

## مطالعه ارگونومیک (شناسایی، پیش بینی و کنترل) خطاهای انسانی در یکی از

### اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی با استفاده از روش SHERPA

مهدی قاسمی: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی

تهران، تهران، ایران

جبرائیل نسل سراجی: استاد، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده رابط: jnsarji@tums.ac.ir

سید ابولفضل ذاکریان: استادیار، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

محمد رضا اژدری: کارشناس بهداشت حرفه ای، شرکت متانول زاگرس، عسلویه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۱/۲۲

### چکیده

زمینه و هدف: امروزه در بسیاری از محیط‌های شغلی نظیر صنایع هسته‌ای، نظامی و شیمیایی بروز یک خطای انسانی می‌تواند به یک فاجعه تبدیل شود. حوادث گوناگون در نقاط مختلف جهان شواهدی بر این مدعاست که از آن جمله می‌توان به حادثه هسته‌ای چرنوبیل در سال ۱۹۸۶، حادثه تری مایلند در سال ۱۹۷۹ و حادثه انفجار در صنایع شیمیایی فلیگسبورگ در سال ۱۹۷۴ نام برد. به همین دلیل شناسایی خطاهای انسانی بویژه در سیستم‌های حساس و پیچیده و پیش‌بینی راه‌های کنترلی، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود.

روش کار: مطالعه حاضر یک پژوهش از نوع موردی محسوب می‌شود که در شرکت متانول زاگرس عسلویه و بخش‌های مرتبط با آن اجرا شده است. برای جمع‌آوری داده‌های لازم و تکمیل برگه‌های SHERPA از روش مشاهده، مصاحبه با متخصصین فرآیند، اپراتورهای اتاق کنترل، بررسی اسناد و مدارک فنی استفاده شده است.

نتایج: تجزیه و تحلیل برگه‌های کار SHERPA نشان داد که تعداد کل خطاهای انسانی شناسایی شده در وظایف شغلی مورد بحث ۲۲۲ خطا می‌باشد که از این تعداد ۴۸/۶۲٪ خطا از نوع عملکردی، ۳۱/۹۷٪ خطا از نوع بازدیدی، ۶/۷۵٪ خطا از نوع بازیابی، ۰/۹٪ خطای انتخابی، و ۱۱/۷٪ خطا مربوط به تبادل اطلاعات بوده است.

نتیجه‌گیری: در نهایت می‌توان این نتیجه را استنباط نمود که این روش در صنایع مختلف بخصوص صنایع شیمیایی قابل اجرا بوده و در شناسایی خطاهای انسانی که می‌تواند خطرات و حوادثی را در پی داشته باشد، بسیار مفید و موثر می‌باشد.

واژگان کلیدی: مهندسی فاکتورهای انسانی، خطای انسانی، SHERPA، پتروشیمی، عسلویه

## مقدمه

با توسعه روز افزون دانش و ظهور فن آوری های جدید در عرصه‌ی صنعت و تولید و ایجاد سیستم‌های بسیار پیچیده لزوم اجرای اصول ایمنی و طراحی تجهیزات به طور ایمن جهت جلوگیری از وقوع حوادث و صدمه به تجهیزات و نیروهای انسانی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. چند دهه‌ی قبل، افرادی تلاش کردند تا اجزای ایجاد حادثه که شامل عمل نایمن و شرایط نایمن می‌باشد را با هم مقایسه کنند، در این راه آقای هانریش در حدود ۷۵۰۰۰ حادثه را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که ۸۸٪ از علل وقوع حوادث اعمال نایمن، ۱۰٪ شرایط نایمن و ۲٪ از عوامل غیرقابل پیشگیری می‌باشند (Brauer 2006).

در یک مطالعه‌ی دیگر که توسط سازمان صنعتی پنسیلوانیا انجام شد، به این نتیجه رسیدند که از ۸۰۰۰۰ حادثه‌ی مورد بررسی شرایط نایمن و اعمال نایمن در رخداد حوادث در حدود ۹۸٪ با هم ارتباط هستند. اساساً طراحی‌ها باید به گونه‌ای باشد که فرصت خطاهای انسانی را بسیار محدود کنند تا به این وسیله خطاهای انسانی که می‌تواند به حوادث ختم شوند، کاهش یابد. در اوایل قرن بیستم بسیاری از افراد با به کارگیری اصول Heinrich، پرسنل خود را در حوادث رخ داده مورد سرزنش قرار می‌دادند، امروزه از همان اصول هانریش جهت تاکید برای کنترل اعمال غیرایمن افراد استفاده می‌شود (HFI 2004).

