

## امکان سنجی کمینه سازی مواد زاید مایع صنعتی واحد آمونیاک مجتمع پتروشیمی رازی

دکتر رامین نبی زاده نودهی: استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران- نویسنده رابط: rmbizadeh@tums.ac.ir  
فرزانه فاخری رئوف: دانشجوی کارشناس ارشد، دانشکده علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز  
دکتر نعمت‌ا... جعفرزاده حقیقی: دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اهواز  
دکتر مسعود منوری: استادیار، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی  
دریافت: ۱۳۸۴/۳/۳۱ پذیرش: ۱۳۸۴/۱۲/۶

### چکیده:

**زمینه و هدف:** مجتمع پتروشیمی رازی یکی از عظیم‌ترین کارخانه‌های تولید کودهای ازته، فسفات و مواد شیمیایی می‌باشد که در زمینی به مساحت ۱۰۰ هکتار، در منطقه بندر امام خمینی واقع شده است و دارای ۱۷ واحد تولیدی می‌باشد. واحد آمونیاک (۱) یکی از واحدهای این مجتمع بوده و دارای ظرفیت تولید سالانه ۱۰۰۰ تن آمونیاک در سال می‌باشد، که در این تحقیق به عنوان یک واحد نمونه، جهت بررسی امکان سنجی کمینه سازی مواد زاید مورد مطالعه قرار گرفته است.

**روش کار:** این تحقیق از مهرماه ۱۳۸۲ آغاز و در اردیبهشت ۱۳۸۴ خاتمه یافت و طی ۲۰ ماه مطالعه، بیش از ۲۰ بار به محل واحد مورد مطالعه مراجعه و اطلاعات مورد نیاز گردآوری شد. به منظور تأمین اهداف تحقیق مذکور، اقدام به تعیین کمیت و کیفیت مواد زاید مایع صنعتی، علل، دوره تولید و نحوه مدیریت فعلی آنها در واحد مورد مطالعه گردید. سپس این مواد بر اساس روش پیشنهادی برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) طبقه بندی و در نهایت راهکارهایی جهت کمینه سازی این زایدهات ارائه گردید.

**نتایج:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در این واحد، سالانه ۳۰۵۵۰۹/۳۸ مترمکعب مایع زاید صنعتی تولید می‌شود که ۶۲/۳۵٪ آنرا آب‌های خنک کننده تشکیل می‌دهد. مهمترین علت تولید زایدهات مایع در این واحد، مسائل فرآیندی بوده است و ۹۵/۳۵٪ از این زایدهات بطور دائمی تولید می‌گردد. طبقه بندی این زایدهات براساس روش UNEP نشان داد که، ۱۸/۰۲٪ این مواد خطرناک و ۸۱/۹۸٪ آنها غیرخطرناک بوده اند. در حال حاضر ۸۵/۶۵٪ از زایدهات مایع این واحد، تخلیه به محیط و ۱۴/۳۵٪ از آن بازیافت می‌شود. راهکارهای که جهت کمینه سازی زایدهات مایع صنعتی در این واحد ارائه گردید شامل ۹۵٪ بازیافت و استفاده مجدد، ۴/۷۹٪ اصلاح فرآیند تولید و ۰/۰۱٪ کاهش حجم می‌باشد.

**نتیجه گیری:** راهکارهای که جهت کمینه سازی زایدهات مایع صنعتی در این واحد ارائه گردید شامل ۹۵٪ بازیافت و استفاده مجدد، ۴/۷۹٪ اصلاح فرآیند تولید و ۰/۰۱٪ کاهش حجم می‌باشد. با اعمال روش‌های کمینه سازی می‌توان، از تخلیه مقادیر قابل توجهی مواد زاید از این صنعت به محیط زیست و هدر رفتن مواد خام، جلوگیری نمود و کارآیی برنامه کمینه سازی مواد زاید را اثبات کرد.

### واژگان کلیدی: کمینه سازی، مواد زاید خطرناک، پتروشیمی، مواد زاید صنعتی

### مقدمه:

و اقتصادی می‌باشد. این عوامل دارای ارتباطات درونی هستند که در نظام مدیریت مواد زاید پیچیده می‌باشد (Kum V. et al. 2005). فعالیت‌های صنعتی و آگاهی جامعه، سبب گردیده اند که موضوعات زیست محیطی،

بطورکلی مشاهده شده است که مدیریت مواد زاید تنها یک مشکل تکنیکی نیست، بلکه عمیقاً تحت تأثیر عوامل سیاسی، مذهبی، اجتماعی-فرهنگی، زیست محیطی

از برنامه کمینه سازی زایدات در صنایع، می تواند در پیشرفت و موفقیت این برنامه مؤثر باشد.

