

Risk Assessment Health and Safety of Acid Recovery unit of Abadan Oil Refining Company by using William Fine

Salman Hafezi¹, Soolmaz Dashti², Gholamreza Sabzghabaei³

1. Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2. Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3. Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran

* E-mail: Soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

Received: 26 May 2018 ; Accepted: 22 Sep 2018

ABSTRACT

Background: In today's world, the main issue is the safeguarding of the human resources employed in the economic sectors. But still, it's still yearly Lots of manpower employed Due to human economic activities are destroying. The purpose of this research is to identify hazard points and potentials and risk assessment and provide management solutions to reduce or eliminate these risks in the acid recovery unit of the Abadan Oil Refining Company as one of the most active and important sectors in the oil industry.

Methods: To this end, the William fine method was used in 2016.

Results: Based on the results of this method, 100 hazard and health risks were identified in the acid recovery unit, which included 25 abnormal risks, 2 emergencies and 73 natural risks. The highest RPN in the William fine method with a score of 300 is for the inhalation of acid neutralization gases, and the lowest with a score of 2.5 is the risk of falling from the height. Similarly, of the identified risks, 67% of the risks are at a low level.

Conclusion: Regarding all mentioned points, the acid recovery unit of ABADAN Oil Refining Company has been identified as medium-average unit. Given the risk management practices, especially the training of personnel in different sectors, the formation of an accident investigation team and the scientific analysis of accidents and pseudo-events will play an important role in reducing the overall system risk

Keywords: Risk Assessment, Acid Reactivation Unit, Abadan Oil Refining Company, William Fine

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان به روش ویلیام فاین

سلمان حافظی^۱، سولماز دشتی^{۲*}، غلامرضا سبزیبایی^۳

^۱ گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

^۲ استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

^۳ استادیار گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۳/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۳۱

چکیده

زمینه: در جهان امروز، موضوع اساسی، صیانت از نیروی انسانی شاغل در بخش‌های اقتصادی است. لیکن با این وجود هنوز سالانه تعداد زیادی از نیروی انسانی شاغل در اثر فعالیت‌های اقتصادی بشر رو به نابودی می‌باشند. هدف از انجام این تحقیق نیز شناسایی نقاط و پتانسیل‌های خطر و ارزیابی ریسک و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کاهش و یا حذف این خطرات در واحد احیاء اسید شرکت پالایش نفت آبادان به‌عنوان یکی از بخش‌های فعال و مهم در صنایع نفتی می‌باشد.

مواد و روش: برای رسیدن به این هدف در سال ۱۳۹۵ از روش William fine استفاده گردید. یافته‌ها: براساس نتایج این روش بر این اساس تعداد ۱۰۰ مورد از ریسک‌های ایمنی و بهداشتی در واحد احیاء اسید شناسایی که ۲۵ ریسک غیرطبیعی، ۲ ریسک اضطراری و ۷۳ ریسک طبیعی به دست آمد. بالاترین RPN در روش William fine با نمره ۳۰۰ مربوط به استنشاق گازهای حاصل از خنثی‌سازی اسید و کم‌ترین آن با نمره ۲/۵ مربوط به خطر سقوط از ارتفاع می‌باشد. همچنین از ریسک‌های شناسایی شده ۶۷ درصد از ریسک‌ها در سطح پایین قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری: با توجه به تمامی نکات ذکر شده واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان جزء واحدهای با میانگین خطر متوسط شناسایی شده است. با توجه به روش‌های مدیریتی کاهش ریسک به ویژه آموزش پرسنل در بخش‌های مختلف، تشکیل تیم بررسی حادثه و آنالیز علمی حوادث و شبه حوادث، نقش مهمی در کاهش ریسک کلی سیستم خواهد داشت.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، واحد احیاء اسید، شرکت پالایش نفت آبادان، ویلیام فاین

مقدمه

شواهد موجود در کشورهای صنعتی و در حال توسعه نشان دهنده‌ی، رشد سریع تغییرات تکنولوژیکی در صنایع است.^۱ یکی از صنایع مهم در بخش اقتصادی هر کشور پالایشگاه‌ها هستند، که به‌عنوان یکی از صنایع پایه از تحولات اجتماعی و اقتصادی پشتیبانی می‌کند. در چند دهه‌ی اخیر پالایشگاه‌ها به سرعت در حال رشد روز افزون فن‌آوری‌های خود بوده‌اند.^۲ نتیجه ایجاد چنین امر افزایش خطر و ریسک در محیط کار است^۱، که این امر خسارات مالی زیادی به این صنعت وارد کرده است^۳ و^۴ کنترل این خطرات نیازمند نوعی سیستم مدیریتی است که منجر به کاهش این خطرات و حصول اطمینان از افزایش ایمنی، رفاه کارکنان و همچنین حفاظت از محیط زیست می‌گردد.^۵ نقطه شروع مهم برای دستیابی به این هدف، ارزیابی و مدیریت ریسک است.^۶

این واقعیت غیرقابل انکار است که مدیریت ریسک ارزش صنایع را افزایش می‌دهد و ممکن است مشکلات مالی را کاهش دهد. به‌طور کلی مدیریت ریسک یک اصطلاح است که به روش منطقی و منظم ایجاد زمینه، شناسایی، تجزیه و تحلیل، درمان، نظارت و ارتباط خطرات مربوط به هر فعالیت، عملکرد یا فرآیند گفته می‌شود و به‌گونه‌ای عمل می‌کند که سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا زیان‌ها را به حداقل برسانند و فرصت‌ها را به حداکثر برسانند. بنابراین مدیریت ریسک به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از عملکرد مدیریت خوب شناخته می‌شود.^۳ امروزه می‌توان در مدیریت ریسک با استفاده از روش‌های شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک، نقاط حادثه‌زا و بحرانی را قبل از وقوع حادثه مشخص و نسبت به پیش‌گیری از وقوع حوادث و کنترل اقدام نمود. روش‌های ارزیابی ریسک این قابلیت را دارند تا بتوانند قبل از وقوع یک حادثه احتمال وقوع آن را با شدتی مشخص تعیین نمایند. یکی از روش‌های