هرچند نقش خطاهای انسانی در بروز حوادث بسیار آشکار بوده و از طرف دیگر نتایج فاجعه بار ناشی از عدم بررسی خطای انسانی در هنگام محاسبه ریسک، کاملاً اثبات شده است، ولی متأسفانه در اغلب صنایع در هنگام ارزیابی پارامترهای ایمنی به بررسی خطاهای انسانی پرداخته نمی‌شود. در ارزیابی احتمال خطرات، لازم است کلیه خطاهای انسانی از فاز طراحی گرفته تا استرس و خستگی های ناشی از کاربرد روش های نامناسب مدنظر قرار گیرد. با بررسی وظایف می‌توان

اطلاعات خوبی را برای هدایت موثرتر منابع برای رسیدن به اهداف ایمنی فراهم کرد داشتن چنین اطلاعاتی به شرکت‌ها کمک خواهد کرد فعالیت‌هایشان را با ثبات بیشتری همراه باشد. روحیه‌ی کارکنان آنها تقویت شود، کیفیت و قابلیت اطمینان تولیداتشان بالاتر رود، غرامت پرداختی به کارگران و سایر هزینه های مشابه کاهش یابد و در نهایت بهره‌وری شرکت افزایش پیدا کند (Habiby et al. 2007).

ویژگی عمومی سامانه‌های صنعتی بزرگ مانند صنایع نفت و پتروشیمی این است که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد متمرکز هستند و توسط چند اپراتور کنترل می‌شود. حوادث در این واحدها نه فقط تهدیدی برای تجهیزات و آنهایی که در داخل واحد مشغول به کار هستند، بلکه به جهت عواقب و اثرات آن بر نواحی مجاور و حتی کشور های همسایه از اهمیت بالایی برخوردار است (Stanton 2005).

با توجه به این امر که در صنعت نفت و پتروشیمی در ایران و اکثر نقاط دنیا وظیفه حساس کنترل فرآیند به طور مداوم توسط اپراتورها و مسوولان اتاق کنترل صورت می‌گیرد اهمیت و توجه هر چه بیشتر به موضوع خطاهای انسانی را می‌طلبد. لذا در این پژوهش اهداف زیر دنبال شده است:

شناسایی و پیش بینی خطاهای انسانی.

شناسایی و پیش بینی موقعیتهای بوجود آورنده خطا.

شناسایی خطاهای بحرانی .

ارایه‌ی راه حل‌های کنترلی برای کاهش خطاهای انسانی مطابق روش SHERPA .

## روش کار

مطالعه حاضر یک پژوهش موردی است و محل انجام آن واحد شماره یک متانول زاگرس عسلویه و بخش- های مرتبط با آن بود. برای جمع آوری داده های لازم و تکمیل برگه های SHERPA از روش مشاهده، مصاحبه با

هر مرحله از کار از پایین ترین سطح تحلیل جهت طبقه بندی خطا به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

اقدام (Action): شامل کشیدن سوئیچ یا فشار دادن یک دکمه ، باز کردن یک درمد نظر می باشد.

بازیابی: دریافت اطلاعات از طریق مانیتور یا دستورالعمل، آیین نامه

بررسی کردن (Checking): هدایت و اداره کردن یک روند بررسی

انتخاب (Selection): انتخاب یک راه کار دیگر با توجه به فرمان مسئول بالاتر

تبادل اطلاعات (Information communication): گفتگو با بخشها یا دیگر گروهها.

خطاهای ممکن در این روش مورد بررسی قرار می - گیرد به شرح زیر است:

خطای عملکردی (Action error): این خطا در واقع به عملکرد فرد بستگی داشته یعنی عملی را که فرد باید انجام دهد به طور صحیح انجام نمی دهد یا به موقع انجام نمی دهد.

خطای بازدید (Checking error): به نوعی از خطا اطلاق می شود که فرد بررسی را به موقع یا به درستی انجام نمی دهد.

خطای بازیابی (Retrieval error): اقدام فوری که بعد از وقوع خطا جهت برگرداندن سیستم به حالت اولیه انجام می گردد اطلاق شده، که در انجام آن خطا رخ می دهد.

خطای ارتباطاتی (Communication error): خطای است که در جریان برقراری ارتباط با سایر بخش رخ می دهد یعنی دریافت اطلاعات به اشتباه صورت می گیرد.

خطای انتخاب (Selection error): اپراتور گزینه - ی را باید انتخاب نماید اشتباه انتخاب کرده یا انتخاب مرحله ی را در انجام فرآیند کنترل سیستم فراموش می کند.