مجتمع پتروشیمی رازی یکی از عظیم ترین کارخانه های تولید کودهای ازته و فسفات و مواد شیمیایی در کشور می باشد. این مجتمع در زمینی به مساحت ۱۰۰ هکتار و در منطقه بندرامام خمینی، واقع شده و بزرگترین تولید کننده آمونیاک، کوداوره، سولفوریک اسید و گوگرد و تنها تولید کننده فسفریک اسید و کود دی آمونیوم فسفات در ایران می باشد.

واحد آمونیاک شماره یک مجتمع پتروشیمی رازی در سال ۱۳۴۹ به بهره برداری رسیده و دارای ظرفیت تولید سالانه ۱۰۰۰ تن آمونیاک است. از نظر فرایندی، این واحد از نوع HABER-BOSCH می باشد و طراحی آنها توسط شرکت KELLOGG انجام شده است. بهینه سازی واحدهای آمونیاک از سال ۱۳۷۴ آغاز شده و عملیات نوسازی این واحدها در سال ۱۳۷۹ به اتمام رسیده است.

هدف کلی این تحقیق، بررسی امکان کاهش مواد زاید مایع در واحد آمونیاک مجتمع پتروشیمی رازی می باشد. اهداف اصلی این تحقیق تعیین منشأ تولید مواد زاید مایع، کمیت و اهمیت نسبی هر یک از چشمه های مواد زاید، نحوه مدیریت کنونی آنها و ارائه راهکار مؤثر برای کاهش آنها می باشد.

## روش کار:

به منظور اجرای این تحقیق، ابتدا اطلاعات مورد نیاز در دو بخش اطلاعات کتابخانه ای و میدانی، گردآوری شد. در بخش گردآوری اطلاعات کتابخانه ای، اطلاعات مورد نیاز درخصوص تاریخچه صنعت پتروشیمی، فرآیند تولید در واحد مورد مطالعه، نوع و میزان مواد اولیه مصرفی، وضعیت منطقه مورد مطالعه، روشهای کمینه سازی و طبقه بندی این زایدات، جمع آوری گردید. سپس گردآوری اطلاعات درون واحدی، با هدف تأیید اطلاعات زمینه ای و پرکردن خلاء اطلاعاتی و

تبدیل به یکی از مهمترین و بحث انگیزترین امور جاری گردند. هم اکنون آشکار شده است که افزایش میزان زایدات، گوناگونی زایدات و خطرات توأم با آن ها، برای دولتها و صنایع این نیاز را تشدید می کند تا به شدت، پیشگیری از زایدات را بعنوان یک مؤلفه و جزء ضروری از برنامه های توسعه پایدار، پیگیری نمایند (Vancini F. 2000). صنعت مواد شیمیایی نیز، از جمله صنایعی است، که از طرف جامعه به عنوان یک صنعت آلوده شناخته شده و مورد ظن و بدگمانی جامعه قرار گرفته است؛ زیرا عموم مردم صنعت مواد شیمیایی را با آلودگی، تهی سازی منابع طبیعی، بیماری، خطر، حوادث و انتشار مواد سمی قرین می دانند. مشکل اصلی که در جهت کمینه سازی مواد زاید در صنایع وجود دارد، اینست که معمولاً صاحبان صنایع، هزینه های مواد خام و دفع ضایعات را یا در نظر نمی گیرند و یا بطور ناچیز تخمین می زنند؛ در نتیجه، معمولاً هیچگونه انگیزه اقتصادی جهت تکامل فرایندهای عاری از زایدات بوجود نمی آید. هزینه های حقیقی زایدات عمدتاً مشتمل بر: هزینه های نابود سازی آنان، هزینه خریداری مواد، هزینه های عملکرد-پردازش، زمان لازم و هزینه های پایش، درآمدها و منافع از دست رفته می باشد (Phillips P.S. 2000).