ارزیابی ریسک که در قادر است ارزیابی دقیق از میزان ریسک با تلفیق سه پارامتر شدت، احتمال و احتمال تماس داشته باشد و همچنین قادر به ضرورت و موجه نمودن هزینه‌های حذف خطر (ریسک مالی) می‌باشد، روش ویلیام‌فاین است.^۷ این روش در تحقیقات جوزی و میرسلیمی (۱۳۹۵)^۸ که مدیریت ریسک زیست‌محیطی معدن سنگ آهن ماد کانسار، شهرستان خرمیبد را بررسی کردند استفاده شد. نوایی‌ازناوه و امیدواری (۱۳۹۶)^۹ ارزیابی ریسک ایمنی در صنعت خودروسازی را با این روش مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. در کارخانه‌ی کاشی کرمانشاه ارزیابی خطر به روش ویلیام‌فاین توسط ابراهیمی و رای (۲۰۱۶) انجام گرفت.^۹ حلوانی و همکاران (۱۳۹۵)^{۱۰} نیز ارزیابی خطرات کارخانه فولاد را با استفاده از روش ویلیام‌فاین مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی و ریسک، ایمنی، بهداشت و مدیریت زیست‌محیطی دستگاه‌های حفاری ساحلی شرکت ملی حفاری ایران با روش "William Fine" توسط پیرصاحب و همکاران (۲۰۱۵)^{۱۱} به انجام رسید. همچنین جوزی و همکاران (۱۳۸۹)^{۱۲} ارزیابی و مدیریت خطر ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی شرکت لوله‌سازی اهواز به روش "William Fine" به انجام رساندند. تمام پژوهش‌های بیان شده کارایی بالای روش William Fine در صنایع مختلف بیان می‌کنند. زیرا این تکنیک به مدیران کمک می‌کند که با اولویت‌بندی برنامه‌های کنترل خطرات و حوادث و تعیین فوریت و برنامه‌ریزی‌های کنترلی به‌منظور تسریع در رسیدن به اهداف مشخص به صورت کاملاً شفاف گام بردارند.^{۱۳} هدف از کاربرد این تکنیک تعیین یک روش برای تصمیم‌گیری درباره ضرورت و موجه نمودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هرچه سریع‌تر برنامه‌های کنترل خطرات می‌باشد.^۴

واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان یکی از

دسترسی آن به آب‌های آزاد جایگاه مهمی در اقتصاد کشور به خود اختصاص داده است.^{۱۶} پالایشگاه نفت آبادان از واحدهای مختلفی برای فرآوری نفت و متلغات آن تشکیل شده است. واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان یکی از واحدهای افزایش تولید پالایشگاه در فاز سوم و تنها واحد احیای اسید در سطح کشور و خاورمیانه می‌باشد، که در سال ۱۳۹۱ افتتاح گردید و عهده‌دار تامین و تبدیل اسیدسولفوریک ۹۳ درصد خروجی از واحد الکیلاسیون به اسیدسولفوریک ۹۸ درصد می‌باشد.^{۱۷} شکل (۱) موقعیت پالایشگاه نفت آبادان را نشان می‌دهد، که از شمال به کوی قدس، از جنوب به رودخانه الوند، از شرق به بلوار دهداری و از غرب نیز به خیابان پتروشیمی منتهی می‌شود.

در واحد احیای اسید، فرآیند ریکاوری اسیدسولفوریک در فاز ۳ پالایشگاه آبادان به نحوی است که ابتدا اسید سولفوریک ۹۳ درصد برگشتی از آلکیلاسیون و گوگرد مذاب شده توسط بخار در حوضچه مذاب را در کوره (H-1601) تا دمای ۱۰۶۵ درجه سانتی‌گراد می‌سوزانند تا SO₂ تشکیل شود سپس محصولات حاصله از احتراق از خروجی کوره به بویلر (B-1601) وارد شده تا دمای ۳۷۵ درجه سانتی‌گراد خنک شود پس از آن وارد اسکرابر (V-1601) جهت تمیز و خنک کردن گاز SO₂ از محصولات دیگر نظیر آب شود.

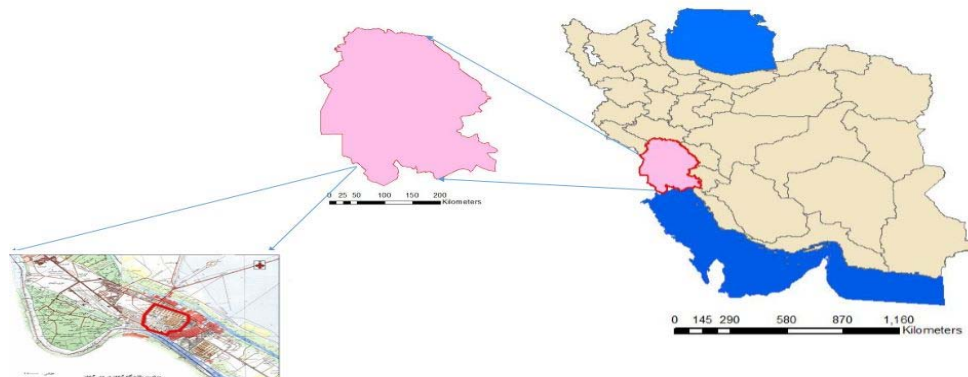
واحدهای افزایش تولید پالایشگاه در فاز سوم و تنها واحد احیای اسید در سطح کشور و خاورمیانه می‌باشد.^{۱۴} در نتیجه فرآیند احیای اسید در واحد اسید شرکت پالایش نفت آبادان همانند سایر محیط‌های صنعتی به دلیل ماهیت و نوع فعالیت‌ها با مخاطرات مختلفی از نظر ایمنی و بهداشت همراه می‌باشد، در نتیجه امکان آسیب به انسان، تجهیزات در صورت وقوع حادثه، وجود دارد. از این‌رو، مطالعه حاضر در زمینه ارزیابی و مدیریت خطر ایمنی و بهداشتی جهت شناسایی مخاطرات احتمالی، تخمین میزان خطر و کنترل و کاهش سطح خطر و در راستای حفظ سلامت کارکنان، تجهیزات و سرمایه به روش William Fine در سال ۱۳۹۵ به انجام رسید.

