



## شناسایی خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل با استفاده از تکنیک HEIST در یک شرکت نفتی

عباس زراءنژاد<sup>۱</sup>، موسی جباری<sup>۲</sup>، مهرزاد کشاورزی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۰

تاریخ ویرایش: ۹۱/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۰

### چکیده

**زمینه و هدف:** با توجه به نقش خطاهای انسانی در بروز حوادث فاجعه بار در اتاق‌های کنترل و عدم اثربخشی تکنیک‌های کلاسیک شناسایی خطر در شناسایی دقیق خطاهای انسانی، باید از روش‌های تخصصی در شناسایی خطاهای انسانی استفاده نمود، به همین دلیل این پژوهش، با هدف شناسایی خطاهای انسانی در اتاق کنترل یک شرکت نفتی با استفاده از روش «ابزار شناسایی خطای انسانی در سیستم‌ها» انجام شده است. **روش بررسی:** مطالعه حاضر، یک مطالعه مورد پژوهی از نوع کیفی است که در سال ۱۳۹۰ با استفاده از روش «ابزار شناسایی خطای انسانی در سیستم‌ها» انجام شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از روش «مشاهده و مصاحبه با متخصصین»، برای طبقه‌بندی مراحل تصمیم‌گیری از مدل «رُز و رُز»، برای طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر بروز خطا از طبقه‌بندی «کروان» و برای شناسایی انواع خطاها از مدل «مهارت، قاعده و دانش» استفاده شده است. **یافته‌ها:** در مجموع ۳۰۰ خطای انسانی شناسایی شده است. در این میان سه عامل «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها»، «دستورالعمل‌ها» و «آموزش و تجربه» به تنهایی ۷۱ درصد از عوامل مؤثر در بروز خطای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین ۹۰ درصد از خطاهای انسانی به تنهایی در مراحل «اجرای راهکار»، «مشاهده سیستم» و «انتخاب فرضیه» رخ داده است. **نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه حاضر با آشکار ساختن انواع سناریوهای احتمالی مربوط به خطاهای کاربران اتاق کنترل و پیامدهای نامطلوب ناشی از آن، بر وجود نقاط ضعف متعدد و ضرورت به کارگیری هم‌زمان کنترل‌های مهندسی و مدیریتی به منظور کاهش خطاهای انسانی در سیستم مورد مطالعه تأکید می‌کند.

**کلیدواژه‌ها:** خطای انسانی، اتاق کنترل، HEIST، HTA، Rose & Rose.

### مقدمه

فاجعه‌بار منتهی شود. حادثه انفجار و آتش‌سوزی پالایشگاه تگزاکو (Texaco) در سال ۱۹۹۴ که باعث کشته شدن ۲۶ نفر و ایجاد خسارتی معادل ۴۸ میلیون پوند شد، نمونه‌ای از این گونه حوادث است که در اثر خطای انسانی رخ داده است، در این حادثه کاربر اتاق کنترل مجبور بود در ۱۱ دقیقه قبل از انفجار ۲۷۵ هشداردهنده را تشخیص دهد، نسبت به آنها آگاهی پیدا کرده و اقدامات لازم را انجام دهد [۱]. از این رو با توجه به نقش حیاتی عامل انسانی در سیستم‌های کاری، ضروری به نظر می‌رسد در کلیه سیستم‌های عملیاتی به ویژه در سیستم‌های بحرانی نظیر اتاق‌های کنترل که بروز خطاهای انسانی می‌تواند پیامدهای شدیدی به دنبال داشته باشد، خطاهای انسانی شناسایی و ارزیابی

هر چند دستاوردهای حاصل از انقلاب سوم صنعتی یعنی «انرژی هسته‌ای و تجهیزات الکترونیکی» و پیشرفت‌های روزافزون بشر در زمینه «فناوری اطلاعات و ارتباطات»، به شدت از حضور فیزیکی نیروی انسانی در محیط‌های کاری کاسته است ولی با تعریف جایگاه جدید، نقش و اهمیت عامل انسانی را در کنترل و هدایت سیستم‌های کاری افزایش داده است، به طوری که افراد ناگزیرند در مدت زمان کوتاهی حجم عظیمی از اطلاعات را جمع‌آوری و پردازش نموده و بر اساس آن تصمیم‌گیری نمایند. بدیهی است بروز کوچکترین خطای انسانی در هر یک از مراحل یاد شده در بسیاری از محیط‌های صنعتی می‌تواند به حادثه‌ای

۱- (نویسنده مسئول) کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، وزارت نفت. zaranejad@yahoo.com

۲- استادیار گروه ایمنی صنعتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، شرکت نفت و گاز پارس.

اطمینان انسان در نیروگاه‌های هسته‌ای و صنایع شیمیایی می‌باشد که خطای انسانی را از دیدگاه روانشناختی بررسی و احتمال خطا را محاسبه می‌کند ولی به خاطر اینکه نتایج این روش شدیداً به مهارت تحلیلگر و قضاوت شخصی وی بستگی دارد، قابلیت اعتبار کمی دارد [۴ و ۳]. اما روش HEIST که در سال ۱۹۹۴ برای اولین بار توسط «باری کروان» برای شناسایی خطاهای انسانی در یک نیروگاه اتمی مورد استفاده قرار گرفت، روشی اختصاصی برای شناسایی خطاهای انسانی در آن دسته از سیستم‌های کاری است که از طریق اتاق کنترل هدایت و راهبری می‌شوند. این روش، خطاهای انسانی را از نقطه نظر علل و عوامل به وجود آورنده آن‌ها، مورد بررسی و مطالعه قرار داده و علاوه بر شناسایی خطا، علل بروز خطا و پیامد ناشی از آن را مشخص و پیشنهادهای جهت کنترل و کاهش خطای شناسایی شده ارائه می‌دهد [۵ و ۶].

در خصوص تحقیقات انجام شده با استفاده از روش HEIST، در سطح جهانی می‌توان از مطالعه آنالیز حوادث در دو نیروگاه آبی در بلغارستان که توسط دویچیو و همکارانش در سال ۲۰۰۶ انجام شد [۷] و همچنین پژوهش انجام شده توسط هانسزولیو و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در صنایع نیمه هادی سازی کشور تایوان اشاره کرد [۸]. در داخل کشور نیز می‌توان از مطالعه ارزیابی خطای انسانی و پیامدهای آن در کارخانه ذوب آهن توسط ایرج محمد فام در سال ۱۳۷۵ و مطالعه شناسایی و ارزیابی خطای انسانی در پالایشگاه نفت تهران توسط سید باقر مرتضوی در سال ۱۳۸۹ اشاره کرد که به ترتیب «وظیفه دیسپاچر اتاق کنترل واحد زغال» و «وظایف کاربران اتاق کنترل واحد بازیافت گوگرد» را مورد بررسی و مطالعه قرار داده‌اند [۹ و ۱۰].

