ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل پالایشگاه نفت اصفهان با استفاده از روش SHERPA

احسان‌اله حبیبی[۱]، سیف‌اله غریب[۲]، ایرج محمد فام[۳]، مسعود ریسمانچیان[۴]

چکیده

مقدمه: در بسیاری از محیط‌های شغلی با وجود فن‌آوری‌های حساس و پیچیده، خطاهای انسانی به دلیل منتهی شدن به حوادث ناگوار از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل جهت پیش‌گیری و محدود ساختن پیامدهای ناشی از خطاهای انسانی، شناسایی و علت‌یابی آن‌ها لازم است. هدف این مطالعه شناسایی، ارزیابی و کنترل خطاهای انسانی در واحد تقطیر پالایشگاه نفت اصفهان بود.

روش‌ها: این مطالعه در سال ۱۳۸۹ صورت گرفت. جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از روش مشاهده وظایف و مصاحبه با مسؤولین ایمنی، سرپرستان واحد و شیفت و اپراتورها انجام شد و ۸ وظیفه بحرانی تعیین گردید. سپس تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (Hierarchical task analysis یا HTA) وظایف بحرانی صورت گرفت. در نهایت خطاهای انسانی هر یک از وظایف بحرانی با روش SHERPA (Systematic human error reduction and prediction approach) شناسایی شد.

یافته‌ها: با تجزیه و تحلیل برگه‌های کاری SHERPA، ۱۹۸ خطای انسانی شناسایی گردید. از این تعداد ۱۳۴ خطا (۶۷/۶۴ درصد) از نوع عملکردی، ۲۳ خطا (۱۱/۶۱ درصد) چک کردنی، ۱۱ خطا (۵/۶ درصد) ارتباطی، ۲۴ خطا (۱۲/۱۲ درصد) بازگشتی و ۶ خطا (۳/۰۳ درصد) انتخابی طبقه‌بندی شد. ۶۴ درصد از خطای انسانی در اپراتور اتاق کنترل از احتمال رخداد "پایین" و ۳۶ درصد احتمال رخداد "متوسط" برآورد گردید. همچنین ۵۹ درصد از خطاهای شناسایی شده اپراتور اتاق کنترل، بدون کنترل‌کننده لازم بود، ولی از این میان تنها ۲۹ درصد پیامد حساس داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که روش SHERPA می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر جهت شناسایی خطاهای انسانی در اتاق کنترل واحدهای حساس پالایشگاه‌های نفت مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: خطای انسانی، اپراتور، پالایشگاه، روش SHERPA.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۹۰/۲/۲ *پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۲۴*

مقدمه

امروزه در بسیاری از صنایع از قبیل صنایع هسته‌ای، شیمیایی، نظامی و پزشکی سیستم‌های حساس با تکنولوژی‌های پیشرفته به کار گرفته می‌شود. از آن جایی که این سیستم‌ها همواره در تعامل متقابل با انسان‌ها هستند، پتانسیل وقوع خطرات ناشی از خطاهای انسانی در این فرایندها بالا می‌باشد

این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی به شماره ۳۸۸۴۶۷ در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

۱. دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. دانشجوی کارشناس ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، عضو شورای پژوهشی پژوهشکده مجازی HSE، سازمان بسیج جامعه پزشکی، تهران، ایران. (نویسنده مسؤول)

Email: seif.gharib@gmail.com

۳. استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۴. مربی،گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

www.mui.ac.ir

(۱). خطای انسانی شامل انحراف عملکرد انسان از قوانین و وظایف مشخص شده می‌باشد که از حد قابل قبول سیستم فراتر رود و بر کارایی سیستم اثر نامطلوب داشته باشد (۲). حوادثی مانند بوپال هند نشان داد که باوجود پیشرفت‌ها و استفاده از اتوماسیون در صنایع و کاهش نقش انسان در محیط کار، همچنان خطای انسانی می‌تواند سبب بروز حوادث ناگوار جانی و مالی شود. این بدین علت است که از طرفی وظایف انسان در محیط کار با افزایش بار روانی- فکری و پیچیدگی‌های کار همراه است که احتمال وقوع خطا را بیشتر می‌کند. از طرف دیگر با افزایش بار مسؤولیت، پیامدهای حاصل از خطای انسانی نیز گرانبارتر می‌شود (۴، ۳). حوادث دیگری مانند چرنوبیل و تری مایل آیلند، سبب شد تا ارزیابی خطای انسانی به عنوان جزء تفکیک‌ناپذیر مطالعات ایمنی و فرایندی سیستم‌های "انسان- ماشین" قرار گیرد. مدل‌ها و تئوری‌های زیادی ارایه شدند تا به شناسایی این خطاها و جلوگیری از وقوع آن‌ها بپردازند (۵). Kletz ۶۰ تا ۹۰ درصد حوادث را ناشی از خطای انسانی ذکر کرده است (۶). اما مطالعات اخیر بر روی حوادث نشان داد که ۸۸ درصد علل وقوع حوادث ناشی از اعمال ناایمن، ۱۰ درصد به علت شرایط ناایمن و ۲ درصد هم از عوامل ناشناخته می‌باشد (۷).