در این مرحله با استفاده از چک لیست مخصوص این روش که در جدول ۲ ارائه شده، شناسایی خطا تعیین و در ستون نوع خطا، برگه کار (جدول ۱) ثبت

متخصصین فرآیند، اپراتورهای اتاق کنترل، بررسی اسناد و مدارک فنی استفاده شده است.

با توجه به اینکه اساساً هدف از انجام این مطالعه شناسایی، پیش بینی و کنترل خطاهای انسانی در اتاق کنترل صنعت بوده است ، لذا در اتاق کنترل مربوطه وظایف شغلی حساس و واحدهای مهم مورد شناسایی قرار گرفتند که از مشاغل موجود در اتاق کنترل ، اپراتور - های واحدهای ۱۰۰ ، ۲۰۰ و ۳۰۰ بعنوان مشاغل خیلی حساس و واحدهای ۱۰۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ و ۲۵۰ بعنوان واحدهای حساس و آسیب پذیر نسبت به خطای انسانی مشخص شدند و کار اجرای تکنیک SHERPA در این قسمت انجام شده است. تعداد شاغلان در واحدهای مورد نظر ۵ نفر بوده که در نوبت های کاری ۱۲ ساعته چرخشی به صورت دو هفته کار یک هفته استراحت مشغول به کار می باشند.

روش ذکر شده در سال ۱۹۸۶ توسط امبری ایجاد و توسعه پیدا کرد. این روش تحلیل خطای انسانی تشکیل شده است از یک برنامه ی حساب شده از جریان عادی پرسش و پاسخ که خطاهای مشابه را در هر مرحله از فرآیند تجزیه و تحلیل وظایف شغلی تشخیص می دهد (Embrey 2000).

جهت انجام و اجرای تکنیکی SHERPA هشت مرحله وجود دارد که با انجام آنها این تکنیک اجرا می شود :

مرحله ی اول - تحلیل سلسله مراتبی وظیفه Hierarchical Task Analysis (HTA) : این مرحله بر روی درک افراد از شغل برای دستیابی به اهداف که می تواند ناشی از اجرای برنامه های عملیاتی یا طرح و دستورالعمل هایی که برای رسیدن به اهداف تدوین شده اند، تکیه دارد و تمامی مراحل انجام کار را جهت دستیابی به هدف مورد نظر از پایین به بالا ترسیم می کند که در شکل ۱ نمایش داده شده است.

مرحله ی دوم- طبقه بندی وظیفه (Task classification):

مرحله هفتم - تحلیل بحرانیت ( Criticality Analysis): در این مرحله از روش میزان شدت خسارات ناشی از خطای انسانی با توجه به جدول ۳ تعیین شده و از تلفیق آن با احتمال رخداد خطا، سطح ریسک مربوطه مشخص و در ستون هفتم جدول برگه کار ثبت می گردد (جدول ۱) که ملاحظه می شود سطح ریسک 2B تعیین شده به این معنی که احتمال رخداد خطا محتمل و خسارت ناشی از آن بحرانی محسوب می شود که نتیجه آن تعیین سطح ریسک 2B می باشد.

مرحله هشتم: تحلیل راهکارهای اصلاحی (Remedy Analysis): در نهایت در این روش به مرحله ی نهایی می رسیم که در آن راهکارهای کاهش خطا ارائه می شود. این راهکارها در فرم پیشنهاد تغییرات در سیستم بعنوان کاری که می تواند از خطاها جلوگیری کنند، ارائه می شوند. اساساً این راهکارها به چهار دسته طبقه بندی می شوند.

- ۱- تجهیزات (طراحی مجدد یا ایجاد تغییر و اصلاح در تجهیزات موجود).
- ۲- آموزش (تدوین برنامه های آموزشی جدید، تغییر در روند آموزش)
- ۳- دستورالعمل ها (ارائه دستورالعمل جدید یا بازخوانی دستورالعمل های قدیمی و اصلاح آنها).
- ۴- تغییرات سازمانی و مدیریتی

## نتایج

تجزیه و تحلیل برگه های کار SHERPA نشان داد که تعداد کل خطاهای انسانی شناسایی شده در وظایف شغلی مورد بحث ۲۲۲ خطا می باشد که از این تعداد ۴۸/۶۲٪ خطا از نوع عملکردی، ۳۱/۹۷٪ خطا از نوع بازدیدی، ۶/۷۵٪ خطا از نوع بازیابی، ۰/۹٪ خطای انتخابی، و ۱۱/۷٪ خطا مربوط به تبادل اطلاعات بودند و نمودار ۱ وضعیت خطاهای شناسایی شده را نشان می دهد که برخی از مهمترین این خطاها عبارتند از عدم انجام وظیفه شغلی، انجام وظیفه شغلی دیرتر از موعد مقرر،

می گردد، بعنوان مثال در برگه کار (جدول ۱) شناسه ی خطا از جدول ۲، A1 (عمل مورد نظر خیلی زود یا دیر انجام شود) تعیین گردیده و در برگه کار درج می شود. مرحله ی سوم - شناسایی خطای انسانی ( HEI ) ( Human Error Identification ) : طبقه بندی مراحل وظیفه، باعث هدایت تحلیل گر به سوی بررسی خطای فعالیت با استفاده از طبقه بندی خطای پایین دست می شود. برای هر خطا یک شرح چگونگی رخداد ارائه می شود (Stanton 2006).