روش تحقیق

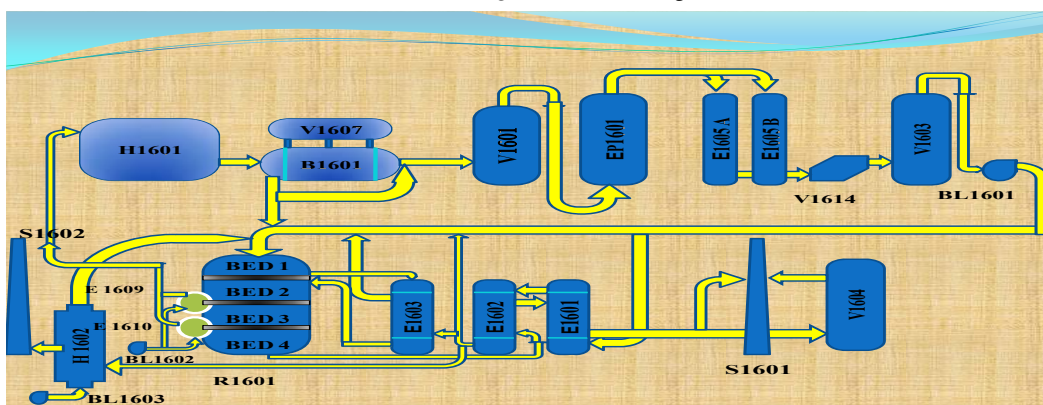
منطقه مورد مطالعه

شهرستان آبادان، در ۱۱۰ کیلومتری اهواز در دهانه ورودی خلیج فارس قرار دارد. این شهر بین ۳۰ درجه و ۲۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه طول شرقی قرار گرفته است.^{۱۵} این شهرستان از جانب شمال به شهرستان‌های شادگان و خرمشهر از شرق به شهرستان بندر ماهشهر و رودخانه بهمین‌شیر، از جنوب به خلیج فارس و از غرب به مرز ایران و عراق و اروندرود محدود است (شکل ۲). آبادان با وجود پالایشگاه نفت، کارخانه پتروشیمی و با

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان به روش ویلیامفاین



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: فرایند واحد اسید در یک نگاه^{۱۹}

کانالیست‌های موجود در چهار بستر راکتور که از جنس پتتا اکسید وانادیوم (V_2O_5) هستند واکنش داده و تبدیل به گاز SO_3 می‌گردد. پس از آن گاز SO_3 وارد برج جذب شده (Absorption Tower V-1604) که در این برج با اسید ۹۳٪ موجود در برج واکنش داده و تبدیل به اسید ۹۹/۵٪ می‌گردد که این اسید با آب مقطر رقیق شده و غلظت آن به ۹۸٪ می‌رسد که همان محصول واحد است و این اسید بوسیله پمپ به مخازن ذخیره‌سازی ارسال می‌گردد^{۱۸}. شکل ۲.

تکنیک ویلیامفاین از جمله روش‌های منعطف ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی، بهداشتی و اقتصادی ناشی از فعالیت واحد صنعتی شناخته می‌شود که در سامانه مدیریت بهداشت

پس از اسکرابر وارد (EP-1601) (ELCTROSTATIC OR ACID MIST-PRESPETAT) شده با ارتعاشات و یونیزاسیون ایجاد شده توسط المنت‌های الکتریکی که با ولتاژ ۷۰ کیلو ولت، آب باقی‌مانده همراه گاز SO_2 جدا شده و گاز SO_2 پس از خنک شدن در مبدل‌ها وارد برج خشک‌کن (V-1603) شده و پس از آن وارد دمنده می‌شود (ضمناً گردش گاز از بویلر تا دمنده تحت مکش خود دمنده (BL-1601) بوده است به عبارتی فشار واحد تا ورودی دمنده منفی می‌باشد) پس از عبور از دمنده وارد سه مبدل حرارتی شده (تبادل حرارت با SO_3 خروجی از راکتور) و دمای آن افزایش یافته و وارد راکتور (R-1601) می‌شود، بعد از آن گاز SO_2 با

سلمان حافظی و همکاران

مرحله سوم: در این مرحله ریسک‌های بهداشتی و ایمنی موجود در واحد احیای اسید شناسایی شد. مرحله چهارم: برای امتیازدهی به ریسک‌های شناسایی شده در واحد احیای اسید باید رتبه‌بندی شدت اثر (جدول ۱)، رتبه‌بندی احتمال وقوع (جدول ۲) و رتبه‌بندی مواجهه/ تماس (جدول ۳) صورت گرفت. هر کدام از عوامل، با توجه به شرایط موجود بر اساس جداول پیشنهادی ویلیام‌فاین توسط کارشناسان مربوطه نمره داده شدند^{۲۱}.

مرحله پنجم: سپس از حاصل ضرب سه فاکتور احتمال وقوع، مواجهه/ تماس و شدت اثر ضریب ریسک به‌دست می‌آید (رابطه ۱)^{۲۱}.

رابطه (۱) مواجهه/تماس × احتمال وقوع × شدت = ضریب ریسک در نهایت با استفاده از نمره‌ی ریسک حاصله اقدامات کنترلی تعیین گردید (جدول ۴).

و ایمنی از جمله روش‌های متواتر به حساب می‌آید^{۱۱}. از این روش برای تصمیم‌گیری درباره ضرورت و موجه بودن هزینه‌های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای به موقع برنامه‌های کنترل خطرات استفاده می‌شود^{۲۰}. به‌منظور ارزیابی ریسک به وسیله‌ی این تکنیک، مراحل زیر صورت گرفت.

مرحله اول: در ابتدا به وسیله‌ی بازدیدهای میدانی، محیط مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین برای آشنایی با فرآیند و تجهیزات مورد استفاده در واحد احیاء اسید با کارشناسان فرآیند احیای اسید، کارشناس بخش ایمنی و برخی از پرسنل فعال در بخش‌های مختلف واحد صحبت و مشاوره شد و اطلاعات مذکور جمع‌آوری گردید.

مرحله دوم: پس از بررسی و شناسایی موارد فوق، مطالعاتی در مورد صنعت احیای اسید، سابقه کار واحد و سوابق گذشته موارد حوادث پیش آمده در این واحد صورت گرفت.

جدول ۱: میزان مواجهه ۲۲-۳۳

نرخ	۱۰	۶	۳	۲	۱
طبقه‌بندی	بطور مداوم (چند بار در روز)	بطور مکرر (یکبار در روز)	گاه به گاه (یکبار در هفته یا ماه)	یکبار در سال	بندرت (ممکن است در طول عمر سیستم رخ دهد)

جدول ۲: شدت پیامد ۱۲-۲۱

نرخ	طبقه‌بندی
۱۰۰	مرگ و میر متعدد- توقف طولانی فعالیت - فاجعه بار
۵۰	چندین مورد مرگ و میر- خسارت بین ۴۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ دلار
۲۵	مرگ و میر، خسارت بین ۱۰۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ دلار
۱۵	جراحات شدید (قطع عضو- ناتوانی دائمی) خسارت بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ دلار
۵	جراحات متوسط- خسارات تا ۱۰۰۰ دلار
۱	جراحات و خسارات اندک

جدول ۳: احتمال وقوع^{۱۲}

نرخ	طبقه‌بندی
۱۰	در صورت وقوع رویداد، خطر کاملاً مورد انتظار است.