در این پژوهش، هدف شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی در اتاق کنترل یکی از واحدهای یک شرکت نفتی با استفاده از روش HEIST و ارائه راهکارهای کنترلی مناسب است. عدم اثربخشی مطالعات ارزیابی ریسک انجام شده در شناسایی دقیق

شده و اقدامات کنترلی لازم اعمال گردد تا در سایه این اقدامات، نرخ حوادث و هزینه‌ها کاهش، تولید و بهره‌وری افزایش و رضایت شغلی ارتقاء پیدا نماید [۲].

به این منظور هر چند در صنایع مختلف، فرایند شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک‌ها توسط روش‌های مختلفی اجرا می‌گردد، ولی وقوع حوادث متعدد ناشی از خطاهای انسانی، نشان می‌دهد که اجرای تکنیک‌های کلاسیک ارزیابی خطر به علت عدم نگاه تخصصی به حوزه خطاهای انسانی از اثربخشی چندانی برخوردار نمی‌باشند، لذا باید به دنبال روش‌هایی بود که در عین دقت و سرعت بالا، خطاهای انسانی را از دیدگاه کاملاً تخصصی شناسایی و ارزیابی نمایند. از جمله این روش‌ها که در طی چند دهه اخیر گسترش یافته و عمومیت پیدا کرده‌اند و به منظور شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به روش‌های (Technique For) THEA Human Error Assessment in early stages of (design Predictive Human Error) PHEA (ارزیابی خطاهای انسانی در مراحل اولیه سیستم)، (شناسایی و تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی)، (Human HAZOP and) (Operability Study Reduction Human Error Assessment and) (ارزیابی خطای انسانی و کاهش آن) و (Technique Human Error Identification in) HEIST (ابزار شناسایی خطای انسانی در سیستم‌ها) اشاره کرد که هر یک دارای محدودیت‌ها و مزیت‌هایی در مقایسه با یکدیگر می‌باشند. روش THEA و روش Human HAZOP برای ارزیابی خطاهای انسانی در مراحل اولیه طراحی سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرند با این تفاوت که روش Human HAZOP معمولاً در صنایع فرآیندی، پتروشیمی و شیمیایی به کار گرفته می‌شود. روش PHEA روشی است که بیشتر برای شناسایی خطاهای انسانی در فعالیت‌های تعمیراتی مناسب می‌باشد و روش HEART یک روش نسبتاً سریع برای ارزیابی قابلیت

مراحل اجرای این روش در مطالعه حاضر به شرح زیر می باشد:

**گام اول: شناسایی وظایف شغلی (Task Identification):** در گام اول، کلیه وظایف شغلی افراد در واحد مورد مطالعه، شناسایی و مشخص گردید. در ادامه پس از مصاحبه و مشاوره با سرپرستان و کارکنان واحد و همچنین بررسی سوابق حوادث، وظایف شغلی حساس و بحرانی از دیدگاه خطاهای انسانی انتخاب شد.

**گام دوم: تجزیه و تحلیل وظایف شغلی (Task Analysis):** در گام دوم، وظایف شغلی انتخاب شده در مرحله قبل با استفاده از روش تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به صورت سلسله مراتبی (HTA) (Hierarchical Task Analysis) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این روش که از قابلیت بالایی در شناسایی خطاهای انسانی برخوردار است، برای اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط آنت و همکارانش در یک نیروگاه اتمی به کار گرفته شد [۱۱ و ۱۲]. در این مرحله شغل های نوبتکار، نوبتکار ارشد و سرپرست نوبتکاری اتاق کنترل انتخاب شد و وظایف شغلی آنها در یک فرایند سلسله مراتبی به مجموعه ای از زیر وظایف تقسیم و پس از تجزیه و تحلیل در قالب چارت ها و جداول HTA ساماندهی گردید. در پایان این مرحله، شناخت کافی از وظایف کاربران و نحوه و ترتیب اجرای آنها در سیستم مورد مطالعه حاصل گردید.

لازم به ذکر است اطلاعات مورد نیاز در این مرحله از طریق مصاحبه با سرپرستان و کاربران، مشاهده عملیات و فعالیت های کاری و همچنین بررسی و مطالعه مستندات و سوابق مرتبط جمع آوری شده است. ضمن اینکه در طول انجام این مرحله همواره از همراهی یک کارشناس با تجربه و متخصص در شغل مورد بررسی نیز استفاده شده است.

**گام سوم: پیش بینی خطای انسانی (Human Error Precaution):** پس از تعیین وظایف شغلی و

خطاهای انسانی و بروز چالش های متعدد فنی و مدیریتی نظیر رخداد حوادث متعدد در شرکت مورد مطالعه از یک طرف و قابلیت های روش HEIST در شناسایی خطاهای اتاق کنترل از طرف دیگر، بر ضرورت انجام این تحقیق تأکید می کند.

### روش بررسی

مطالعه حاضر، یک مطالعه مورد پژوهی از نوع کیفی است که در سال ۱۳۹۰ در اتاق کنترل یک شرکت نفتی در یکی از مناطق جنوبی کشور به اجرا در آمده است. اتاق کنترل مورد مطالعه از بخش های کلیدی و بحرانی این شرکت محسوب می شود که تمام اطلاعات مربوط به ابزارها و شیرآلات کنترلی از طریق سیگنال های الکتریکی یا هوای ابزار دقیق به آن ارسال شده و فرمان های اجرایی لازم از این بخش به آنها داده می شود. سیستم های کنترلی به کار رفته در واحد به دو صورت دستی و اتوماتیک عمل می کنند. این مطالعه با استفاده از روش شناسایی خطای انسانی در سیستم ها (HEIST) انجام شده و برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز از روش Walking-Talking Trough و همچنین بررسی و مطالعه مستندات و سوابق مرتبط، برای طبقه بندی مراحل تصمیم گیری از مدل تصمیم گیری «Rose&Rose»، برای طبقه بندی عوامل مؤثر بر عملکرد کاربران (مؤثر در بروز خطا) از طبقه بندی «Kirwan» و برای شناسایی و تعیین انواع خطاهایی که ممکن است در حین انجام وظیفه مورد بررسی روی دهند از مدل SRK استفاده شده است. روش HEIST مخفف عبارت «Human Error Identification in System Tool» می باشد که برای اولین بار توسط باری کراون در سال ۱۹۹۴ میلادی معرفی شد، در این روش خطاهای انسانی از نقطه نظر علل و عوامل به وجود آورنده آنها، مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرند به طوریکه با طرح سوالات راهنما در چهارچوب مراحل تصمیم گیری و عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر، نوع خطا در مورد هر سوال مشخص و علل ریشه ای و مکانیسم های روان شناختی هر خطا تعیین می شود [۵].

