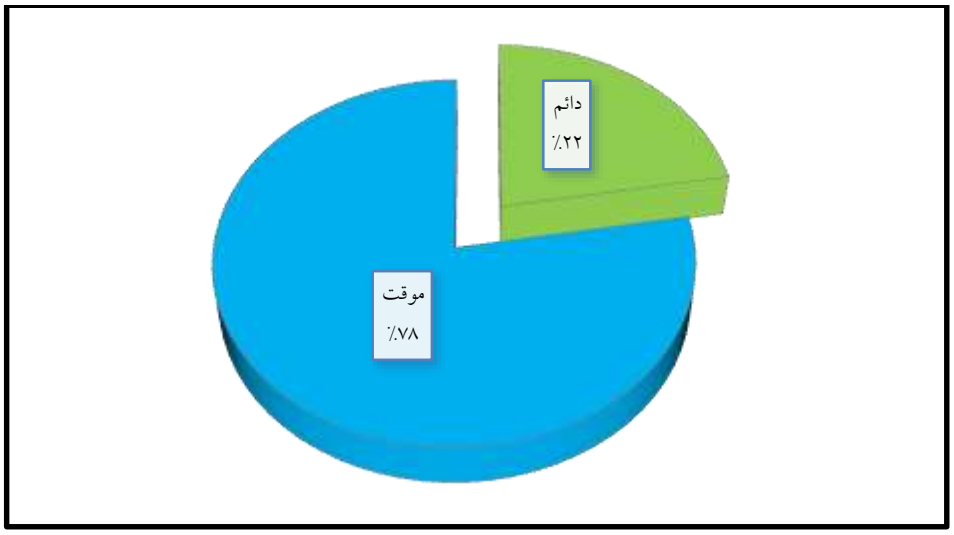


نمودار۲- میزان تولید مواد زائد خطرناک واحد الفین بر اساس تن در سال

Diagram 2. Production Rate of Hazardous Residuals Olefin Units Based on Tons Per Year

همان‌گونه که در نمودار (۲) نیز مشخص است، نتایج نشان می‌دهد که این واحد دارای ۹ پسماند خطرناک است که در فاز مایع و نیمه جامد می‌باشند. بیش‌ترین پسماند خطرناک متعلق به Heavy oil (روغن سنگین) با تولید ۱۴۴ تن در سال و کم‌ترین پسماند خطرناک آن بنزین با ۱ تن در سال می‌باشد. بطور کلی واحد الفین در طی یک سال معادل ۳۲۳/۹ تن، پسماند خطرناک تولید می‌نماید.

در نمودار (۳) درصد تولید پسماند خطرناک براساس دوره تناوب نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود فقط ٪۲۲ از کل پسماند خطرناک بصورت دائم و ۷۸ ٪ دیگر بصورت موقت و دوره‌های نامشخص تولید می‌شود. این مسئله نشان می‌دهد که مدیریت واحد، باید برنامه‌ریزی دقیق و جامعی جهت کنترل این‌گونه مواد اجرا نماید.



نمودار۳- درصد تولید مواد زائد خطرناک براساس دوره تناوب تولید

Diagram 4. The Percentage of Hazardous Residuals Production of Olefin Units Based on the Productions Period

طبقه بندی پسماند خطرناک صنعتی براساس روش کنوانسیون بازل

جدول۷- طبقه بندی مواد زائد خطرناک صنعتی واحد الفین براساس روش کنوانسیون بازل

Table 7. Classification of Hazardous Industrial Residual of Olefin Units Based on the Basel Convention

کد پسماند Basel	نام مواد زائد خطرناک
A4160	Spent adsorbent of MEA wash unit filter
A1030	کاتالیست جاذب آرسنیک
Y9/A4060	Heavy oil
A2030	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون اتیلن
A2030	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون استیلن
A4160	Spent adsorbent
A4160	Spent adsorbent of PSA unit
Y9/A4060	روغن کمپرسور
Y15/A4080	بنزین

در جدول (۷)، مواد اشاره شده با معیارها و مواد مندرج در متد بازل مطابقت داده شده اند.

نحوه مدیریت پسماند صنعتی خطرناک در واحد الفین

جدول۸- نحوه مدیریت پسماند صنعتی خطرناک در واحد الفین

Table 8. The Way of Management of Hazardous Industrial Residual in Olefin Unit

ردیف	نام پسماند صنعتی	ماهیت زوائد	وضعیت نگهداری پسماند تولیدی	طریقه دفع نهایی
۱	Spent adsorbent of MEA wash unit filter	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، سوزاندن
۲	کا تالیست جاذب آرسنیک	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، دفن
۳	Heavy oil	نیمه جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، سوزاندن
۴	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون اتیلن	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، دفن
۵	کاتالیست راکتور هیدروژناسیون استیلن	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، دفن
۶	Spent adsorbent	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، سوزاندن
۷	Spent adsorbent of PSA unit	جامد	بشکه فلزی	فروش، بازیافت، دفن
۸	روغن کمپرسور	مایع	بشکه فلزی	فروش، سوزاندن
۹	بنزین	مایع	بشکه فلزی	فروش، بازیافت