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان به روش ویلیامفاین

کاملاً ممکن است - شانس وقوع آن ۵۰٪ است.	۶
یک تصادف و مورد غیر معمول خواهد بود.	۳
پس از چندین سال مواجهه رخ نمی دهد ولی بعضی از اوقات ممکن است به وقوع بپیوندد.	۰/۵
یک پیامد غیرمحمتمل است (اصلاً رخ نداده است).	۰/۱

جدول ۴: نمره ریسک و اقدامات کنترلی^{۲۲}

فعالیت های لازم	نرخ
اقدام فوری اصلاحی - توقف پروسه تا زمان کاهش خطر	۱۵۰۰-۲۰۰
نیاز به بررسی و توجه هر چه سریع تر است	۱۹۹-۹۰
خطر بایستی بدون تأخیر برطرف شود ولی وضعیت اضطراری نیست	۸۹-۰

جدول ۵: هزینه تخمینی برای فعالیت های اصلاحی (CF)

طبقه بندی	نرخ
بیشتر از ۵۰۰۰۰ دلار	۱۰
۵۰۰۰۰-۲۵۰۰۰ دلار	۶
۲۵۰۰۰-۱۰۰۰۰ دلار	۴
۱۰۰۰۰-۱۰۰۰ دلار	۳
۱۰۰۰-۱۰۰ دلار	۲
۲۵-۱۰۰ دلار	۱
زیر ۲۵ دلار	۰/۵

نمره ریسک، میزان هزینه های قابل قبول از رابطه ی (۲) محاسبه گردید.

$$J = \frac{R}{DF \times CF} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این فرمول R میزان هزینه قابل قبول، CF نمره ریسک، DC درجه تصحیح برای هر ریسک می باشد (جدول ۵ و ۶). چنانچه میزان $10 >$ باشد، هزینه های کنترلی برای ریسک های ایمنی و بهداشت قابل قبول بوده و اگر $10 <$ باشد این هزینه ها غیر قابل قبول خواهد بود^{۱۲-۲۲}.

جدول ۶: درجه تصحیح (مقداری که خطر کاهش می یابد) (DC)^{۲۴}

طبقه بندی	نرخ
به میزان ۱۰٪ خطر حذف می شود	۱
حداقل ۷۵٪ خطر حذف می شود	۲
۷۵-۵۰٪ خطر حذف می شود	۳
۵۰-۲۵٪ خطر حذف می شود	۴
کمتر از ۲۵٪ خطر حذف می شود	۶

از آن جایی که روش ویلیامفاین، یکی از روش های بررسی ریسک و مدیریت آن می باشد و از آن برای تصمیم گیری درباره ضرورت و موجه بودن هزینه های حذف خطر و همچنین لزوم اجرای هرچه سریع تر برنامه های کنترل خطرات استفاده می شود. بدین منظور در مرحله آخر پس از مشخص شدن

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده دو ریسک بازدید و بررسی حوضچه SU-1603 و استنشاق گازهای خنثی سازی و مشکلات تنفسی که مربوط به بخش فرآیند حوضچه

متوسط قرار دارند که برای ریسک‌های متوسط راهکارهای کنترلی پیشنهاد گردید (جدول ۷).

همچنین با توجه به شکل (۴) ۶۷٪ ریسک‌ها در سطح ریسک‌پذیری پایینی قرار دارند و ۳۳٪ از ریسک‌ها در سطح بحرانی و متوسط قرار دارند، که RPN‌های ثانویه تمامی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی سطح متوسط و بحرانی پس از ارائه راهکار و اقدامات کنترلی در وضعیت نرمال و طبیعی قرار گرفتند.

خنثی‌سازی آب‌کولینگ و گوگرد می‌باشد و ریسک عملیات تخلیه تانکر حمل اسید به مخازن و احتمال نشتی اسید و سوختگی نفرات که در بخش فرآیند مسیر خوراک است، جز ریسک‌های اضطراری می‌باشد (جدول ۸). در بخش فرآیند-های ورودی‌های کوره، مسیر گردش اسید ضعیف به کوره، تولید بخار، مسیر شستشوی گاز با اسید ضعیف، فرآیند آب‌گیری از گازهای اسید غلیظ (۹۳٪) و خشک کن گاز و هوا، مسیر پیش‌گرم کن خوراک راکتور، مسیر گردشی و تولید اسید ۹۸٪، مسیر راه‌اندازی اولیه کوره H-1602 و مسیر خروجی اسید ۹۸٪ محصول تمامی ریسک‌ها در سطح پایین و

جدول ۷: شناسایی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی شغلی واحد احیاء اسید در وضعیت خطر طبیعی

وضعیت خطر	RPN1				پیامد	شرح خطر	وضعیت خطر	RPN1				پیامد	شرح خطر
	R	P	E	C				R	P	E	C		
طبیعی	۲/۵	۰/۵	۱	۵	شکستگی	بازدید و بررسی کوره H-1601 و سقوط از ارتفاع	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بازرسی از مخازن ذخیره‌سازی و سقوط از ارتفاع
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی کمپرسور C-1601 و برق گرفتگی	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بازرسی از پمپ‌های ارسال و برق-گرفتگی
طبیعی	۷/۵	۰/۵	۳	۵	آسیب شغلی	بازدید و بررسی کمپرسور C-1601 و ارتعاش	طبیعی	۳۰	۳	۲	۵	مشکلات تنفسی	بازدید و بازرسی از پمپ گوگردی نشتی گوگرد مذاب
طبیعی	۲۵	۰/۵	۱	۵۰	خسارت مالی	بازدید و بررسی کوره H-1601 و نشتی گاز و انفجار	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بازرسی از پمپ P-1610 و برق-گرفتگی
طبیعی	۳۰	۳	۲	۵	سوختگی	مسیر اسید میکسر ME-1602 و نشتی بخار	طبیعی	۳۰	۳	۲	۵	مشکلات تنفسی	مسیر اسید میکسر ME-1602 و نشتی اسید
طبیعی	۴۵	۳	۳	۵	مشکلات تنفسی	نمونه‌گیری گاز احتراق و استنشاق گاز	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی کوره H-1601 و نشتی گاز انفجار
طبیعی	۵	۰/۵	۲	۵	شکستگی	بازدید و بازرسی ظرف V-1611 و سقوط از ارتفاع	طبیعی	۳۰	۳	۲	۵	سوختگی	بازدید و بررسی کوره H-1601 و تماس بدن با سطح داغ
طبیعی	۴۵	۳	۳	۵	مشکلات	بازدید و بازرسی پمپ	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بازرسی پمپ