مطالعاتی که تاکنون در زمینه خطای انسانی با روش‌های مختلف صورت گرفته است، سیستم‌هایی را مورد بررسی قرار داده است که اپراتور در ارتباط با سیگنال‌ها، نشانگرها و کلیدها قرار دارد. اکثر آن‌ها در صنایع شیمیایی، هسته‌ای، فرایندی، حمل و نقل ریلی و هوایی است (۱۲-۸). متأسفانه در ایران در زمینه ارزیابی خطر و پارامترهای ایمنی در صنایع، ارزیابی خطای انسانی کم رنگ می‌باشد. با این حال مطالعاتی در زمینه خطای انسانی در بعضی صنایع صورت گرفته است که می‌توان به مطالعات شناسایی خطای انسانی در واحد آیزوماکس به روش PHEA (Predictive human error analysis) و ارزیابی قابلیت اطمینان در اتاق کنترل مرکزی پتروشیمی امام خمینی ماهشهر به روش HEAR (Human error assessment and reduction technique) اشاره کرد (۱۴، ۱۳).

Stanton و همکاران بیان کردند که در صنایع نفتی و پتروشیمی که در آن مواد بالقوه خطرناک در منطقه‌ای متمرکز هستند و به وسیله چند اپراتور کنترل می‌شوند، تهدیدی فراسازمانی وجود خواهد داشت (۱۵). از آن جایی که پالایشگاه‌های نفت جزء صنایع حیاتی کشور به شمار می‌روند، پیامدهای حاصل از خطای انسانی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناگوار خواهد بود.

هدف این مطالعه، ارزیابی خطاهای انسانی اپراتورهای واحد تقطیر پالایشگاه نفت اصفهان بود تا با شناسایی و آنالیز خطاهای انسانی و ارایه راهکارهای کنترلی، گام مؤثری در کاهش وقوع خطاهای انسانی برداشته شود.

روش SHERPA (Systematic human error reduction prediction approach) که به شناسایی خطاها بر مبنای اصول روانشناسی انسانی حاصل از آنالیز وظایف می‌پردازد، در سال ۱۹۸۶ بیان و در سال ۱۹۹۴ کامل شد (۱۶). این تکنیک به پیش‌بینی خطای انسانی، ارزیابی و شناسایی راه حل‌های کاهش خطاها بر مبنای رفتار می‌پردازد. این روش در تعیین خطاهای انسانی در مواردی همچون حمل و نقل مواد خطرناک، اکتشاف گاز و نفت، کابین خلبان و ماشین بلیط‌دهنده به کار رفته است (۱۷).

روش‌ها

مطالعه حاضر یک پژوهش مقطعی بود که در واحد تقطیر پالایشگاه نفت اصفهان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. از میان واحدهای پالایشگاه با توجه به اهمیت، واحد تقطیر به عنوان واحد ورودی و به علت تهیه مواد اولیه واحدهای دیگر، برای ارزیابی خطای انسانی انتخاب شد. تعداد افراد شاغل در این واحد در هر شیفت ۱۸ نفر بود که در نوبت‌های کاری ۸ ساعته به صورت ساعت‌گرد، مشغول به کار بودند. پس از مصاحبه با رئیس واحد، مسؤولین شیفت‌ها، اپراتورهای اتاق کنترل و مسؤولین ایمنی، ۸ وظیفه بحرانی که مستعد خطای انسانی اپراتورها بودند، شناسایی شد. سپس با روش SHERPA، به شناسایی خطاهای ممکن برای هر وظیفه بحرانی واحد تقطیر پرداخته شد.

www.mui.ac.ir

این روش بر پایه ۸ گام می‌باشد.

- **آنالیز وظیفه ترتیبی** (Hierarchical task analysis یا HTA): مجموعه عملیاتی را که برای رسیدن به یک هدف لازم است به ترتیب صورت گیرد، به شکل دیاگرام یا جدول نشان می‌دهد.
- **طبقه‌بندی وظایف:** پس از آنالیز وظیفه ترتیبی از پایین‌ترین سطح، وظایف به ۵ دسته زیر تقسیم می‌شود.

۱. عملکردی (Action)
۲. چک کردنی (Checking)
۳. بازگشتی (Rretrieval)
۴. تبادل اطلاعات (Information communication)
۵. انتخابی (Selection)

طبقه‌بندی وظایف باعث هدایت تحلیل‌گر در شناسایی خطاهای ممکن از سوی اپراتور می‌شود.

