تلفیق مدل پردازش اطلاعات انسانی و روش SHERPA در تجزیه و تحلیل خطای انسانی: مطالعه موردی در اتاق کنترل صنعت پتروشیمی

طاهر حسین زاده[۱]، غلامعباس شیرالی[۲]، افشین دیبه خسروی[۳]، حمید رائی[۴]، محمد سعید مرادی[۵]، اسماعیل کرمی[۶]، فاطمه تنها[۷]، اسعد فتحی[۸]، مسعود رضایی[۹]، لقمان برزگر[۱۰]، فرشاد ارغوانی[۱۱]، ولی سلیمی جدا[۱۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۲ تاریخ ویرایش: ۹۴/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۱

چکیده

زمینه و هدف: با نگاهی گسترده‌تر به مقوله خطای انسانی و با توجه به اهمیت این موضوع که انسان به‌عنوان یک پردازنده فعال اطلاعات است، ضرورت یک چارچوب مفید برای تجزیه و تحلیل فرایندهای مختلف روانی در تعامل با سیستم‌ها برای انجام وظایف شغلی احساس می‌شود؛ بنابراین هدف این مطالعه تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی با استفاده از روش SHERPA و بر اساس مدل پردازش اطلاعات انسانی می‌باشد.

روش بررسی: مطالعه حاضر یک مطالعه موردی از نوع مقطعی می‌باشد که در سال ۱۳۹۳ در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی انجام شده است. افراد مورد مطالعه شامل ۶۲ نفر از کارکنان در چهار پست شغلی سرپرست نوبتکار، نوبتکار ارشد، نوبتکار اتاق کنترل و نوبتکار سایت بودند که در ۴ شیفت کاری ۸ ساعته مشغول به کار بودند. جهت تجزیه و تحلیل خطاها از تکنیک SHERPA، برای طبقه‌بندی مراحل پردازش اطلاعات انسانی از مدل Wickens و برای شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد از طبقه‌بندی Kirwan استفاده شد. در ضمن برای جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های مشاهده، مصاحبه و مطالعه مستندات بهره گرفته شد.

یافته‌ها: با تجزیه و تحلیل برگه‌های کار SHERPA، 246 مورد خطای انسانی شناسایی گردید. بیشترین تعداد خطا (۱۴۳ مورد) مربوط به مرحله درک از پردازش اطلاعات انسانی می‌باشد. عوامل دستورالعمل‌های کاری و آموزش و تجربه، به‌طور مشترک از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پردازش اطلاعات در مراحل پردازش اطلاعات تشخیص داده شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این مطالعه، با شناسایی انواع خطاهای ممکن در مراحل پردازش اطلاعات و در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر آن‌ها، بر نقاط ضعف سیستم تأکید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: خطای انسانی، SHERPA، مدل پردازش اطلاعات انسانی، عوامل مؤثر بر عملکرد، اتاق کنترل پتروشیمی.

مقدمه

مطالعات انجام شده در زمینه حوادث صنعتی نشان داده است که به علت افزایش بار روانی ناشی از فشار کاری، خطای انسانی به‌عنوان عامل اصلی اغلب حوادث صنایع شیمیایی و پتروشیمی می‌باشد [۱]. به‌طوری‌که بر اساس آمار نیز خطای انسانی عامل بیش از ۸۰٪ حوادث صنایع شیمیایی و پتروشیمی را به خود اختصاص داده است [۲]؛ بنابراین لزوم شناسایی خطاهای انسانی در کلیه سیستم‌های عملیاتی به‌ویژه در سیستم‌های بحرانی، نظیر اتاق‌های کنترل صنایع، یک ضرورت برای بقاء کل سازمان محسوب می‌شود تا در سایه ریشه‌یابی علل خطاها، میزان خطاها و

۱- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۲- دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده بهداشت، اهواز، ایران.
۳- (نویسنده مسئول) کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.afshin.khosravi@yahoo.com
۴- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۵- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۶- مربی و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت واحد دامغان، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران.
۷- مربی و عضو هیئت علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایر ان.
۸- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۹-کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۱۰- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۱۱- کارشناسی ارشد ارگونومی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
۱۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، دانشکده توانبخشی، اهواز، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

هزینه‌های ناشی از آن کاهش و رضایت شغلی ارتقاء یابد.