سلمان حافظی و همکاران

					میر	BL-1601 و برق گرفتگی					V-1614 و نشستی و استنشاق گاز مرگ و میر		
طبیعی	۱۵	۰/۵	۶	۵	آسیب شغلی	بازدید و بررسی دمنده BL-1601 و ارتعاش	طبیعی	۳۰	۳	۲	۵	سوختگی	بازدید و بررسی ظرف V-1614 و نشستی اسید
طبیعی	۲۵	۰/۵	۲	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی پمپ P-1602 و برق- گرفتگی	طبیعی	۳۷/۵	۰/۵	۳	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی دمنده BL-1601 و استنشاق گاز و
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی کوره H-1602 و سقوط از ارتفاع	طبیعی	۴۵	۳	۳	۵	سوختگی	نمونه‌گیری از ظرف V-1608 و پاشش اسید
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	آسیب به تجهیزات	بازدید و بررسی کوره H-1602 و نشستی گاز انفجار	طبیعی	۳۷/۵	۰/۵	۳	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی مبدل- های E-1601-1602- 1603 و نشستی و استنشاق گاز
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی کوره H-1602 و نشستی گاز انفجار	طبیعی	۲/۵	۰/۵	۱	۵	شکستگی	بازدید و بررسی مبدل- های E-1601-1602- 1603 و سقوط از ارتفاع
طبیعی	۱۵	۰/۵	۶	۵	کری شغلی	بازدید و بررسی کوره H-1602 و آلودگی صوتی	طبیعی	۲/۵	۰/۵	۱	۵	شکستگی	بازدید و بررسی راکتور R-1601 و سقوط از ارتفاع
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی دمنده هوا BL-1603 و برق گرفتگی	طبیعی	۷۵	۳	۱	۲۵	مشکلات تنفسی	بازدید و بررسی راکتور R-1601 و نشستی و استنشاق گاز
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی دودکش S-1603 و سقوط از ارتفاع	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی دمنده BI-1602 و برق گرفتگی
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی پمپ‌های P-1612 و A/B- P-1607- 1605 و برق گرفتگی	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی ظروف V-1604-1610 و سقوط از ارتفاع
طبیعی	۷/۵	۰/۵	۱	۱۵	شکستگی	بازدید و بررسی مخازن TK-1602 A, B, C و سقوط از ارتفاع	طبیعی	۴۵	۳	۳	۵	مشکلات تنفسی	بازدید و بررسی ظروف V-1604-1610 و نشستی و استنشاق گاز
طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی پمپ P-1611 و برق گرفتگی	طبیعی	۱۲/۵	۰/۵	۱	۲۵	مرگ و میر	بازدید و بررسی پمپ P-1608 و برق گرفتگی
طبیعی	۷/۵	۰/۵	۱	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی	طبیعی	۵	۰/۵	۲	۵	آسیب	بازدید و بررسی

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان به روش ویلیامفاین

حوضچه SU-1602 و سقوط در حوضچه آبی	غیر عمده	۲۵	۱	۰/۵	۱۲/۵	طبیعی	حوضچه SU-1601 و سقوط در حوضچه گوگرد مذاب تخلیه گوگرد در آسیب- های	۵	۳	۰/۵	۷/۵	طبیعی	بازدید و بررسی پمپ P-1610 و برق گرفتگی
تخلیه کاستیک در حوضچه SU-1603 و وضعیت نامطوب بدن	آسیب‌های ارگونومی	۵	۳	۰/۵	۷/۵	طبیعی	وضعیت نامطوب بدن ارگونومی	۵	۳	۰/۵	۷/۵	طبیعی	وضعیت نامطوب بدن

جدول ۸: شناسایی ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی واحد احیاء اسید در وضعیت خطر غیر طبیعی و اضطراری

شرح خطر	پیامد	RPN1				وضعیت خطر	راهکار	RPN2				توجه- پذیری دارد	
		R	P	E	C			R	P	E	C		
بازدید و بازرسی از مخازن ذخیره- سازی و نشست اسید از مخزن	سوختگی	۱۵	۲	۳	۹۰	غیر طبیعی	انجام بازرسی‌های فنی منظم و روتین	۱۵	۱	۳	۴۵	۵/۰۰۰	√
بازدید و بازرسی از پمپ‌های ارسال و نشتی اسید	سوختگی	۱۵	۳	۳	۱۳۵	غیر طبیعی	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات پمپ‌ها	۱۵	۲	۰/۵	۱۵	۱۰۰/۰۰۰	√
بازدید و بازرسی از پمپ‌های ارسال و استنشاق بخارات اسید	مشکلات تنفسی	۵	۳	۶	۹۰	غیر طبیعی	استفاده از ماسک- های ضد بخارات اسیدی	۱	۳	۶	۱۸	۵۰/۰۰۰	√
مسیر اسید از مخازن به واحد (اتصالات) و نشتی اسید	سوختگی	۱۵	۲	۳	۹۰	غیر طبیعی	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات	۱۵	۲	۰/۵	۱۵	۱۰۰/۰۰۰	√
عملیات تخلیه تانکر حمل اسید به مخازن و نشتی اسید	سوختگی	۱۵	۳	۶	۲۷۰	اضطراری	بکار بردن دقیق دستورالعمل تخلیه و بارگیری	۵	۳	۳	۴۵	۲۶/۰۰۰	√
بازدید و بررسی کمپرسور C-	کوری شغلی	۵	۳	۶	۹۰	غیر طبیعی	نصب اتاقک عایق در برابر صدا برای	۱	۲	۳	۶	۵۰۰۰/۰۰۰	√

