Journal of Health

Vol. 10, No. 2, Summer 2019, 194-204

The Application of Systems-Theoretic Accident Model and Process in the Systematic Nonlinear Analysis of Accidents in Car Industry

Shirali G.A[1], Afshari D[1] ,Mosavianasl Z*[2]

1. Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
2. Instructor, Department of Occupational Health and Safety Engineering , School of Health, Larestan University of Medical Sciences, Larestan, Iran
**** corresponding author.*** Tel: +989333890615, Fax: +987152519273, E-mail: Z.mosavianasl@gmail.com

Received: Jan 26, 2019 Accepted: Sep 21, 2018

ABSTRACT

Background & objectives: Hundreds of methods have been introduced to analyze various events. Hence one of the effective and principle steps in accident analysis is proper and targeted selection of accident analysis method**.** Traditional methods of accident analysis in complex industries are not comprehensive and examine each components of the system separately. So, the use of new systematic methods to overcome these problems may be beneficial. The aim of present study was systematic analyzing of one deadly occupational accident in a car industry.

Methods: This qualitative case study of analysis of an accident leading to the death in a car industry was performed using systems-theoretic accident model and process (STAMP) in 2018. For this study, the documentation of work accidents archived from 2008 to 2012 was reviewed. Then, a description of each specific accident and constraint, hierarchical levels of control and inadequate control measures were determined, and ultimately the safety of the system was assessed in relation to each incident.

Results: In analysis of the accident in assembly line, several factors were involved and interactions between various components of the socio-technical systems were effective in the incident, among which the insufficient measures of safety unit had the higher contribution.

Conclusion: The STAMP technique, by determining a control structure, as a systematic approach for analyzing this incident, has included several factors in the incident and, unlike the traditional methods, has not consider the incident as a component of the system. Therefore, it can be used as a useful tool for accident analysis, especially in complex and sensitive systems.

Keywords: Occupational Accidents; Car Industry; Systematic Analysis; System Theory-Based Analysis

کاربرد مدل مبتنی بر تئوری سیستم‌ها در تحلیل سیستماتیک (غیرخطی) حوادث- مطالعه موردی در یکی از صنایع خودرو سازی

غلامعباس شیرالی[۱]، داوود افشاری[۱]، علویه زینب موسویان اصل[۲]*

۱. دانشیار، مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران

۲. مربی، مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشکده علوم پزشکی لارستان، لارستان، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۳۳۸۹۰۶۱۵ فکس: ۰۷۱۵۲۵۱۹۲۷۳ ایمیل: Z.mosavianasl@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: امروزه برای تحلیل حوادث مختلف، صدها روش معرفی شده است، از این رو یکی از گام‌های موثر و اصولی در تجزیه و تحلیل حوادث انتخاب شایسته و هدفمند روش آنالیز حادثه است. روش‌های سنتی تحلیل حوادث در صنایع پیچیده، دید جامع‌نگر ندارند و هر جزءِ از سیستم را به طور جداگانه بررسی می‌کنند. لذا استفاده از روش‌های سیستماتیک نوین برای رفع این مشکلات مفید می‌باشد. مطالعه حاضر با هدف تحلیل سیتماتیک یکی از حوادث شغلی منجر به مرگ در یک صنعت خودروسازی انجام گرفت.

روش کار: مطالعه پژوهش موردی فعلی از نوع کیفی به منظور تحلیل حوادث منجر به مرگ یک صنعت خودروسازی با استفاده از تکنیک سیستم مبتنی بر تئوری سیستم‌ها (Analysis Based System Theories) در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت. برای اجرای این مطالعه ابتدا مستندات حوادث ناشی از کار بایگانی شده از سال ۱۳۸۷ تا ۳۱ فروردین ۱۳۹۷ بررسی گردید. سپس شرحی از هر یک از حوادث مشخص و محدودیت‌ها، سطوح سلسله مراتبی کنترل و اقدامات ناکافی کنترلی تعیین گردیدند و در نهایت ایمنی سیستم در رابطه با هر حادثه ارزیابی شد.

یافته‌ها: در تحلیل حادثه فاکتورهای مختلفی در سطوح مختلف سلسله مراتب در بروز حادثه دخیل بوده و اجزاءِ مختلف سیستم‌های فنی- اجتماعی بر همدیگر تاثیر متقابل داشته اند و درمیان آنها اقدامات ناکافی واحد ایمنی بالاتر بوده است.

نتیجه‌گیری: تکنیک STAMP با ترسیم ساختار کنترلی به عنوان یک روش سیستماتیک برای تجزیه و تحلیل این حادثه فاکتورهای متعددی را در بروز حادثه دخیل دانسته و برخلاف روش‌های سنتی عامل حادثه را یک جزءِ از سیستم قلمداد نمی‌کند، لذا می‌تواند به عنوان ابزار سودمندی در تحلیل حوادث به خصوص در سیستم‌های پیچیده و حساس به کار رود.

