ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

شماره مجوز مجله:۸۰۴۰۰ زمان پذیرش نهایی:۱۴۰۰/۰۶/۲۲

ارزیابی ریسک واحد میعانات گازی به روش ET&BA ؛ مطالعه موردی پالایشگاه گاز پارسیان

سمیرا رضازاده رودباری[۱]، آنوش سادات امینی نسب[۲]

۱- **دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مهندسی بهداشت، ایمنی و محیط زیست، موسسه آموزش عالی مهر اروند**

۲- **استادیار، گروه آموزشی مهندسی بهداشت، ایمنی و محیط زیست، موسسه آموزش عالی مهر اروند**

Email: anoosh@

چکیده

ارزیابی ریسک به روشETBA ، روشی است که بر پایه اصول پایش مدیریتی و درخت ریسک (MORT) بنا نهاده شده است، که یک رویداد را به صورت جریان ناخواسته ی انرژی تعریف می کند. یک حادثه زمانی به وقوع می پیوندد که یک جریان ناخواسته انرژی تولید شود و به دلیل عدم حفاظ کافی در مسیر این انرژی ناخواسته به اهداف مختلفی برخورد نماید و باعث صدمه به افراد، محیط زیست، اعتبار سازمانی و ایجاد خسارت مالی گردد. بنابراین جریان ناخواسته انرژی باعث ایجاد یک رویداد شده و اگر نتایج این رویداد نامطلوب باشد، حادثه ایجاد می شود. به طور کلی از بین ۳۲ منبع انرژی شناسایی شده در واحد میعانات گازی پالایشگاه پارسیان ۶ ریسک در سطح غیر قابل قبول معدل ۱۸/۷۵درصد، ۱۸ریسک در سطح قابل قبول با تجدید نظر معادل۵۶/۲۵ درصد و تعداد ۸ ریسک در سطح قابل قبول معادل ۲۵ درصد ارزیابی شد که پس از اقدامات اصلاحی تعداد ریسک های غیر قابل قبول به تعداد صفر ریسک معادل صفر درصد ، ۱۱ریسک قابل قبول با تجدید نظر معادل ۳۴/۳۷درصد و۲۱ریسک قابل قبول بدون تجدید نظر معادل ۶۵/۶۳ درصد کاهش یافت. جهت حفظ برنامه توسعه پایدار و بهبود کیفیت ایمنی و همچنین تصمیمات مدیریتی پیشنهاد میشود اقدامات کنترلی پیشنهاد شده در واحد اجرا شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک، ردگیری انرژی و آنالیز موانع، ET&BA، پالایشگاه گاز پارسیان، واحد میعانات گازی

۱-مقدمه

بدون تردید حوادث شغلی تبدیل به یک مشکل بزرگ در محیط های کاری شده [1] و راه حل آن اتخاذ راهکارهای پیشگیرانه و تعریف و اجرای طرح و برنامه های کارآمد سلامت و ایمنی است [2]. در این راستا مطالعات شناسایی خطرات، ارزیابی و کنترل ریسک های ناشی از آنها (مدیریت ریسک) یکی از اصول و پایه های اساسی برای دستیابی به این هدف می باشد[3]. بدون تردید هر چه این بخش به صورت کار آمدتر و اثر بخش تر انجام شود به همان اندازه می توان در پیشگیری از حوادث موفق تر ظاهر شد[4]. ولی متاسفانه علیرغم پیاده سازی نظام مدیریت ریسک در بسیاری از واحدهای صنعتی متاسفانه همچنان شاهد وقوع حوادث شغلی متعدد می باشیم. این موضوع نشان می دهد در حال حاضر کارایی و اثر بخشی مطالعات مدیریت ریسک با چالشی جدی مواجه شده است. چرا که در

