ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

فصلنامه علمی پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع (سال چهارم)
شماره ۱۴ / تابستان ۱۳۹۷ / ص ۱۰۰- ۹۱

تجزیه و تحلیل ریشه ای حوادث HSE با روش Tripod-Beta (مطالعه موردی: پتروشیمی خارک)

نصراله عبهر [۱] ، مصطفی عباسی [۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، ایمنی صنعتی.

[۲] دکترای برق – قدرت، استاد دانشگاه تابناک لامرد.

نام نویسنده مسئول:

نصراله عبهر

چکیده

هدف از این تحقیق شناسایی مهمترین و رایج ترین حوادث HSE در این شرکت و همچنین علل ریشه ای وقوع آنها به وسیله روش Tripod-Beta و در نهایت ارائه راهکار های عملی جهت جلوگیری از وقوع آنها می باشد.در این پژوهش مورد نظر است تا با استفاده از روش Tripod-Beta به تجزیه تحلیل علل ریشه ای حوادث در شرکت پتروشیمی خارگ پرداخته شود.مجتمع پتروشیمی خارگ در جزیره خارگ واقع در شمال شرقی خلیج فارس احداث گردیده است.با توجه به هدر رفتن گازهای استحصالی در جریان تولید نفت خام-مجتمع پتروشیمی خارگ در ابتدا به عنوان شرکت سهامی پیمایی خارگ جهت تولید گاز مایع پروپان – بوتان – بنزین معمولی و گوگرد در سال ۱۳۸۴ ایجاد شد .کار مهندسی و طراحی مجتمع به منظور تولید روزانه ۵۰۰۰ بشکه پروپان، ۲۲۰۰ بشکه بوتان،۱۵۰۰ بشکه بنزین طبیعی ، ۶۰۰ تن گوگرد انجام شد. با بررسی حوادث رخ داده در صنعت پتروشیمی خارگ مشخص گردید که بیشترین حوادث رخ داده حوادث فردی و به علت برخورد جسم به نفرات بوده است،و همچنین درصد بالایی از حوادث در زمان بین ساعت ۶:۳۰ تا ساعت ۹ و بعداظهر ۱۴ تا ۱۶:۳۰ که بیشترین فعالیت های تعمیراتی انجام می شود رخ داده است .

واژگان کلیدی: حوادث HSE، روش Tripod-Beta، اشکالات نهان (علل ریشه ای).

پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۱۴ ، تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۰۰ - ۹۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مقدمه

با پیشرفت فناوری و افزایش کاربرد ماشین آلات، روند تولید ریسک و احتمال بروز حوادث در محیط های صنعتی فزونی یافته است. در طی نیم قرن اخیر تغییرات قابل توجهی در مواد، فرایندها و نوع فعالیت ها در صنایع بزرگ صورت گرفته است و تعداد کارخانجات بزرگ نیز افزایش یافته و به تبع آن تعداد افراد شاغل در این صنایع و جمعیت ها ساکن در اطراف این صنایع که در معرض خطرات آنها نیز بیشتر شده است. تعیین دقیق هزینه حوادث و اثرات ناشی از فعالیت صنایع شیمیایی کار بسیار دشواری است. هزینه های مستقیم و غیر مستقیم این صنایع بسیار سنگین است. لذا با توجه به این مسائل تلاش صنایع برای پیشگیری از ضرر و زیان طبیعی است توجه به ایمنی و تاسیسات و مخاطرات ناشی از این صنایع بر محیط زیست و جوامع ساکن تحت تاثیر آن باید در دستور کار قرار گیرد در گذشته پس از وقوع حوادث و بروز خسارات جبران ناپذیر اقدام به بررسی علل حوادث می شد و نقایص یک سیستم با فرایند تعیین می گردید.

اما امروزه با پیشرفت فن آوری با وجود انواع مختلف روش های آنالیز حوادث قبل از وقوع نیز می توان نقاط حادثه زا و بحرانی را شناسایی و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل آنها اقدام نمود.

بروزحوادث در صنایع که به بروز فجایع انسانی و محیطی می انجامد متخصین را بر این داشته که برای برآورد تواتر و پیامد اینگونه حوادث به رهیافت های احتمال گرا روی می آورند بدینوسیله می توان با آنالیز حوادث جهت کنترل فرکاس و شدت آن برنامه ریزی کرد. در حال حاضر روش های مرسوم آنالیز حوادث شامل:

EKA، *3CA*، *SMAORT*، *5WA*، *STEP*، *FTA* و*TRIPOD-BETA* می باشند که این روش ها معمولا برای شناسایی کنترل و کاهش پیامادهای خطرات به کار می رود.

با توسعه و گسترش سیستم های حساس و بسیار پیچیده منجمله در بخش انرژی این ایده کاملا جا افتاده است که برای بررسی وضعیت ایمنی سیستم ها دیگر نمی توان به حوادث اجازه وقوع داد. لذا سعی می شود که با استفاده از متدها و تکنیک های ابداعی برای شناسایی و آنالیز ارزیابی پتانسیل وقوع خطر و کنترل آنها قبل از عملیات سیستم ها امکان دستیابی به حد قابل قبولی از ایمنی فراهم گردد. این رویکرد بر اساس آنالیز حوادث جهت جلوگیری از تکرار حادثه در قالب یک فرایند قبل از وقوع حوادث می باشد که بر پایه روش آنالیز – کنترل قرار دارد.