صنعت مواد شیمیایی هنوز علاقه و اشتیاقی به دگرگون نمودن محصولات و فرایندهای شیمیایی ندارد و ترجیح می دهد که با محصول نهایی زایدات سروکار داشته باشد. پیشگیری از زایدات به شکل توأم با بازیافت، یک راهکار بسیار مؤثر و سودمند برای حل مشکلات زیست محیطی در بخش مواد شیمیایی بوده است. پیشگیری از زایدات به معنای کاهش میزان و کیفیت زایدات در منبع، کاهش در استفاده از مواد خام و انرژی و ارتقاء دادن استفاده مجدد از زایدات می باشد. به این ترتیب بدست آوردن پذیرش صنعت در جهت کمینه سازی زایدات، امری بسیار پر اهمیت می باشد (Garcia V. et al. 2004)؛ لذا ایجاد دیدگاه مناسب،

که در هر بخش از فرایند تولید چه ماده ای در جریان است، می توان کیفیت ماده زاید را در این فرایند مورد شناسایی قرار داد. در این امر نظرات و تجربیات مهندسان فرآیند و بهره برداران واحدها از اهمیت خاص برخوردار بود. در نهایت اقدام به تجزیه و تحلیل اطلاعات انجام شد.

خوراک اصلی واحد آمونیاک، گاز شیرین (متان) و ازت هوا می باشد. گاز متان پس از اختلاط با بخار و فعل و انفعالات در قسمت ریفرمر اولیه به هیدروژن، کربن مونوکسید و کربن دی اکسید تبدیل می گردد. واکنش ریفرمینگ با تزریق هوا در ریفرمر ثانویه تکمیل و همزمان با آن، ازت مورد نیاز برای واکنش آمونیاک سازی نیز از طریق هوا وارد چرخه فرآیند می گردد. کربن مونوکسید همراه با گاز فرایند در مراحل بعدی به کربن دی اکسید تبدیل می شود و مخلوط حاصله جهت خالص سازی، به بخش جذب کربن دی اکسید هدایت می گردد. گاز کربن دی اکسید محصول فرعی واحدهای آمونیاک سازی است، که پس از جداسازی به عنوان خوراک به واحدهای اوره ارسال می گردد. مخلوط گاز ازت و هیدروژن، که اصطلاحاً گاز سنتز نامیده می شود، پس از تراکم تحت شرایط خاص دما و فشار در مجاورت کاتالیست در راکتور سنتز به آمونیاک تبدیل می گردد. عمده آمونیاک تولیدی به مصرف تهیه کودهای اوره و فسفات دی آمونیوم در مجتمع می رسد و آمونیاک مازاد بر احتیاج جهت فروش به بازارهای بین المللی عرضه می گردد.

### نتایج :

تجزیه و تحلیل که بر روی اطلاعات گردآوری شده، درخصوص مواد زاید مایع صنعتی در واحد آمونیاک شماره یک صورت گرفت، به شناسایی ۴۷ چشمه تولید ماده زاید مایع منجر شد، که سبب تولید سالیانه ای در حد ۳۰۵۵۰۹/۳۸ تن از این مواد می باشند.

همچنین مشاهده و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، درخصوص فرایند تولید، شناسایی چشمه های تولید مواد زاید، علت، دوره تولید، تعیین کمیت و کیفیت و در نهایت نحوه مدیریت فعلی زایدات این واحد، انجام پذیرفت. با تکمیل اطلاعات مورد نیاز، اقدام به تعیین کمیت و کیفیت مواد زاید گردید. به این ترتیب، جهت تعیین کمیت و کیفیت زایدات مایع در واحد مورد مطالعه، ابتدا نقاط اندازه گیری تعیین شد؛ سپس با حضور در محل، نقاطی که تولید ماده زاید می کردند شناسایی شد و بر روی فلودیاگرام های تولید جانمایی گردید. در این تحقیق، نقاط تولید مواد زاید در حقیقت نقاط اندازه گیری را می دهند. پس از شناسایی نقاط اندازه گیری، به منظور تعیین کمیت زایدات، با توجه به این امر که مواد زاید مواد زاید تولید شده در این واحد، یا از فرایند تولید ناشی می شوند و یا اینکه به دلیل نشتی ایجاد می گردند، به اندازه گیری این مواد پرداخته شد. آن دسته از مواد زایدی که ناشی از فرآیند تولید بودند، در صورت دارا بودن قابلیت اندازه گیری، توسط ابزار اندازه گیری و در غیراینصورت با استفاده از فلودیاگرام های تولید و اسناد فنی، تعیین کمیت شدند و اندازه گیری آن دسته از مواد زاید که با منشاء نشتی تولید می شدند، توسط ابزار، اندازه گیری گردید.

برای اندازه گیری نشت از روش حجم سنجی در زمان مشخص استفاده شده است. بر حسب چشمه تولید از وسایلی نظیر استوانه مدرج و یا ظروف مدرج جهت جمع آوری مواد نشتی استفاده گردید و زمان نیز با استفاده از یک زمان سنج تعیین و ثبت شده است. برای سنجش مواد زاید مایعی که در کانال جریان داشت، در یک مقطع از جریان سطح مقطع جریان اندازه گیری شده و با تعیین سرعت جریان از طریق رابطه پیوستگی، میزان جریان تعیین گردید.