- **شناسایی خطا**

۱. پس از این که هر وظیفه به صورت رفتاری طبقه‌بندی گردید، در این مرحله خطاهای انسانی که ممکن است از سوی اپراتور رخ دهد، بررسی و شناسایی می‌شود. شناسایی خطاهای ممکن هر یک از وظایف، طبق چک‌لیست خطاهای انسانی، توسط آنالیزگر صورت می‌گیرد. برای نمونه اگر وظیفه‌ای در طبقه‌بندی "عملکرد" قرار گرفت، حالت‌های خطا در همه حالت‌های خطاهای عملکردی مورد ملاحظه قرار می‌گیرد.

- **آنالیز پیامد**

۲. ملاحظه پیامدهای هر یک از خطاها بر روی یک سیستم در این مرحله صورت می‌گیرد. آنالیزگر شرح کاملی از نتایج خطاهای شناسایی شده از مرحله قبل را در این مرحله ارایه می‌دهد.

- **آنالیز پوشش (Recovery)**

۳. در این مرحله هر یک از پیامدهای حاصل از هر خطا بررسی می‌شود. پتانسیل سیستم جهت پوشش و کنترل خطای شناسایی شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگر سیستم یا وظیفه‌ای دیگر، پیامد خطای این خطای شناسایی شده را پوشش دهد، "دارد" وارد می‌شود. اگر پیامد حاصل پوششی نداشت، "ندارد" وارد می‌شود.

- **آنالیز احتمال ترتیبی**

۴. هنگامی که پیامد و پتانسیل پوشش خطا شناسایی شدند، آنالیزگر برآورد می‌کند که نرخ احتمال رخداد خطا چقدر است. در ضمن مقدار احتمال ترتیبی به سه صورت پایین، متوسط و بالا برآورد می‌شود.

- **آنالیز حساسیت**

۵. اگر پیامد خطا پوششی نداشت و حساس بود (یعنی باعث خسارت مالی و جانی غیرقابل قبول می‌شد)، علامت (!) یا کلمه "حساس" که بیانگر حساسیت بالای خطا است، نوشته می‌شود. اگر خطا، یک رویداد جدی را به همراه نداشت یا پیامد خطا ناچیز بود، علامتی قرار داده نمی‌شود یا "کم- ناچیز" نوشته می‌شود.

- **آنالیز جبران**

۶. مرحله نهایی این روش استراتژی کاهش خطاها است. مواردی که با پیشنهاد آن‌ها می‌شود از بروز خطا تا حدی پیش‌گیری کرد.

انتخاب روش SHERPA بر اساس نتایج مطالعه مقایسه‌ای بود که بین ۶ روش شناسایی‌کننده خطای انسانی، روش ذکر شده بالاترین نمره کلی معیارهای ارزیابی (قابلیت فهم، دقت، توافق و سازگاری، روایی تئوری، قابلیت استفاده و قابلیت پذیرش) را به دست آورد (۱۷). همچنین مطالعات بعد از آن نشان داد که روش SHERPA روایی تجربی (Test/Retest) قابل قبولی دارد (۲۰-۱۸).

یافته‌ها

ابتدا آنالیز وظیفه ترتیبی (HTA) هر یک از وظایف بحرانی به صورت دیاگرام رسم گردید. سپس به شناسایی خطاهای انسانی زیروظیفه‌ها (Sub tasks) طبق روش برای هر یک از وظایف پرداخته شد. جدول ۱ تعداد و نوع رفتاری خطاهای شناسایی شده در وظایف بحرانی واحد تقطیر را نشان می‌دهد؛ به طوری که در مجموع ۱۹۸ خطای انسانی شناسایی گردید که از این تعداد، ۱۳۴ خطا (۶۷/۶۴ درصد) از نوع عملکردی، ۲۳ خطا (۱۱/۶۱ درصد) چک کردنی، ۱۱ خطا (۵/۶ درصد) ارتباطی، ۲۴

www.mui.ac.ir

خطا (۱۲/۱۲ درصد) بازگشتی و ۶ خطا (۳/۰۳ درصد) انتخابی بود. جدول ۲ تعداد خطاهای انسانی شناسایی شده در هر وظیفه بحرانی و طبقه‌بندی رفتاری بر اساس روش SHERPA را نشان می‌دهد. وظایف بحرانی "پایش عملکرد" و "برقراری ارتباط" از وظایف اصلی اپراتور اتاق کنترل بود. این واحد بیش از ۳۰۰ نشان‌دهنده دمایی، ۳۰ مبدل، پنکه‌های هوایی، ۲۰ پمپ و سه کوره با ۱۲۸ مشعل می‌باشد که اپراتور اتاق کنترل به پایش آن‌ها می‌پردازد. در زیروظیفه کسب اطلاعات از شیفت قبل،