محدودیت‌های موجود، برای برگرداندن سیستم به شرایط عادی هدفی را بر می‌گزینند.

- انتخاب راهکار: در این مرحله، کاربر با توجه به اهداف و وظایفی که برای کنترل شرایط اضطراری و برگرداندن آن به حالت اولیه در نظر گرفته است، با بررسی کلیه روش‌های در دسترس، بهترین روش را برای بازگرداندن سیستم به شرایط عادی انتخاب می‌کند.
- اجرای راهکار: آخرین مرحله، اجرای راهکاری است که برای روبرو شدن با شرایط غیر عادی انتخاب شده است [۱۳ و ۱۴].

### ۳-۲- انتخاب عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر و

#### بروز خطا در وظیفه شغلی مورد بررسی

پس از تشریح مراحل تصمیم‌گیری برای هر وظیفه شغلی، عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر در وظیفه شغلی مورد مطالعه که می‌تواند منجر به بروز خطا گردد، شناسایی و تعیین شدند. در این مطالعه برای شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد از طبقه‌بندی «Kirwan» استفاده شده است. در این طبقه‌بندی عوامل مؤثر در بروز خطاهای انسانی به شش دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

- زمان: بدون شک یکی از عوامل تاثیر گذار در نرخ خطاهای انسانی، زمان لازم برای انجام یک عمل است. این عامل نقش خود را بویژه در شرایط بحرانی و استرس‌زا به خوبی نشان می‌دهد.

- تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها: کنترل‌گرها و نشانگرها رابط بین انسان و ماشین در سیستم انسان - ماشین بوده و در صورتیکه طراحی، ساخت، جانمایی و نگهداری آن‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و توانمندی‌های روانی و جسمانی کاربران صورت نگیرد، در هنگام عملیات بر نرخ خطاهای انسانی افزوده خواهد شد.

- آموزش و تجربه: کمیت و کیفیت آموزش‌هایی که اپراتور دریافت کرده است یا آموخته‌های عملی اپراتورها در کار با سیستم مورد مطالعه از عوامل بسیار مهمی است که در نرخ وقوع خطاهای انسانی سهم قابل

تجزیه آن‌ها به وظایف ریزتر به کمک روش HTA، در گام سوم، به ترتیب ریزترین وظیفه که همان آخرین وظیفه شناسایی شده می‌باشد، وارد کاربرگ HEIST شد و بر اساس مدل تصمیم‌گیری Rose&Rose، مراحل مختلف تصمیم‌گیری برای وظیفه مذکور تشریح گردید، سپس عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر (بروز خطا) در وظیفه مورد نظر در هر یک از مراحل تصمیم‌گیری با استفاده از طبقه‌بندی «Kirwan» بررسی و مطالعه گردید و بر این اساس سوالاتی به عنوان راهنما در چهارچوب مراحل تصمیم‌گیری و عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر (بروز خطا) در حین انجام وظیفه طراحی گردید. فعالیت‌های انجام شده در این گام به شرح زیر می‌باشند:

### ۳-۱- تشریح مراحل تصمیم‌گیری برای هر

#### وظیفه شغلی

برای تشریح مراحل تصمیم‌گیری یک وظیفه شغلی، مدل‌های مختلفی وجود دارد که در اغلب آن‌ها، تمرکز اصلی بر تعاملات انسانی و محیط در سیستم مورد نظر، قرار دارد. در این مطالعه از روش پیشنهادی «Rose&Rose» استفاده شده است. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ معرفی شد و اغلب در مورد وظایف اپراتوری و راهبری سیستم‌ها در اتاق‌های کنترل کاربرد دارد، در مدل یاد شده وقتی راهبر با حالتی از سیستم مواجهه می‌شود، از فرایند شش مرحله‌ای زیر پیروی می‌کند:

- مشاهده سیستم: در این مرحله، اپراتور باید علائم هشداردهنده را شناسایی، ردیابی و پیگیری نماید.
- انتخاب فرضیه: در این مرحله، کاربر پس از ردیابی علائم هشداردهنده، متوجه وضعیت شده و با درک شرایط موجود، علل انحراف را مشخص می‌کند.
- آزمون فرضیه: در این مرحله، کاربر با در نظر گرفتن تمامی جوانب، سعی می‌کند با به کارگیری امکانات و ابزارهای در دسترس، درستی فرضیه ذهنی خود را بسنجد.
- انتخاب هدف: در این مرحله، کاربر با درک کامل شرایط سیستم و با در نظر گرفتن امکانات و

قاعده و دانش)، شناسایی و تعیین شدند. مدل SRK که خطاهای انسانی را با توجه به سلسله مراتب رفتار انسان در سطوح مختلف تعیین و شناسایی می‌نماید، توسط راسموسن در سال ۱۹۷۹ ارائه شده است. بر اساس این مدل، سلسله مراتب ذیل برای رفتار انسان در نظر گرفته شده است که در هر سطح خطاهای متفاوتی می‌تواند رخ دهد:

(الف) رفتار مبتنی بر مهارت؛ خطاهای ناشی از رفتارهای مبتنی بر مهارت، اغلب خطاهای اجرا هستند. (ب) رفتار مبتنی بر قاعده؛ خطاهایی که در این سطح رخ می‌دهند معمولاً شامل نقص در بازشناسی خصیصه‌های برجسته وضعیت مورد نظر و به یاد آوردن و اعمال قواعد صحیح می‌باشد.

(ج) رفتار مبتنی بر دانش؛ اغلب خطاهای این سطح از تحلیل غلط و یا تصمیم‌گیری نامناسب ناشی می‌شوند. برخی مطالعات نشان می‌دهد ۶۱ درصد خطاها مبتنی بر رفتار، ۲۷ درصد مبتنی بر قاعده و ۱۱ درصد مبتنی بر دانش می‌باشند [۴].

در پایان این مرحله از مطالعه، انواع خطاها (تظاهرات بیرونی خطاها) و علل و عوامل مؤثر در بروز آنها (مکانیسم‌های سیستمی و روانشناختی) شناسایی و ارائه شد.