عمده روش های موجود آنالیز حوادث جهت ارزیابی خطرات بوده و نتایج آنها را می توان جهت مدیریت و تصمیم گیری در خصوص کنترل و کاهش پیامدهای آن بسته به نیاز هر یک از صنایع به روش های مذکور بکار گرفت سازمانها باید بتوانند با بررسی و مطالعه انواع روش های آنالیز حوادث یک یا تلفیقی از چند روش آنالیز حوادث را انتخاب نمایند.

در برخی از موارد و جهت پاره ای از فرایندهای حساس بخصوص در صنایع نفت و گاز، تولید محصولات انفجاری و احتراقی بایستی قبل از تعیین نوع روش آنالیز کلیه روش ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بهترین روش با توجه به منابع مالی نیاز به اطلاعات کیفی یا کمی، محدودیت زمان، محدودیت نیروی انسانی متخصص و کارآزموده، نوع کاربرد روش آنالیزی مزایا و معایب هر یک از سیستم های مذکور انتخاب نمایند.

روش *TRIPOD-BETA* بر اساس تجزیه تحلیل مبتنی بر سه رکن خطر (*HAZARD*) ،هدف (*TARGET*) و رویداد (*EVENT*) می باشد که روش انجام تجزیه و تحلیل حوادث بر اساس این مدل:

۱.رسم درختواره و تعیین خطر، هدف و رویداد

۲. مشخص نمودن سیستم های حفاظتی (کنترلی و دفاعی)

۳. مشخص کردن اشکالات سطحی (اعمال نا ایمن یا شرایط ناایمن)

۴. استفاده از چک لیست های پیوست به منظور تعیین پیش شرط و اشکالات پنهان می باشد

۵. تعیین لیست پیش شرط و اشکالات پنهان موثر در بروز حادثه بر اساس چک لیست مزبور و وارد نمودن آنها در جدول مربوطه برای مدیریت بر روی اشکالات پنهان می باشد.

بنابراین می توان گفت که از نوع روش استفاده شده در آنالیز حوادث تا حدی می توان به توانایی سیستم ایمنی موجود در نتیجه و نحوه مدیریت در صنعت مذکور پی برد.

سوالات اصلی تحقیق

بررسی علل ریشه ای حوادث *HSE* چه تاثیری بر جلوگیری از تکرار حوادث دارد؟

روش *Tripod-Beta* چگونه به تجزیه و تحلیل حوادث *HSE* کمک می کند؟

پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۱۴ ، تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۰۰- ۹۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

اهداف پژوهش

هداف اصلی

تجزیه تحلیل ریشه ای حوادث *HSE* با روش *Tripod-Beta* (مطالعه موردی پتروشیمی خارگ)

اهداف فرعی

۱. شناخت علل مستقیم حوادث *HSE* رخداده در شرکت پتروشیمی خارگ
۲. شناخت عوامل انسانی دخیل در حوادث *HSE* رخداد در شرکت پتروشیمی خارگ
۳. آنالیز داده ها
۴. ارائه گزارش نهایی

مروری بر متون علمی موجود

علیزاده و همکاران (۱۳۹۳)،پژوهشی برای مطالعه درخت منطقی *MORT, Tripod-Beta* در تحلیل علیتی رخداد حادثه با تلفیق مدل سلسله مراتبی انجام دادند. در این مطالعه یک حادثه بحرانی انتخاب شد و با استفاده از توانمندی روش *MORT, Tripod-Beta* علل بروز حادثه شناسایی گردید.پس از یافتن علل پدید آورنده حادثه،این دو روش بر اساس معیارهای منتخب و روش سلسله مراتبی *AHP* وزن دهی و مقایسه گردیدند.پس از محاسبه وزن نسبی معیارهای منتخب ،توانایی شناسایی علل حادثه با وزن ۰,۳۱۵ بالاترین وزن و پس از آن هزینه تحلیل حادثه با ۰,۲۴،زمان مورد نیاز جهت تحلیل حادثه با وزن ۰,۱۴۶،متخصصین فنی با وزن ۰,۱۲۵، آموزش جهت اجرا و پیاده سازی با وزن ۰,۱۰۴،در دسترس بودن نرمازراهای تحلیلی با وزن ۰,۷ در رتبه های بعدی قرار داشتند.

رضایی و همکاران(۱۳۹۳)،پژوهشی جهت آنالیز حادثه برخورد دو قطار شهری متروی تهران و ارزشیابی دلایل بروز آن با بکارگیری تکنیک های *AHP,Tripod-Beta* انجام دادند. در این پژوهش یکی از بحرانی ترین حوادث ریلی اتفاق افتاده در شرکت راه آهن شهری تهران و حومه با استفاده از تکنیک *Tripod-Beta* مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.در نهایت علت های شناسایی شده ایجاد حادثه برخورد دو قطار شهری متروی تهران در ایستگاه شهر ری با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی *AHP* رتبه بندی شده است . بر این اساس "برنامه ریزی و اجرای نامناسب تعمیر و نگهداری " به عنوان موثرترین عامل این رویداد شناخته شد.

حلوانی و همکاران(۱۳۹۲)،پژوهشی جهت بررسی و تجزیه تحلیل حوادث فیزیکی رخداده منجر به فوت با استفاده از روش *Tripod-Beta* در استان یزد انجام دادند. در این مطالعه گذشته نگر ۱۰۰۰ حادثه ترافیکی رخ داده منجر به فوت در استان یزد با استفاده از آمار مرگ و میر موجود در واحد آمار معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی یزد طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ از نظر علل،توالی و تأثیر رخداد حادثه به روش *Tripod-Beta* مورد بررسی و سنجش قرار گرفته و نتایج آنها توسط نرم افزار *SSPS* آنالیز گردیده و علل ریشه ای ،پیش شرط ها و عوامل دخیل در بروز این دسته از حوادث تعیین شده است .