صورت شناسایی موثر خطرات و ارزیابی دقیق ریسک های ناشی از آنها و به تبع آن تعریف و اجرای طرح و برنامه های کنترلی مناسب انتظار بر این است که نرخ وقوع حوادث کاهش پیدا نماید. ولی در بسیاری از سازمانها در عمل این مهم محقق نمی شود [5]. یکی از علل مهم و عمده این موضوع عدم استفاده از تکنیک ها و روشهای مناسب در ارزیابی ریسک می باشد[6]. به طوریکه هرچند در اغلب سازمانها گاهاً با صرف هزینه های زیاد مطالعات متعددی در حوزه مدیریت ریسک ها در محیط های کاری صورت می گیرد ولی با توجه به عدم اثر بخشی مطالعات مذکور نرخ وقوع حوادث نه تنها کاهش پیدا نمی کند بلکه گاهی روند صعودی نیز به خود می گیرد [7]. برای آنالیز ایمنی سیستم ها تکنیک های بسیار زیادی معرفی شده است که هر کدام ازنقاط قوت و ضعف خاص خود برخوردار می باشند . [8]تکنیکهای موجود که تعداد آنها از عدد۷۰ تجاوز می کند را می توان از دیدگاههای مختلف طبقه بندی کرد [9]. برای مثال تعدادی از این تکنیکها کاربرد مدیریتی و تعدادی دیگر کاربرد مهندسی دارند هر چند که در اغلب آنها سیستم مورد مطالعه از هر دو دیدگاه یاد شده ارزیابی می گردد .هم چنین تکنیکها را می توان از نظرتناسب آنها از نظر چرخه عمر سیستم نیز تقسیم بندی کرد .برای مثال در حالیکه روشهای نظیرلیست مقدماتی خطر(PHL) یا آنالیز مقدماتی خطر(PHA) ابزاری مناسب برای ارزیابی سیستم در فازهای اولیه محسوب می شوند بکارگیری تکنیک آنالیز علل معمول(CCA) به دلیل نیاز اطلاعات جامع جهت تکمیل آن در فازهای ابتدائی قابل توصیه نخواهد بود .علاوه بر این انواعی ازتکنیکها از ماهیتی استقرائی و تعدادی دیگر از نوع قیاسی می باشند .برای مثال روش آنالیزدرخت رویداد(ETA) برای آنالیز از ساختار کل به جزء استفاده می کند در صورتیکه این ساختاردر روش حالات شکست و آنالیز اثرات(ET&BA) از نوع جزء به کل است .علاوه بر این روشهای نظیر آنالیز درخت خطا(FTA) امکان کمی سازی نتایج را فراهم می سازد ولی تکنیک های نظیر آنالیز خطرات خطا (FHA) از توانمندیهای یاد شده برخوردار نمی باشد. به دلیل صرف زمان و هزینه بالا جهت استفاده از روش های کمی، روش های ارزیابی ریسک کیفی بیشتر مورد توجه قرار میگیرند. در این مطالعه از روش ET&BA برای تجزیه و تحلیل موانع در برابر آزاد شدن ناخواسته ی انرژی در واحد میعانات گازی پالایشگاه گاز پارسیان استفاده شد.

۲-رویه اجرایی

روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع(ET&BA) یک روش تحلیلی برای شناسایی خطرات یک تجهیز است که با منابع انرژی خطرناک در ارتباط است [10]. روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع یک ابزار مفید جهت بررسی و ارزیابی موانع برای جلوگیری از رسیدن جریانهای ناخواسته (خطرناک) انرژی به اهداف (پرسنل، تجهیزات و محیط زیست) از طریق ارزیابی موانع جلوگیری از جریان انرژی خطرناک است [11].

یکی از مراحل اساسی در اجرای ET& BA تعیین یک چک لیست انرژی مناسب می باشد. به نوعی که شامل تمام انرژی های موجود در سیستم باشد [12]. جدول۱ چک لیست انرژی تهیه شده در این تحقیق را نشان می دهد.

جدول ۱: چک لیست انرژی

انرژی الکتریکی	انرژی گرمایی
جریانهای متداول الکتریکی	تابشی
انرژی الکتریکی ذخیره شده/ تخلیه ی الکتریکی	جابجایی
تابش های الکترو مغناطیسی/ پالس های RF	همرفتی
جریانات/ ولتاژهای القایی	سیکل گرمایی
کنترل کننده ولتاژها/ جریانات الکتریکی	تولید گرما
جرم/ جاذبه/ ارتفاع	**عوامل اتیوژیک(etiological)**
سقوط فرد از ارتفاع/ زمین خوردن فرد	ویروس