**گام پنجم: تجزیه و تحلیل کاهش خطای انسانی (Human Error Reduction Analysis):** در گام پنجم، بر اساس خطاهای شناسایی شده، پیامدهای احتمالی حادثه ارائه و بر اساس دانش فنی و تجارب تیم ارزیاب و پیشنهادات ارائه شده در جداول HEIST، راهکارهای کنترلی مناسب برای کاهش خطا ارائه شده است.

#### یافته‌ها

در این مطالعه در مجموع بیش از دهها نمودار HTA و کاربرد HEIST تکمیل شد. یافته‌های حاصل از کاربرگ‌های HEIST نشان می‌دهد در مجموع ۳۰۰ مورد خطای انسانی در سیستم مورد مطالعه شناسایی

ملاحظه‌ای دارد.

- دستورالعمل‌ها: وجود دستورالعمل‌های کاری مدون از اعمال سلیقه‌های شخصی و همچنین بروز سردرگمی در شرایط اضطراری کاسته و به همان نسبت نیز از میزان خطاهای انسانی خواهد کاست.
- سازماندهی وظایف: منظور از سازماندهی وظایف، تعیین کامل و دقیق وظایف افراد در انجام کارهای روزمره و ضروری است.
- پیچیدگی وظیفه: اندازه و گستردگی سیستم و همچنین تعداد مواردی که لازم است مشاهده شده و مورد توجه و کنترل قرار گیرند، نقش قابل توجهی در ایجاد پیچیدگی در وظیفه و بروز خطاهای انسانی دارند [۱۳، ۵ و ۱۶].

### ۳-۳- طراحی سوالات راهنما

در ادامه سؤالاتی به عنوان راهنما در چهارچوب «مرحل تصمیم‌گیری» و «عوامل مؤثر بر عملکرد کاربر و بروز خطا» در حین انجام وظیفه مورد مطالعه، طراحی شد تا بدین وسیله انواع خطاهایی که ممکن است در حین انجام فعالیت مورد نظر به عنوان خطاهای با تظاهر بیرونی روی دهند، شناسایی و تعیین گردند. هدف از طراحی این سؤالات، ارائه خطوط راهنمایی است که با توجه به آن، امکان شناسایی سریع‌تر و بهتر خطاهای انسانی فراهم گردد. لازم به ذکر است در طراحی سوالات راهنما می‌توان از یک سری از سوالات راهنما که در جداول HEIST ارائه شده است نیز استفاده نمود، البته سوالات راهنمای مذکور بسیار کلی بوده و هیچ یک از آنها اختصاصی نمی‌باشند.

**گام چهارم: تجزیه و تحلیل خطای انسانی (Human Error Analysis):** در گام چهارم با توجه به هر یک از سوالات راهنمای طراحی شده در مرحله قبل، انواع خطاهایی که ممکن است در حین انجام فعالیت مورد نظر به عنوان خطاهای با تظاهر بیرونی روی دهند، بر اساس مدل (Skill, Rule and Knowledge-based error) (SRK) (مدل مهارت،

جدول ۱- تعداد خطاهای انسانی شناسایی شده در وظایف شغلی کاربران یک اتاق کنترل در یک شرکت نفتی به تفکیک هر یک از مراحل تصمیم گیری و عوامل موثر در بروز خطاهای انسانی

مراحل تصمیم گیری عوامل موثر در بروز خطا	مشاهده سیستم	انتخاب فرضیه	آزمون فرضیه	انتخاب هدف	انتخاب راهکار	اجرای راهکار	مجموع
زمان	۰	۰	۰	۲	۰	۴۰	۴۲
تعامل با کنترلگرها و نشانگرها	۵۷	۲۲	۲	۰	۰	۰	۸۱
آموزش و تجربه	۰	۱۰	۳	۴	۹	۳۱	۵۷
دستورالعمل های کاری	۲	۲۰	۲	۲	۶	۴۸	۸۰
سازماندهی وظایف	۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۲۸
پیچیدگی وظیفه	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲
مجموع	۹۹	۵۲	۷	۸	۱۵	۱۱۹	۳۰۰

اجرا نمی‌شود، بنابراین این موضوع باعث اعمال سلیقه‌های شخصی، بروز سر در گمی و در نهایت ایجاد خطای انسانی می‌شود.

• «زمان» عامل موثر در بروز ۳۴ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که هر چند در شرایط اضطراری، راهکار مناسبی برای مقابله با انحراف ایجاد شده و بازگردان سیستم به شرایط عادی انتخاب می‌شود ولی راهکار انتخاب شده به موقع اجرا نمی‌شود. بدون شک این عامل یکی از عوامل تأثیرگذار در بروز خطاهای انسانی است.

• «آموزش» عامل موثر در بروز ۱۷ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که در شرایط اضطراری، راهکار انتخاب شده برای مقابله با حوادث به طور صحیح اجرا نشده و یا روشی دیگر به اشتباه اجرا می‌شود، علت این امر این است که کاربران آموزش‌های لازم را در خصوص دستورالعمل‌های موجود فرا نگرفته و یا آموزش‌های انجام شده از اثربخشی لازم برخوردار نبوده است.

• «تجربه» عامل مؤثر در بروز ۹ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که در شرایط اضطراری، علی‌رغم اینکه کاربران آموزش‌های لازم را در خصوص دستورالعمل‌های موجود فرا گرفته‌اند، ولی راهکار انتخاب شده برای مقابله با حوادث به طور صحیح اجرا نمی‌شود

شده است. تعداد خطاهای انسانی شناسایی شده به تفکیک هر یک از مراحل تصمیم‌گیری و عوامل موثر در بروز خطا در جدول (۱) نمایش داده شده است. در جدول (۲) نیز یک نمونه از کاربرگ‌های تکمیل شده HEIST ارائه شده است.