سلمان حافظی و همکاران

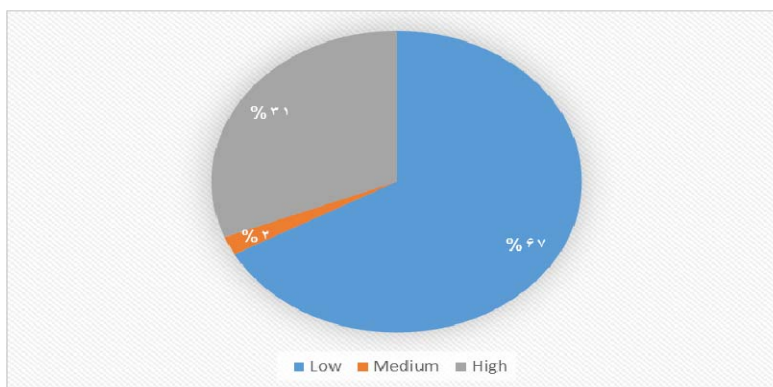
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	مسیر اسید میکسر ME-1602 و نشتی اسید
✓	۱۴/۵	۵۰۰۰/۰۰۰	۶	۳	۲	۱	نصب اتاقک عایق در برابر صدا	غیرطبیعی	۱۵۰	۱۰	۳	۵	کوری شغلی	بازدید و بررسی کوره H-1601 و ایجاد صدای شدید و آلودگی صوتی
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات پمپ ها	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بازرسی پمپ P-1603 و نشتی اسید
✓	۱۳	۵۰۰/۰۰۰	۲/۵	۰/۵	۱	۵	تعیینه باکس مخصوص نمونه گیری اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	نمونه‌گیری اسید و پاشش اسید
✓	۱۴/۵	۵۰۰۰/۰۰۰	۶	۳	۲	۱	نصب اتاقک عایق در برابر صدا	غیرطبیعی	۱۵۰	۱۰	۳	۵	آسیب شنوایی	بازدید و بررسی بویلر B-1601 و صدای شدید
✓	۱۵	۵/۰۰۰	۷/۵	۰/۵	۱	۱۵	انجام بازرسی های فنی منظم و روتین	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی مبدل E-1604 و نشتی اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات پمپ	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی پمپ‌های P-1606 و A/B نشتی اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید بر روی اتصالات پمپ	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی پمپ P-1601 و نشتی اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی مبدل E-1606 و نشتی اسید
✓	۱۴/۵	۵۰۰۰/۰۰۰	۶	۳	۲	۱	نصب اتاقک عایق در برابر صدا	غیرطبیعی	۱۵۰	۱۰	۳	۵	کوری شغلی	بازدید و بررسی دمنده BL-1601 و آلودگی صوتی

ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشت واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان به روش ویلیامفاین

✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی ظروف V-1604-1610 و نشستی اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی مدل‌های E-1607-1608 و نشستی اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی پمپ P-1602 و نشستی اسید
✓	۱۳	۵۰۰/۰۰۰	۲/۵	۰/۵	۱	۵	تعییه باکس مخصوص نمونه گیری اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	نمونه‌گیری از ظرف V-1609 و پاشش اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی پمپ‌های P-1607-1605-1612 A/B و نشستی اسید
✓	۱۵	۵۰۰/۰۰۰	۹	۳	۳	۱	استفاده از ماسک- های ضد بخارات اسیدی	غیرطبیعی	۹۰	۳	۶	۵	مشکلات تنفسی	بازدید و بررسی پمپ‌های P-1607-1605-1612 A/B و استنشاق اسید
✓	۱۲/۵	۱۰۰/۰۰۰	۱۵	۰/۵	۲	۱۵	استفاده از کاورهای پلاستیکی ضد اسید	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی شدید	بازدید و بررسی مخازن K-1602 A, B, C و نشستی اسید
✓	۱۵	۵۰۰/۰۰۰	۹	۳	۳	۱	استفاده از ماسک- های ضد بخارات اسیدی	غیرطبیعی	۹۰	۳	۶	۵	مشکلات تنفسی	بازدید و بررسی مخازن TK-1602 A, B, C و استنشاق اسید
✓	۱۵	۵۰۰۰/۰۰۰	۷/۵	۰/۵	۱	۱۵	استفاده از حفاظ و نصب علائم هشدار دهنده	غیرطبیعی	۹۰	۳	۲	۱۵	سوختگی	بازدید و بررسی حوضچه SU-1603 و سقوط در حوضچه اسیدی و سوختگی

سلمان حافظی و همکاران

√	بازدید و بررسی حوضچه -SU 1603 و استنشاق گازهای خنثی- سازی	مشکلات تنفسی	۵	۶	۱۰	۳۰۰	اضطراری	۵ ۲ ۳ ۳۰	نصب شاوور و اسپری نازل‌های آب و بخار اطراف حوضچه جهت فرو نشست بخارات اسیدی	۱۶/۵	۵۰۰۰/۰۰۰
√	تخلیه گوگرد در حوضچه -SU 1601 و استنشاق ذرات گوگرد	مشکلات تنفسی	۵	۳	۶	۹۰	غیرطبیعی	۵ ۲ ۳ ۳۰	نصب درپوش برای حوضچه گوگردی	۱۶	۱۵/۰۰۰/۰۰۰



شکل ۴: درصد فراوانی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی واحد احیاء اسید

بحث

این پژوهش با هدف ارزیابی و مدیریت خطر ایمنی و بهداشتی جهت شناسایی مخاطرات احتمالی، تخمین میزان خطر و کنترل و کاهش سطح خطر و در راستای حفظ سلامت کارکنان، تجهیزات و سرمایه به‌روش William Fine به انجام رسید. کارایی این روش توسط جوزی و همکاران (۱۳۹۳)^{۲۴}، جعفری و رعاضی طبری (۱۳۸۹)^{۲۵}، Omidvari و Meknatjoo (۲۰۱۵)^{۲۶} در صنایع مختلف به اثبات رسیده است. به‌طور کلی در این پژوهش تعداد ۱۰۰ ریسک ایمنی و بهداشتی شناسایی گردید که تعداد ۲٪ ریسک اضطراری، ۳۱٪ در سطح متوسط و ۶۷٪ در کم‌ترین سطح ریسک را به‌خود اختصاص داده‌اند.