جهت تعیین کیفیت مواد زاید این واحد، با توجه به اینکه در صنعت پتروشیمی با استفاده از فلودیاگرام های تولید و اطلاعات موجود در اسناد فنی، می توان دریافت

می گیرد. مواد زایدی که به این گروه تعلق گرفته اند، عمدتاً شامل زایدات محلول منواتانول آمین بوده اند. این ماده که یک ترکیب خورنده می باشد، جهت جذب ترکیبات گوگردی از گاز خوراک کاربرد دارد و عمدتاً به دلیل نشتی تولید می گردد که با مدیریت صحیح، می توان از ورود این ماده خطرناک به محیط زیست جلوگیری کرد. نحوه مدیریت فعلی زایدات مایع در این واحد، همانطور که نمودار ۵ نشان می دهد، اینگونه بوده است که ۸۵/۶۵٪ این مواد به اکوسیستم آبی منطقه تخلیه و ۱۴/۳۵٪ آن مورد بازیافت قرار می گیرد.

بنابراین همانطور که مشاهده می شود، ۸۵/۶۵٪ از مایعات زاید تولیدی در این واحد، که ۱۸/۰۲٪ از آن خطرناک است، به محیط تخلیه می شود؛ لذا بازنگری در نحوه مدیریت فعلی مواد زاید مایع این واحد ضروری می باشد.

راهکارهایی که مدیریت نوین کمپنه سازی مواد زاید جهت برخورد با این زایدات ارائه کرده است شامل: ۹۵/۲٪ بازیافت و استفاده مجدد، ۲/۵۵٪ اصلاح فرآیند تولید، ۲/۲۴٪ تعویض و تعمیر ولو و قطعه و ۰/۰۱٪ کاهش حجم می باشد. در حقیقت با جمع بندی این راهکارها مشاهده می شود که، نحوه مدیریت ۹۵٪ این زایدات در قالب راهکار بازیافت و استفاده مجدد، ۴/۷۹٪ در قالب گزینه اصلاح فرآیند تولید و ۰/۰۱٪ در قالب راهکار کاهش حجم قرار می گیرد (نمودار ۶).

در واحدهای پتروشیمی مقادیر زیادی از پساب ها، فاقد آلایندگی می باشند؛ که از آن جمله می توان به آبهای خنک کننده پمپ ها، درین بویلرها و ... اشاره کرد (عبادی ۱۳۸۲). در واحد آمونیاک نیز همانگونه که مشاهده می شود، عمده مواد زاید مایع در واحد آمونیاک را آبهای خنک کننده و مابقی آن را آب بویلر و سر ریز روی کولر و سایر مواد تشکیل می دهند که مستقیماً به محیط طبیعی منطقه تخلیه می گردند. همانگونه که اشاره شد، راهکاری که جهت کمپنه سازی این زایدات ارائه می شود، بازیافت و استفاده مجدد آنها می باشد. به این منظور باید با جمع

ماهیت مواد زاید مایع صنعتی در این واحد، عبارتند از: ۶۲/۳۵٪ آب خنک کننده، ۱۶/۰۵٪ سرریز روی کولر، ۱۵/۲۴٪ منواتانول آمین، ۳/۲۵٪ آب پروسس، ۲/۶٪ آب بویلر و ۰/۰۵٪ سایر موارد همانطور که نمودار ۱ نشان داده شده است، عمده ترین ماده زاید مایع تولیدی در این واحد، مربوط به آب خنک کننده با سهم ۶۲/۳۵٪ می باشد، با توجه به این مقدار آب که بعنوان ماده زاید هدر می رود و با توجه به قابلیت بازیافت آب، اهمیت مدیریت بهینه آن مشخص می گردد.

علل تولید مواد زاید مایع در این واحد، همانطور که در نمودار ۲ آمده است، به این ترتیب است که ۹۵/۳٪ این زایدات به دلیل مسائل فرایندی، ۳/۰۸٪ به علت خوردگی در واشر و اتصالات و ۱/۶۲٪ در اثر اشکال در شیرآلات، بوده است.