### بحث و نتیجه گیری

بررسی فراوانی خطاهای شناسایی شده به تفکیک مراحل تصمیم‌گیری و عوامل مؤثر بر عملکرد و بروز خطا نشان می‌دهد:

الف) صد و نوزده (۱۱۹) مورد خطا در مرحله «اجرای راهکار» شناسایی شده است. این مرحله آخرین مرحله از مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری است و به معنای اجرای راهکاری است که برای روبرو شدن با شرایط غیر عادی، انتخاب می‌شود. این نوع خطا ۴۰ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص می‌دهد که بیشترین نوع خطا در میان انواع خطاهای موجود می‌باشد. عوامل موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

• «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۴۰ درصد از کل خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که در شرایط اضطراری، به علت فقدان دستورالعمل‌های مکتوب یا عدم اثربخشی دستورالعمل‌های موجود، راهکار انتخاب شده برای مقابله با حوادث موثر نبوده و یا به طور صحیح

جدول ۲- نمونه ای از کاربرد های تکمیل شده HEIST

پروژه کار HEIST									
نام شغل: نوبت کار اتاق کنترل		شماره شغل: ۰۱		تاریخ: ۱۳۸۸/۰۳/۰۸					
نام وظیفه شغلی اصلی: کنترل عملیات (نظارت و کنترل پارامترهای فرایندی از طریق تابلوی اتاق کنترل)		شماره وظیفه شغلی اصلی: ۰۱-۰۱		جدول شماره: ۱					
نام وظیفه شغلی فرعی: پایش فشار در مخزن شماره A-1		شماره وظیفه شغلی فرعی: ۰۱-۰۱-۰۱		صفحه ۱ از ۱۰					
ردیف	مرحله تصمیم گیری	تشریح مرحله تصمیم گیری	عامل موثر بر عملکرد	سوالات راهنما	نوع خطا (تظاهر بیرونی خطا)	توضیح خطا	علت خطا (مکانیسم روانشناختی و سیستمی)	پیامد خطا	اقدامات کنترلی
۱	مشاهده سیستم	در این مرحله اپراتور باید بتواند علائم هشدار دهنده را ردیابی و شناسایی کند	تعمامل با کنترلگرها و نشانگرها	آیا علائم هشدار دهنده به علت نقص (الکترونیکی یا مکانیکی) ظاهر نمی شوند؟	عمل ظاهر شدن علائم هشدار دهنده: انجام نمی شود. -زودتر از موعد مقرر انجام می شود. - دیرتر از موعد مقرر انجام می شود.	به علت بروز نقص فنی در تعدادی از هشداردهنده ها، علائم مربوطه به اتاق کنترل ارسال نمی شده است.	ایجاد فنی در منبع ارسال اطلاعات	افزایش فشار باعث ترکیدگی مخزن شده و به دنبال آن انفجار، آتش سوزی و نشست مواد سمی رخ خواهد داد.	- برقراری سیستم های بازرسی منظم و دوره ای جهت تشخیص نواقص فنی در ارسال علائم هشدار - جایگزینی سیستم های سیگنال دهنده قدیمی فنی با سیستم های سیگنال دهنده با قابلیت اطمینان بالا - تدوین دستورالعمل های کاری در خصوص اقدامات لازم در زمان قطع سیگنال ها - برگزاری دوره های آموزشی مناسب برای کارکنان - استفاده از منابع سیگنال دهنده متنوع و کمکی با هدف تأمین Redundancy
۲	مشاهده سیستم	در این مرحله اپراتور باید بتواند علائم هشدار دهنده را ردیابی و شناسایی کند	دستورالعمل های کاری	آیا کاربر برای ردیابی نقص سیستم علاوه بر علائم هشداردهنده سسمی و بصری از ارتباطات شفاهی نیز استفاده می کند؟	برقراری ارتباطات شفاهی: انجام نمی شود. - دیرتر از موعد مقرر انجام می شود. - زودتر از موعد مقرر انجام می شود. - یا برداشت اشتباه از پیام های دریافتی همراه می باشد.	به علت عدم وجود دستورالعمل مکتوب در خصوص چگونگی و مکانیسم برقراری ارتباطات شفاهی کاربر با سایر کاربران مرتبط با هدف ردیابی نقص در سیستم، این ارتباطات معمولاً انجام نمی شود.	عدم وجود دستورالعمل مکتوب - عدم ایجاد مکانیسم مشخص و مناسب ارتباطی شده و به دنبال آن انفجار، آتش سوزی و نشست مواد سمی رخ خواهد داد.	نقص افزایش فشار به موقع ردیابی و پیگیری نشده و ممکن است باعث ترکیدگی مخزن شده و به دنبال آن انفجار، آتش سوزی و نشست مواد سمی رخ خواهد داد.	- تدوین و اجرای دستورالعمل های ارتباطی مورد نیاز - برگزاری دوره های آموزشی مناسب برای کارکنان - برقراری کانال های ارتباطی - برقراری سیستم های بازرسی به منظور اطمینان از عدم ترک های کاری توسط اپراتورها

این مرحله می باشد. کنترل گرها و نشانگرها رابط بین انسان و ماشین در سیستم انسان - ماشین بوده و در صورتیکه طراحی، ساخت، نگهداری و جانمایی آنها با در نظر گرفتن محدودیتها و توانمندی های روانی و جسمانی کاربران صورت نگیرد، در هنگام عملیات بر نرخ خطاهای انسانی افزوده خواهد شد.

- «سازماندهی وظایف» عامل موثر در بروز ۲۸ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می باشد. این موضوع به این معناست که شرح وظایف کارکنان به طور مناسب سازماندهی نشده و تقسیم وظایف صورت نگرفته است. همچنین وظایف افراد در انجام کارها در شرایط عادی و اضطراری به طور دقیق و مکتوب مشخص نمی باشد.
- «پیچیدگی وظیفه» عامل موثر در بروز ۱۲ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می باشد.

و یا روشی دیگر به اشتباه اجرا می گردد. این موضوع ناشی از کمبود آموخته های عملی اپراتورها در کار با سیستم مورد مطالعه بوده است. تجربه از عوامل بسیار مهمی است که در نرخ وقوع خطاهای انسانی سهم قابل ملاحظه ای دارد.

- (ب) نود و نه (۹۹) مورد خطا در مرحله «مشاهده سیستم» شناسایی شده است. این مرحله، اولین مرحله از مراحل شش گانه تصمیم گیری است. در این مرحله، اپراتور باید بتواند علائم هشداردهنده را ردیابی و شناسایی کند. این نوع خطا ۳۳ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص داده و در رتبه دوم قرار دارد. عوامل موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می باشد:
- «تعمامل با کنترل گرها و نشانگرها» عامل موثر در بروز ۵۷ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در

کاربر از آموخته‌های عملی در کار با سیستم مورد مطالعه، باعث می‌شود که کاربر فرضیه‌های مناسبی را انتخاب ننموده و دچار خطا شود.

د) پانزده (۱۵) مورد خطا در مرحله «انتخاب راهکار» شناسایی شده است. این مرحله پنجمین مرحله از مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری است. در این مرحله کاربر با توجه به اهداف و وظایفی که برای کنترل شرایط اضطراری و برگرداندن آن به حالت اولیه در نظر گرفته است، با بررسی کلیه روش‌های در دسترس، بهترین روش را برای بازگرداندن سیستم به شرایط عادی انتخاب می‌کند. این نوع خطا ۵ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص داده و در رتبه چهارم قرار دارد. عوامل موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

- «آموزش و تجربه» عامل موثر در بروز ۶۰ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری کاربر از آموخته‌های عملی در کار با سیستم مورد مطالعه باعث می‌شود که کاربر راهکارهای مناسبی را انتخاب ننموده دچار خطا شود.