از آن‌جا که بیشتر مواد مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع وابسته دارای ماهیت خطرناک (قابل اشتعال، قابل انفجار، سمی، رادیو اکتیو، اکسیدکننده) هستند، ذخیره‌سازی، حمل و نقل و استفاده از این مواد نیاز به برنامه‌ریزی ویژه دارد. در این پژوهش عملیات تخلیه تانکر حمل اسید به مخازن و نشستی اسید که سبب سوختگی می‌شود با نمره ریسک ۲۷۰ در سطح بحرانی قرار دارد. این ریسک بیشتر به علت خطاهای انسانی و رعایت نکردن دستورالعمل‌های HSE در مورد تخلیه‌ی مواد خطرناک توسط انسان اتفاق می‌افتد که با بکار بردن دقیق دستورالعمل تخلیه و بارگیری میزان ریسک به سطح طبیعی بر می‌گردد. حوضچه SU-1603 یک حوضچه خنثی‌سازی اسید

با عنایت به اینکه صنایع نفت و گاز و پالایشگاه‌ها به صورت یک صنعت استراتژیک برای کشورمان درآمده است لذا توجهات در این صنعت به نیروهای انسانی و محیط‌زیست کمتر از توجه به خود صنعت می‌باشد و در بسیاری از موارد این صنعت از صرف یکسری هزینه‌ها برای بهبود وضعیت نیروهای انسانی و محیط‌زیست سرباز می‌زند. از آن‌جا که در دنیا صنایع نفت و گاز جز صنایع با ارزش افزوده بالا می‌باشد که هزینه کردن در آن باید با دستی باز برای حفظ نیروی انسانی و محیط‌زیست صورت گیرد لیکن در برخی موارد مشاهده شد که کوتاهی‌هایی در این‌باره صورت گرفته است. با توجه به تمامی نکات ذکر شده واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان جزء واحدهای با میانگین خطر متوسط شناسایی شده است. از مهم‌ترین علت‌های بالا بودن متوسط عدد ریسک در این واحد می‌توان به خوردگی و فرسودگی برخی تجهیزات واحد به علت وجود اسیدسولفوریک و عدم استفاده از تجهیزات و ادوات با متریال مناسب و با مقاومت بالا در برابر خوردندگی اسید به علت وجود تحریم‌های اقتصادی و سایر موانع و مشکلات می‌باشد. از دیگر علت‌های افزایش ریسک واحد فوق می‌توان به خواص اسیدسولفوریک به‌عنوان یک اسید بسیار قوی اشاره کرد که دارای اثرات بهداشتی و زیست‌محیطی مضر زیادی می‌باشد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که در کلیه بخش‌های این واحد آموزش پرسنل به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین نکات برای کاهش یا حذف ریسک‌های ایمنی و بهداشت شغلی موجود می‌باشد. شایان ذکر است در دوره زمانی انجام تحقیق فوق و انتقال نتایج به مسولین واحد حوادث رخ داده در واحد فوق به طرز محسوسی کاهش یافت. با توجه به وضعیت صنعت مورد مطالعه، توجه به روش‌های مدیریتی ریسک به‌ویژه آموزش پرسنل در بخش‌های مختلف، تشکیل تیم بررسی حادثه و آنالیز علمی حوادث و شبه حوادث، نقش مهمی در کاهش ریسک کلی سیستم خواهد داشت. در نتیجه پیشنهاد می‌شود

می‌باشد، که پساب‌های اسیدی و اسیدهای مازاد واحد احیای اسید در آن جمع می‌گردند. سپس به وسیله کاستیک این اسیدها خنثی می‌شوند، این واکنش با بخارات سمی و گرمای بسیار زیادی همراه است، که آسیب‌های فراوانی برای کارکنان این بخش از لحاظ ایمنی و بهداشتی دارد، در نتیجه بازدید و بررسی حوضچه SU-1603 و استنشاق گازهای خنثی‌سازی و مشکلات تنفسی که به‌وجود می‌آید یکی از ریسک‌های بالقوه می‌باشد که در صورت نداشتن تمهیدات لازم به ریسک بلافاصله تبدیل می‌شود و آسیب‌های مالی و انسانی بسیار زیادی به پالایشگاه‌ها وارد می‌کند. با توجه به خطرات این بخش ریسک بازدید و بررسی حوضچه SU-1603 و استنشاق گازهای خنثی‌سازی و مشکلات تنفسی با نمره ۳۰۰RPN در سطح اضطرابی قرار گرفته است. در نتیجه با توجه به احتمال زیاد وقوع، شدت اثر، قرار گرفتن در معرض و در نتیجه بالا بودن خطر، ضروری است توجه خاصی به جلوگیری از وقوع خطر و پیش‌بینی امکانات لازم صورت گیرد. بنابراین نصب شناور و اسپری نازل‌های آب و بخار اطراف حوضچه جهت فرو نشستن بخارات اسیدی از اقدامات فوری اصلاحی هستند که بعد از در نظر گرفتن این عامل نمره عدد ریسک‌پذیری به ۳۰ می‌رسد که نشان‌دهنده کارآمد بودن این روش اصلاحی است که توجیه اقتصادی نیز دارد.

همچنین ریسک‌های بازدید و بررسی مبدل‌های E-1601-1602-1603، بازدید و بررسی راکتور R-1601، بازدید و بررسی مبدل E-1606 و بازدید و بررسی بویلر B-1601 که سبب سقوط از ارتفاع و شکستگی می‌شود با نمره ریسک ۲/۵ کمترین میزان ریسک را به خود اختصاص داده‌اند زیرا که در پالایشگاه آبادان تمهیدات بسیار سخت‌گیرانه‌ای برای این امر وجود دارد که کارکنان را ملزم به رعایت دستورات و نکات ایمنی در خصوص کار در ارتفاعات می‌کند.

نتیجه‌گیری

خاص واحد و وجود اسید با خاصیت خورندگی بالا جهت کاهش ریسک‌های موجود پیشنهاد می‌گردد. ✓
 بکارگیری سیستم‌های هشداردهنده که اثربخشی این سیستم‌ها در بسیاری از مواقع تا حد زیادی به جلوگیری از وقوع حوادث و یا کاهش اثرات منفی آنها کمک می‌نماید. ✓
 تعبیه دوش‌های اضطراری جهت شستشوی سریع محل سوختگی با اسید در نقاط مختلف واحد مطابق با استانداردهای موجود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری پرسنل محترم واحد احیای اسید شرکت پالایش نفت آبادان تشکر و قدردانی می‌نماییم.