ریزش/ سقوط	باکتری
اشیاء معلق	قارچ
انرژی جنبشی/ چرخشی	انگل
چرخ ها/ چرخ دنده ها/ ماشین آلات چرخنده	**انرژی تابشی**
حرکت فن/ پره های ملخی	یونیزاسیون
فشار/ حجم/ حرکت جنبشی	غیر یونیزاسیون
افزایش فشار و ترکیدگی/ انفجار	**میدان های مغناطیسی**
افزایش خلاء	**اشیاء یا موجودات زنده**
ریزش مایعات/ حالت شناوری/ افزایش و یا کاهش سطح مایع	اعمال و عکس العمل های افراد
انبساط سیالات/ جهش سیالات	عکس العمل های حیوانات
خارج شدن تجهیز/ شی از حالت حلقوی	دخالت های درختان، بوته ها و غیره
حرکت هوا (تهویه)	**بلایای طبیعی**
حرکت زمین/ حفاری و خاک برداری	زمین لرزه
انرژی جنبشی خطی	شرایط جوی
پرتابه ها، موشک ها/ هواپیمای در پرواز	بهمن/ ریزش کوه
چکش ها، پایه کوب هاو قسمت های متحرک	رانش زمین
قیچی پرس، پرس ها	فشردگی
وسایل نقلیه/ تجهیزات متحرک	آوار
فنرها، اشیای تحت فشار	جریانات آب زیر زمینی
صدا/ ارتعاش	یخبندان
صدا	آتشفشان
ارتعاش	**شرایط جوی**
نم/ رطوبت	تراکم و سرعت باد
مواد شیمیایی	باران
بیهوشی آور/خفگی آور شیمیایی	برف
خوردگی	صاعقه
مواد روان کننده/حلال ها/محلولها	ذرات گرد و غبار/ آیروسل ها/ پودرها
مواد قابل تجزیه/ فساد پذیر	درخشندگی خورشید/ نور خورشید
مواد ته نشین شده/ پسمانده	باران اسیدی/ ابرهای بخار/گاز
قابل انفجار	هوا(معتدل/ سرد/ یخبندان/ وارونگی)
مواد اکسید کننده/ قابل احتراق/ خود سوز	
مواد سمی/سرطانزا/تراتوژن	

کاربرگ مورد استفاده در روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع در این مطالعه جدول ۲ ارائه گردیده است.

جدول۲: کاربرگ روش ردیابی انرژی و آنالیز موانع

ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل موانع							
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک اولیه	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
	1	۲	۳	۴	۵	6	۷

برای این مطالعه برای تعیین عدد ریسک از ریسک ماتریس MIL-STD-882 استفاده شده است که در جدول ۳ ریسک ماتریس ارائه شده است. طبقه بندی شدت حادثه در جدول ۴ و درجات مختلف وقوع در جدول ۵ ارئه شده است[۱۳].

جدول۳: ماتریس ریسک[13]

شدت خطر / احتمال قوع	(1)فاجعه بار	(2)بحرانی	(3)مرزی	(4)جزیی
مکرر(A)	1A	2A	3A	4A
محتمل(B)	1B	2B	3B	4B
گاه به گاه(C)	1C	2C	3C	4C
خیلی کم(D)	1D	2D	3D	4D
غیر محتمل(E)	1E	2E	3E	4E

جدول ۴: طبقه های شدت حادثه[13]

1	فاجعه بار	مرگ و میر یا از بین رفتن سیستم

2	بحرانی	جراحات، بیماری های شغلی یا آسیب وارده به سیستم شدید می باشد.
3	مرزی	جراحات، بیماری های شغلی یا آسیب وارده به سیستم کم می باشد.
4	جزیی	جراحات، بیماری های شغلی یا آسیب وارده به سیستم جزئی می باشد.

جدول ۵: طبقه های مختلف احتمال وقوع حادثه[13]

A	مکرر	احتمالا به طور مکرر اتفاق می افتد.
B	محتمل	بصورت متعدد در مدت زندگی یک بار اتفاق می افتد
C	گاه به گاه	احتمالا بعضی وقتها اتفاق می افتد
D	ناچیز	غیر محتمل است، اما ممکن است اتفاق بیفتد.
E	غیر محتمل	بسیار احتمال وقوع آن کم می باشد. می توان فرض کرد که این اتفاق نمی افتد.

جدول ۶ معیار های این تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک را بیان می کند.

جدول**Error! No text of specified style in document.**۶: معیار های تصمیم گیری بر اساس شاخص ریسک

طبقه بندی ریسک	معیار ریسک
1E,2E,3E,4E,3D,4D,4C	قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر
1D,2D,2C,3C,3B,4B,4A	قابل قبول ولی با تجدید نظر
1A,2A,3A,1B,2B,1C	غیر قابل قبول

پس از برگزاری جلسات متداول جهت تکمیل کاربرگ های ET&BA که این جلسات شامل رئیس ایمنی و آتش نشانی، رئیس واحد ۴۰۳ ، یک بهره بردار، کارشناس ایمنی، کارشناس محیط زیست، یک نفر از نفرات واحد مهندسی و مسول بهداشت صنعتی می شد. در این مطالعه با تصمیم جمعی مهمترین تجهیزات از نظر فرآیندی و ایمنی مورد بررسی قرار گرفت. که تجهیزات بدین شرح می باشند:

۱. پیش گرمکن E-401 A/B
۲. پیش گرمکن E-402
۳. پمپ P-408

۴. پمپP-401A/B
۵. Preflash drum D-401
۶. فیلتر ۴۰۱A/B
۷. SUCTION/COMPRES DRUM D-403

۳- نتایج

پس از ارزیابی انرژی های موجود در واحد و تجهیزات کاربرگ های ET& BA در جداول ۷ الی ۱۳ تکمیل گردید.