همانگونه که مشاهده می گردد، علت تولید ۹۵/۳٪ زایدات مایع در این واحد مسائل فرایندی می باشد؛ که در بسیاری از موارد جز با اعمال تغییرات اساسی، پیشگیری از تولید آن غیرممکن است. این، در حالی است که، مدیریت این ضایعات جهت بازیافت و استفاده مجدد بسیار ساده و کارآمد می باشد. با بررسی دوره تولید مواد زاید مایع در این واحد مشخص شد که ۹۵/۳۵٪ از این زایدات بصورت دائم و ۴/۶۵٪ آنها بطور موقت تولید می گردند. وضعیت مواد زاید مایع واحد آمونیاک، در طبقه بندی ارائه شده توسط UNEP، نشانگر این ست که ۱۸/۰۲٪ زایدات مایع این واحد، خطرناک و ۸۱/۹۸٪ آن غیرخطرناک می باشد (نمودار ۳).

با گروه بندی این مواد زاید، همانطور که در نمودار ۴ نمایش داده شده است، مشخص گردید که ۸۵/۴۵٪ از زایدات خطرناک این واحد به گروه C، ۱۴/۲۵٪ به گروه A و ۰/۳٪ متعلق به گروه B طبقه بندی UNEP بوده اند.

به این ترتیب سهم عمده مواد زاید مایع در این واحد، در گروه C طبقه بندی UNEP جای

یک جزء کلیدی در هر برنامه کاهش مواد زاید محسوب می شود. آموزش باید تمام افرادی را که در رابطه با بهره برداری و نگهداری فرآیند و دستگاهها و تجهیزات حمل و نقل مواد زاید هستند، در بر گیرد. آموزش در بسیاری از موارد حتی در مقیاس جزئی می تواند در کمینه کردن مواد زاید کارساز باشد.

راهکار دیگری که ۰/۰۱٪ از راهکارهای پیشنهادی زایدات مایع این واحد را به خود اختصاص داده است، کاهش حجم مواد زاید می باشد. کاهش حجم به طور عمومی شامل آن دسته از روشهایی است که باعث جدا شدن مواد زاید خطرناک از مواد و یا اجزاء غیرخطرناک می گردد. ماده زایدی که در این واحد جهت کاهش حجم معرفی شده است، پلیمرهای منو اتانول آمین می باشند، که مستقیماً به محیط تخلیه می گردند. به این ترتیب با جمع آوری مجزای این پلیمرها و جداسازی آب همراه آن (خشک کردن)، می توان حجم آن را کاهش داد، و سپس به سوزاندن و دفن بهداشتی بقایای آن اقدام نمود. با جداسازی مواد زاید در منشاء تولید و عمل کردن بر روی مواد زاید بطور مجزا از مواد زاید غیرخطرناک، هزینه دفع نهایی را می توان بسیار کاهش داد. این تکنیک بطور گسترده در خصوص بسیاری از موارد در بسیاری از صنایع کاربرد دارد.

### بحث:

بررسی نتایج حاصل از این پژوهش، نشان می دهد که کمینه سازی مواد زاید در اغلب موارد یک استراتژی اقتصادی است که نهایتاً اهداف زیست محیطی را نیز با کیفیت مطلوب و مناسب تامین خواهد نمود. به عبارت ساده تر با کمینه سازی مواد زاید خطرناک به افق های وسیعتری در کنترل آلاینده ها در محیط زیست دست خواهیم یافت؛ زیرا در این صورت کل آلاینده هائی که بالقوه می توانند در محیط زیست منتشر گردند، کاهش یافته اند؛ ولی در صورتی که حتی کارآمدترین سیستمهای تصفیه را نیز در اختیار داشته باشیم نتیجه نهائی چیزی

آوری این پساب ها بصورت مجزا، ناخالصی های موجود در آنها را جداسازی کرده، و مورد استفاده مجدد قرار داد. به این ترتیب، ۹۵/۲٪ از مواد زاید مایع صنعتی در این واحد بازیافت و استفاده مجدد می شود. براساس پروژه مشابهی که در خصوص بازیافت آبهای خنک کننده، در واحد اوره پتروشیمی شیراز انجام گرفت (عبادی ۱۳۸۲)، مشاهده گردید که با استفاده از این راهکار، توانستند آبهای خنک کننده موجود در این واحد را به سیستم برگشت دهند. نکته قابل توجه اینکه، بمنظور استفاده مجدد از آبهای خنک کننده در واحد آمونیاک، ضروری است که مقادیر دو عامل آهن و روغن مورد بررسی قرار گیرد و با تجهیزات روغنگیر ( روغن ) و پالیشرهایی که ساختار رزین مانند دارند (آهن) مقادیر این دو عامل کنترل شود و به اینگونه، قابلیت استفاده مجدد پیدا کند. از دیگر راهکارهایی که جهت کمینه سازی مواد زاید مایع در این واحد ارائه شده است، گزینه اصلاح فرآیند می باشد که سهمی معادل ۴/۷۹٪ را به خود اختصاص داده است. این بحث از کمینه سازی مواد زاید، شامل جنبه های گوناگونی می باشد.