با توجه به یافته های جدول (۸) یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که در حال حاضر پسماندهای خطرناک فاز مایع و جامد این واحد در بشکه‌های فلزی ذخیره‌سازی و جمع‌آوری و سپس در سلویج نگهداری و به فروش می‌رسند. لازم بذکر است که طریقه دفع صحیح این پسماندها در فاز جامد و مایع و نیمه جامد بصورت فروش، بازیافت، سوزاندن و دفن می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

همان‌طور که یافته‌ها نشان داد، واحد الفین دارای ۹ پسماند خطرناک است که همگی در فازجامد، نیمه جامد و مایع قرار دارند و دارای ۱۸ پسماند غیرخطرناک میباشد که همگی در فاز جامد می‌باشند. در بین پسماندهای غیرخطرناک شناسایی شده در واحد الفین بیشترین پسماند متعلق به کک با ۶۰ تن در سال و کمترین پسماند غیرخطرناک این واحد المنت های پارچه ای با ۰/۱۴۴ تن در سال می‌باشد. این پسماندها در سلویج نگهداری می شوند. هم‌چنین نتایج نشان داد 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 با شد. 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 زا ئد 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 ا شاره کرد که این امر منجر به ا ستفاده از مواد مختلف از قبیل جاذب‌ها و کاتالیست‌های متنوع (که جزء پسماندهای خطرناک می باشند) می‌شود. هم‌چنین عملکرد نامناسب تجهیزات و افزایش عملکرد واحد بیش از میزان طراحی منجر به تولید پسماند می‌گردد. هر ۹ پسماند خطرناک در متد Basel ، دارای کد می‌باشند.

تولید پسماند در صنعت تابعی از عوامل گوناگون می‌باشد و امکان مقایسه‌ی نتایج حاصل از تولید پسماند در صنایع مختلف وجود ندارد، لذا هیچ الگوی خاصی برای تولید پسماند در صنایع، چه از لحاظ کمیت و چه از لحاظ نوع پسماند وجود ندارد. حتی در یک صنعت خاص نیز، با توجه به شرایط محیطی، تکنولوژیکی، نیروی انسانی و اقتصادی، مقدار و نوع پسماندها متفاوت است. تنها بخشی از پسماندهای صنعتی که مشابه پسماندهای شهری می‌باشد و از واحد ستادی نشئ می‌شود، در صنایع مشابهت دارند. احمدی و همکاران در مطالعه‌ای مبنی بر شناسایی و مقایسه پسماندهای ویژه صنعتی در یک مجتمع پتروشیمی در غرب ایران دریافتند که سالانه ۳۵۳ تن پسماند تولید می‌شود و ۶۵/۶ ٪ پسماندها به طور دایم و ۳۴/۳ ٪ به طور موقت تولید می‌شود و مهم‌ترین پسماند تولید شده روغن‌های صنعتی و زاید می باشد (۱۵). قنواتی اصل و همکاران در بررسی مدیریت پسماندهای فرایندی در واحدهای الفین، ۱۴ نوع پسماند فرایندی در واحد الفین با سوخت گاز اتان شناسایی شد که ۱۰ مورد ۴۲/۷۱ ٪ خطرناک بودند و از ۱۰ گروه پسماند خطرناک ۸ گروه در طبقه بندی کنوانسیون بازل جای گرفتند (۱۶). ابراهیمی یگانه و همکاران در شناسایی و طبقه بندی پسماندهای ویژه واحد الفین پتروشیمی جم، دریافتند که ۲ نمونه پسماند خطرناک تولید می‌گردد که هر دو در فاز جامد بوده و دارای خاصیت سمیت می‌باشند. هر دو پسماند خطرناک در متد UNEP تعریف تشده اند در حالی‌که در متد RCRA هر دو پسماند دارای کد (Tسمیت) می‌باشند و تقریبا در طی یک سال واحد الفین ۳۳۳۳۳ کیلوگرم پسماند خطرناک تولید می کند (۱۷). بررسی سبزعلیپور و همکاران 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 آنها خطرناک تشخیص داده شده که ۹۸/۶۷٪ از کل پسماندها را به خود اختصاص داده است. مواد زائد خطرناک در این واحد شامل انواع کاتالیست‌ها، کک، آزبست، بشکه‌های مستعمل روغن و مواد شیمیایی، لجن پلیمری، لجن CPIو انواع روغن های مازاد و سوخته بوده است (۱۸). مقایسه نتایج نشان داد که واحد الفین بندر امام با ۹۸/۶۷٪ بیش‌ترین پسماند خطرناک را در مقایسه با پتروشیمی مارون دارد.