جدول۷: شناسایی انرژی ها در پیش گرمکن E-401 A/B

عنوان: شناسایی انرژی ها در پیش گرمکن E-401 A/B				شماره نقشه: ۱۷۱۸-۴۰۳-۰۰۳۰-۰۴۰۲			
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	افزایش فشار در TUBE	PRC[1]	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	1 C	غیر قابل قبول	۱- در تعمیرات اساسی باید به تمیز کردن لوله ها توجه زیادی معطوف گردد. چرا که عدم توجه کافی باعث ایجاد گرفتگی ناخواسته ی لوله و باعث افزایش اختلاف فشار در تیوب ها می شود. ۲- هرگز نباید بیش از اختلاف فشار تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۳-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	4 C
۲	افزایش فشار در پوسته، نشت مواد	PRC	۱- تجهیزات ۲-محیط زیست ۳-از دست دادن مواد	3 B	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱- توصیه می شود یک PRESSURE TRANSMITER برای اندازه گیری فشار بر روی پوسته نصب شود.	4 B
۳	افزایش فشار در پوسته، از شکل خارج شدن پوسته	PRC	تجهیز	3 B	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱- توصیه می شود یک PRESSURE TRANSMITER برای اندازه گیری فشار بر روی پوسته نصب شود.	4 B

[1] Pressure Recording Controller

۴	خوردگی لوله ها	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	1C	غیر قابل قبول	۱-در نتیجه خوردگی و سوراخ شدن لوله و در تماس قرار گرفتن مواد داخل پوسته و لوله باعث افزایش فشار آنی در مبدل می شود که باعث انفجار تجهیز می شود. برای جلوگیری از این واقعه توصیه می شود یک سوئیچ فشار قرار داده شود که باسیستم واکنش در شرایط اضطراری ارتباط داشته باشد. ۲-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود. ۳-در تعمیرات اساسی به یک تست NDT اکتفا نشود.	3C
۵	خوردگی پوسته	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	1D	قابل قبول با تجدید نظر	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	4D
۶	انرژی گرمایی جابجایی در لوله ها	TRC[۲]	تجهیز	2E	قابل قبول		
۷	انرژی گرمایی جابجایی در پوسته	TRC	سوختگی	3E	قابل قبول		

با توجه به جدول۷ در بین ریسک های شناسایی شده در پیش گرم کن E-401 A/B بیشترین میزان ریسک مربوط به افزایش فشار در تیوب و خوردگی در لوله ها با میزان 1C می باشد که با تجدید نظر و اقدامات اصلاحی به ترتیب به مقادیر 4C و 3C تقلیل یافته اند ، 4C در ناحیه قابل قبول قرار می گیرد و لی 3C در ناحیه قابل قبول با تجدید نظر قرار می گیرد که در این صورت شرکت باید رویه در پیش گیرد که به طور مستمر از میزان ریسک آن بکاهد. در بین ریسک های محاسبه شده انرژی گرمایی جابجایی در پوسته و لوله ها با مقادیر 3E و 2E کمترین مقادیر با سطح قابل قبول را دارا می باشند که نیازی به اقدامات اصلاحی نمی باشد. افزایش فشار در پوسته که باعث نشت مواد و یا از فرم خارج شدن آ می شود با اعداد ریسک ۳B بعد از اقدامات اصلاحی به مقادیر ۴B کاهش پیدا کرده اند. خوردگی در لوله ها با میزان ریسک ۱D بعد از اقدامات اصلاحی به میزان ۴D کاهش پیدا کرده است.