پیشرفت‌های فن‌آوری در بیست سال گذشته باعث ایجاد سیستم‌ها و فرآیندهای مهارنشدنی گشته است [۳]. به‌طوری‌که امروزه بسیاری از تکنولوژی‌های پیشرفته شامل؛ طراحی به کمک کامپیوتر، کنترل عددی و کاربرد روبات‌ها وارد عملیات فرآیند تولید شده‌اند و در سال‌های آینده نیز شاهد شتاب هر چه بیشتر چنین فرایندهایی خواهیم بود [۴]؛ بنابراین با افزایش اتوماسیون و امکان توسعه سطح تعامل انسان- ماشین از طریق واحدهای نمایشی ویدئویی جهت پایش و کنترل فرآیندها، بیشتر فرآیندهای عملیاتی توسط کامپیوترها به‌صورت خودکار پردازش می‌شوند [۵، ۶]. حال دریافت پیام‌های بسیار زیاد از فرآیندهای عملیاتی و پیچیدگی اطلاعات در سیستم‌های کامپیوتری با تحمیل نیازهای شناختی و فعالیت‌های تشخیصی قابل‌توجهی برای اپراتورها همراه است [۷] به‌طوری‌که پاسخ مناسب به رویدادها، با پایش مداوم سیستم، توصیف مکانیسم محاسبات پیچیده و تجزیه و تحلیل فرآیندهای مختلف روانی در تعامل با سیستم‌ها همراه می‌باشد [۸، ۹] که ممکن است یک بارکاری بحرانی را در شرایط اضطراری برای اپراتورها به وجود آورد [۷].

بنابراین سرعت و قدرت تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری و نیز برخی مشکلات سیستم‌های اتوماسیون موجب می‌شود که دامنه کاربردپذیری این سیستم‌ها با محدودیت همراه باشد [۱۱] و کاربران به‌سرعت و با دقت بالا نتوانند اطلاعات موردنیاز را دریافت کنند و خطای عملیاتی یا خطای دستوری ممکن است رخ دهد [۱۰].

بنابراین با تعریف جایگاه جدید و افزایش نقش و اهمیت عامل انسانی در کنترل و هدایت سیستم‌های عملیاتی، افراد ناگزیرند در مدت زمان کوتاهی حجم عظیمی از اطلاعات را جمع‌آوری و پردازش کرده و بر اساس آن تصمیم‌گیری نموده و پاسخ دهند. بدیهی است بروز کوچک‌ترین خطای انسانی نیز در هر یک از مراحل پردازش اطلاعات، به حادثه‌ای فاجعه‌بار منتهی شود [۱۲]. به‌عنوان مثال، در حادثه انفجار و آتش‌سوزی پالایشگاه تگزاکو در سال ۱۹۹۴ که باعث کشته شدن ۲۶ نفر و ایجاد خسارتی معادل ۴۸ میلیون پوند شد کاربر اتاق کنترل مجبور بود در ۱۱ دقیقه قبل از انفجار، ۲۷۵ هشداردهنده را تشخیص دهد، نسبت به آن‌ها آگاهی پیدا کند و اقدامات لازم را انجام دهد [۱۳، ۱۴]؛ بنابراین با نگاهی گسترده‌تر به مقوله خطای انسانی و با توجه به اهمیت این موضوع که انسان به‌عنوان یک پردازنده فعال اطلاعات است، ضرورت یک چارچوب مفید برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای مختلف روانی وظایف شغلی در تعامل با سیستم‌ها احساس می‌شود و تجزیه و تحلیل وظایف شغلی بر اساس مدل پردازش اطلاعات شکل بحرانی‌تری به خود می‌گیرد [۹].

روش SHERPA، به‌عنوان یکی از معتبرترین تکنیک‌های پیش‌بینی و شناسایی خطاهای انسانی، در سال ۱۹۸۶ توسط "امبری" ابداع و توسعه پیدا کرد و از یک برنامه حساب شده با جریان عادی پرسش و پاسخ مبتنی بر رده بندی خطاهای انسانی برخوردار است و خطاهای مشابه را در هر مرحله از فرآیند تجزیه و تحلیل وظیفه شغلی تشخیص می‌دهد. این روش در سال ۱۹۹۲ توسط مطالعه "کروان" از بین ۵ روش پیش‌بینی خطای انسانی، بالاترین درجه اعتبار را به خود اختصاص داد. در مطالعه‌ای نیز توسط "استنتون و باربر" در سال ۱۹۹۶، آمار اعتبار و قابلیت اطمینان این روش به ترتیب ۰/۸ و ۰/۹ اعلام شد [۱۵]. با این وجود از نقاط ضعف روش SHERPA، شناسایی مطلق نوع رفتاری خطاها می‌باشد و از شرایط محیطی اثرگذار بر عملکرد اطلاعاتی به دست نمی‌دهد [۱۶-۱۸]. چنانچه مطالعات نشان می‌دهند وقوع خطای انسانی چندعاملی است و عواملی نظیر پیچیدگی شغل، عوامل سازمانی- مدیریتی، شخصی و طراحی نیز تأثیرگذار می‌باشند و پیشنهادات مطالعات بیشتر جهت شناسایی ریشه‌های روان‌شناختی خطاهای انسانی و عوامل محیطی و سازمانی ارائه شده است [۱۹، ۲۰].