واژه های کلیدی: حوادث شغلی، صنعت خودرو سازی، تحلیل سیستماتیک، تحلیل مبتنی بر تئوری سیستم ها

دریافت: ۹۷ /۶/۳۰ **پذیرش:** ۹۷/۱۱/۶

مقدمه

نیروی انسانی به‌عنوان سرمایه‌ای ارزشمند در مسیر توسعه اقتصادی کشور تلقی می‌گردد. تأمین و حفظ سلامت کارگران که قشر عظیمی از جامعه را تشکیل می‌دهند، علاوه بر این‌که یک وظیفه انسانی است، نقش کلیدی در حفظ و افزایش نیروی کار و ازیاد سرمایه ملی دارد. این در حالی است که همه‌ساله تعداد زیادی از کارگران به علت حوادث مختلف محیط کاری، جان خود را از دست داده و یا دچار آسیب‌دیدگی‌های جدی می‌شوند و مهم‌ترین بخش هزینه حوادث شغلی، هزینه‌های انسانی آن‌ها می‌باشد

(۱). همچنین وقوع حوادث همه‌ساله مسبب خسارت‌های مالی، جانی، زیست‌محیطی به صنایع مختلف می‌شود، صرف‌نظر از علت و نوع حوادثی که به وقوع می‌پیوندند، بررسی و تجزیه‌وتحلیل حوادث یکی از مراجع مهم به‌منظور تدوین برنامه‌های ایمنی در راستای پیشگیری از وقوع حوادث مشابه در سازمان‌ها است. به‌طورکلی هدف از تهیه گزارش حوادث شغلی، تحلیل و بررسی روند وقوع حوادث رخ‌داده و رویدادها، شناسایی علل اصلی و ریشه‌ای، تعیین اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه مناسب جهت حذف علل بالفعل و بالقوه بروز حوادث در راستای پیشگیری از وقوع و کاهش پیامد حوادث مشابه آن‌ها بر افراد جامعه، کارکنان، محیط‌زیست و تأسیسات می‌باشد (۲). تحلیل حوادث بزرگ فرایندی، نشان داده که بخش بزرگی از آسیب و خسارت حوادث و احتمال وقوع آن‌ها، نه‌تنها قابل‌پیشگیری است، بلکه قابل پیش‌بینی نیز می‌باشد، مشروط بر این که اقداماتی مانند شناسایی علل ریشه‌ای و پیامدهای نهایی آن‌ها و کنترل آن‌ها به‌موقع انجام گیرد (۳). تلاش‌های گسترده‌ای توسط محققین در زمینه‌های مختلف برای تشریح انواع حوادث و تجزیه‌وتحلیل فاکتورهای تأثیرگذار بر آن انجام‌شده است(۹-٤). نکته مهم در اکثر قریب به‌اتفاق مطالعات انجام‌شده این است که تمامی تجزیه‌وتحلیل‌ها تنها به برخی از علل بروز حوادث صنعتی اشاره نموده و بیشتر مبتنی بر تحلیل حوادث مطابق روش‌های سنتی بوده‌اند. روش‌های سنتی خطر را یک‌رشته از وقایع که به‌صورت خطی در یک نظم خاص اتفاق می‌افتد، توصیف می‌کنند و برای بسیاری از حالت‌های شکست و علت شکست طراحی‌شده‌اند. با این وجود اکثر این روش‌ها به‌تنهایی جوابگوی نیاز فنّاوری و صنایع پیچیده امروزی نیستند، زیرا روش‌های سنتی سیستم را استاتیک فرض نموده و اقدام به آنالیز می‌نمایند در حالی‌که وقوع حوادث فجیع در صنایع نشان داده که سیستم‌ها دارای حالت دینامیک یا پویا هستند، در نتیجه مرتب در حال تغییر می‌باشند. ازاین‌رو روش‌های سنتی در ارزیابی ریسک و آنالیز خطر دید جامع‌نگر ندارند و هر جز از سیستم را به‌طور جداگانه بررسی می‌کنند؛ بنابراین می‌توان با به‌کارگیری روش‌های سیستماتیک برای رفع این مشکلات اقدام کرد (۱۰). در مدل‌های سیستماتیک، حوادث به‌عنوان پدیده‌های در شرف وقوعی که ناشی از تعاملات غیرخطی و پیچیده بین اجزای سیستم هستند، بررسی می‌گردند (۱۱). ازاین‌رو استفاده از روشی که بر تحلیل سیستم‌های فنی- اجتماعی تکیه داشته باشد، می‌تواند در ارزیابی پاسخ‌های برنامه‌ریزی‌شده به وقایع و خط‌مشی‌های در راستای پیشگیری از انحرافات نامطلوب سازمانی به کار رود (۱۰).

STAMP[1] یک مدل جدید علیتی حادثه مبتنی بر تئوری سیستم‌ها است. این روش شامل روابط غیرمستقیم و غیرخطی و بازخوردها می‌باشد که می‌تواند سطوح پیچیدگی و تغییر تکنولوژی را در سیستم‌های امروزی بهتر از مدل‌های سنتی و علیتی حادثه تشریح و هدایت نماید. در این روش همچون روش‌های سنتی شکست اجزاءِ و علیت، هنوز هم گنجانده و بررسی می‌شوند اما مفهوم علیت که شامل اختلالات جزءِ می‌باشد به دیگر اجزاءِ سیستم بسط داده می‌شود و ایمنی به‌عنوان یک مشکل کنترلی به‌جای قابلیت اطمینان فرموله شده است (۱۱). این مدل برای اولین بار توسط لِوِسون[2] (۱۲) و مبتنی بر مدل راسموسن[3] ابداع شد(۱۳). این روش حاوی رویکرد تئوریکی کنترل رو به پایین از جمله طراحی و توسعه سیستم و سیستم عملیاتی نیز می‌باشد. سیستم‌ها در این رویکرد به‌عنوان اجزای مرتبطی که در حالتی از تعادل پویا از طریق چرخه‌های بازخورد اطلاعات و کنترل نگه‌داری می‌شوند، بررسی می‌شوند. همچنین، با سیستم به‌عنوان یک مجموعه ساکن رفتار نمی‌شود،