یک جنبه از راهکار اصلاح فرآیند، به نقش روشهای نگهداری صحیح از تجهیزات، در کمینه سازی زایدات اشاره می کند. یک برنامه که بر جنبه های نگهداری صحیح و پیشگیری از انتشار آلودگی تاکید داشته باشد، می تواند باعث کاهش تولید مواد زاید خطرناک گردد. در طی بررسی دقیق فرایندها باید نقاطی که بالقوه می توانند سبب نشت و رها سازی و اتلاف مواد گردند، مورد شناسائی قرار گیرند. در حقیقت با برطرف کردن نشتی های موجود در واحد، که در اثر اشکال در ولو، قطعات و آب بندها تولید می شوند، می توان باعث کاهش مواد زاید گردید. برای اینکه یک برنامه نگهداری مؤثر واقع شود، باید برای هر مرحله بهره برداری در فرآیند تولید، اجرا و پیگیری گردد.

جنبه دیگر از راهکار اصلاح فرآیند، بر نقش آموزش در کمینه سازی زایدات تأکید دارد. برنامه آموزش کارکنان

۵- نگرانی از اختلال و بهم خوردگی فرایند: در بسیاری از موارد، تغییر وضعیت نگران کننده است و وحشت از تنزل کیفی محصولات، هرگونه تغییر در فرایند را ناممکن می سازد.

۶- مقاومت سازمانها و صاحبان صنایع در مقابل ایجاد تغییر

۷- به علت سیاست های ممانعتی سازمانها، بسیاری از فعالیتهای خلاقانه به علت عدم پشتیبانی از ناحیه مدیریت هیچگاه فعلیت نمی یابند.

۸- منفی گرایی و امکان ناپذیر دانستن امری ممکن، فقط به دلیل جدید بودن و صرفاً به علت اینکه ایده مذکور خارج از حد تفکر و تجربیات رایج می باشد.

### نتیجه گیری:

با توجه به محدودیت های موجود، راهکارهایی که جهت کمینه سازی مواد زاید جامد و مایع صنعتی در واحدهای مورد مطالعه می توان پیشنهاد کرد، عبارتند از:

- ۱- ضرورت برقراری سیستم تصفیه پساب صنعتی در مجتمع پتروشیمی رازی
- ۲- بازیافت و استفاده مجدد از آبهای خنک کننده پس از تصفیه، کنترل مقادیر روغن، توسط تجهیزات روغن گیر و ترکیبات آهن توسط پالایشهای مناسب
- ۳- آموزش کارگران و بهره برداران واحدها، در خصوص اهمیت تشخیص و شناسایی به موقع چشمه های تولید مواد زاید، در جهت کمینه سازی مواد زاید و حفاظت از محیط زیست
- ۴- داشتن یک برنامه منظم چک نشستی ها و انجام تعمیرات اساسی در واحدها
- ۵- رعایت استانداردهای فنی در فرایند تولید، به منظور کمینه کردن ضایعات تولیدی واحدها
- ۶- ایجاد یک تیم تحقیقاتی از مهندسان فرآیند، بهره برداری و محیط زیست در واحد تحقیق و توسعه، با هدف، پژوهش در خصوص یافتن جدید ترین و امکان

بیشتر از تغییر شکل و جابجائی آلودگی نیست. در کمینه سازی مواد زاید هزینه های تصفیه مواد زاید خطرناک در محل تولید اعم از هزینه های سرمایه ای و بهره برداری، هزینه های حمل و نقل و دفع مواد زاید به خارج از واحدهای تولید کننده مواد زاید خطرناک، هزینه های اجرایی، هزینه های کسب مجوز و پایش، خطرات در خصوص ریخت و پاش ها، حوادث و موارد اضطراری، هزینه های ضمانت و تعهدات مالی طویل المدت در خصوص محیط زیست، هزینه های تولید به لحاظ مدیریت و کارائی بهتر، میزان سمیت و مقادیر مواد زاید خطرناک در محیط زیست، کارهای دفتری مربوط به مدیریت مواد زاید و تشریفات اداری (USEPA 2004) و ...، کاهش، و درآمد ناشی از فروش و استفاده مجدد از مواد زاید و حفاظت از بهداشت و سلامت انسان و محیط زیست (UOS 2004) افزایش پیدا خواهد کرد. با این وجود، مشکلاتی در ارتباط با پایه گذاری مدیریت نوین کمینه سازی مواد زاید در کشورهای در حال توسعه همانند ایران وجود دارد، که می توان به اختصار به آنها اشاره نمود (نبی زاده ۱۳۷۲):