دکتر گیوه چی و همکاران(۱۳۹۲)،پژوهشی جهت تجزیه و تحلیل حوادث منجر به آتش سوزی به روش *Tripod-Beta* در پالایشگاه پنجم شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی انجام دادند.در این پژوهش حوادث منجر به آتش سوزی در پالایشگاه پنجم مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پس از آن علل مستقیم و ریشه ای حوادث منجر به آتش سوزی با استفاده از روش *Tripod-Beta* مشخص گردید.

محمدی و همکاران(۱۳۹۲)،پژوهش جهت تجزیه و تحلیل دوروش *Tripod-Beta* و *FTA* در ریشه یابی حوادث صنعت نفت و گاز انجام دادند. این مطالعه در صنعت پالایش گاز در مجتمع گاز پارس جنوبی ، با بررسی دو حادثه مشابه تجزیه و تحلیل این دو حادثه با استفاده از دو روش *Tripod-Beta* و *FTA* صورت گرفته است.این دو حادثه مربوط به آتش سوزی در مناطق صنعتی می باشد . با توجه به روش *FTA* بیشتر علل و خطاهای تجهیزاتی شناسایی و مورد ارزیابی قرار گرفت.در مرحله بعد تجزیه و تحلیل حوادث انتخاب شده با روش *Tripod-Beta* نیز صورت گرفت که با توجه به علل شناسایی شده در این روش اشکالات نهان،پیش شرایط های بروز حادثه و خطاهای اصلی تعیین و خطاهای مدیریتی،انسانی و تجهیزاتی مشخص شد. بنابراین در این روش نسبت به روش *FTA* میتوان خطاهای انسانی و مدیریتی را نیز شناسایی کرد و همچنین در زمان کوتاهتر به علل اصلی حادثه رسید.

مشکاتیان(۱۳۸۶)،پژوهشی جهت بررسی و تجزیه تحلیل حوادث ناشی از کار انجام دادند . هدف این پژوهش،بررسی،تجزیه تحلیل حوادث ناشی از کار ایران در سال ۱۳۸۵ می باشد.فاکتورهای مورد بررسی در این مطالعه شامل تعداد حادثه،منطقه جغرافیایی،کد فعالیت اقتصادی،جنس،سن،وضع تأهل،زمان،عضو،محل،نتیجه،علت وقوع،نوع،روزهای از دست رفته کار، ارتباط حوادث با تعداد بیمه شده و تعداد کارگاه ها و مقایسه پارامترهای مختلف مربوط به حادثه در سال مذکور می باشد. با توجه به رخداد ۲۳۰۵۶ حادثه در سال ۱۳۸۵، خلاصه نتایج بدست آمده افزایش حدود ۹ درصد حوادث شغلی،رخداد حدود ۲۱ درصد حوادث در استان تهران،بالاترین عضو حادثه دیده گان دستها

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

با بیش از ۴ درصد حوادث در مردان و حدود ۷۵ درصد در متاهلین، بالاترین نوع حادثه سقوط و لغزیدن با ۰,۵ درصد، حدود ۴۸ درصد حوادث در رنج سنی زیر ۳۰ سال،بی احتیاطی با حدود ۵۳ درصد حوادث در شیفت صبح ،اغلب حوادث داخل کارگاه، بیشتر از ۲۸۷۵ سال از دست رفته کاری بدلیل معالجه افراد حادثه دیده است .

والی نژادو همکاران(۱۳۸۴)،پژوهشی جهت تجزیه و تحلیل ریشه ای حوادث به روش *Tripod-Beta* انجام دادند. برای جلوگیری از وقوع حوادث تکراری لزوم یافتن علل ریشه ای حوادث و رخدادها و نیز یافتن روشی سیستماتیک برای رسیدن به این هدف ضروری به نظر میرسد . روش *Tripod-Beta* یکی از روش هایی است که کلیه مراحل رسیدن به این مهم در آن نهفته است. در این روش میتوان با ارائه راهکار های اصلاحی که متکی بر علل ریشه ای است از عدم وقوع حوادث تکراری جلوگیری نمود.

محمد فام و نیکو مرام(۱۳۹۳)،پژوهشی برای فرآیند رتبه بندی تحلیلی *AHP* برای آنالیز درخت خطا *FTA* با *Tripod-Beta* به منظور تعیین روش برتر در تجزیه و تحلیل حوادث عمده و پیچیده در صنایع فرآیندی انجام دادند. این تحقیق در سه گام اصلی انجام شده است.در گام اول دو حادثه بزرگ با بکار بردن *FTA* و *Tripod-Beta* جهت یافتن علل سببی حادثه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.در گام دوم تعدادی معیار برای مقایسه دو روش تعیین گردید و در نهایت با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی *AHP* روش ها از نظر معیارهای در نظر گرفته شده اولویت بندی شد تا روش برتر انتخاب شود. نتیجه مطالعه نشان داد که *FTA* با رتبه بندی ۰,۶۲۴ برتر از *Tripod-Beta* به رتبه نهایی ۰,۳۵ می باشد .