جدول ۱: نوع و تعداد خطاهای شناسایی شده در واحد تقطیر بر اساس روش SHERPA*

کد خطا	حالت‌های ممکن خطاها بر طبق طبقه‌بندی رفتاری	تعداد خطاهای شناسایی شده
A	خطاهای عمل کردنی	۱۳۴
A۱	عملیات خیلی کوتاه (سریع)/ بلند (کند) انجام می‌گیرد	۱۰
A۲	عملیات بی‌موقع انجام می‌گیرد	۹
A۳	عملیات در جهت غلط صورت می‌گیرد	۶
A۴	عملیات کمتر از حد/ بیشتر از حد صورت می‌گیرد	۸
A۵	عملیات نامتناسب صورت می‌گیرد	۲
A۶	عملیات درست در راستای هدف غلط صورت می‌گیرد	۱۲
A۷	عملیات نادرست در راستای هدف درست صورت می‌گیرد	۱۵
A۸	عملیات انجام نمی‌گیرد (از قلم می‌افتد)	۴۵
A۹	عملیات ناتمام (ناقص) صورت می‌گیرد	۲۷
A۱۰	عملیات غلط در راستای هدف نادرست صورت می‌گیرد	۰
C	خطاهای چک کردنی	۲۳
C۱	چک کردن صورت نمی‌گیرد (از قلم می‌افتد)	۱۰
C۲	چک کردن ناتمام صورت می‌گیرد	۷
C۳	چک کردن درست ولی با هدف نادرست صورت می‌گیرد	۰
C۴	چک کردن نادرست ولی با هدف درست صورت می‌گیرد	۲
C۵	چک بی‌موقع صورت می‌گیرد	۲
C۶	چک کردن نادرست با هدف نادرست صورت می‌گیرد	۲
R	خطاهای بازگشتی	۲۴
R۱	اطلاعات به دست نمی‌آیند	۴
R۲	اطلاعات غلط به دست می‌آیند	۱۰
R۳	اطلاعات به طور ناقص به دست می‌آیند	۱۰
I	خطاهای تبادل اطلاعات	۱۱
I۱	تبادل اطلاعات صورت نمی‌گیرد	۴
I۲	تبادل اطلاعات غلط صورت می‌گیرد	۲
I۳	تبادل اطلاعاتی ناقص صورت می‌گیرد	۵
S	خطای انتخابی	۶
S۱	انتخاب صورت نمی‌گیرد (از قلم انداختن انتخاب)	۳
S۲	انتخاب غلط صورت می‌گیرد	۳
	جمع	۱۹۸

*. Systematic human error reduction and prediction approach

www.mui.ac.ir

جدول ۲: فهرست وظایف بحرانی، تعداد و نوع خطاهای شناسایی شده آن‌ها

شماره وظیفه	نام وظیفه شغلی	عملکردی	چک کردنی	بازگشتی	تبادل اطلاعات	انتخابی	تعداد کل خطاهای شناسایی شده
۱	پایش عملکرد تجهیزات	۰	۲	۲۱	۲	۰	۲۵
۲	برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات با همکاران	۲	۰	۳	۶	۰	۱۱
۳	راه‌اندازی و بستن پمپ ۱۰۱	۴۷	۲	۰	۰	۰	۴۹
۴	وقوع شرایط اضطراری و متوقف ساختن کل واحد	۱۲	۰	۰	۰	۰	۱۲
۵	راه‌اندازی و بستن کمپرسور ۱۰۱	۱۳	۰	۰	۰	۲	۱۵
۶	راه‌اندازی کوره‌های تقطیر	۱۸	۴	۰	۰	۰	۲۲
۷	وظایف روتین	۱۴	۱۰	۰	۰	۲	۲۶
۸	فرایند صدور پروانه کار	۲۸	۵	۰	۳	۲	۳۸

با توجه به این که این وظیفه از نوع تبادل اطلاعات بود، خطاهای شناسایی شده یا به صورت عدم تبادل اطلاعاتی یا تبادل ناقص شناسایی و پیش‌بینی شد. با توجه به این که این کار در انتهای شیفت اپراتور اتاق کنترل قبلی صورت می‌گیرد، به علت خستگی و کم حوصلگی ممکن است این تبادل اطلاعات درست و قابل فهم و کامل صورت نگیرد. از این رو احتمال وقوع خطا از نوع تکرار متوسط ذکر شد (جدول ۳). در دیگر زیروظیفه‌های وظیفه پایش عملکرد به روش SHERPA، به خطاهای بازخورد اطلاعات به صورت ناقص یا نگرفتن اطلاعات از نشانگرها اشاره شده است که ممکن است ایجاد خطر نماید.

در مورد وظیفه ارتباط با دیگر اپرتورها، ارتباط اپراتور محوطه (O.S.O) با اپراتور اتاق کنترل (C.R.O) از طریق بلندگو و تلفن صورت می‌گیرد. این مورد به علت کیفیت پایین سیستم ارتباطی و همچنین وجود صدای زمینه، می‌تواند سبب شود که O.S.O اطلاعات ارسالی از طرف C.R.O را به طور نامفهوم و غیر واضح دریافت کند.