- ۱- مهمترین شرط لازم برای کمینه سازی مواد زاید خطرناک اجراء، نظارت و کنترل دقیق بر قوانین و آیین نامه های جلوگیری از آلودگی محیط می باشد، متأسفانه در کشورهای در حال توسعه، به علت وجود محدودیتهای اجرای قوانین توسط دولتها، این شرط عملی نمی شود.
- ۲- به علت عدم وجود قوانین در خصوص مواد زاید خطرناک در کشورهای در حال توسعه، هزینه های مربوط به دفع مواد زاید بسیار ناچیز است، زیرا اکثر این مواد بدون کنترل فنی در محیط دور ریز می شوند، لذا هیچ تمایل یا محرکی در خصوص کمینه سازی مواد زاید وجود ندارد. سایر موانعی که در این کشورها مانند سدی در برنامه های کمینه سازی قد علم می کنند عبارتند از:

۳- عدم آگاهی از موانع کمینه سازی

۴- ضعف فن آوری

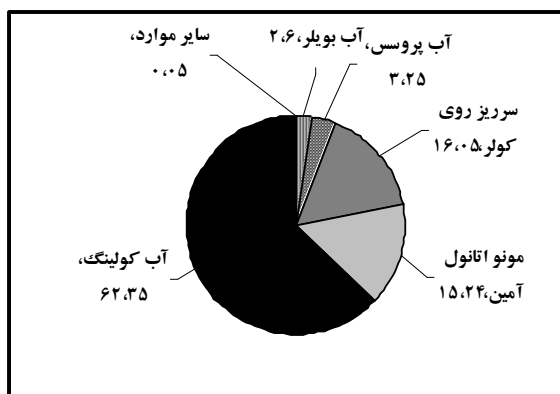
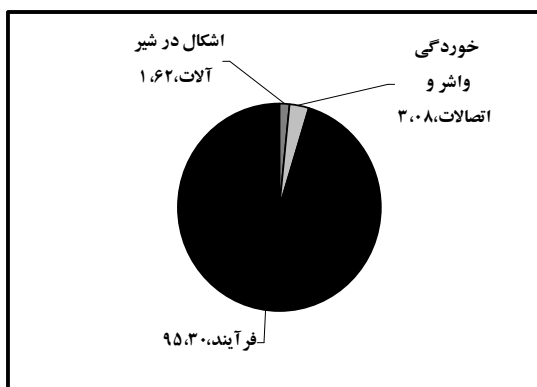
۸- پایش برنامه کمینه سازی مواد زاید در واحد های مورد مطالعه و برطرف کردن نقاط کاستی و ضعف

### تشکر و قدردانی:

این تحقیق با حمایت مجتمع پتروشیمی رازی انجام شده است. نویسندگان مقاله کمال تشکر خود را از حمایت های مسئولان محترم پتروشیمی رازی و همکاری موثر کارکنان فنی واحد مورد مطالعه ابراز می دارند.

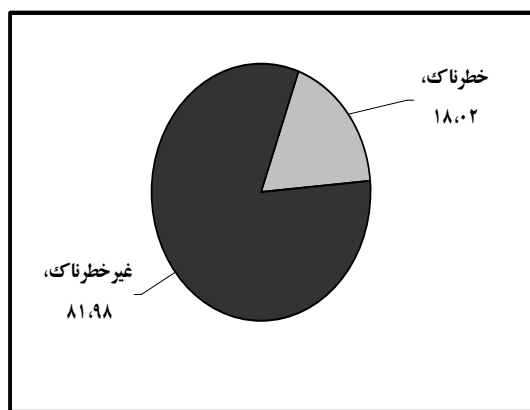
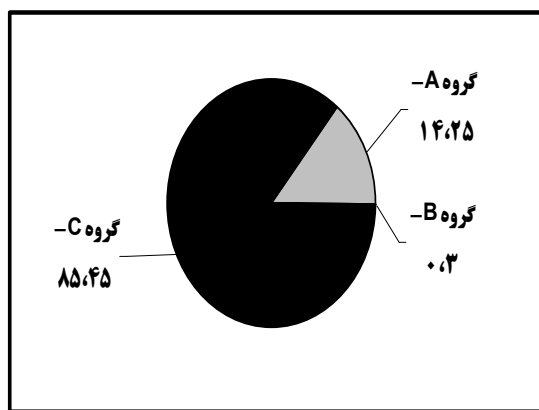
پذیرترین فرایند های قابل جایگزینی با فرایندهای قبلی واحدها در واحدهای قدیمی و پژوهش در خصوص یافتن مواد جدید معرفی شده به بازار که زیست سازگارتر باشند.