مرحله ی چهارم - تحلیل نتایج ( Consequence Analysis): بررسی نتایج هر خطا روی سیستم یک مرحله حیاتی بعدی است که نتایج کاربردی جهت خطاهای بحرانی خواهد داشت. در این مرحله لازم است تحلیل گر شرح کاملی از نتایج به همراه شناسایی خطا ارائه نماید.

مرحله ی پنجم - تحلیل بازیابی ( Recovery Analysis): در این مرحله تحلیل گر باید بازیابی خطاهای بالقوه شناسایی شده را مشخص نماید؛ به این معنی که تحلیل گر بررسی می کند که چه عملی می توان انجام داد که از بروز این خطا جلوگیری کند. ابتدا این عمل که در تحلیل سلسله مراتبی شغل بدست آمده، تعیین می شود و سپس وارد مرحله ی بعدی می گردد، به عنوان مثال در برگه کار (جدول ۱) به ۴-۱-۵ اشاره شده که این کد در تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی شغل حاصل شده است که می تواند به عنوان عمل بازیابی خطا برای جلوگیری از بروز خطا تعیین شده (A1)، تلقی شود و در ستون ششم برگه کار ثبت می شود و به این ترتیب این قسمت خاتمه یافته تلقی می شود.

مرحله ششم - تحلیل احتمال خطا ( Ordinal Probability Analysis): در مراحل قبل با نتایج و بازیابی آشنا شدیم که تحلیل گر جهت محاسبه میزان احتمال رخداد خطا به آنها احتیاج دارد. در این مرحله احتمال رخداد یک خطا با توجه به جدول ۳ تعیین می گردد.

های ارسالی نیز مطرح است که در مطالعه که توسط آقای قلعه نوی انجام شده احتمال خطای ناشی از کنترل هشدار ۰/۴۳ بدست آمده است (Ghalenoy 2006).

یکی دیگر از راههای کنترلی که در این قسمت به آن اشاره شده است بکارگیری چک لیست است که در این مورد آقای Salvendy احتمال بروز خطای فراموشی اپراتور در انجام یک مرحله از کار را در صورتی که هیچ وسیله برای یاد آوری نباشد را ۰/۱ و چنانچه برای انجام آن مراحل کاری از چک لیست استفاده شود یا مراحل کاری در قالب دستورالعمل آورده شود، در این صورت احتمال وقوع آن خطا به ۰/۰۰۳ کاهش پیدا خواهد کرد لذا این موضوع اهمیت وجود چک لیست را بخوبی نشان می دهد (Ghangiry 2004).

راه کنترلی دیگری که در این قسمت به آن اشاره شده است استفاده از شبیه ساز دیجیتالی است. در این رابطه سیگل و همکارانش در سال ۱۹۷۴ روشهای شبیه سازی دیجیتالی را بمنظور تامین قابلیت سیستم های انسان-ماشین مطرح کردند، در این مورد خطای انسانی ناشی از عملکرد ناقص افراد مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد، که در همین راستا جهت شناسایی نقاط ضعف اپراتورهای اتاق کنترل و از طرفی برای افزایش مهارت و توانایی های آنان، پیشنهاد بکارگیری سیستم های شبیه ساز مطرح شد که با شناسایی نقاط ضعف افراد می توان برنامه لازم جهت مرتفع کردن نقاط ضعف را تدوین و اجرا کرد (Sikorski 1991).

نکته دیگری که بسیار حائز اهمیت است این است که در طراحی سیستم شبیه ساز، خطاهای شناسایی شده، در این نرم افزار گنجانده شود و با اعمال آنان در جریان آموزش، ضمن اینکه توانایی های آموزش گیرنده جهت کنترل شرایط بوجود آمده، مورد ارزیابی قرار می گیرد، مهارتهای عملکردی ایشان نیز افزایش می یابد. که این موضوع نیز می تواند جزئی از برنامه آموزشی آنان نیز تلقی شود (Miroljub and Evica 2006).