[1] Systems_Theoretic Accident Model and Processe
[2] Leveson
[3] Rassmosen

بلکه به‌عنوان فرایندی پویا که به‌طور مداوم خودش را با شرایط و تغییرات محیطی تطابق می‌دهد، برخورد می‌گردد. در این مدل به‌جای بررسی حوادث به‌عنوان نتیجه یک واقعه آغازگر در زنجیره‌ای از وقایع منجر به خسارت، به بررسی نتیجه تعاملات بین اجزایی که از محدودیت‌های ایمنی سیستم تخطی می‌نمایند، مبادرت می‌شود (۱۱). مدل تحلیل حادثه STAMP برای تحلیل بسیاری از حوادث مهم مانند حادثه آلودگی آب عمومی در شهر کوچکی از واکرتون[1] کانادا (١٤) سیستم‌های هوافضا (۱۵)، حادثه حمل‌ونقل راه‌آهن (۱۶)، تصادفات هواپیما (۱۷)، حادثه آتش‌سوزی در ارتش ایالات‌متحده (۱۸) مورداستفاده قرارگرفته است. در کشور ایران با توجه به نرخ بالای حوادث با توجه به اینکه در صنعت خودروسازی مورد پژوهش طبق تحقیقات انجام شده نرخ حوادث ناشی از کار بالا می‌باشد و تاکنون در این صنعت در رابطه با ریشه یابی فاکتورهای دخیل در حادثه مطالعه ای انجام نشده است لذا این پژوهش با هدف تحلیل حادثه منجر به مرگ در یکی از صنایع خودروسازی کشور با استفاده از روش STAMP انجام شد.

روش کار

مطالعه حاضر یک پژوهش موردی از نوع کیفی به منظور تجزیه‌وتحلیل حادثه شغلی منجر به مرگ در یکی از صنایع خودروسازی کشور می‌باشد که در بهار ۱۳۹۷ انجام گرفت. برای اجرای این مطالعه ابتدا یک بازدید کلی جهت شناخت فرایند کارخانه انجام گرفت و سپس با پیاده‌سازی مدل تئوری سیستم و فرایند (STAMP) به بررسی حوادث گذشته پرداخته شد. مراحل این روش به ترتیب در ادامه آمده است.

مرحله اول: شرح حادثه

در این مرحله با استفاده از مدارک موجود از قبیل فرم گزارش حادثه تکمیل‌شده در صنعت، فرم گزارش حادثه تأمین اجتماعی تکمیل‌شده برای حادثه مربوطه، مصاحبه با شاهدان حادثه و بررسی مستندات موجود شرح کامل و دقیقی از حادثه رخ‌داده تهیه می‌شود.

مرحله دوم: شناسایی و تعریف خطرات حادثه و محدودیت‌های ایمنی مرتبط با سطوح ایمنی سیستم

خطرات می‌توانند ازنظر شرایط یا وقایع، مانند از دست دادن تجهیزات تعریف شوند. پس از تعریف و تعیین خطرات سیستم، محدودیت‌های مرتبط با ایمنی باید با تفسیر خطرات برای جلوگیری از وقوع خطرات مشخص شود. برای مثال؛ خطر و محدودیت ایمنی مرتبط با آن در یک کنترلر درب آسانسور خودکار به شرح زیر توضیح داده‌شده است (۱۹).

خطر: هنگامی‌که درب در حال بسته شدن می‌باشد یک فرد در مسیر درب ایستاده است.

محدودیت ایمنی: «درب آسانسور نباید بسته شود درحالی‌که شخص در درگاه ایستاده است».

مرحله سوم: شناسایی و تعیین ساختار کنترلی (سلسله‌مراتب سازمانی)

پس‌از اینکه خطرات و محدودیت‌های مرتبط با آن تعریف شدند یک نوع از ساختار سلسله مراتبی فنی-اجتماعی با فرآیند کنترل ایمنی که ساختار کنترلی سلسله مراتبی ایمنی نامیده می‌شود، ترسیم می‌گردد. این مرحله دارای دو بخش اساسی، مرحله توسعه سیستم و مرحله عملیات سیستم می‌باشد.

مرحله چهارم: شناسایی اقدامات ناکافی کنترلی که می‌تواند منجر به شرایط خطرناک برای سیستم شود

بعد از اینکه ساختار کنترلی ایمنی در سطح سیستم تعریف شد. گام بعدی شناسایی اقدامات کنترلی ناکافی است که ممکن است سیستم را به سمت حالت خطرناک سوق دهد. حالت خطرناک، حالتی است که محدودیت‌های ایمنی که قبلاً برای سیستم تعریف‌شده، نقض شود.

مرحله پنجم: ارزیابی ایمنی سیستم

[1] Walkerton

در این مرحله تمامی اطلاعات حاصل از مراحل قبلی توسط کارشناس بهداشت حرفه‌ای مسئول تحلیل حادثه در راستای شناسایی نقاط ضعف ایمنی سیستم و ارائه راهکارهای کنترلی آنالیز می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

با توجه به محرمانه بودن اطلاعات حوادث در صنعت مربوطه در ابتدا هدف کلی و جزئی برای مسئولین شرکت به‌طور کامل تشریح گردید و از ذکر دقیق عنوان شرکت و مشخصات افراد حادثه‌دیده خودداری شد.