۷- در صورت امکان، استفاده از زباله سوز پتروشیمی فجر جهت سوزاندن مواد زاید مایع خطرناک تولید شده در مجتمع



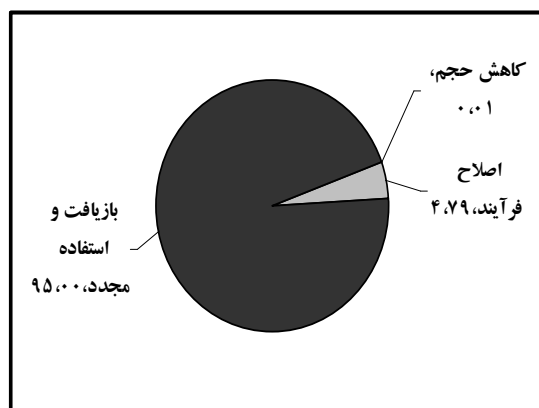
نمودار ۲- سهم هر یک از علل تولید مواد زاید مایع صنعتی واحد آمونیاک (۱) بر حسب درصد

نمودار ۱- فراوانی نسبی مواد زاید مایع صنعتی واحد آمونیاک (۱) بر حسب درصد

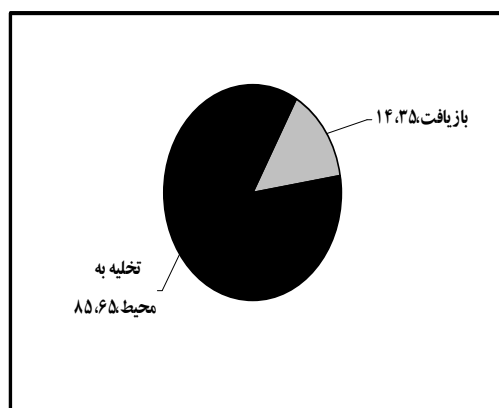


نمودار ۴- درصد فراوانی نسبی گروههای مواد زاید، بر اساس گروه بندی طبقه بندی UNEP از مواد زاید مایع خطرناک

نمودار ۳- درصد فراوانی نسبی خطرناک بودن مواد زاید در واحد آمونیاک (۱) بر اساس طبقه بندی UNEP از مواد زاید مایع صنعتی



نمودار ۶- سهم راهکارهای پیشنهادی جهت کمینه سازی مواد زاید مایع صنعتی واحد آمونیاک (۱) بر حسب درصد



نمودار ۵- سهم هر یک از شیوه های مدیریت فعلی مواد زاید مایع صنعتی واحد آمونیاک (۱) بر حسب درصد

### منابع :

Phillips P.S. (2000) Guide for Waste Minimization, University College Northampton, UK Lecture material presented on the GSCE Industrial Ecology seminar 22-26.

Reeves G.G. (2004) Waste water Minimization with chemical – free water treating, *Environmental Progress*. 19(4):292-298.

United State Environmental Protection Agency(2004) What is waste Minimization. (24/08/2004). <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/minimize/faqs.htm#wastemin>

UOS- Environmental and Safety (Harvard University), Hazardous waste Minimization. (24/08/2004). <http://www.p2pays.org/ref/06/05546.htm>

Vancini F. (2000) Strategic Waste Prevention , OECD reference manual.

عبادی، غلامرضا(۱۳۸۲) بازیافت آبهای خنک کننده دورریز واحد اوره منطقه یک پتروشیمی شیراز، چکیده پروژه های خاتمه یافته شرکت پژوهش و فن آوری و مجتمع های پتروشیمی (شرکت ملی صنایع پتروشیمی)، ص ۶۴.

نبی زاده، رامین (۱۳۷۲) بررسی مواد زاید صنعتی در استان اصفهان و ارائه روشهای مناسب تصفیه، پایان نامه کارشناسی ارشد ، تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران .

Garcia V., pongracz E. and Keiski R. (2004) Waste minimization in chemical Industry, Proceeding of the Waste Minimization and Resources Use Optimization Conference, University of Oulu. *Press: Oulu*. 93 – 106 .

Kum V., Sharp A. and Harnpornchai N. (2005) Improve the Solid Waste Management in Phnom Pech City: a strategic approach , *Waste Management*. 25(1): 101-109 .