از کاستی و کمبودی که در این روش وجود دارد، می توان به عدم ارزیابی سطح ریسک پس از انجام اقدامات

انجام وظیفه شغلی به طور ناقص، فراموشی در انجام بازدید که احتمال وقوع هر یک با توجه به حوادث مشابه اتفاق افتاده در واحد بالا است و به خصوص در شرایط اضطراری می توانند بسیار حساس و بحرانی باشند.

نمودار ۲ سطح ریسک پیش بینی شده که حاصل استخراج از ۷۵ برگه کار تکمیل شده در این پژوهش را نشان می دهد و همانطور که در نمودار ۲ ملاحظه می شود ریسک غیر قابل قبول مقدار ۷۱/۲۵٪ از کل ریسکها را بخود اختصاص داده و ریسک نامطلوب میزان ۲۶/۷۵٪ از کل ریسکها را در اختیار دارد و سطح ریسک پذیرفته شده با انجام اصلاحات در آینده ۲٪ و ۰٪ در ناحیه ایمن قرار دارد.

## بحث

همانطور که جدول ۱ نشان می دهد وظیفه شغلی مورد بررسی، افزایش فشار سوخت مشعلها است که خطای شناسایی شده در این وظیفه شغلی دو حالت دارد (در ستون سوم نوع خطاها درج گردیده است) خطای اول (A1) یعنی این که انجام عمل افزایش فشار سوخت مشعلها دیر یا زود صورت گیرد و خطای دوم (A5) یعنی انجام تغییرات بر روی فشار سوخت به درستی صورت نگیرد، مطرح است که پیامد ناشی از آن همانطور که در ستون پنجم جدول ۱ آورده شده است از سرویس خارج شدن H-1001 می باشد. در ستون هفتم با بکارگیری استاندارد MIL-STD-88213 مراحل ششم و هفتم تکنیک تکمیل شده است. این استاندارد در سال ۱۹۸۴ برای کاربرد در صنایع نظامی آمریکا مطرح شده که در آن دسته بندی خطرات از نظر شدت به چهار دسته فاجعه بار، بحرانی، مرزی و جزئی طبقه بندی شده است (جدول ۳).

در ستون هشتم از جدول ۱، راهکارهای کنترلی جهت پیشگیری و کاهش خطای انسانی ارایه شده است که یکی از آنها تغییر صدای هشدار ارسالی سیستم است، تغییرات نرم افزاری اصلاح و بهینه سازی سیستم هشدار

و اولویت بندی آنها با توجه ریسک شناسایی شده در ستون هفتم اقدام نماید.

در پایان یکی از مواردی که در شناسایی احتمال رخداد خطا در صنعت می تواند بسیار موثر باشد ثبت دقیق خطاهای انسانی است، که در جریان انجام این مطالعه چنین ثبت دقیقی در دسترس نبود که به توان در هنگام اجرای این روش به آسانی به اطلاعات آنها دسترسی داشت لذا پیشنهاد می شود برای دستیابی به اطلاعات دقیق احتمال رخداد حوادث در صنایع یک روش ثبت دقیق خطا تبیین و اجرا شود.

### تشکر و قدردانی

در پایان نویسندگان از مدیریت محترم HSE صنایع ملی پتروشیمی و مدیریت محترم شرکت پتروشیمی زاگرس و تمامی کارکنان پرتلاش و گرانقدر شرکت مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می دارند، شماره ثبت پایان نامه ۸۷/۱۱/۲۶-۲۴۰/۶۴/۱۴ می باشد.

اصلاحی اشاره کرد، یعنی در این روش سطح ریسک پس از انجام اقدام اصلاحی را نمی توان ارزیابی کرد.