با توجه به بررسی صورت گرفته، جهت ساماندهی وضعیت تولید پسماندهای خطرناک و غیرخطرناک صنعتی واحد الفین مجتمع پتروشیمی مارون، به منظور دستیابی به شرایط مطلوب و بهینه توصیه می‌گردد که عملکرد واحد الفین طبق شرایط طراحی شده کنترل گردد تا تولید پسماندهایی از قبیل کک در اثر افزایش خوراک یا ظرفیت واحد افزایش نیابد. از سوی دیگر جایگزینی کاتالیست‌ها و جاذب‌ها در واحد با کاتالیست‌ها و جاذب های مرغوبتر با طول عمر مفید طولانی‌تر جهت کاهش تولید پسماندهای خطرناک صورت گیرد و به صورت دوره‌ای تجهیزات چک گردند و تعمیر و تعویض به موقع آن‌ها و استفاده از تجهیزات با کارایی مناسب انجام گیرد تا تولید پسماندهایی از قبیل روغن در واحد الفین کاهش یابد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه مدیران و کارشناسان واحد صنعتی پتروشیمی مارون کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Mokhtarani, N., Alavi Moghadam, M., Mokhtarani, B., Rezaei, R., Naserian, S. Industrial solid waste management in Bandar Imam Petrochemical Complex. *Journal of Environmental Science and Technology*, 2008; 9(1): 47-54. (In Persian)
2. Zakaria, A. A., Ahmadi, S.H., Amini, M. H. Investigating the environmental challenges of petrochemical industries. Green chemistry and sustainable technologies, 2020; 2(2): 1-19 (In Persian)
3. Nassehinia H, Gholamy M, Godarzy M, Ataiy Nazari A. Survey of quantity and quality content of hazardous wastes and its management in Damghan industries in 1389. *Iran Occupational*

Health, 2013; 10 (5):63-70. (In Persian)

4. Barsalou, O., Hennessy Picard, M. International Environmental Law in an Era of Globalized Waste, *Chinese Journal of International Law*, Volume 17, Issue 3, September 2018, Pages 887–906.
5. 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): 55-64. (In Persian)
6. Jami, O., Darbaneastane, A., Rezvani, M. Feasibility study on the Establishment of Waste Recycling Center in the Industrial Town (Case Study: Nasir Abad). *Quarterly Journals of Urban and Regional Development Planning*, 2017; 2(3): 167-203. (In Persian)
7. 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*, 2014; 15(2): 55-77. (In Persian)
8. Jalili Ghazizade, M., Koulivand, H., Heidari, L. Petrochemical waste characterization and management at Pars Special Economic Energy Zone in the south of Iran, *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy (WM&R)*, 2020; 39(2): 23-38
9. Abbasi, M., Kamalan, H. R. Waste Management Planning in Amirkabir Petrochemical Complex. *Environmental Energy and Economic Research*, 2018; 2(1): 63-74.
10. Heidari, L., Jalili Ghazizade, M., Salemi, A. Industrial waste disposal alternatives in the process of aromatic compounds in petrochemical industry (case study: Nouri petrochemical complex, Asaluyeh, Iran. *Pollution*, 2018; 4(4): 663-673.
11. Abbasi, M., Kamalan, H. Quality and Quantity of Wastes Generated in Maroon Petrochemical Complex and Evacuating Recovery Potential. *Journal of Hydrosciences and Environment*, 2018; 2(3): 1-8.
12. Abbasnia, M., Zahirian, A., Zare, M., Shaban, M. Management and Classifying Wastes in Shiraz Oil Refinery Based on Basel Convention. *Environment and Development*, 2021; 11(22): 31-39. (In Persian)
13. Gribkova, D., Milshina, Y. Waste Management Policies and Practices in BRICS Nations, CRC Press, 1st Edition, 2021; 22
14. Basel Convention, Revised draft factsheets on specific waste streams. 2017.
15. Ahmadi, P., Jafarzade Haghighifard, N., Taghavi, L., Ahmadi Moghadam, M. Identification and comparative study of especial industrial wastes using UNEP method, RCRA method, and Iran's written list: (A petrochemical complex in the western of Iran A case study). *Human & Environment*, 2014; 12(3): 45-57. (In Persian)
16. Qanawati Asl, A. Fakheri Raouf, F. Momeni, S. Management of process wastes in olefin Gas Cracker units, 8th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental

Engineering, 2016, Tehran. Iran (In Persian)

17. Ebrahimi Yeganeh, H. Fakheri Raouf, F. Monavari, S. M. Identification and classification of special wastes of olefin unit of Jam Petrochemical Complex based on RCRA and UNEP method, the first national conference on environmental protection and planning, 2012, Hamadan, Iran (In Persian)
18. SabzAlipour, S. Jafarzadeh, N. Monavari, M. Investigation of industrial waste management case study: Olefin units and gas liquid separation of Bandar Imam Petrochemical Complex, 5th National Waste Management Conference, 2010, Mashhad, Iran (In Persian)