در مورد زیروظیفه ثبت گزارشات تعمیرات، نشتی، بار اضافی و ... در دفتر گزارشات (جدول ۳)، خطاهای انسانی عملکردی شامل ثبت ناقص و نامفهوم در دفتر یا عدم ثبت در دفتر گزارشات از خطاهای پیش‌بینی شده به روش SHERPA می‌باشد.

به طور کلی ۶۴ درصد از خطای انسانی در اپراتور اتاق کنترل از احتمال رخداد "پایین" و ۳۶ درصد احتمال رخداد "متوسط" برآورد شد. همچنین ۵۹ درصد از خطاهای شناسایی شده اپراتور اتاق کنترل، بدون کنترل‌های لازم بود. ولی از این میان تنها ۲۹ درصد پیامد حساس داشتند که اکثر آن‌ها میزان احتمال رخداد پایین داشتند.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد روش SHERPA که در صنایع دیگر (انرژی هسته‌ای) گسترش یافته است، برای پیش‌بینی خطاهای انسانی در واحد تقطیر پالایشگاه نیز مناسب می‌باشد؛ چرا که توانست به خوبی خطاهای انسانی اپراتورها را شناسایی و طبقه‌بندی کند و نواقص و کاستی‌های نهان سیستم را آشکار کند. مطالعه‌ای که برای شناسایی خطای انسانی کابین خلبان به سه روش SHERPA، HEIST (Human error investigation software tool) و HUMAN HAZOP (Human error hazard and operability study) صورت گرفت، روش SHERPA را در

www.mui.ac.ir

جدول ۳: برگه کار SHERPA* در مورد وظایف اپراتور اتاق کنترل واحد تقطیر پالایشگاه نفت اصفهان

کد وظیفه	نام وظیفه	کد خطای شناخته شده	پوشش	احتمال وقوع خطا	پیامد خطا
۱-۱-۱	آگاهی از عملکرد تجهیزات وضعیت واحد از طریق صحبت با C.R.O شیفت قبل	I۲/I۳	ندارد	متوسط	ناچیز- کم
۱-۱-۲	پایش عملکرد پمپ‌های تقطیر- SRG- وکیوم	R۲/R۳	دارد	پایین	ناچیز- کم
۱-۱-۳	پایش عملکرد مبدل‌های برج تقطیر	R۲/R۳	ندارد	پایین	حساس
۱-۱-۴	چک کردن دمای کوره‌های تقطیر- وکیوم- کرامین	R۱/R۲/R۳	دارد	پایین	حساس
۱-۱-۵	پایش فشار کوره‌های تقطیر- وکیوم و کرامین	R۲/R۳	دارد	پایین	حساس
۱-۱-۶	پایش فشار در برج ۳۰۲	R۲/R۳	ندارد	متوسط	ناچیز- کم
۱-۱-۷	پایش دما در فن‌های هوایی	R۲/R۳	ندارد	پایین	حساس
۱-۱-۸	پایش دما در مبدل ۳۰۱-۳۰۲	R۲/R۳	ندارد	پایین	ناچیز- کم
۱-۱-۹	پایش فشار در برج ۳۰۳	R۲/R۳	ندارد	پایین	حساس
۱-۱-۱۰	پایش Fuel gas (سوخت گازی) کوره ۳۰۱	R۲/R۳	ندارد	متوسط	حساس
۱-۱-۱۱	پایش فشار در کمپرسور C-501	R۲/R۳	ندارد	پایین	ناچیز- کم
۱-۱-۱۲	تشخیص نشتی گاز H2S	C۱/C۵	دارد	پایین	حساس
۱-۲-۱	دریافت اطلاعات از دیگر واحدها	R۲/R۳	ندارد	پایین	حساس
۱-۲-۲	ارتباط C.R.O با O.S.O	I۱/I۲/I۳	دارد	متوسط	حساس
۱-۲-۳	رتباط O.S.O با C.R.O	I۲/I۳	دارد	متوسط	حساس
۱-۲-۴	ارتباط با دیگر واحدها	R۲/R۳	ندارد	پایین	حساس
۱-۲-۵	نوشتن نقوص و تعمیرات و ... در دفتر گزارشات	A۸/A۹	دارد	متوسط	حساس