سیتریک(۲۰۱۵)،پژوهشی جهت تجزیه تحلیل علل ریشه ای نقص در محل اتصال پین باکس در دستگاه روتاری حفاری انجام دادند:

دستگاهی که در این پژوهش در نظر گرفته شده، دستگاه روتاری که در صنعت نفت و گاز در عملیات حفاری مورد استفاده قرار می گیرد.در میدان عملیاتی و در هنگام انجام عملیات پین محل اتصال در دستگاه روتاری دچار نقص گردید. این نقص با بکارگیری روش های تحلیل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.پین مورد مطالعه تحت تأثیر سه بار متفاوت قرار گرفت.این بارها ناشی از تمیز کاری توسط گشتاور،بار محوری ناشی از وزن مرده در لوله حفاری و بار خم کننده به علت انحراف محوری در سوراخ مته است.پس از بررسی به عمل آمده بار ناشی از تمیز کاری گشتاور بیشترین فشاور وارده را روی پین مذکور وارد کرده و باعث شکستن اتصال بین پین باکس و دستگاه روتاری گردیده است.

کیوکومسای و همکاران(۲۰۱۴)،پژوهشی جهت تجزیه و تحلیل ریشه ای نشتی از یک لوله ۳۱۶ لیتری استنلس استیل انجام دادند :

سوراخی در یک لوله ضد زنگ که برای انتقال آب ازون دار با خلوص بالا در یک کارخانه دارو سازی استفاده می شده است کشف گردید. این سوراخ پس از سه ماه از زمانی که در سرویس قرار گرفت دیده شد.تکنیک های مختلفی در محل تحقیقات از جمله طیف سنجی نشری،کروماتوگرافی یونی،تشعشع سنجی،میکروسکوپ نوری ،میکروسکوپ الکترونی روبوشی،طیف سنجی پراکندگی انرژی و آزمایش فرسایش برای تجزیه و تحلیل شکست از اجزای لوله اجرا شد.نتایج نشان داد که سوراخ لوله از دیوار بیرونی آغاز شد، و توسط خوردگی حفره به دیوار داخلی افزایش یافته است.حالت راکد آب حاوی کلراید دلیل اصلی برای ایجاد این چنن خوردگی بود.فلز جوش خورده بیشتر مستعد ابتلا به خوردگی منجر به سوراخ شدن ضخامت دیوار بود،اگر چه محل هایی آغاز خوردگی حفره در فلز پایه نیز مشاهده گردیده است. پیشگیری از چنین شکست هایی را می توان با کنترل کیفیت سیستم عایق بندی لوله ها و همچنین کنترل دقیق شرایط جوشکاری انجام داد.

پانوگیوتو و همکاران(۲۰۰۹)،در پژوهشی به مقایسه روش های بررسی حوادث پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد هر کدام از روش های تجزیه و تحلیل حادثه به نوع حادثه،اطلاعات در دسترس،محدودیت ها،زمان حادثه و ... بستگی دارد .

اف اتو تو و همکاران(۲۰۰۳)، پژوهشی جهت تجزیه تحلیل ریشه ای حوادث به روش *Tripod-Beta* انجام دادند. *Tripod-Beta* روشی برای تجزیه و تحلیل علل ریشه ای حوادث می باشد.این روش برای جلوگیری از نرخ رو به افزایش حوادث *HSE* در شرکت *SPDC* و منافع آن اتخاذ گردید.ابزار علت ریشه ای *Tripod-Beta* یک روش درختی برای تجزیه و تحلیل حوادث و رویدادهاست.این روش هم به اقدامات اصلاحی فوری و کوتاه مدت می پردازد و در یافتن علل ریشه ای اصلی (علل پنهان) که ممکن است مشکلات مشابهی در آینده داشته باشد کمک می کند.*Tripod-Beta* از طریق تحقیق رویداد با گزارشی واضح ،مختصر و بی نقص رواج یافته است.

نیوولیانتو و همکاران(۲۰۰۴)، در پژوهشی به مقایسه سه روش تحلیل حادثه پرداختند. در این مطالعه معیارهایی برای مقایسه تعریف روش ها با توجه به معیارهابه صورت (خوب،متوسط بودن و کافی بودن) آن روش در معیار مربوطه گزارش شده است.

ردمیل و کانسولتانسی (۲۰۰۰) در ارزیابی خطر مواد شیمیایی واکنش زا ابتدا به خطرات و پیامدهای شدیدی نظیر اشتعال و انفجار این مواد ،نشر گازهای سمی،تهدید جانی انسان ها و غیره اشاره کردند و این موارد در صنایع شیمیایی می تواند به عنوان معیارهای رخداد حوادث مطرح باشند.(*Redmill and Consultancy,2000*)

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مواد و روش

تحقیق حاضر در پنج مرحله زیر انجام خواهد شد؛در این تحقیق بعد از مطالعه متون و با استفاده از گزارشات حوادث *HSE* رخ داده اطلاعات جمع آوری می شوند . جهت گردآوری اطلاعات در تحقیق حاضر از اسناد و مدارک موجود در شرکت پتروشیمی خارگ مربوط به حوادث *HSE* اتفاق افتاده در طی سال ۹۴ استفاده خواهد شد.

بررسی حوادث و اولویت بندی خطر :

در این مرحله با استفاده از مرور منابع شاخص های *HSE* (به تفکیک) تعیین خواهد شد.به منظور وزن دهی به معیارها از روش تحلیل سلسله مراتبی *AHP* استفاده خواهد شد.در تحلیل سلسله مراتبی که یک روش تصمیم گیری برای حل مسائل چند معیاره پیچیده در حوزه های کاری مختلف است،روش کمی برای انتخاب گزینه ها بر اساس عملکرد نسبی آنها نسبت به یک یا تعداد بیشتری معیار است (*Linko et al,2007*) برای ارزیابی تعداد زیادی از معیارها و حل مسایل چند متغیره ، *AHP* به صورت گسترده به کار می رود و این مدل به گروه تصمیم گیرندگان اجازه می دهد عضو هر گروهی که باشند، از آمون پذیری این مدل استفاده کنند و مسئله را به کمک آن حل کنند(*Gumus,2009*) توماس ال ساعتی،چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرآیند سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات،قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است.این اصول عبارتند از (*Saaty,1980*):

شرط معکوسی۱ :اگر ترجیح دهیم عنصر A بر عنصر B برابر n باشد،ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر $1/n$ خواهد بود.