یافته‌ها

بررسی مدارک و اسناد حوادث ناشی از کار موجود در صنعت نشان داد که به‌طورکلی در بازه زمانی سال ۱۳۸۷ تا فروردین ۱۳۹۷ تعداد ۱۸۳ حادثه ثبت‌شده بود که در میان آن‌ها ٤ حادثه منجر به مرگ موجود می‌باشد. در این مطالعه یکی از حوادث شغلی منجر به فوت با استفاده از تکنیک STAMP مطابق مراحل زیر تحلیل گردید.

شرح حادثه

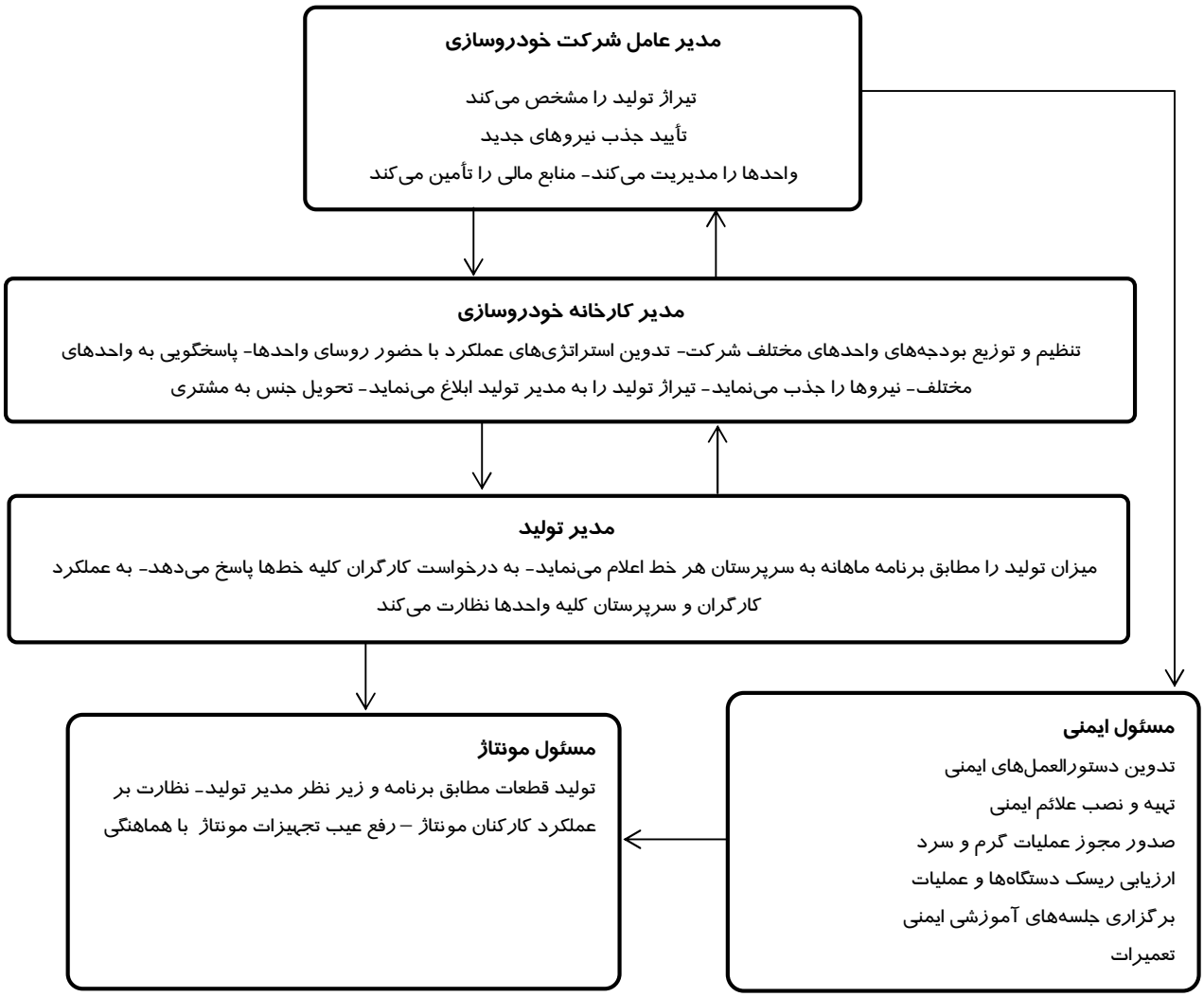
در خط مونتاژ این شرکت پس از ایستگاه انتقال دیسک رینگ خودرو، به خط انتقال دهنده هوایی که دارای سبدهای فلزی و مدار بادی برای انداختن دیواره رینگ بر روی قلاب‌ها می‌باشد، ریل از طریق خط انتقال‌دهنده هوایی به تونل شستشو منتقل می‌شود. در تونل شستشو دیواره رینگ با بخارآب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد شستشو داده می‌شوند تا چربی روی سطح آن‌ها زدوده شود. در این شرکت کارکنان نوبت دوم در ساعت ۱۳:۳۰ ملزم به حضور و ثبت اثر انگشت می‌باشند و در ساعت ۱٤:۰۰ شروع به فعالیت در خط‌های تولید و سایر ایستگاه‌های شغلی می‌نمایند. در نوبت دوم روز ۱۳۹۲/۰۶/۲۵ کلیه کارکنان خط مونتاژ برای شروع فعالیت خود حاضر بودند. در صبح روز ۱۳۹۲/۰۶/۲۵ مسئول ایمنی نوبت دوم همان روز، به دلیل مشکلات قبلی تسویه‌حساب کرده و برای نوبت خود در شرکت حاضر نمی‌گردد. مسئول خط مونتاژ متوجه خرابی ریل خط انتقال دهنده هوایی در قسمت ورودی خط انتقال دهنده به تونل شستشو در ابتدای شروع نوبت می‌شود. گزارشی از نوبت قبلی مبنی بر خرابی ریل خط انتقال دهنده هوایی نیز ثبت‌نشده است. وی برای رفع مشکل و راه‌اندازی هر چه سریع‌تر خط مونتاژ طی تماس تلفنی گروه تعمیراتی را فرامی‌خواند. لذا واحد تعمیراتی با توجه به حاضرنبودن (غیبت) مسئول واحد ایمنی نوبت، مجوزی برای شروع عملیات دریافت نمی‌کنند و عملیات تعمیری خود را بدون مجوز آغاز می‌نمایند. گروه تعمیراتی تشخیص می‌دهد که ریل خط انتقال‌دهنده هوایی نیاز به جوشکاری دارد و لذا حضور و استقرار در بالای تونل شستشو را اعلام می‌دارد. با توجه به این که در تونل شستشو از بخارآب ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت زدودن چربی‌ها استفاده می‌گردد، درنتیجه به همان نسبت بدنه تونل شستشو داغ بوده و گروه تعمیراتی اعلام می‌دارد حضور در بالای این بدنه و انجام عملیات جوشکاری ممکن نیست، مگر در شرایطی که دمای بدنه آن کاهش یابد. از طرفی مسئول مونتاژ با توجه به اهمیت نقش میزان تولید و تعیین برنامه از پیش تعیین شده تولید، مدیر مونتاژ خواستار کاهش زمان تعمیرات می‌باشد. ازاین‌رو به‌جای بازکردن دریچه اصلی تخلیه آب که خروج آب تونل را کم‌کم (حدود ۵ ساعت) و مطابق دستورالعمل انجام می‌دهد، وی دریچه تخلیه گل و لای موجود در ته مخزن که دارای حجم خروجی زیادی می‌باشد را باز نمود. لذا در راستای سرعت بخشیدن به فرایند تعمیرات، دریچه تخلیه گل‌ولای تونل شستشو را باهدف تخلیه سریع‌تر آب و درنتیجه کاهش دمای آن کمی باز می‌نماید ولی با توجه اینکه فشار آب با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در پشت دریچه وجود دارد، فشار آب به دریچه اندک بازشده وارد می‌شود و با فشار زیاد، مسئول مونتاژ را به