*. Systematic human error reduction and prediction approach

شناسایی و طبقه‌بندی خطا و همچنین قابلیت شناسایی خطاهای پنهان بهتر از دو روش دیگر بیان کرد. همچنین استفاده از روش SHERPA را برای ارزیابی خطاهای انسانی سیستم‌های انسان- ماشین پیشنهاد کرد (۲۱). در مطالعه‌ای دیگر که با استفاده از روش SHERPA به شناسایی و پیش‌بینی خطاهای انسانی ممکن در طراحی کابین خلبان پرداخته شد، روایی ۰/۷ و پایایی ۰/۹ گزارش شد (۲۲). قبل از این نیز در مطالعه‌ای پایایی و روایی آماری روش SHERPA ۰/۸ و ۰/۹، توسط ۲ متخصص برای پیش‌بینی خطاهای استفاده از ماشین خودکار بلیطدهنده گزارش شد (۱۹). همه این مطالعات بیان داشتند که به کار بردن این روش در طراحی‌ها و ارزیابی سیستم‌های انسان- ماشین جهت پیش‌بینی و کنترل خطاهای انسانی کارایی بالایی داشته است.

۸ وظیفه بحرانی برای واحد تقطیر پالایشگاه بیان و شناسایی گردید. پیش از این ۱۰ وظیفه برای واحد آیزوماکس عنوان شد که با مطالعه ما همخوانی داشت (۲۳). در مطالعه حاضر میزان خطاهای شناسایی شده از نوع عملکردی بالا بود که با مطالعات قبلی که در این زمینه در ایران انجام گرفته است، همخوانی داشت (۲۴، ۱۳). برای رفع این مورد استفاده از چک‌لیست و دستورالعمل می‌تواند مؤثر باشد. همچنین از آن جایی که بیشترین نوع از خطاهای شناسایی شده فراموشی در انجام کار (حذف مواردی از دستورالعمل کار) بود (جدول ۱)، به نظر می‌رسد ایجاد بستر فرهنگی مناسب جهت انجام

www.mui.ac.ir

کار طبق دستورالعمل، از راهکارهای حذف یا کاهش این نوع خطاها می‌باشد. اتاق کنترل سیستم‌های نفتی- پتروشیمی را می‌توان به عنوان قلب تپنده این واحدها معرفی کرد. در این مطالعه فرایند پایش عملکرد که در اتاق کنترل صورت می‌گیرد، جزء فرایندهای مستعد خطای انسانی شناسایی شد که با مطالعات قبلی همخوانی داشت (۱۴، ۱۳). خطای انسانی در این وظایف همواره حساس و با اهمیت است؛ چرا که ممکن است پوشش‌های لازم به موقع صورت نگیرد.

حادثه‌ای که در تگزاس سیتی رخ داد به همین علت بود. در این حادثه اپراتور مجبور بود در ۱۱ دقیقه قبل از انفجار ۲۷۵ آلارم را تشخیص دهد، نسبت به آن‌ها آگاهی پیدا کند و اقدام لازم را در برابر آن‌ها انجام دهد که به علت زمان کم در دسترس، اپراتور موفق به کنترل شرایط نشد (۲۵، ۲۴، ۱۳). همچنین ثبت ناقص و نامفهوم یا عدم ثبت در دفتر گزارشات از خطاهای انسانی پیش‌بینی شده در این مطالعه بود. در این مورد نیز ارایه یک روش اجرایی مدون برای ثبت گزارشات و آموزش کارگران نسبت به اهمیت آن، می‌تواند مؤثر واقع گردد. در حادثه انفجار پالایشگاه واحد اجسام در سال ۲۰۰۵ شرکت BP در تگزاس، یکی از عوامل ریشه‌ای حادثه، ثبت نامفهوم و کوتاه میزان بار اضافی در برج بود که توسط اپراتور شیفت قبل صورت گرفته بود و منجر به خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری شد (۲۵). تبادل اطلاعات صحیح در کاهش میزان احتمال خطای انسانی بسیار مؤثر است. بنابراین سیستم‌های تبادل اطلاعاتی نقش مهمی را در این امر ایفا می‌کنند. از آن جایی که تجهیزات ارتباطی این واحد، قدیمی و دارای نقص فنی بودند، سبب ارتباطات مبهم بین اپراتورها شدند (به خصوص ارتباط بین اپراتور اتاق کنترل و اپراتور محوطه). همچنین وجود صدای زمینه در سایت نیز ارتباطات را بیشتر دچار اختلال می‌کرد. حادثه‌ای که در شرکت شل آمریکا در سال ۱۹۹۷ رخ داد، خطایی بود که به این علت به وجود آمد (۲۶). همچنین شبه حوادثی در همین پالایشگاه به علت ارتباطات ناقص و مبهم گزارش شده بود. از آن جایی که این سیستم ارتباطی در واحدهای دیگر پالایشگاه نیز وجود دارد و در مطالعات قبلی نیز ذکر شده است (۲۴، ۱۳)، پیشنهاد می‌شود با استفاده از تکنولوژی‌های جدید ارتباطی مانند گوشی‌های بی‌سیم که به کلاه اپراتور محوطه متصل می‌باشد، کنترل صدای زمینه و همچنین ساخت اتاقک‌هایی که در آن جاذب صدا به کار رفته است، کیفیت این ارتباطات بهتر شود.