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

در مطالعات زیادی که با بحث‌های وسیع در مورد مواجهه افراد با شرایط اضطراری و یا وظایف شناختی مرتبط با کامپیوتر صورت گرفته است، نقطه‌نظر پردازش اطلاعات انسانی[1](HIP) در تفسیر رفتارهای شناختی آدمی در طول انجام موقعیت‌های اضطراری مفید واقع شده است [۲۱]. چنانچه با استفاده از مدل پردازش اطلاعات انسانی (Wickens در سال ۱۹۸۴)، انسان به‌عنوان پردازش کننده فعال اطلاعات توصیف شده است و با گسترش استفاده از این مدل برای توصیف مکانیسم‌های پیچیده کامپیوتری، چارچوب مفیدی برای تجزیه و تحلیل رویه‌های روان‌شناختی مختلف متأثر از سیستم‌ها و انجام تجزیه و تحلیل وظایف شغلی ارائه شده است [۹].

هدف از این پژوهش، تلفیق مدل پردازش اطلاعات انسانی و روش SHERPA در تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی و بررسی عوامل مؤثر بر آن می‌باشد. ضعف مطالعات صورت گرفته در تجزیه و تحلیل دقیق خطاهای انسانی، بروز چالش‌های متعدد فنی و مدیریتی در صنایع مختلف و قابلیت مدل پردازش اطلاعات انسانی در شناسایی ریشه‌ای علل خطاها مبتنی بر فرآیند پایش عملکرد در اتاق کنترل، بر ضرورت انجام این تحقیق تأکید می‌کند.

روش بررسی

مطالعه حاضر، یک مطالعه موردی از نوع مقطعی است که در سال ۱۳۹۳ در اتاق کنترل یکی از صنایع پتروشیمی مناطق جنوبی کشور اجرا شده است. اتاق کنترل واحد مورد مطالعه از بخش‌های کلیدی و بحرانی این شرکت پتروشیمی محسوب می‌شود و تمام اطلاعات مربوط به ابزارها، شیرآلات کنترلی و فرمان‌های اجرایی لازم، از طریق سیگنال‌های الکتریکی یا سیستم‌های ابزار دقیق به آن ارسال داده می‌شود. تعداد افراد مشغول به کار در اتاق کنترل واحد مورد مطالعه ۶۲ نفر، در ۴ شیفت کاری ۸ ساعته می‌باشند.

روش اجرای مطالعه به‌صورت گام‌های زیر می‌باشد:

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 (نوبتکار محوطه، نوبتکار اتاق کنترل، نوبتکار ارشد، سرپرست نوبتکار) از دیدگاه خطاهای انسانی برای مطالعه انتخاب شدند.

گام دوم: تجزیه و تحلیل وظایف شغلی (Task Analysis): وظایف شغلی انتخاب شده در مرحله قبل، با استفاده از روش تجزیه و تحلیل وظایف شغلی به‌صورت سلسله مراتبی[2](HTA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند [۲۲]. بدین صورت که در این مرحله، وظایف شغل انتخاب شده در یک فرآیند سلسله مراتبی به مجموعه‌ای از زیر وظایف تقسیم و پس از تجزیه و تحلیل در قالب چارت‌ها و جداول HTA ساماندهی شدند. در ضمن با توجه به پیچیده و حساس بودن وظایف شغلی مورد مطالعه، تجزیه و تحلیل شغل مورد بررسی به‌صورت مصاحبه با کارشناسان مجرب و متخصص، مشاهده عملیات و فعالیت‌های کاری و همچنین بررسی و مطالعه مستندات و سوابق مرتبط به عمل آمد. بدین گونه شناخت کافی از وظایف کاربران، نحوه و ترتیب اجرای وظایف در سیستم مورد مطالعه حاصل گردید.