فضای تنگ پشت سرش پرت می‌نماید و بدن فرد به‌طور کامل با آب ۱۰۰ درجه می‌سوزد، همچنین با توجه به تنگ بودن فضای جلوی دریچه، فرد مصدوم هیچ راهی جهت واکش سریع و فرار نمی‌یابد و فوراً توسط فشار آب پرت می‌شود و بدن او با آب ۱۰۰ درجه مواجهه می‌یابد. در این لحظه به علت خروج ناگهانی آب داغ و به هم خوردن تعادل دچار سوختگی از ناحیه پشت و پاها می‌گردد که بلافاصله توسط کارکنان بهداری در ساعت ۱٤:٤٥ به‌وسیله آمبولانس به بیمارستان اعزام و ازآنجا به مرکز درمان سوختگی منتقل گردید. در نهایت میزان سوختگی ۸۰٪ گزارش شد و فرد به دلیل درصد بالای سوختگی در بیمارستان فوت می‌نماید.

شناسایی و تعریف خطرات حادثه و محدودیت‌های ایمنی مرتبط با سطوح ایمنی سیستم

خطر: باز کردن دریچه تخلیه گل و لای در زمان فعال‌بودن تونل شستشو.

محدودیت: جلوگیری از بازکردن دریچه تخلیه گل‌ولای در زمان کار کردن تونل شستشو.



نمودار ۱. ساختار کنترلی حادثه سوختگی مسئول مونتاژ

تعیین ساختار کنترلی

شماتیک ساختار کنترلی برای این حادثه در نمودار ۱ نشان داده‌شده است.

شناسایی اقدامات ناکافی کنترلی

در این مرحله اقدامات کنترلی ناکافی که ممکن است سیستم را به سمت حالت خطرناک سوق دهد، شناسایی شدند. حالت خطرناک حالتی که اختلال در محدودیت‌های ایمنی ایجاد می‌کند و به علت کنترل نا مؤثر می‌باشد. در جداول ۱ تا ٤ اقدامات کنترلی ناکافی شناسایی شده برای هر یک از عوامل تاثیرگذار در حادثه از جمله مدیریت کارخانه، واحد ایمنی، مدیر تولید، مسئول مونتاژ آورده شده است.

جدول ۱. نقش مبتنی بر ساختار کنترلی مدیر کارخانه در بروز حادثه

مدیریت کارخانه
محدودیت‌های ایمنی
مسئول استخدام و پذیرش کارکنان قسمت‌های مختلف
سرپرستی کارکنان واحدهای مختلف
مدیریت واحدها
ابلاغ میزان درخواست تولید ماهانه
شرایط کاری
برنامه‌ریزی فشرده برای افزایش تولید و افزایش فروش
اقدام کنترلی
تصمیم در افزایش تولید مطابق برنامه ماهیانه
ذهنی
فرض بر اینکه مسئول مونتاژ و واحد ایمنی مطابق دستورالعمل کار می‌کنند
فرض بر اینکه علائم ایمنی توسط واحد ایمنی نصب‌شده است
فرض بر اینکه ارزیابی ریسک توسط واحد ایمنی انجام‌شده است
فرض بر اینکه دستورالعمل توسط ایمنی تدوین‌شده است
فرض بر اینکه مسئول ایمنی یا جایگزینش همواره در نوبت‌های خود حاضر هستند.