[2] Temperature Recording Controller

جدول ۸: شناسایی انرژی ها در پیشگرمکن E-402

عنوان: شناسایی انرژی ها در پیشگرمکن E-402				شماره نقشه: ۰۴۰۲-۰۰۳۰-۴۰۳-۱۷۱۸			
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	خوردگی لوله ها	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	1D	قابل قبول با تجدید نظر	۱-حتی المقدور در تعمیر اساسی فقط به یک نوع NDT[3] اکتفا نشود ۲-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	۳D
۲	خوردگی پوسته	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	۴B	قابل قبول با تجدید نظر	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	۴C
۳	انرژی گرمایی جابجایی در لوله ها	TRC	تجهیز	2E	قابل قبول		
۴	انرژی گرمایی جابجایی در پوسته	TRC	سوختگی	۲E	قابل قبول		

همانطور که در جدول ۸ نشان داده شده است در بین ریسک های شناسایی شده در پیش گرم کن E-402 بیشترین میـزان ریسـک مربوط به خوردگی در لوله ها و پوسته با میزان 1D و ۴B می باشد که با تجدید نظر و اقدامات اصلاحی به ترتیب بـه مقـادیر ۳D و 4C

[3] Non Destructive Test

تقلیل یافته اند ، 4C در ناحیه قابل قبول قرار می گیرد و لی 3D در ناحیه قابل قبول با تجدید نظر قرار می گیرد. ریسک های محاسبه شده انرژی گرمایی جابجایی در پوسته و لوله ها با مقادیر ۲E و 2E کمترین مقادیر با سطح قابل قبول را دارا می باشند که نیازی به اقدامات اصلاحی نمی باشد.

جدول ۹: شناسایی انرژی ها در پمپ P-408

عنوان: شناسایی انرژی ها در پمپ P-408					شماره نقشه:۰۴۰۲-۰۰۳۰-۴۰۳-۱۷۱۸	
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	جریانهای متداول الکتریکی	۱- کلید های قطع کننده ۲-عایق ها	پرسنل	A ۳	غیر قابل قبول	۱- برگزاری کلاس های آموزش ایمنی برق ۲- استفاده از دستور العمل ها و بازرسی از سیستم اصال به زمین	B ۴
۲	انرژی جنبشی/چرخشی	تجهیزات و طراحی مهندسی	تجهیز	C ۴	قابل قبول		
۳	تجهیزات متحرک	۱- تجهیزات و طراحی مهندسی ۲- حصارها	پرسنل	B ۳	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱- ممنوعیت تردد افراد متفرقه در اطراف تجهیزات ۲- آموزش پرسنل و برگزاری کلاسهای ایمنی کار با تجهیزات دوار	C ۴
۴	خوردگی	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱-تجهیز ۲-محیط زیست ۳-از دست دادن مواد	C ۳	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	C ۴

۵	خوردگی (در اثر کاویتاسون)	۱- تجهیزات و طراحی مهندسی	تجهیز	E ۲	قابل قبول		

مطابق جدول ۹ در بین انرژی های موجود در پمپ P-408 بیشترین ریسک مربوط به جریانهای متداول الکتریکی با میزان ۳A غیر قابل قبول می باشد که با اقدامات اصلاحی به میزان ۴B کاهش می یابد. تجهیزات متحرک و خوردگی با مقادیر ۳B و ۳C در سطح قابل قبول با تجدید نظر قرار میگیرند که هر دو با اقدامات اصلاحی به مقادیر ۴C خواهند رسید. انرژی جنبشی/ چرخشی و همچنین خوردگی در اثر کاویتاسون با مقادیر ۴C و ۲E در سطح قابل قبول قرار میگیرند و نیازی به اقدامات اصلاحی نمی باشد.

جدول ۱۰: شناسایی انرژی ها در Preflash drum D-401

عنوان: شناسایی انرژی ها در Preflash drum D-401			شماره نقشه:۰۴۰۳-۰۰۳۰-۴۰۳-۱۷۱۸				
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	افزایش فشار و ترکیدگی انفجار	PRC	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	C ۱	غیر قابل قبول	۱-هرگز نباید بیش از اختلاف فشار تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۲-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	D ۱
۲	افزایش و یا کاهش سطح مایع	LRC[4]	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	C ۲	قابل قبول با تجدید نظر	۱-هرگز نباید بیش از سطح مایع تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۲-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	D ۳

[4] Level Recording Controller

۳	خارج شدن شی از حالت حلقوی	LRC	تجهیز	۳ D	قابل قبول(با تجدید نظر)	۱-هرگز نباید بیش از سطح مایع تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۲-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	۴ D
۴	خوردگی	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	C ۳	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	C ۴
۵	مواد ته نشین شده	تجهیزات و طراحی مهندسی	۱-محیط زیست ۲-تجهیز	۳ C	قابل قبول(با تجدید نظر)	۱- در تعمیرات اساسی باید به تمیز کردن توجه زیادی معطوف گردد. چرا که عدم توجه کافی بااعث ایجاد گرفتگی ناخواسته ی لوله بای پس و باعث افزایش اختلاف فشار در DRUM می شود. ۲- سعی شود که از ریختن مواد در محیط جلوگیری شود.	۴ D