اصل همگنی۲:عنصر A باید با عنصر B همگن و قابل مقایسه باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد.

وابستگی۳:هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود میتواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالاترین سطح میتواند ادامه داشته باشد.

انتظارات۴ : هرگاه تغییری در ساختمان سلسله مراتب رخ دهد مراحل ارزیابی مجدداً باید انجام گیرد.

روش *AHP* : بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را آسان می کند، همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد. تمامی مقایسه ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی،به صورت زوجی انجام می شود، که در این مقایسه ها تصمیم گیرندگان از قضاوت های شفاهی استفاده خواهند کرد.در نهایت نظرات کارشناسان را ترکیب کرده،سیستم تصمیم گیری پیچیده را به سیستم سلسله مراتبی ساده تبدیل می کند. سپس با استفاده از مقایسات زوجی،روش ارزیابی بر حسب مقیاس به منظور بررسی اهمیت نسبی، انجام می شود. (*Tsaue et al 2002*)

از سوی دیگر اسناد و مدارک سوانح رخ داده در سال ۱۳۹۴ به همراه گزارشات پزشکی موجود از بخش *HSE* سایت مورد مطالعه اخذ خواهد شد.با توجه به شاخص های تعیین شده، مهمترین حوادث با استفاده از روش آماری کوکران و حوادث بر اساس معیارها،اولویت بندی و مهمترین حوادث شناسایی می گردند.

تجزیه تحلیل حوادث *HSE* رخ داده

در این مرحله با استفاده از مطالعه منابع و گزارشات تجزیه و تحلیل داده ها و ارائه نتایج با ارزیابی اطلاعات موجود از حوادث *HSE* رخ داده انجام می شود.

تجزیه و تحلیل علل حوادث *HSE* رخ داده

در این پژوهش جهت تجزیه تحلیل حوادث *HSE* رخ داده در پتروشیمی خارگ از تکنیک *Tripod-Beta* استفاده خواهد شد،و علل خطاهای انسانی ریشه یابی شده و درصد خطاهای ارادی و غیرارادی مشخص می شود.بدین طریق می توان در خصوص میزان مقصر بودن شخص و دخالت او در وقوع حوادث منطقی تر تصمیم گرفت.

اساس این روش تجزیه و تحلیل حوادث مبتنی بر سه رکن خطر(*Hazard*) ، هدف (*Target*) و رویداد (*Event*) می باشد.(شکل ۱)

---

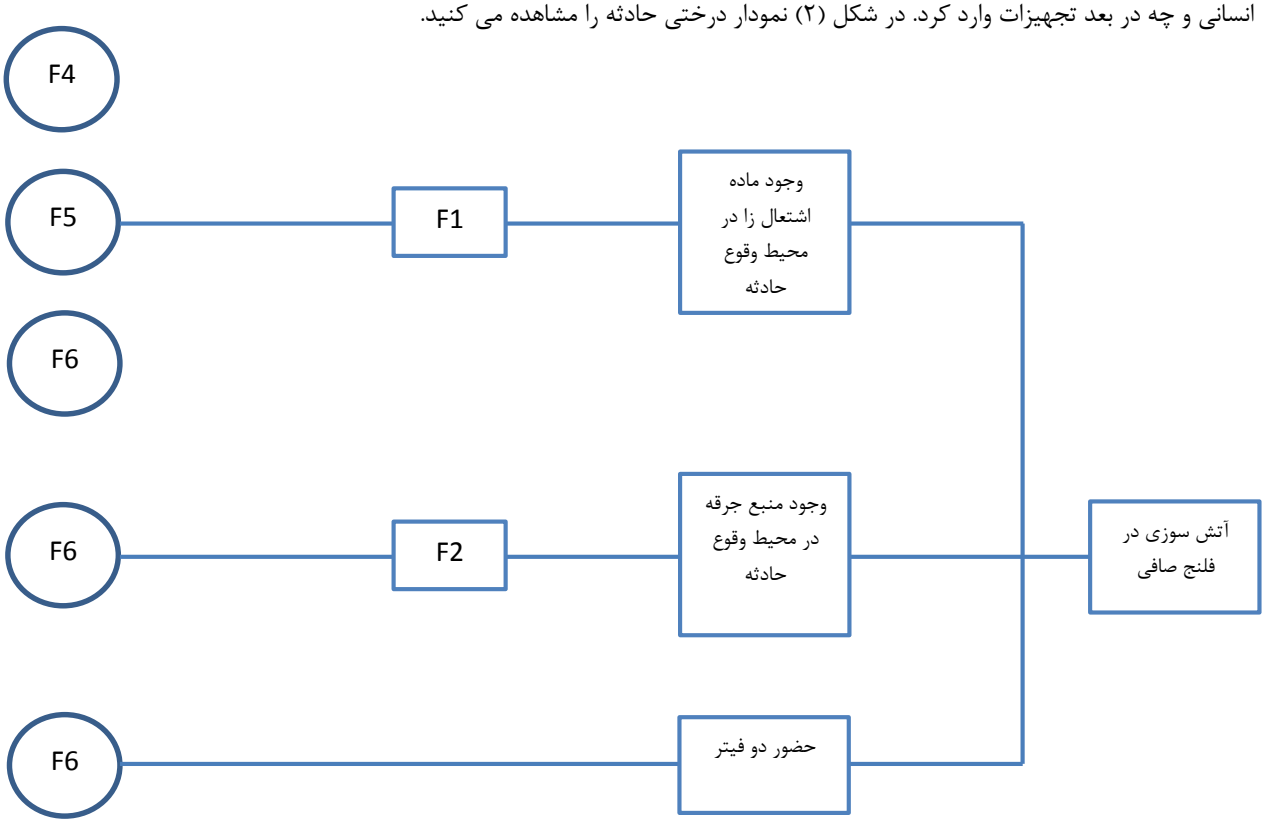
[1] Reciprocal Condition
[2] Homogeneity
[3] Dependency
[4] Expectations