نتیجه‌گیری

با انجام این مطالعه، پوشش‌ها و ابزارهای کنترلی سیستم جهت کنترل خطای انسانی مناسب ارزیابی شد. همچنین راهکارهایی جهت افزایش قابلیت اطمینان سیستم ارایه شد. به طور کلی روش SHERPA می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر جهت شناسایی خطاهای انسانی در واحدهای حساس پالایشگاه‌های نفت مورد استفاده قرار گیرد تا وقوع خطرات احتمالی ناشی از خطای انسانی پیش‌بینی و تصمیم منطقی اتخاذ گردد. همچنین این روش در ارایه راهکارهای کنترلی عملی متناسب با نوع خطای شناسایی شده دقیق عمل می‌کند و می‌تواند در بالا بردن ایمنی، پیش‌گیری از حادثه و افزایش قابلیت اعتماد سیستم از طریق کاهش خطاهای انسانی کمک نماید. اما از آن جایی که ۳۰ سال از ساخت این واحد می‌گذرد، احتمال نقص در سیستم‌های ابزار دقیق واحد بسیار بالا است که روش SHERPA قادر به ارزیابی آن‌ها نمی‌باشد. پیشنهاد می‌شود که مطالعات بعدی بر روی سیستم با استفاده از آنالیز درخت خطا (FTA یا Fault tree analysis) صورت گیرد.

همچنین با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، از نقاط ضعف روش SHERPA این است که فقط به شناسایی نوع رفتاری خطا می‌پردازد و از شرایط محیطی اثرگذار بر روی خطا اطلاعاتی نمی‌دهد. مطالعات قبلی نیز این ضعف را بیان کردند (۲۲، ۲۱، ۱۸). از طرفی مطالعات نشان داد که وقوع خطای انسانی چند عاملی می‌باشد و عواملی نظیر پیچیدگی شغلی، عوامل سازمانی- مدیریتی، شخصی و طراحی تأثیرگذار می‌باشند (۲۴، ۱۴). جهت شناسایی این عوامل، استفاده از روش‌های ارزیابی کننده قابلیت اطمینان انسان مانند HEART (Human error. assessment and reduction technique)

www.mui.ac.ir

و THERP (Technique for human error rate predictio) در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود. همچنین جهت شناسایی ریشه‌های خطای انسانی و عوامل محیطی، سازمانی و ... پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد و از روش‌های ارزیابی خطاهای انسانی جهت کمی‌سازی قابلیت اعتماد به انسان در آینده استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از مدیریت بخش تحقیق و توسعه پالایشگاه نفت اصفهان به سبب همکاری‌هایشان مراتب تشکر و قدردانی را دارند. همچنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و پالایشگاه نفت اصفهان به سبب همکاری و تأمین بودجه، قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Hollnagel E. Human reliability analysis: context and control. New York: Academic Press; 1993.
2. Santamari'a Ramiro JM, Brana Aisa PA. Risk analysis and reduction in the chemical process industry. New York: Blackie Academic & Professional; 1998.
3. Hollnagel E. Cognitive reliability and error analysis method: CREAM. Philadelphia: Elsevier; 1998.
4. Liu H, Hwang SL, Liu TH. Implementation of Human Error Diagnosis (HED) System. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers 2004; 21(4): 82-91.
5. Miguel AR. Human error analysis for collaborative work [PhD Thesis]. Toronto: Department of Computer Science, University of York; 2006.
6. Kletz TA. An engineer's view of human error. London: IChemE; 2001.
7. Brauer RL. Safety and health for engineers. New Jersey: John Wiley and Sons; 2006.
8. Kirwan B. Human error identification techniques for risk assessment of high risk systems-Part 1: Review and evaluation of techniques. Appl Ergon 1998; 29(3): 157-77.
9. Shorrock ST, Kirwan B. Development and application of a human error identification tool for air traffic control. Appl Ergon 2002; 33(4): 319-36.
10. Wiegmann DA, Shappell SA. A human error approach to aviation accident analysis: the human factors analysis and classification system. London: Ashgate Publishing, Ltd.; 2003.
11. Kim J, Jung W, Jang S, Wang J. A Case Study for the Selection of a Railway Human Reliability Analysis Method 2006. Proceedings of the 19th annual. International Railway; 2009 Sep 28-Oct 2; Bastad, Sweden; 2009.
12. Baysari MT, Caponecchia C, McIntosh AS, Wilson JR. Classification of errors contributing to rail incidents and accidents: A comparison of two human error identification techniques. Safety Science 2009; 47(7): 948-57.
13. Adl J, Jahangiri M, Seraj J. Identification and Analysis of Human Errors by PHEA Technique [MSc Thesis]. Tehran: Tehran University of Medical Science; 2004. [In Persian]
14. Ghalenoi M, Mahanadi HA, Mortazavi SB, Varmazyar S. Control room operators HEART human error analysis technique in a Petrochemical Complex. Iran occupational health 2009; 6(2): 38-50.
15. Stanton NA, Harris D, Salmon PM, Demagalski JM. Andrew Marshall. Predicting Design Induced Pilot Error using HET (Human Error Template) - A New Formal Human Error Identification Method for Flight Decks. Aeronautical Journal 2006; 110(4): 104-15.
16. Embrey D. Qualitative and quantitative evaluation of human error in risk assessment. In: Sandom C, Harvey RS, editors. Human factors for engineers. Landon: IET; 2004. p. 151.
17. Salmon P, Stanton N, Walker G. Human Factors Design Methods Review Authors [Online]. 2003 [cited 2003 Nov 28]; Available from: URL: http://www.hfidtc.com/research/methods/methods-reports/phase-1/hf-design-methods-review.pdf/
18. Kirwan B. Human Reliability Assessment. In: Wilson JR, Corlett EN, editors. Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology.New York: Taylor & Francis; 1990.
19. Stanton N. Handbook of human factors and ergonomics methods. New York: CRC Press p.1-7; 2005.
20. Stanton N. Human factors methods: a practical guide for engineering and design. London: Ashgate Publishing; 2005.
21. Stanton NA, Baber C. Validating task analysis for error identification: reliability and validity of a human error prediction technique. Ergonomics 2005; 48(9): 1097-113.