جدول ۲. نقش مبتنی بر ساختار کنترلی واحد ایمنی در بروز حادثه

واحد ایمنی
محدودیت‌های ایمنی
اطلاع‌رسانی و آموزش در رابطه با نواحی خطرناک کاری
نصب علائم ایمنی در قسمت‌های خطرناک
ارزیابی ریسک مناطق خطرناک
صدور مجوز کاری و نظارت بر کارکنان در زمان تعمیرات
تدوین دستورالعمل‌های ایمنی و ابلاغ به واحدهای مختلف
شرایط کاری
فقدان دستورالعمل ایمنی در رابطه با باز کردن دریچه‌های شستشو
فقدان علائم ایمنی کافی و مناسب در محل تونل شستشو
فقدان ارزیابی ریسک تونل شستشو
حاضر نبودن مسئول ایمنی در زمان تعمیرات
اقدام کنترلی
کوتاهی در تهیه و نصب علائم ایمنی
کوتاهی در تهیه دستورالعمل‌ها
کوتاهی در ارزیابی ریسک
ذهنی
مبنای تفکر مدیر واحد ایمنی این بوده است که مسئول ایمنی در نوبت کاری خود حاضر است
فرض بر این بوده که مجوز کاری از مسئول ایمنی گرفته‌شده است.
فرض بر این بوده که فرد مطابق قانون عمل کرده و دریچه اصلی تخلیه آب را باز می‌کند.

جدول۳. نقش مبتنی بر ساختار کنترلی مدیر تولید در بروز حادثه

مدیر تولید
محدودیت‌های ایمنی
مسئول برنامه‌ریزی میزان تولید در خط‌های مختلف
نظارت بر حضور و تولید مداوم مطابق برنامه
نظارت بر عملکرد اپراتورها در خط‌ها
شرایط کاری
استقرار و تدوین برنامه‌هایی تولیدی با تیراژ تولید بالا
مدیر تولید از سرپرست هر بخش مطابق برنامه از پیش تعیین شده، تیراژ تولید را درخواست می‌کند.
اقدام کنترلی ناکافی
تصمیم و برنامه‌ریزی تولید با شمار بالا
ذهنی
فرض بر اینکه عملیات تعمیری با حضور سرپرست هر سه واحد ایمنی، تعمیرات و مونتاژ انجام می‌گیرد
فرض بر اینکه مسئول مونتاژ بر کار خود وارد بوده و قادر به رسیدگی به آن است

جدول ٤. نقش مبتنی بر ساختار کنترلی مسئول مونتاژ در بروز حادثه

مسئول مونتاژ
محدودیت‌های ایمنی
مونتاژ تعداد قطعات مطابق برنامه‌های دریافت شده از مدیر تولید
مسئول رفع عیوب قسمت‌های مختلف دستگاه با هماهنگی گروه تعمیرات
شرایط کاری
استرس روانی برای رساندن تولید مطابق برنامه از پیش تعیین‌شده
عدم درک ریسک فشار آب پشت دریچه
اقدام کنترلی ناکافی
کوتاهی در ارزیابی ریسک فشار آب پشت دریچه Scrape
عجله در انجام سریع عملیات و باز کردن دریچه Scrape به‌جای Drain
ذهنی
آگاه نبودن از خروج ناگهانی فشار زیاد آب پشت دریچه در صورت باز کردن حتی بخش کمی از دریچه
مشورت ضعیف با سرپرست تولید

بحث

هدف از این مطالعه تحلیل حادثه شغلی منجر به مرگ با استفاده از تکنیک STAMP بوده است. هنگام استفاده از این تکنیک می‌بایست توجه داشت که به داده‌های اضافی پیرامون حادثه برای رسم ساختار کنترلی ایمنی و درک عمیقی از سیستم شامل فاکتورهایی مانند سیاست‌ها و قوانین دولت در رابطه با آن صنعت، فرایندهای کارخانه، برنامه‌های آموزشی و قوانین و مقررات شرکت نیاز است. این روش یک مرور کلی از اینکه سیستم چگونه کنترل می‌شود و این گونه کنترل‌ها چگونه می‌توانند از حوادث پیشگیری کنند را ارائه می‌نماید. همچنین این تکنیک از این جهت که بر سیستم فنی- اجتماعی تکیه دارد دارای قابلیت بیشتری در تحلیل حادثه بوده است و استفاده از این تکنیک در تحلیل حادثه نشان داده که این تکنیک دارای رویکرد متفاوتی است (۱۰). الطباخ[1] و همکاران در مطالعه خود در صنعت نفت موفق شدند با استفاده از این مدل تمامی نقص‌های مستقیم و غیرمستقیم منتج در حوادث در هر یک از سطوح سازمان در مقابل وجود محدودیت‌های ایمنی شناسایی کنند (۲۰). همچنین در مطالعه سیورتسن[2] و همکاران که به تحلیل یک حادثه نفتی پرداخته بودند نشان دادند که این حادثه پس از تحلیل توسط این تکنیک به عنوان بزرگترین حادثه در صنعت نفت به رسمیت شناخته شده است و نشان دهنده سودمندی این تکنیک برای ارتقاءِ ارزیابی کل سیستم می‌باشد (۲۱). در مطالعه نعمت الهی در یک صنعت خودروسازی در سال ۱۳۹٤ بیان شده که عدم استفاده از روش مبتنی بر سیستم در تجزیه و تحلیل علل وقوع حوادث منجر به افزایش میزان حادثه و تحمیل هزینه‌های مستقیم و پنهانی به سازمان می‌گردد (۲۰).