- «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۴۰ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از انتخاب هدف، چه راهکاری را برای مقابله با شرایط اضطراری و بازگرداندن سیستم به حالت عادی برگزیند، باعث بروز سر در گمی و افزایش میزان خطاهای انسانی می‌گردد.

ه) هشت (۸) مورد خطا در مرحله «انتخاب هدف» شناسایی شده است. این مرحله چهارمین مرحله از مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری است. در این مرحله کاربر با درک کامل شرایط سیستم و با در نظر گرفتن امکانات و محدودیت‌های موجود برای برگرداندن سیستم به شرایط عادی هدفی را بر می‌گزیند. این نوع خطا سه درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص داده و در رتبه پنجم قرار دارد. عوامل

وسعت سیستم و همچنین تعداد زیاد مواردی که باید توسط کاربران مشاهده و کنترل شود، باعث ایجاد پیچیدگی در وظایف و در نتیجه بروز خطاهای انسانی می‌گردد.

- «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۳ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که عدم وجود دستورالعمل‌های مشخص برای تبیین چگونگی بررسی وضعیت سیستم از طریق نشانگرها، علائم هشداردهنده و سایر کانال‌های ارتباطی، باعث عدم ردیابی نواقص و افزایش احتمال خطای انسانی می‌شود.

ج) پنجاه و دو (۵۲) مورد خطا در مرحله «انتخاب فرضیه» شناسایی شده است. این مرحله، دومین مرحله از مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری است. در این مرحله کاربر پس از ردیابی علامت هشداردهنده، متوجه وضعیت شده و با درک شرایط موجود، علل انحراف را برای خود تبیین می‌کند. این نوع خطا ۱۷ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص داده و در رتبه سوم قرار دارد. عوامل موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

- «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها» عامل موثر در بروز ۴۲ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. نامناسب بودن کنترل‌گرها و نشانگرها به کاربران اجازه نمی‌دهد که محل دقیق وقوع نقص و ایراد را شناسایی و علل انحراف را تبیین نمایند.

- «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۳۸ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از شنیدن صدای علامت هشداردهنده و یا مشاهده چراغ چشمک‌زن باید چه فرضیه‌هایی را مورد نظر قرار داده و چه وظیفه‌ای را انجام دهد، باعث بروز سر در گمی و افزایش میزان خطاهای انسانی می‌شود.

- «آموزش و تجربه» عامل موثر در بروز ۲۰ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری

درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از انتخاب فرضیه، چگونه آن را مورد آزمون قرار دهد باعث بروز سر در گمی در شرایط اضطراری و افزایش میزان خطاهای انسانی می‌گردد.

• «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها» عامل موثر در بروز ۲۹ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. در این نوع از خطاها، کاربران به علت این که نشانه‌های اولیه را از یاد برده و یا از شرایط قبلی اطلاع ندارند، قادر به آزمون صحیح فرضیه نمی‌باشد.

همانطور که مشاهده می‌شود از دیدگاه بررسی توزیع خطاهای انسانی شناسایی شده به تفکیک مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری، بیشترین خطاهای انسانی در سیستم مورد مطالعه به ترتیب در مراحل «اجرای راهکار» (۴۰ درصد)، «مشاهده سیستم» (۳۳ درصد) و «انتخاب فرضیه» (۱۷ درصد) رخ داده است؛ بنابراین مشخص می‌شود ۹۰ درصد از خطاهای انسانی شناسایی شده در وظایف شغلی مورد بررسی به سه مرحله «اجرای راهکار»، «مشاهده سیستم» و «انتخاب فرضیه» اختصاص دارد، این موضوع نشاندهنده اهمیت بالا و نقش بحرانی این سه مرحله از تصمیم‌گیری در هر وظیفه شغلی دارد. سایر مراحل تصمیم‌گیری از نظر تعداد خطاهای احتمالی به ترتیب عبارتند از: مرحله «انتخاب راهکار» (۵ درصد)، مرحله «انتخاب هدف» (۳ درصد) و مرحله «آزمون فرضیه» (۲ درصد)

از دیدگاه بررسی توزیع خطاهای انسانی شناسایی شده به تفکیک عوامل موثر در بروز خطا، بیشترین درصد خطاهای انسانی شناسایی شده معادل ۲۷ درصد از کل خطاها، به طور مشترک به عوامل «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها» و «دستورالعمل‌ها» اختصاص دارد. عامل «آموزش و تجربه» نیز با اختصاص ۱۹ درصد از کل خطاهای شناسایی شده در جایگاه دوم قرار دارد؛ بنابراین مشخص می‌شود سه عامل «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها»، «دستورالعمل‌ها» و «آموزش و

موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

• «آموزش و تجربه» عامل موثر در بروز ۵۰ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری کاربر از آموخته‌های عملی در کار با سیستم مورد مطالعه، باعث می‌شود که کاربر نتواند هدف مناسبی را انتخاب نماید.

• «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۲۵ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از آزمون فرضیه چه هدفی را انتخاب نماید، باعث بروز سر در گمی در شرایط اضطراری و افزایش میزان خطاهای انسانی می‌شود.

• «زمان» عامل موثر در بروز ۲۵ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. این موضوع به این معناست که کاربر با توجه به امکانات و منابع موجود، نمی‌تواند در زمان مقرر برای مقابله با شرایط اضطراری، هدف مناسبی را برگزیند.

ز) هفت مورد خطا در مرحله «آزمون فرضیه» شناسایی شده است. این مرحله سومین مرحله از مراحل شش‌گانه تصمیم‌گیری است. در این مرحله کاربر با در نظر گرفتن تمامی جوانب سعی می‌کند با به کارگیری امکانات و ابزارهای در دسترس خود، درستی فرضیه ذهنی خود را بسنجد. این نوع خطا ۲ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده را به خود اختصاص داده و در رتبه ششم قرار دارد. عوامل موثر در بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر می‌باشند:

• «آموزش و تجربه» عامل موثر در بروز ۴۲ درصد از مجموع خطاهای شناسایی شده در این مرحله می‌باشد. کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری کاربر از آموخته‌های عملی در کار با سیستم مورد مطالعه باعث می‌شود که کاربر برای آزمون فرضیه، راهکارهای مناسبی را انتخاب ننموده و در نتیجه دچار خطا شود.