www.mui.ac.ir

22. Harris D, Stanton N, Marshall A, Young M, Demagalski J, Salmon P. Using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. Aerospace Science and Technology 2005; 9(6): 525-32.
23. Kirwan B. The validation of three human reliability quantification techniques - THERP, HEART and JHEDI: part 1 - technique descriptions and validation issues. Appl Ergon 1996; 27(6): 359-73.
24. Mortazavi SB, Mahdavi S, Asilian H, Arghami S, Gholamnia R. Identification and Assessment of Human Errors in SRP Unit of Control Room of Tehran Oil Refinery Using HEIST Technique 2007. Behbood, The Scientific Quarterly 2008; 12(3): 308-22.
25. Mogford J. Fatal Accident Investigation Report, Isomerization Unit Explosion Final Report, Texas City, Texas, USA [Online]. 2005 Mar [cited 2005 Dec]; Available from: URL:www.bp.com/liveassets/bp_internet/us/bp_us.../final_report.pdf/
26. Belke JC. Recurring Causes of Recent Chemical Accidents', U.S. Environmental Protection Agency Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office. Proceedings of the International conference and Workshop on Reliability and Risk Management organised by IChE/CCPS; 1998 Sep 6-8; San Antonio, Texas; 1998.

www.mui.ac.ir

Human Error Assessment and Management among Isfahan, Iran Oil Refinery Control Room Operators by SHERPA Technique

Ehsan Allah Habibi[1], Seif Allah Gharib[2], Iraj Mohammadfam[3], Masood Rismanchian[4]

Abstract

Background: In many work environments with sensitive and complex technologies, human errors are very important since they may lead to catastrophes. Therefore, it is necessary to recognize and find out causes of human errors to prevent and limit their dreadful consequences. This study aimed to identify, assess and control human errors in the distillation unit of Isfahan, Iran Oil Refinery.

Methods: This study was performed in 2010. Data was collected using task observation and interviewing safety authorities, unit and shift supervisors and operators. Finally, 8 critical tasks were determined. Then, Hierarchical Task Analysis (HTA) was conducted and human errors in each task were identified by Systematic Human Error Reduction Prediction Approach (SHERPA) technique.

Findings: After analyzing SHERPA work sheets, 198 human errors were identified including 134 (67.64%) action errors, 23 (11.61%) checking errors, 11 (5.6%) communication errors, 24 (12.12%) retrieval errors and 6 (3.03%) selection errors. Overall, the possibility of 64% of human errors among control room operators was assessed as "low" while 36% had a "moderate" possibility. In addition, although 59% of the identified errors of control room operators required no recovery, 29% resulted in sensitive outcomes.

Conclusion: The results showed that SHERPA technique can be used as an effective method to detect human errors in the control room of sensitive units of oil refineries.

Key words: Human Error, Operator, Oil Refinery, SHERPA.

This article was derived from MSc thesis in the Isfahan University of Medical Sciences, No: 388467.

1- Associate Professor, Department of Professional Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2- MSc Student, Student Research Committee, Department of Professional Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Virtual Institute of HSE, Basij Organization of Medicine Society, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: seif.gharib@gmail.com
3- Assistant Professor, Department of Professional Health, School of Health, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran.
4- Lecturer, Department of Professional Health, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

www.mui.ac.ir