مطابق مدارک موجود و بررسی‌های انجام گرفته، مسئول مونتاژ با سابقه کاری و تجربه بالا در این واحد از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ مسئول خط مونتاژ بوده است. تحصیلات وی دیپلم است و دارای مدرک تخصصی در این حوزه نبوده و شغلش تنها مبتنی بر تجربه بوده است. با توجه به تجربه بالای این فرد و اظهارات شهود وی کاملاً بر کارکرد دستگاه‌ها و تجهیزات خط مونتاژ مسلط بوده است و تنها در آن موقعیت به لحاظ همراه شدن فاکتورهای شغلی مختلف همچون فشار روانی ادامه تولید، بازخواهی مدیرتولید مبنی بر کندی عملکرد و... درک صحیحی از موقعیت خطرناک و میزان فشار آب جوش پشت دریچه نداشته است. تحقیقاتی که از شاهدان و خانواده وی انجام گرفت روشن ساخت وی در همان روز به دلیل مشکلات اقتصادی از جانب خانواده تحت فشار بوده است. از جانب واحد ایمنی قبلا در رابطه با حرارت بالای تونل شستشو اطلاع رسانی شده بود ولی علائم ایمنی واضح و کافی هنوز هم در محل نصب نشده است، لذا در این قسمت و مطابق با ساختار کنترلی واحد ایمنی، عملکرد ضعیف واحد ایمنی در عدم نصب کافی علائم ایمنی، عدم حضور

[1] Altabbakh

[2] Syvertsen

جایگزین مسئول واحد ایمنی، عدم برگزاری کارگاه‌های آموزشی اهمیت صدور مجوز کار تعمیرات، عدم ارزیابی ریسک و شناسایی موقعیت‌های خطرناک شرکت همگی در بروز حادثه دخالت داشته اند. با توجه به لزوم رساندن قطعات تولید شده مطابق برنامه از پیش تعیین شده با هماهنگی و نظارت مدیر تولید، مسئول مونتاژ تحت فشار روانی رساندن تعداد قطعات به میزان لازم بوده و در راستای سرعت بخشیدن به کار دست به اقدامی میزند که توانایی درک ریسک آن را نداشته است. در مطالعه نعمت الهی و همکاران که به آنالیز حادثه در یک صنعت خودروسازی پرداخته است نشان داده شد که اصلی ترین علت واسط بروز این گروه از حوادث، عجله و شتاب در کار به دلیل افزایش تیراژ تولید می‌باشد. بدین ترتیب شتاب و عجله در افزایش تیراژ تولید بدون در نظر گرفتن ظرفیت، توانایی و محدودیت‌ها می‌تواند عاملی جهت بروز رفتارهای ناایمن و در نتیجه حوادث گردد، که با نتایج مطالعه فعلی همخوانی دارد (۲۰). از طرفی از جانب واحد ایمنی شرکت در جلسات توضیح داده شده است که میزان تولید بالا روزانه نباید از حد استاندارد توان کاری افراد و تجهیزات بالا باشد ولی مدیریت شرکت وزنه تولید را بر ایمنی ارجح دانسته و مطابق قبل تولید انجام می‌گیرد. لذا مطابق بررسی‌ها تنها یک جزءِ از سیستم در بروز حادثه مطرح نبوده بلکه تعاملات بین سطوح مختلف ساختار کنترلی در بروز حادثه دخیل بوده اند. لِونسون در سال ۲۰۰٤ که با استفاده از روش STAMP علل آلوده شدن آب شهر واکترون را که طی آن ۲٤۰۰ نفر مریض و ۷ نفر نیز از بین رفتند، شناسایی نمود و روشن ساخت که این روش نه تنها در آنالیز حوادثی که اتفاق افتاده بلکه در توسعه روش‌های مهندسی سیستم و پیشگیری از حوادث آتی نیز می‌تواند مفید باشد (۱۵). در مطالعه سالمون[1] که به بررسی حادثه کشته‌شدن ۶ دانش آموز و معلمشان در دره تنگ منگاتپو می‌پردازد، مشخص شد که تکنیک STAMP درک عمیقی از سیستم مورد نظر از جمله عواملی مانند سیاست دولت و قانون، سیستم‌های نشان‌دهنده نظم، قوانین و مقررات، دستورالعمل‌های شرکت و برنامه‌های آموزشی مورد نیاز است. همچنین در این مدل تحلیلگر در زمان تحلیل و بررسی به درک عمیق‌تری از سیستم دست می‌یابد (۲۳).

نتیجه گیری

نتایج تحلیل این حادثه نشان داد که فاکتورهای متعددی که ناشی از تعاملات میان مدیریت، واحد ایمنی، سرپرست تولید و مسئول مونتاژ است در بروز حادثه دخیل بوده اند که در میان این فاکتورها عدم انجام محدودیت‌های تعیین شده و مصوب از سوی واحد ایمنی اصلی‌ترین نقش را در رخداد حادثه داشته است. در مرحله دوم مدیریت کارخانه به دلیل پافشاری بر نرخ تولید بالا اهمیت کمتری به واحد ایمنی داده است.