### نتیجه گیری

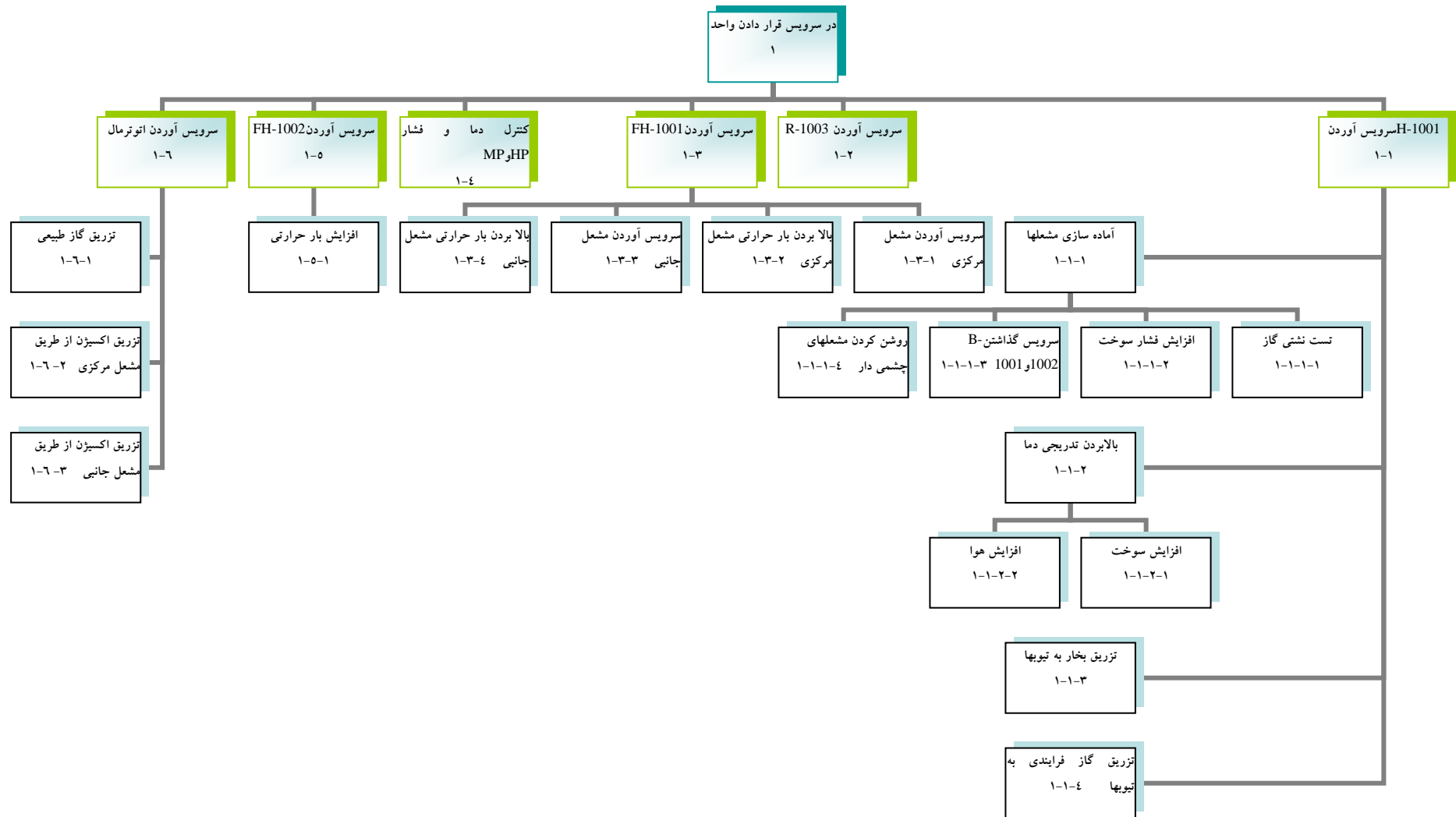
این مطالعه از معدود مطالعاتی است که در کشور به بررسی خطای انسانی در صنایع پتروشیمی پرداخته است که با توجه به گسترش روز افزون این صنعت در کشور می توان از نتایج این مطالعه در جلوگیری از خطاهای انسانی در صنایع پتروشیمی استفاده کرد.

در نهایت می توان این چنین نتیجه گرفت که این روش در صنایع مختلف بخصوص صنایع شیمیایی، نفت، گاز و پتروشیمی بخوبی قابل اجرا بوده و در شناسایی خطاهای انسانی که می تواند خطرات و حوادثی را در پی داشته باشد، بسیار مفید و موثر می باشد.

در ضمن در ارایه راههای کنترلی بسیار دقیق عمل کرده و می تواند راهکارهای عملی متناسب با خطای شناسایی شده را پیشنهاد نماید که با توجه به این راهکارهای کنترلی مدیریت سازمان نسبت به برنامه ریزی