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

شکل ۱: اساس روش تجزیه تحلیل *Tripod - Beta*

رویداد: تغییر حالتی است که از بر هم کنش مخاطره روی هدف حاصل می شود. در این پژوهش ما از بین انفجار، برق گرفتگی، سقوط، تصادف و آتش سوزی، حادثه آتش سوزی در پالایشگاه خارک است.

خطر: عبارت از یک منبع انرژی، ماده یا شرایطی که پتانسیل ایجاد صدمه، آسیب یا خسارت را داشته باشد(عامل بالقوه آسیب رسان). مانند حرارت، الکتریسیته، مواد قابل اشتعال واختلاف ارتفاع. در نمونه موردی بر اساس بررسی های گروه تحقیق، ایجاد شعله مستقیم(شعله فندک) در مجاورت فلنج پایین دست که جهت کارای تعمیراتی باز شده بود و می بایست بعد از اتمام کارکور گردد و گازهای برگشتی از مشعل که به دلیل از سرویس خارج شدن واحد تولید اتان و بسته نشدن ولوهای ما بین فلز هر دو فاز (یکی در سرویس و یک در تعمیر بوده است) ، عامل اصلی بروز حادثه می باشد. و آتش سوزی ایجاد شده حرارت فوق العاده بالایی تولید کرد که آسیب های بعدی را چه در بعد انسانی و چه در بعد تجهیزات وارد کرد. در شکل (۲) نمودار درختی حادثه را مشاهده می کنید.



شکل ۲: نمودار درختی حادثه

F1: عدم اجرای صحیح دستور کار در خصوص نصب فلنج مسدود کننده در ورودی وخروجی صافی

F2: لوازم مرتبط با استعمال سیگار و فندکی که در محل وقوع حادثه مشاهده گردید.

F3: عدم مراجعه دو نفر مصدوم به محل تجمع نفرات پس از اتمام کار.

F4: حسگرهای گاز هیدروکربنی (*IRGD*) موجود در محل وقوع حادثه نشانگر پراکنش گاز در محیط در محل بوده است.

F5: عدم وجود گاز در محل، قبل از حادثه بر اساس تست گاز انجام شده توسط نفرات ایمنی.

F6: فشار لاین از ۰/۰۳ بار به ۰/۱۱ بار افزایش پیدا کرده است.

F7: حضور غیر مجاز مصدومین در محل وقوع حادثه .

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

هدف: عبارت است از موضوع یا موردی که خطر متوجه آن شده و احتمالا باعث ایجاد خسارت در آن گردیده است و شامل چهار گروه به شرح زیر می باشد:

گروه	آسیب بالقوه
افراد	آسیب یا صدمه به سلامت پرسنل یا شخص ثالث
تجهیزات/سرمایه	آسیب به واحد یا تجهیزات، از دست دادن مواد، قطع یا توقف عملیات، خسارت به سرمایه شخص ثالث
محیط زیست	خسارت و ایجاد آلودگی در محیط زیست
اعتبار	جار و جنجال رسانه های گروهی، توجه عمومی، اعتراض، پیگرد، محدودیت تجاری، مقررات

هر رویدادی می تواند خود به عنوان خطر یا هدف قلمداد شود به همین دلیل این روش امکان تعیین پارامترهای متعدد موثر در بروز رویداد یا حادثه را ایجاد می نماید.

یافته ها

اساس کنترل حوادث ایجاد سیستم های کنترلی و دفاعی مناسب به نحوی است که از تلافی و برخورد و بر هم کنش عامل خطر و عامل هدف جلوگیری گردد بدیهی است در مواقعی که این سیستم های کنترلی و دفاعی موجود بوده و یا از عملکرد مناسب برخوردار نباشد امکان بر هم کنش دو عامل مزبور فراهم شده و رویداد بروز می کند در اینروش تجزیه و تحلیل این سیستمها مورد بررسی قرار گرفته علل نقص کارکرد آنها مشخص میگردد.

یکی از نقص های کنترلی یا دفاعی عدم نصب فلنج مسدود کننده در ورودی و خروجی صافی روی مسیر برج متان زدا و *Cold Box* پتروشیمی خارک بوده است.