روش تجزیه تحلیل خطر STAMP برای اولین بار جهت آنالیز حوادث در ایران در مطالعه فعلی، به کار گرفته شده است. اگرچه تکنیک STAMP دارای مزایای بسیاری است، اما هنوز دارای برخی جنبه‌های موضوعی است. مثلاً برای افراد مختلف، ساختار ایمنی کنترل ممکن است متفاوت باشد زیرا درک آن‌ها از سیستم ممکن است متفاوت باشد و نیز پیچیده بودن و نیاز آموزشی بالای آن از جمله محدودیت‌های این روش است. ولی از آن جا که تکنیک STAMP یک روش جدید تحلیل حادثه بر پایه تئوری سیستم است، توسعه چنین ابزارهایی می‌تواند برای متخصصین ایمنی سیستم‌های حساس مفید باشد.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به زمان‌بربودن فراگیری این تکنیک اشاره کرد، چرا که با توجه به نبود نمونه انجام شده از این تکنیک به

[1] Salmon

زبان فارسی و حتی در کشور ایران، فهم مراحل روش پیاده سازی این روش با توجه به ماهیت و ذات پیچیده آن زمان‌بر می‌باشد و همچنین فرم ثبت حادثه مورد استفاده در صنعت از لحاظ ورود و ثبت اطلاعات ضعیف بوده و در نتیجه اطلاعات خلاصه ای از حادثه در اختیار پژوهشگر قرار می‌داد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد علویه زینب موسویان اصل به شماره U-97064 می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز انجام شده است که بدین‌وسیله از دانشگاه مذکور تقدیر و تشکر می‌گردد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچگونه تضاد منافعی در این مقاله وجود ندارد.

References

1- Taheri Kooh Banani s. Analysis of the fatal accident in a Kerman coal mine workshop using the Change Based Analysis technique. In: The first national coal congress. Shahrood; 2012. p. 8–10.
2- Grossel SS. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis-; By Center for Chemical Process Safety; American Institute of Chemical Engineers, New York, NY, 2000, pp. 750. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2001;5(14):438-9.
3- Zarei E, Jafari MJ, Dormohammadi A, Sarsangi V. The role of modeling and consequence evaluation in improving safety level of industrial hazardous installations: A case study: Hydrogen production unit. Iran Occup Heal. 2014;10(6):29–41.
4- Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A, Ghiasvand R. Key factors contributing to accident severity rate in construction industry in Iran: a regression modelling approach/Primjena regresijskog modela u analizi ključnih čimbenika koji pridonose težini nesreća u građevinskoj industriji u Iranu. Arch Ind Hyg Toxicol. 2016;67(1):47–53.
5- Azadeh A, Mohammad Fam I. A framework for development of integrated intelligent human engineering environment. Inf Technol J. 2006;5(2):290–9.
6- Cheng C-W, Leu S-S, Cheng Y-M, Wu T-C, Lin C-C. Applying data mining techniques to explore factors contributing to occupational injuries in Taiwan’s construction industry. Accid Anal Prev. 2012;48:214–22.
7- Mohammadfam I, Moghimbeigi A. Evaluation of injuries among a manufacturing industry staff in Iran. J Res Health Sci. 2009;9(1):7–12.
8- Cho K, Hong T, Hyun C. Effect of project characteristics on project performance in construction projects based on structural equation model. Expert Syst Appl. 2009;36(7):10461–70.
9- Fam IM, Nikoomaram H, Soltanian A. Comparative analysis of creative and classic training methods in health, safety and environment (HSE) participation improvement. J loss Prev Process Ind. 2012;25(2):250–3.
10- Hollnagel E, wodz D, shirali gholamabas, mohamadsalahi layla. A fundamental and novel look at safety and accidents from the perspective of Roseilins Engineering. 1st ed. Tehran: yazda; 2011. 1-303 p.
11- Shirley G, mohamadsalahi layla, mohseni mahnaz. Accident analysis based on traditional (linear) and systematic (nonlinear) models. 1st ed. savaedi adel, editor. Tehran: fanavaran; 2013. 1-123.
12- Leveson N. Engineering a safer world: Systems thinking applied to safety. MIT press; 2011. 73-75.
13- Rasmussen J, Suedung I. Proactive risk management in a dynamic society. Swedish Rescue Services Agency; 2000. 17-100.
14- Leveson NG, Daouk M, Dulac N, Marais K. Applying STAMP in accident analysis. 2003;7

April.2-26.
15- Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. Saf Sci. 2004;42(4):237–70.
16- Ouyang M, Hong L, Yu M-H, Fei Q. STAMP-based analysis on the railway accident and accident spreading: Taking the China–Jiaoji railway accident for example. Saf Sci. 2010;48(5):544–55.
17- Nelson PS. A STAMP analysis of the LEX COMAIR 5191 accident. Master's thesis, Lund. 2008;1–38.
18- Leveson NG, Allen P, Storey M-A. The analysis of a friendly fire accident using a systems model of accidents. In: Proceedings of the 20th International System Safety Conference. International Systems Safety Society: Unionville, USA; 2002: 5–9.
19- Leveson N.G. Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety (Engineering Systems). Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2012.
20- Altabbakh H, Murray S, Grantham K, Damle S. Variations in risk management models: a comparative study of the space shuttle challenger disasters. Eng Manag J. 2013;25(2):13–24.
21- Syvertsen R-AH. Modeling the Deepwater Horizon blowout using STAMP. Institutt for produksjons-og kvalitetsteknikk; 2012.
22- Nematolahi J, Nasrabadi M, Givehchi S. Analysis of accidents leading to amputations associated with operating with press machines, using Ishikawa and SCAT Combined method in a car manufacturing company. Heal Saf Work. 2015;5(4):23–36.
23- Salmon PM, Cornelissen M, Trotter MJ. Systems-based accident analysis methods: A comparison of Accimap, HFACS, and STAMP. Saf Sci. 2012;50(4):1158–70.