جدول ۱ - یک نمونه از ۷۵ برگه کاری که در انجام این تحقیق تهیه شده است

نام وظیفه شغلی اصلی: نوبتکار واحد ۱۰۰-۱۵۰ تهیه کننده: مهدی قاسمی							
ردیف	وظیفه شغلی	نوع خطا	توصیف خطا	پیامد ناشی از خطا	بازیابی	سطح ریسک	راهکار کنترلی
۱-۱-۲	افزایش فشار سوخت مشعلها	A1	انجام عمل افزایش فشار سوخت مشعلها دیر یا زود صورت میگیرد.	در اثر افزایش یا کاهش دمای خروجی H-1001 کوره از سرویس خارج میشود.	۴-۱-۵*	2B	۱- تغییر در صدای آلامر ارسالی در حالتی که تغییرات فشار و دما موجود خارج از محدوده معین قرار گرفت. ۲- تدوین دستورالعمل کاری و چک لیست مناسب جهت راه اندازی مشعلها با همکاری واحد مهندسی فرآیند و استفاده از تجارب اپراتور واحد ۱۰۰.
		A5	انجام تغییرات بر روی فشار سوخت بدرستی صورت نمی گیرد.	H-1001 از سرویس خارج میشود.	۴-۱-۵	2B	۱- استفاده از شبیه ساز جهت افزایش مهارت اپراتور. ۲- ایجاد تغییرات ساختاری در نرم افزار کنترل H-1001 به گونه ی که اگر تغییرات بیشتر از ۱۰٪ شرایط حاکم بر سیستم بود از اپراتور تایید نهایی را بخواهد.
*در ستون بازیابی عمل ۴-۱-۵ درج شده است که منظور از آن کنترل دمای خروجی مشعل ها است.							



شکل ۱- تجزیه سلسله مراتبی شغل اپراتوری واحد ۱۰۰-۱۵۰

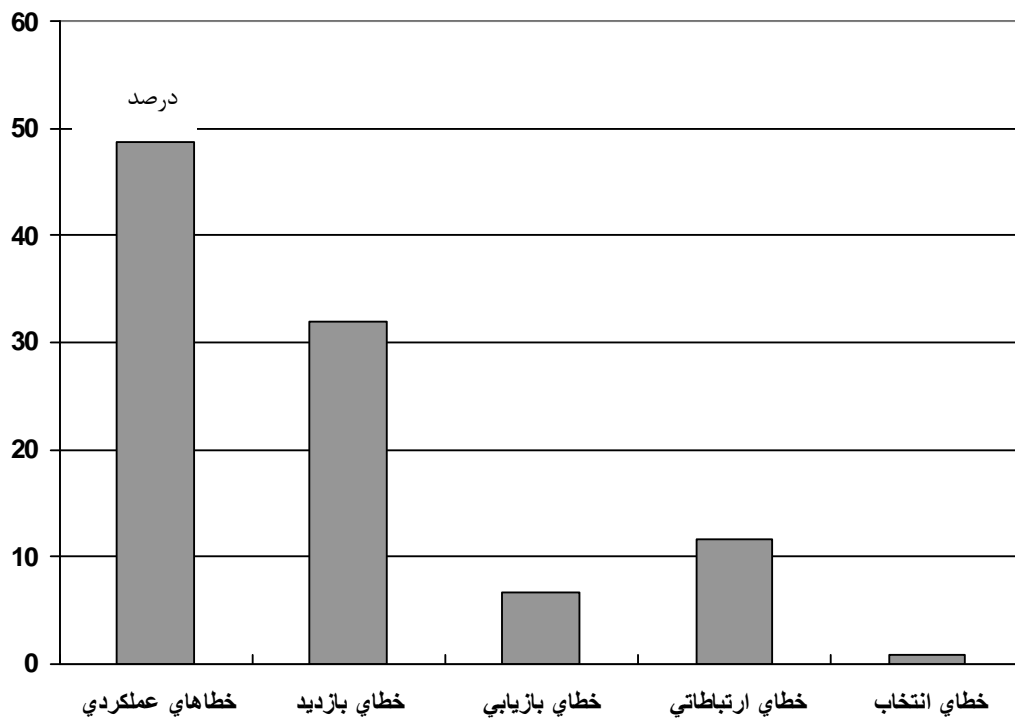


جدول ۲ - چک لیست انواع خطاهای انسانی در روش SHERPA:

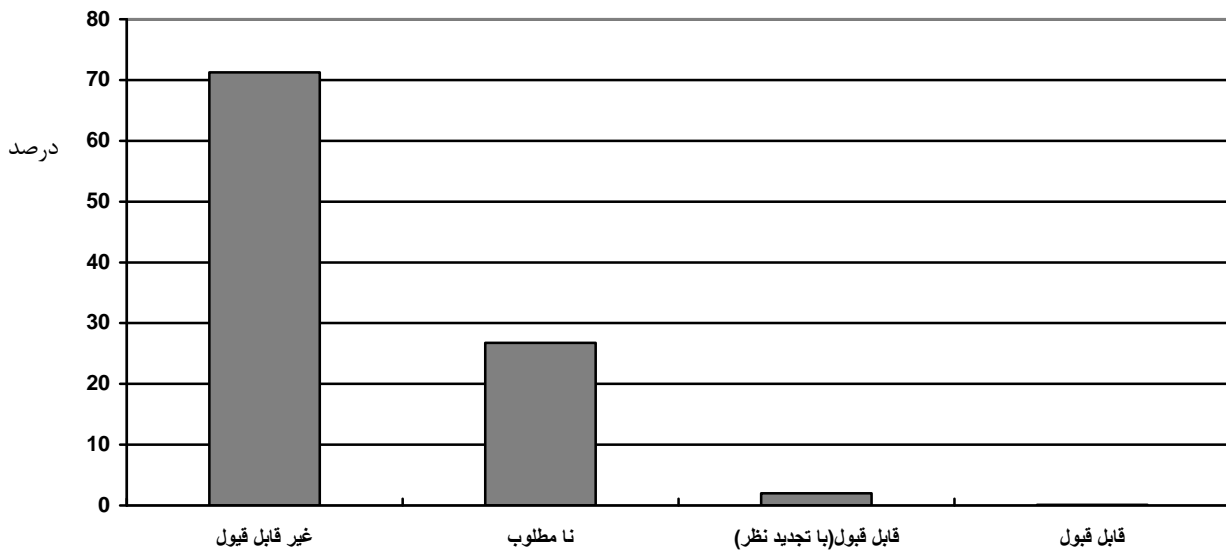
توصیف خطا	شناسه خطا	نوع خطا
عمل خیلی زود یا دیر انجام شود	A1	خطاهای عملکردی (Action errors)
عمل مورد نظر بيموقع انجام شود	A2	
عمل مورد نظر در جهت اشتباه انجام شود	A3	
عمل کمتر، یا بیش از حد لازم انجام شود	A4	
عمل تغییر انجام می شود	A5	
عمل صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام شود	A6	
عمل اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام شود	A7	
انجام عمل مورد نظر فراموش شود	A8	
عمل به طور ناقص انجام می شود	A9	
عمل اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می شود	A10	
بررسی فراموش می شود	C1	خطای بازدید (Checking errors)
بررسی به طور ناقص انجام می شود	C2	
بررسی صحیح بر روی گزینه اشتباه انجام می شود	C3	
بررسی اشتباه بر روی گزینه صحیح انجام می شود	C4	
بررسی در زمان نامناسب انجام می شود	C5	
بررسی اشتباه بر روی گزینه اشتباه انجام می شود	C6	
اطلاعات لازم در دسترس نیست	R1	خطای بازیابی (Retrieval errors)
اطلاعات به صورت اشتباه ارائه شده است	R2	
بازیابی اطلاعات ، ناقص انجام می شود	R3	
تبادل اطلاعات صورت نمی گیرد	I1	خطای ارتباطاتی (Communication errors)
اطلاعات اشتباه تبادل می شود	I2	
تبادل اطلاعات به طور ناقص انجام می گیرد	I3	
انتخاب حذف می شود	S1	خطای انتخاب (Selection error)
انتخاب اشتباه انجام می شود	S2	

جدول ۳ - ماتریس ارزیابی سطح ریسک

شدت خطر احتمال وقوع	فاجعه بار (۱)	بحرانی (۲)	مرزی (۳)	جزیی (۴)
مکرر (A)	۱A	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



نمودار ۱ - خطاهای شناسایی شده در وظایف شغلی واحدهای ۱۰۰-۱۵۰-۲۰۰ و ۳۰۰ بر حسب درصد



نمودار ۲- نتایج نهایی سطح ریسک پیش بینی شده

## References

- Brauer, R.L., 2006. *Safety and Health for Engineers*, John Wiley & Sons.
- Embrey, D., 2000. *Task Analysis Techniques*, Human Reliability Associates Ltd
- Gahngiry, M., 2004. Identification and Analysis Human Error in Isomax Unit Refinery of Tehran With the PHEA Method, Master science Thesis, University of Tehran.
- Ghalenoy, M., 2006. Safety Human Error Analysis in a control Room of petrochemistry industry With the HEART Method, Master science Thesis, University of Tarbiat Modares.
- Habibi, E., 2007. Applied Safety performance, Publication by Fanavaran . Human Factor Integrate Deface Technology Center., 2004. Human Factors Design Methods Review.
- Miroljub, G. and Evica, T., 2006. Framework for Human Error Quantification, *Philosophy, Sociology and Psychology*, **5**, pp. 131 – 144.
- Sikorski M., 1991. Use of Digital Simulation in Reliability Analysis for the

- Design of Industrial Process Control Systems, *Reliability Engineering & System Safety* **31**, Pages 281-295.
- Stanton, N. and Salmon, P., 2005. Predicting Pilot Error on the Flight Deck, *Aerospace Science and Technology*, **9**, pp. 525-532.
- Stanton, N., 2006. Hierarchical Task Analysis: Developments, Applications and Extensions. *Applied Ergonomics*, **37**, pp.55-79.