• «دستورالعمل‌های کاری» عامل موثر در بروز ۲۹

می‌شود با بهره‌گیری از مشارکت سازنده و موثر کارکنان مرتبط، دستورالعمل‌های موجود بر اساس شرایط عملیاتی واحدها و استانداردهای مربوطه (Safe SOP (Operation Practice) بازنگری و اصلاحات لازم اعمال گردد و دستورالعمل‌هایی که فقدان آنها می‌تواند منجر به بروز خطاهای انسانی گردد، تدوین و عملیاتی گردند. ضمناً لازم است مسئولیت‌های بازنگری، اجرا و نظارت بر این دستورالعمل‌ها به روشنی مشخص و کلیه دستورالعمل‌ها، آیین نامه‌ها و روش‌های انجام کار در شرایط عادی و اضطراری مطابق با وظایف کاربر در دسترس باشند. همچنین توصیه می‌شود با برگزاری دوره‌های آموزشی مناسب برای کارکنان مرتبط، درک و آگاهی این دسته از کارکنان را در زمینه اهمیت اجرای درست و به موقع این دستورالعمل‌ها افزایش داده تا ضمن ارتقای سطح دانش فنی مورد نیاز، فرهنگ استفاده از دستورالعمل‌ها و میزان پذیرش آنها را از سوی افراد افزایش داد.

۱- با توجه به اینکه ۲۷ درصد از خطاهای انسانی شناسایی شده در این مطالعه مربوط به عدم برقراری تعامل مناسب کاربران با کنترل‌گرها و نشانگرها می‌باشد و با توجه به اینکه بر اساس مطالعات انجام شده خطاهای ناشی از نقص در طراحی و جانمایی تجهیزات، ۳۲ تا ۴۱ درصد از علل بروز حوادث را به خود اختصاص داده است [۱۷ و ۱۶]، لذا ضروری است کلیه کنترل‌گرها و نشانگرها بر اساس پیشنهادات ارائه شده در کاربرگ‌های HEIST، مجدداً بررسی و مطالعه شده و نواقص و ایرادات فنی مرتفع گردد. بدیهی است طراحی و جانمایی ایمن و کارآمد تجهیزات باعث می‌شود که امکان وقوع خطا به حداقل ممکن کاهش پیدا کند و در صورت بروز خطا، خطا سریعاً شناسایی و پیامد نامطلوب آن بر سیستم به حداقل ممکن کاهش پیدا نماید.

۲- با توجه به اینکه ۱۵ درصد از خطاهای انسانی شناسایی شده در این مطالعه مربوط به کمیت و کیفیت نامناسب آموزش‌هایی است که اپراتور دریافت کرده است (خطاهای مبتنی بر مهارت) و با

تجربه» با اختصاص سهم ۷۱ درصدی در بروز خطاهای انسانی، از نقش حیاتی و بحرانی برخوردار می‌باشند. جایگاه سایر عوامل موثر در بروز خطا از نظر نقش و اهمیت آنها در بروز خطاهای انسانی به ترتیب عبارتند از: «زمان» (۱۴ درصد)، «ساماندهی وظایف» (۹ درصد) و «پیچیدگی وظیفه» (۴ درصد).

در سایر مطالعات مشابه نظیر پژوهش‌هایی که توسط سید باقر مرتضوی (۱۳۸۹)، مهدی جهانگیری (۱۳۸۳)، مهران قلعه نویی (۱۳۸۵) و ایرج محمدفام (۱۳۷۵) در زمینه شناسایی خطاهای انسانی در اتاق‌های کنترل انجام شده است، «دستورالعمل‌های کاری»، «طراحی و جانمایی نشانگرها و کنترل‌گرها»، «آموزش»، «تجربه» و «زمان» به عنوان عمده‌ترین عوامل موثر در بروز خطاهای انسانی گزارش شده است. همچنین در مطالعه‌ای که توسط باری کروان در سال ۱۹۹۶ انجام شد آموزش و دستورالعمل‌های کاری به عنوان مهم‌ترین شرایط موثر در بروز خطا گزارش شده است؛ بنابراین به روشنی مشخص می‌شود که نتایج این مطالعه با نتایج گزارش شده در مطالعات مشابه همخوانی دارد.

نتایج مطالعه حاضر با آشکار ساختن انواع سناریوهای احتمالی مربوط به خطاهای کاربران اتاق کنترل و پیامدهای نامطلوب ناشی از آن، بر وجود نقاط ضعف متعدد در سیستم مورد مطالعه تاکید می‌کند. با توجه به انواع خطاهای شناسایی شده و همچنین عوامل موثر در بروز آنها، مشخص می‌گردد که فرایند کاهش خطای انسانی فرایند پیچیده‌ای است که نیازمند به کارگیری هم‌زمان کنترل‌های مهندسی و مدیریتی می‌باشد. کلیات پیشنهادات ارائه شده در این مطالعه به شرح زیر می‌باشد:

با توجه به اینکه ۲۷ درصد از خطاهای انسانی شناسایی شده در این مطالعه مربوط به به فقدان یا عدم اثربخشی دستورالعمل‌های مکتوب مورد نیاز می‌باشد (خطاهای مبتنی بر قاعده و قانون) و با توجه به اینکه بر اساس مطالعات انجام شده خطاهای مربوط به وجود نقص در دستورالعمل‌های کاری ۲۴ درصد علت کل حوادث را به خود اختصاص داده است [۱۶]، پیشنهاد

سیستم‌های اتاق‌های کنترل از نظر ساختار، عملکرد و نوع وظایف شغلی، تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند و گاهی برخی از کنترل‌ها باید خارج از محوطه اتاق کنترل و بر روی ابزارها و شیرآلات صنعتی صورت گیرد، توصیه می‌شود روش HEIST به همراه یک روش مناسب دیگر (نظیر FTA) استفاده شود تا خطاهای انسانی این‌گونه از فعالیت‌ها نیز شناسایی و ارزیابی شود.