با توجه به جدول ۱۰ بیشترین ریسک در Preflash drum D-401 مروط به افزایش فشار و ترکیدگی انفجار با میزان ۱C و غیر قابل قبول می باشد که با اقدامات اصلاحی به مقدار ۱D کاهش خواهد یافت که در این مقدار قابل قبول بوده ولی همچنان نیاز به اقدامات اصلاحی دارد. افزایش و یا کاهش سطح مایع، خارج شدن شی از حالت حلقوی، خوردگی و ته نشینی مواد با مقادیر ۲C، ۳D، ۳C و ۳C در سطح قابل قبول با تجدید نظر می باشند که با اقدامات اصلاحی به ترتیب به مقادیر ۳D، ۴D، ۴C و ۴D کاهش خواهند یافت که به جز افزایش و یا کاهش سطح مایع که همچنان نیاز به اقدامات اصلاحی دارد مابقی قابل قبول بوده و احتیاجی به اقدامات اصلاحی نمی باشد.

جدول ۱۱: شناسایی انرژی ها در پمپP-401A/B

عنوان: شناسایی انرژی ها در پمپP-401A/B	شماره نقشه:۰۴۰۳-۰۰۳۰-۴۰۳-۱۷۱۸

ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	جریانهای متداول الکتریکی	۱- کلید های قطع کننده ۲-عایق ها	پرسنل	A ۳	غیر قابل قبول	۱- برگزاری کلاس های آموزش ایمنی برق ۲- استفاده از دستور العمل ها و بازرسی از سیستم اصال به زمین	B ۴
۲	انرژی جنبشی/چرخشی	تجهیزات و طراحی مهندسی	تجهیز	4 C	قابل قبول		
۳	تجهیزات متحرک	۱- تجهیزات و طراحی مهندسی ۲- حصارها	پرسنل	B ۳	قابل قبول (با تجدید نظر)	۲- ممنوعیت تردد افراد متفرقه در اطراف تجهیزات ۲- آموزش پرسنل و برگزاری کلاسهای ایمنی کار با تجهیزات دوار	C ۴
۴	خوردگی	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱-تجهیز ۲-محیط زیست ۳-از دست دادن مواد	C ۳	قابل قبول (با تجدید نظر)	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود.	C ۴
۵	خوردگی (در اثر کاویتاسون)	۱- تجهیزات و طراحی مهندسی	تجهیز	E ۲	قابل قبول		

با توجه به جدول ۱۱شناسایی انرژی ها در پمپ P-401A/B ارزیابی انرژی های موجود در این پمپ مانند ارزیابی انرژی ها در پمپ P-408 می باشد به گونه ای که بیشترین ریسک مربوط به جریانهای متداول الکتریکی با میزان ۳A غیر قابل قبول می باشد که با اقدامات اصلاحی به میزان ۴B کاهش می یابد. تجهیزات متحرک و خوردگی با مقادیر ۳B و ۳C در سطح قابل قبول با تجدید نظر قرار میگیرند

که هر دو با اقدامات اصلاحی به مقادیر ۴C خواهند رسید. انرژی جنبشی/ چرخشی و همچنین خوردگی در اثر کاویتاسون با مقـادیر ۴C و ۲E در سطح قابل قبول قرار میگیرند و نیازی به اقدامات اصلاحی نمی باشد.

جدول ۱۲: شناسایی انرژی ها در فیلتر A/B۴۰۱

عنوان: شناسایی انرژی ها در فیلتر A/B۴۰۱				شماره نقشه:۱۷۱۸-۴۰۳-۰۰۳۰-۰۴۰۱			
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده
۱	افزایش فشار	PRC	۱-تجهیز ۲- محیط زیست	۲B	قابل قبول(با تجدید نظر)	به علت موازی بودن دو تجهیز و جابجا شدن در صورت گرفتگی فیلتر یک تجهیز با آن یک تجهیز عوض میشود توصیه می شود بازرسی های شش ماهه انجام شود و از کاهش کارایی فیلتر ها جلوگیری شود ت.	۲D

با توجه به جدول ۱۲ در فیلتر A/B۴۰۱ فقط افزایش فشار به عنوان انرژی شناسایی شده است که با میزان ۲B در سطح قابل قبـول قرار میگیرد و با انجام اقدامات اصلاحی به میزان ۲D کاهش خواهد یافت.