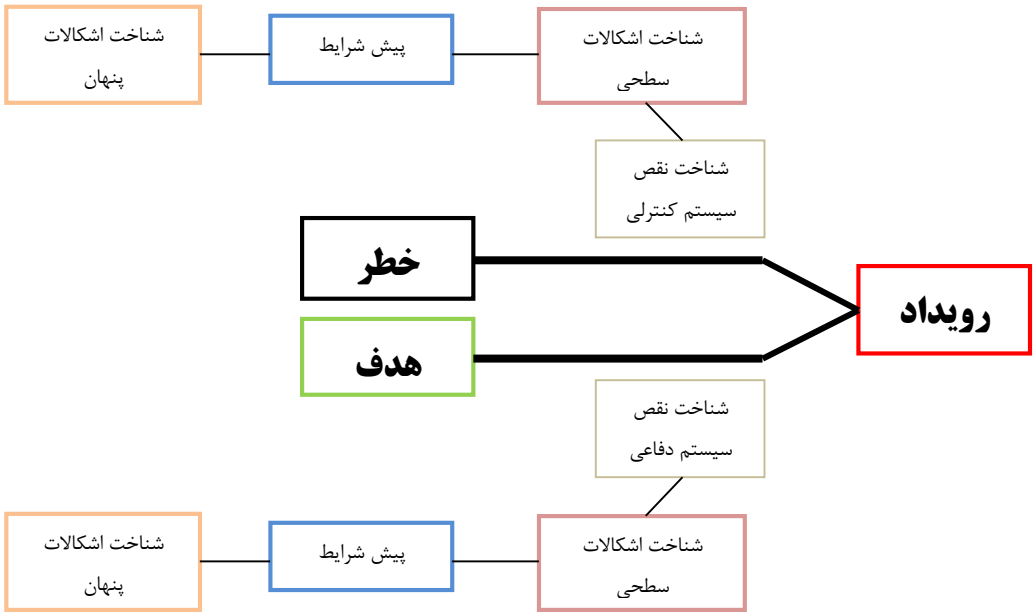
رسم گراف ها و نمودارهای آماری و امکان مقایسه توسط برنامه نرم افزاری *EXCEL*

متغیرهای مورد بررسی در قالب یک مدل مفهومی و شرح چگونگی بررسی و اندازه گیری متغیرها انجام می شود.اشکالات سطحی،پیش شرایط و اشکالات پنهان برای سیستم های کنترلی و دفاعی تعیین می شود.

اشکالات سطحی:اشکالاتی که در بررسی اولیه مشخص شده و به دو دسته شرایط ناایمن و اعمال ناایمن تقسیم می شوند.

پیش شرایط:حالت های سیستمی،روحی،روانی،موقعیتی یا محیطی هستند که مستقیماً باعث ایجاد اشکالات سطحی می شوند.

اشکالات پنهان:ناکارایی ها یا شرایط غیر نرمالی هستند که پیش شرایط را بوجود می آورند.این پیش شرایط منجر به اشکالات سطحی نیز می شوند.



اشکالاتی که در بررسی های اولیه مشخص شده را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

الف) شرایط نا ایمن:

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

۱. مسدود نشدن خروجی مسیر اینج برج متان زدا
۲. گازهای برگشتی از مشعل که به دلیل از سرویس خارج شدن واحد تولید اتان و بسته نشدان ولوهای ما بین فلر هر دو فاز (یکی در سرویس ویکی در حا تعمیر بوده است).

ب) اعمال نا ایمن:
۱. ایجاد منبع احتراق اولیه به وسیله فندک به وسیله ا فراد مصدوم
۲. حضور افراد نا آشنا به مخاطرات ایمنی در محل و انجام اعمال نا ایمن
۳. حضور در نیمه های شب و عدم آگاهی از قرار گرفتن در یک موقعیت خطرناک به علت فقدان دید مناسب
۴. بسته نشدن شیرهایی که طبق صدور مجوز کار بایستی بسته می شده اند.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

نتیجه گیری

بر اساس آنالیز ریشه ای حادثه، آتش سوزی پتروشیمی خارک بر اساس بررسی های گروه تحقیق، ایجاد شعله مستقیم(شعله فندک) در مجاورت فلنج پایین دست که جهت کارهای تعمیراتی باز شده و می بایست بعد از اتمام کار کور گردد و گازهای برگشتی از مشعل که به دلبل از سرویس خارج شدن واحد تولید اتان و بسته نشدن ولوهای ما بین فلر هر دوفاز (یکی در سرویس و یکی در حا تعمیر بوده است) ، فشار لاین از ۰/۰۳ بار به ۰/۱۱ بار افزایش پیدا کرده است، عامل اصلی بروز حادثه می باشد. مصدومین در دوره های آموزشی ایمنی شرکت کرده بودند.

تابلوهای هشدار دهنده ایمنی مبنی بر ممنوعیت استفاده از وسایل جرقه زا در نقاط مختلف سایت صنعتی نصب شده بود. همچنین عدم وجئود گاز در محل، قبل از حادثه بر اساس تست گاز انجام شده محر زبوده است. حسگرای گاز هیدروکربنی (*IRGD*) موجود در محل وقوع حادثه نشانگر پراکنش گاز در محیط در محل بوده است. عدم اجرای صحیح دستورات کار در خصوص نصب فلنج مسدود کننده در ورودی و خروجی صافی.