که برای کاهش ریسک اهداف و خط مشی‌های ایمنی، بهداشت باید به صورت شفاف برای مدیران ارشد تشریح شده تا باعث افزایش فرهنگ و دانش ایمنی و بهداشت در بین مدیران و در پی آن در میان پرسنل گردد. ✓
 نظارت دقیق بر اجرای دستورالعمل‌های ایمنی و بهداشت شغلی و سخت‌گیری توسط مسئولین این بخش‌ها. ✓
 به علت بالا بودن ریسک سوختگی با اسید همچنین احتمال بالای ریسک استنشاق بخارات و گازهای اسیدی پیشنهاد می‌گردد نفرات از وسایل استحضاطی از جمله البسه ضد اسید و ماسک‌های تنفسی ضد بخارات اسیدی استفاده نمایند. ✓
 انجام بازرسی‌های فنی از ادوات در دوره‌های منظم و نزدیک به هم از نظر زمانی از واحد فوق نیز به علت شرایط

References

- Ezejiolor T.I.N, Iwuala O.E, Nwigwe H.C. Risk assessment: Prevalent Occupational Hazards in Nigerian petroleum oil refining and distribution industry. J. Med. Invest. Pract. 2012; 8:24-829.
- Li H, Dong K, Jiang H, Sun R, Guo X, Fan Y. Risk Assessment of China's Overseas Oil Refining Investment Using a Fuzzy-Grey Comprehensive Evaluation Method. Sustainability 2017; 9: 1-18.
- Osabutey D, Obro- Adibo G, Agbodohu W, Kumi P. Analysis of Risk Management Practices in the Oil and Gas Industry in Ghana. Case Study of Tema Oil Refinery (Tor), Eur. J. Bus. Manage. 2013; 5 (29): 139-149.
- Navaie aznave Z, Omidvari M. Safety Risk assessment in Motor vehicle industries by using William fine and ANP-DEMATEL. Iran. Occuo. Health. J. 2017; 14 (1): 57-70 [in Persian].
- Abbaspour M, Nasiri P, Dana T, Totonchean S. HSE risk assessment and hazard identification in projects of oil and gas industries from construction to production (Case Study: Petro Pars Ltd). J. Environ. Sci. Technol. 2006; 11 (3): 1-13 [in Persian].
- Ezejiolor T. Risk Assessment: Re-appraisals for Potential Hazards in the Operational Environment and Facilities of Petroleum Refining and Distribution Industry in Nigeria - Research and Review. Occup. Med. Health. Affa. 2014; 2:187.
- Meknatjoo M, Omidvari M. Safety Risk Assessment by using William -Fine method with Compilation Fuzzy DEMATEL in Machining Process. Iran. Occuo. Health. J. 2015; 12 (5): 31-42 [in Persian].
- Jozi S.A, Mirsalimi S.M. Environmental risk management of Madkansar Iron Ore Mine in Khorambid County using EFMEA and William Fine integrated approach. J. Manage. Syst. 2016; 1 (1): 19-27 [in Persian].
- Ebrahimi M.H, Raei M. Conducting Risk assessment by William-Fine method in one of Kermanshah tile factory in 2014, J. Curr. Res. Sci. 2016; 1: 8-13 [in Persian].
- Halvani G, Ehrampoush M H, Ghaneian M T, Dehghani A, Hesami Arani M. Applying Job Hazard Analysis and William Fine Methods on risks Identification and assessment of Jobs in Hot Rolling Steel, Iran. J. Mazandaran. Univ. Med. Sci. 2017; 26 (145): 293-303[in Persian].
- Pirsaheb M, Yarmohammadi H, Rostami R, Sohrabi Y. The Evaluation of Safety, Health, and Environmental Risks in Waste Unit of Imam Reza Hospital in Kermanshah Based on William Fines Method, Int. J. Pharm. Technol. 2016; 8 (1): 10910-10917 [in Persian].
- Jozi S.A, Ka'bzadeh Sh, Iran-Zakhai M. Safety, Health & Environmental Risk Assessment and Management of Ahwaz Pipe Manufacturing Company via William Fine Method. J. Ilam. Univ. Med. Sci. 2010; 18 (1): 1-8 [in Persian].
- Ghale S, Khosravi M, Shalhaf M, Taghavi L. Health Safety and Environmental Risk Management cement

- plants. First International Conference of environmental crisis and its solutions, Kish Island, Science and Research Branch 2013: Islamic Azad University, Ahvaz, Iran: 1-9 [in Persian].
14. Samimi S, Yousefi H, Jafarzadeh N. Assessment and management of environmental risks Activities of an oil complex in Abadan Refinery. Proceedings of the 2nd National Conference on Environmental Researches in Iran, Hamedan, Shahid Mofateh University: 1-16 [in Persian].
 15. Hataminzhad H. Demographic changes in Khuzestan. J. Sci. J. 2006; 1: 119-122 [in Persian].
 16. www.arvandfreezone.com.
 17. Nikeghbali sisakht N, Sekhavatjo M.S, Roozbehani B, Dadolahi A. Minimization of Air Pollutants Emission from FCCU by Scrubber in Abadan Oil Refinery, Farayandno 2014; 9 (46): 79-95 [in Persian].
 18. Werner W, James R.W. The Manufacture of Sulfuric Acid. New York, Reinhold pub 1995: 1- 515.
 19. Abadan Oil Refinery Engineering Department, 2011 [in Persian].
 20. Jafari Nodoushan R, Kakaie Z, Rezaei H, Khodarahmi F, Kakaie H.A, Hajian N. Risk Assessment of Ilam Gas Refinery Based on William Fine Method in 2012. J. Commun. Health. Res. 2014; 3(1): 49-58 [in Persian].
 21. Habibi A, Alizadeh M. Industrail Safety, 4th ed. Fanavaran publisher, Iran, Tehran, 2011:115-118 [in Persian].
 22. Habibi A. Applied Safety and Performance Indicators in Industry. Second Edition, Tehran: Fanavaran Publishing House 2007: 1-385 [in Persian].
 23. Pirsahab M, Zinatizade A.A, Asadi F, Pourhaghighat S, Mohamadi A sharafi K. Assessment and risk, safety, health and environmental management of on shore drilling machines of National Iranian Drilling Company with the method of William Fine. Tech. J. Eng. Appl. Sci. 2015; 5 (3): 127-132 [in Persian].
 24. Jozi A, Jafardzadehaghhighifard N, Afzali behbahani N. Identify and Assess Environmental Risks Posed by High – Voltage Power Transmission Lines in Urban areas. J. Ilam. Univ. Med. Sci. 2014; 22 (2): 82-92[in Persian].
 25. Jafari A.R, Razi Tabari H.R. Case study of risk assessment by William Fein in Power Plants of Abadan Oil Refining Company. The First International Conference on Inspection and Safety in Oil and Energy Industries 2010; Tehran, Iran. - Kimia Energy Conservatives; 1-8 [Persian].
 26. Meknatjoo, M, Omidvari, M, 2015, Safety Risk Assessment by using William –Fine method with Compilation Fuzzy DEMATEL in Machining Process, Iran. Occuo. Health. J. Volume 12, Number 5, pp 31-42. [in Persian].