جدول ۱۳: شناسایی انرژی ها در SUCTION/COMPRES DRUM D-403

عنوان: شناسایی انرژی ها در SUCTION/COMPRES DRUM D-403				شماره نقشه:۱۷۱۸-۴۰۳-۰۰۳۰-۰۱۱۱			
ردیف	نوع انرژی	موانع	عناصر هدف	عدد ریسک	ارزیابی کارایی کنترل کننده ها	اقدامات اصلاحی توصیه شده	عدد ریسک کنترل شده

۱	افزایش فشار و ترکیدگی انفجار	PRC	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	1 C	غیر قابل قبول	۱- به علت عملکرد تجهیز در فشار بالا توصیه می شود که بر سطح تجهیز یک PT نصب شود که فاشر بالا را به اتاق کنترل اطلاع دهد. ۲- توصیه می شود PS بر روی سیستم نصب شود. که به سیستم PLC مرتی=بط بوده ور در فشارهای نامتعارف تهیز را از سرویس خارج کند.	۲ D
۲	افزایش و یا کاهش سطح مایع	LRC	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	C ۲	قابل قبول با تجدید نظر	۱-هرگز نباید بیش از سطح مایع تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۲-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	D ۳
۳	خارج شدن شی از حالت حلقوی	LRC	تجهیز	۳ D	قابل قبول(با تجدید نظر)	۱-هرگز نباید بیش از سطح مایع تعیین شده اجازه ی کار به دستگاه داد. ۲-آموزش پرسنل با برگزاری دوره های واکنش در شرایط اضطراری	۴ D
۴	خوردگی	۱- تعمیرات اساسی سالیانه ۲- تجهیزات و طراحی مهندسی	۱- تجهیزات ۲-پرسنل (جمعا ۵ نفر) ۳-محیط زیست ۴-از دست دادن مواد	۳ C	قابل قبول(با تجدید نظر)	۱-برنامه دقیقی برای بازرسی های مختلف و تعیین میزان خوردگی انجام شود. ۲- در تعمیرات اساسی به یک تست NDT اکتفا نشود.	۴ D
۵	مواد ته نشین شده	تجهیزات و طراحی مهندسی	۱-محیط زیست ۲-تجهیز	۳ C	قابل قبول(با تجدید نظر)	۱- در تعمیرات اساسی باید به تمیز کردن توجه زیادی معطوف گردد. چرا که عدم توجه کافی بااعث ایجاد گرفتگی ناخواسته ی لوله بای پس و باعث افزایش اختلاف فشار در DRUM می شود. ۲- سعی شود که از ریختن مواد در محیط جلوگیری شود.	۴ D

با توجه به جدول ۱۳ شناسایی انرژی ها در SUCTION/COMPRES DRUM D-403 صورت گرفت که بیشترین ریسک مربوط به افزایش فشار و ترکیدگی انفجار با میزان ۱C در سطح غیر قابل قبول می باشد که با اقدامات اصلاحی به میزان ۲D کاهش می یابد که

در سطح قابل قبول با تجدید نظر قرار میگیرد و سایر انرژی های شناسایی شده در سطح قابل قبول با تجدید نظر قرار میگیرند که با اقدامات اصلاحی به جز افزایش و یا کاهش سطح مایع که همچنان قابل قبول با تجدید نظر می باشد سطح ما بقی ریسک ها در سطح قابل قبول قرار میگیرند.

۱-نتیجه گیری و بحث

به طور کلی از بین ۳۲ منبع انرژی شناسایی شده در واحد میعانات گازی پالایشگاه پارسیان ۶ ریسک در سطح غیر قابل قبول معدل ۱۸/۷۵درصد، ۱۸ریسک در سطح قابل قبول با تجدید نظر معادل۵۶/۲۵ درصد و تعداد ۸ ریسک در سطح قابل قبول معادل ۲۵ درصد ارزیابی شد که پس از اقدامات اصلاحی تعداد ریسک های غیر قابل قبول به تعداد صفر ریسک معادل صفر درصد ، ۱۱ریسک قابل قبول با تجدید نظر معادل ۳۴/۳۷درصد و۲۱ریسک قابل قبول بدون تجدید نظر معادل ۶۵/۶۳ درصد کاهش یافت.