### منابع

1. John W, Debbie L, Better alarm handling: a practical application of human factors. *Measure Control J* 2002; 35:52-62.
2. Henrich HW. Industrial accident prevention, Grimaldi J, Simonds R, editor. Safety management. Homewood: IL, Richard D; Irwin, Inc; 1973, 211.
3. Johan A, Stanton N. Task Analysis (Hardcover). New York: CRC Press; 2000, 2-23.
4. Kirwan B. Human error identification technique for risk assessment of high system: part 2-toward a framework approach industrial ergonomic group. *Applied Ergonomics J* 1998; 29(5): 299-319.
5. Kirwan B. A guide to practical hman reliability assessment. London; Taylor and Francis; 1994, PP.130-39, 413-20.
6. Karwowski W. The occupational ergonomics handbook. New York: CRC Press; 1998, 620-25.
7. Doytchev D. Combining task analysis and fault tree analysis for accident and incident analysis: a case study from Bulgaria. *Accident Anal Prev* 2008; 14(40): 1256-63.
8. Hunszu L, Sheue L. Implementation of human error diagnosis (HED) system. *J Chinese Institute Ind Eng* 2004; 21(1): 82-91.
9. Mohammadfam I, Golmohammadi R, Nezamoldini Z, Arzyabiye khatahaye ensani va payamadhaye an dar bakhsh zoghhal tolidate koke zobahane esfahan, Hamayshe meliye ergonomi dar sanaat va tolid, 1381 [Persian].
10. Mortazavi S.B, Mahdavi S, Asilian H, Arghami SH, Gholamnia Reza, Shenasaiei va Arzyabiye Khataye Ensani dar Otaghe Controle Vahede Bazafte Googerd Palayeshgahe Naft Tehran be Ravesh HEIST, Faslnameye Daneshgahe Oolome Pezeshkiye Kermanshah, 1388, 12(3): 308-322[Persian].

توجه به اینکه بر اساس مطالعات انجام شده «ضعف در آموزش» و «کمبود علم و دانش اپراتورها» به ترتیب ۳۴ و ۴۱ درصد از علل حوادث صنعتی را به خود اختصاص داده است [۱۶]، بازنگری در سیستم‌های جذب نیروی انسانی و آموزش و طراحی مجدد سیستم‌های مذکور مبتنی بر صلاحیت‌های شغلی (بر اساس نتایج حاصل از فرایند تجزیه و تحلیل وظایف شغلی (HTA) و کاربرگ‌های HEIST) به عنوان یکی از راهکارهای مهم در پیشگیری و کاهش خطاهای انسانی پیشنهاد می‌گردد.

۳- برقراری سیستم‌های بازرسی مبتنی بر ریسک با هدف پایش مستمر و شناسایی انحرافات احتمالی سیستم به عنوان یک ابزار مؤثر در کاهش میزان خطاهای انسانی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است، لذا پیشنهاد می‌شود نسبت به استقرار سیستم‌های بازرسی مذکور اقدام گردد [۱۸].

در پایان به نظر می‌رسد روش HEIST از قابلیت‌های مناسبی جهت پیش‌بینی و شناسایی خطاهای انسانی از دیدگاه سیستمی و روان‌شناختی در اتاق‌های کنترل برخوردار است، ولی با توجه به اینکه به کارگیری این روش به علت سوالات زیاد و استفاده از روش HTA بسیار زمانبر می‌باشد، پیشنهاد می‌شود برای غلبه بر این مشکل، پژوهشگران یا یک یا چند سناریو انتخاب کرده و خطاهای انسانی احتمالی را در قالب سناریوهای انتخابی مورد بررسی قرار دهند، یا این روش را به صورت یک نرم افزار کامپیوتری طراحی و به کار گیرند. ضمناً هر چند وجود سوالات راهنما در این روش از نقاط قوت این روش برای تشخیص خطاها توسط تحلیل‌گر محسوب می‌باشد ولی راهنمایی‌های ارائه شده بسیار کلی بوده و در واقع هیچ‌کدام اختصاصی نمی‌باشند، لذا اتکای صرف به جداول این روش توصیه نمی‌شود و پیشنهاد می‌گردد سوالات راهنمای مورد استفاده در این روش بر اساس شرایط سیستم مورد مطالعه و با بهره‌گیری از نظرات متخصصان و صاحب‌نظران و بررسی مستندات فنی مرتبط، طراحی و مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه در برخی از صنایع،



11. Kirwan B, Scannali S, and Robinson L. A casw stdy of a human reliability assessment for an existing nuclear powerplant. *Applied Ergonomics*, 1996. 27(5): 289-318.
12. Annett, J. and N.Stanton, *Task analysis*.2000, London; New York: Taylor & Francis. 242.
13. Sanders, Mark S, Mc Cormic EJ. 1996. *Human factors in engineeringand design*, New York: McGraw-Hill.
14. Kjellen U.2000.Prevention of accident trough experience feedback. London: Taylor & Francis.
15. Stanton NA, Harrist D, Demagalskit JM. Predicting design induced pilot error using HET: a new formal humanerror identification method FO flight decks. *Aeronautical J* 2006; 3026:107-15.
16. Shorrock ST, Kirwan B, Development and application of human error identification tool for air traffic control. *Applied Ergonomics J* 2002; 33:319-36.
17. 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.
18. Miguel AR. Human error analysis for collaborative work [PhD Thesis]. Toronto: Department of Computer Science, University of York; 2006.

## Identification of the human errors in control room operators by application of HEIST method (case study in an oil company)

A. Zarr Nezhad<sup>1</sup>, M. Jabbari<sup>2</sup>, M. Keshavarzi<sup>3</sup>

Received: 2012/06/09

Revised: 2013/01/04

Accepted: 2013/02/08

### Abstract

**Background and aims:** Considering the role of human errors in the incidence of catastrophic events in control rooms and also Lack of effectiveness of classical techniques to identify the human errors, special techniques are required for identification of human errors. Therefore, this study aimed to identify human errors in the control room in an oil company Using HEIST Technique.

**Methods:** The present study is a case study of qualitative research that was conducted with using HEIST Technique. Collection of the required information has been done with Walking-Talking Trough and «Rose & Roses» model that is used for classification the decision-making process.

«Kirwan» model is used for classification of factors that are involved in human errors and Types of errors have been detected with the SRK Model.

**Results:** Overall, 300 human errors has been detected. Of which, «interactions with controllers and indicators», «instructions» and «training and experience» alone causes 71 percent of human errors in control room operators.

In addition, 90% of human errors were related to the "stages of implementation of the solution", "observing system" and "selection hypothesis".

**Conclusion:** The results of this study showed a variety of possible scenarios resulting from human errors and their unintended consequences. These results emphasize that there are several weaknesses suggesting the implementation of both engineering and administrative controls simultaneously to reduce human errors.

**Keywords:** Human error, Control room, HEIST, HTA, Rose & Rose.

1. (Corresponding author) Senior Expert (M.S) of Occupational Health, General Office of HSE, Ministry of Petroleum. zaranejad@yahoo.com

2. Assistant Professor of Industrial Safety Department, Faculty of Health, Safety and Environmental (HSE), Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran.

3. Senior Expert (M.S) of Occupational Health, HSE Department, Pars Oil and Gas Company.