در این مقاله از بین روش های مختلف آنالیز حوادث، روش *TRIPOD-BETA* انتخاب شد که بر سه رکن ،خطر ، هدف و رویداد استوار است. که بر اینا ساس رویداد ما آتش سوزی بر روی لاین۱۶ اینچ برج متان زدا بوده است همچنین خطر یا عامل بالقوه آسیب رسان حرارت ایجاد شده ناشی از جرقه فندک به علت خطای انسانی و ناآشنا به مخاطرات ایمنی کار در پالایشگاه های گازی و خطر که چهار گروه افراد، تجهیزات / سرمایه ، محیط زیست واعتبار را تهدید کرده است در مجموع مورد بررسی قرار گرفت که از ترکیب این رویدادها حادثه آتش سوزی پتروشیمی خارک به وقوع پیوست که عمده ترین آنها شرایط ناایمن واعمال نا ایمن بوده است. همچنین حالت های سیستمی، روحی، روانی موقعیتی و یا محیطی باعث ایجاد علل سطحی د راین اتفاق شده است. همچنین اشکالات پنهان، ناکارایی ها یا شرایط غیر نرمال مانند عدام نصب فلنج مسدود کننده در ورودی و خروجی صافی لاین ۱۶ اینچ برج متان زدا دخیل بوده است که از مجموع اشکالات پنهان ، پیش شرایط، اشکالات سطحی، منجر به حادث شده است.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

منابع و مراجع

[۱] گیوه چی . قاسمی،ع. امجدیان،م . تجزیه و تحلیل حوادث منجر به آتش سوزی به روش Tripod-Beta ،مطالعه موردی پالایشگاه پنجم شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی . دومین همایش تولید پایدار گاز

[۲] رضایی،ف،سروری ک.محسنی م. ۱۳۹۳. آنالیز حادثه برخورد دو قطار شهری متروی تهران و ارزشیابی دلایل بروز آن با بکارگیری تکنیک های Tripod-Beta و AHP اولین همایش ملی راه آهن سرع السیر در ایران

[۳] سالنامه اماری سازمان تأمین اجتماعی(۱۳۹۲)،گزارش آمار حوادث ناشی از کار ایران(۱۳۹۰-۱۳۹۲)،معاونت اقتصادی و برنامه ریزی – دفتر آمار محاسبات اقتصادی و اجتماعی- تیرماه ۱۳۹۲

[۴] عادلوند،پ. سادات فاطمی،م. معتمد فتح،م.۱۳۸۴ . تجزیه تحلیل علل ریشه ای حوادث به روش Tripod-Beta

[۵] علیزاده، ف،تقدیسیع م،میری لواسانی ، م . ۱۳۹۳ روش درخت منطقی MORT و Tripod-Beta در تحلیل علیتی رخداد حادثه با تلفیق مدل سلسله مراتبی.فصلنامه بهداشتن و ایمنی کار،جلد چهارم،شماره چهارم،صفحات ۴۷-۳۹

[۶] فاطمی نیا،ر .۱۳۹۳ . بررسی و ارزیابی مدل ها و روشهای تجزیه تحلیل علل حوادث صنعتی .مدیریت بحران و HSE در شریان های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری.دانشگاه تهران

[۷] فروغی نسب،ف. حلوانی،غ. احسنی،ح.اکبری،م. ۱۳۹۲. بررسی و تجزیه تحلیل حوادث ترافیکی رخداده منجر به فوت با استفاده از Tripod-Beta در استان یزد.چهارمین همایش بازرسی و ایمنی

[۸] محمدی، م. عبادی، خ، صیادی،م. ۱۳۹۲، تجزیه و تحلیل دو روش FTA و Tripod-Beta در ریشه یابی حوادث صنعت نفت و گاز،نخستین همایش ملی HSE با رویکرد صنایع بالادستی نفت و گاز ،آبادان،دانشگاه صنعت نفت،وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران.

[۹] مشکاتیان،م.۱۳۸۶ . بررسی و تجزیه تحلیل حوادث ناشی از کار ایران.دومین همایش ملی مهندس ایمنی و مدیریت HSE ، دانشگاه صنعتی شریف

[10] E. Citirik, 18 march 2015. Root cause analysis of rotary shouldered pin-box connection failure. Engineering Failure Analysis 57 (2015) 544–552.

[11] F.otutu,S.Agba,6 August 2003.incident Analysis using the Root Couse (Tripod beta) methodology Society of petroleum engineers.

[12] Ferjencik , M.2012. An integrated approach to the analysis of causes of crime/public disorder-A case study for the “Tlahuac” incident .Reliability Engineering & System Safety,105:13-24

[13] Gumus, A .T. 2009. Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy- AHP and TOPSIS methodology. Expert Systems with Applications 36; 4067–4074.

[14] Katsakioi,P.2008.Tward an Evalution of Accident Investigation Method in Terms Learning from Tabasco’s floods by applying MORT. Safety Science, 48: 1351-1360

[15] Katsakiori, P, Sakellaropoulos, G. and Manatakis, E, 2009. Towards an evaluation method in terms of their alignment with accident causation models. Safety Science, 47: 1007-1015.

[16] Mohammadfam, I., Nikoomaram, H. 2013. FTA vs. Tripod-Beta, which seems better for the analysis of major accidents in process industries? Journal of Loss Prevention in the Process Industries 26 (2013) 52e58.

[17] Nivolianitou, Z.S., Lepoulos, V.N. and Konstantinidou, M., 2004. Comparison of techniques for accident scenario analysis in hazardous systems. Journal of Loss prevention in the process Industries.17, pp. 467- 475.

[18] Redmill, F. and Consultancy, W. Understanding the use, misuse and abuse of safety Integrity levels (Online: cited 2002 Apr.

[19] S. Kaewkumsai , S. Auampan, K. Wongpinkaew , E. Viyanit ,2 August 2013. Root cause analysis for 316L stainless steel tube leakages. Engineering Failure Analysis 37

[20] Snashall, D. 2005 Occupational health in the construction Industr Scandinavian Journal of work environment and health.: 31: 5-10.

[21] Tsaur, S. H., Chang, T. Y. and Yen, C. H. 2002. The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, Tourism Management, 23, 107–115.