از مهمترین منابع انرژی آسیب رسان به انسان و تجهیزات فشار می باشد، همانطور که در جدول ۷ مشاهده شد، اولین انرژی شناسایی شده مربوط به افزایش فشار در پیش گرمکن است. چون این واحد تثبیت میعانات گازی را انجام می دهد و حاوی هیدروکربن های قابل اشتعال می باشد لذا افزایش فشار در پیش گرمکن E-401 A/B که کار آن تبادل حرارت با مایعات گازی تولیدی در این واحد و مواد ورودی از واحد می باشد. افزایش فشار می تواند دلایل مختلفی داشته باشد که یکی از این دلایل در نتیجه تزریق نادرست دی اتیلن گلایکول و گرفتگی تیوب ها می باشد. این انرژی می تواند با شکستن و انفجار پیش گرمکن E-401 A/B آزاد شده و در اثر پریدن و برخورد قطعات به پرسنل صدماتی وارد کنند و همچنین با آزاد شدن گاز ها باعث یک سری حوادث دیگر از نظیر آتش سوزی و انفجار و... بشود. به نظر می رسد که این حادثه می تواند در حد فاجعه بار با توجه به ریسک ماتریس دسته بندی شود. در مورد احتمال وقوع این حادثه با توجه به مستندات موجود در پالایشگاه و نظرات بهره برداری سطح C یا گاه به گاه بهترین کد ارزیابی در نظر گرفته شده می باشد. با توجه به ماتریس ریسک مشهود است که این میزان قابل قبول نبوده و باید به سطح 4C کاهش یابد.

منابع

[1] X. Yang, S. Haugen, and N. Paltrinieri, “Clarifying the concept of operational risk assessment in the oil and gas industry,” *Saf. Sci.*, vol. 108, no. October, pp. 259–268, 2018, doi: 10.1016/j.ssci.2017.12.019.

[2] S. Bahn, “Workplace hazard identification and management: The case of an underground mining operation,” *Saf. Sci.*, vol. 57, pp. 129–137, 2013.

[3] M. Hesami Arani *et al.*, “Health and safety hazards identification and risk assessment in the swimming pools using combined HAZID and ALARP,” *Environ. Heal. Eng. Manag. J.*, p. 0, 2020.

[4] N. Ramzali, M. R. M. Lavasani, and J. Ghodousi, “Safety barriers analysis of offshore drilling system by employing Fuzzy event tree analysis,” *Saf. Sci.*, 2015, doi: 10.1016/j.ssci.2015.04.004.

[5] N. de Galvez, J. Marsot, P. Martin, A. Siadat, and A. Etienne, “EZID: A new approach to hazard identification during the design process by analysing energy transfers,” *Saf. Sci.*, vol. 95, pp. 1–14, 2017.

[6] W.-K. Lee, “Risk assessment modeling in aviation safety management,” *J. Air Transp. Manag.*, vol. 12, no. 5, pp. 267–273, 2006.

[7] K. Mokhtari, Samavati, Z. Manesh, and Gohariyan, “Decision support framework for risk management

on sea ports and terminals using fuzzy set theory and evidential reasoning approach," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 5, pp. 5087–5103, 2012.

[8] D. K. F. Rindika, G. Anindita, and N. E. Mayangsari, "IDENTIFIKASI BAHAYA MENGGUNAKAN ETBA DAN PENENTUAN PROBABIITAS DENGAN FTA PADA UNIT AMMONIA," in *Seminar K3*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 743–748.

[9] K. A. D. Y. CAHYA, "APLIKASI METODE HAZARD IDENTIFICATION AND RISK ASSESMENT (HIRA) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) UNTUK MENGURANGI RISIKO KECELAKAAN KERJA DI AREA TYRE MAN PT CBS KALIMANTAN TIMUR." Universitas Setia Budi Surakarta, 2019.

[10] نازیلا محمدی, "ارزیابی ریسک بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی واحد پرس یک کارخانه تولید and علی جوزی خودرو با استفاده از روش های تطبیقی ETBA و HAZAN," ۲۰۱۶ *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*.

[11] E. Ilbahar, A. Karaşan, S. Cebi, and C. Kahraman, "Risk assessment in a foundry unit by energy trace and barrier analysis method (ETBA)," *Ind. Heal. Heal.*, vol. 6, no. 4, pp. 7–14, 2016.

[12] ش. غلامعباس and ع. جواد, "چگونگی اجرای تکنیک ETBA در صنایع؛ مطالعه موردی اجرای این روش در واحد ایزوماکس پالایشگاه تهران."

[13] S. P. For and P. L. Clemens, "Combinatorial Failure Probability Analysis Using MIL-STD 882--," *Tullahoma, TN Sverdrup Technol.*, no. February, 1982.