گام سوم: تجزیه و تحلیل خطای انسانی: پس از تعیین وظایف شغلی و تجزیه آن‌ها به زیر وظایف شغلی، با استفاده از روش SHERPA انواع خطاهایی که ممکن است در حین انجام فعالیت موردنظر روی دهند، شناسایی و تعیین شدند. بدین گونه که با شرح جزئیات انجام این وظایف در قالب روش HTA، زیر وظایف شغلی سطح انتهایی قالب چارت HTA وارد

[1]. Human Information Processing

[2]. Hierarchical Task Analysis

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

برگه کار SHERPA شده و مورد بررسی قرار گرفتند [۲۳].

گام چهارم- تشریح مراحل پردازش اطلاعات انسانی برای هر زیر وظیفه شغلی: برای تشریح مراحل پردازش اطلاعات انسانی برای زیر وظایف شغلی مدل‌های مختلفی وجود دارد که در اغلب آن‌ها تمرکز اصلی بر تعاملات انسانی و محیط در سیستم موردنظر می‌باشد. در این مطالعه از مدل پیشنهادی Wickens استفاده شده است. این مدل برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ معرفی شده است و اغلب برای تشریح مراحل پردازش اطلاعات انسانی در وظایف اپراتورها و راهبری سیستم‌ها در اتاق‌های کنترل کاربرد دارد. در مدل یاد شده وقتی راهبر با حالتی از سیستم مواجهه می‌شود، از فرآیند سه مرحله‌ای زیر بهره می‌گیرد [۹]:

درک: کار اصلی سیستم ادراک، انتقال محرک‌های خارجی است که از طریق شناسایی، بازشناخت، کشف و دسته‌بندی برای اپراتورها حاصل می‌گردد. این مرحله به‌طور ناخودآگاه و سریع صورت می‌گیرد.

شناخت: در این مرحله، کاربر پس از درک شرایط موجود، با اعمال محاسبات، تصمیمات و حافظه کاری به بررسی علل فرآیند می‌پردازد. بالتبع این مرحله به زمان بیشتری نیاز دارد.

پاسخ: در این مرحله کاربر با درک و شناختی که از فرآیند برای کنترل شرایط اضطراری و برگرداندن آن به حالت اولیه کسب کرده است، با بررسی کلیه روش‌های در دسترس، بهترین پاسخ (دستی و یا گفتاری) را برای بازگرداندن سیستم به شرایط عادی انتخاب می‌کند.

بدین گونه مراحل مختلف پردازش اطلاعات برای زیر وظایف شغلی کاربران تشریح گردید و در ادامه با طرح سؤالاتی به‌عنوان راهنما در چارچوب مراحل «پردازش اطلاعات انسانی» بر اساس پرسشنامه مطرح شده در مطالعه Kariuki و Löwe، مراحل پردازش اطلاعات جهت انجام زیروظایف و فعالیت کاربران مورد ارزیابی قرار گرفت [۲۴]. هدف از طراحی این سؤالات، امکان بررسی ریشه‌ای علل خطاهای انسانی بود.

گام پنجم- انتخاب عوامل مؤثر بر عملکرد کاربران در وظایف شغلی مورد بررسی: در این مطالعه برای شناسایی عوامل مؤثر بر عملکرد کاربران از طبقه‌بندی «Kirwan» استفاده شده است. بدین صورت که بر اساس طراحی سؤالاتی به‌عنوان راهنما در چهارچوب عوامل مؤثر بر عملکرد کاربران، عوامل مؤثر بر عملکرد کاربران در هر مرحله از پردازش اطلاعات هنگام انجام زیر وظایف مورد بررسی قرار گرفتند. در این طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر عملکرد به شش دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شوند [۲۵]:

زمان: یکی از عوامل مؤثر در میزان بروز خطاهای انسانی، زمان لازم برای انجام یک فعالیت مشخص است. این فاکتور نقش خود را به‌ویژه در شرایط بحرانی و استرس‌زا به‌خوبی نشان می‌دهد و بر همین اساس میزان خطاهای انسانی در انجام یک فعالیت یکسان در شرایط مختلف متفاوت می‌باشد.

تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها: در سیستم انسان – ماشین، کنترل‌گرها و نشانگرها رابط بین انسان و ماشین بوده و درصورتی‌که طراحی، ساخت، جانمایی و نگهداری آن‌ها بر اساس محدودیت‌ها و توانمندی‌های روانی و جسمانی کاربران صورت نگیرد در هنگام عملیات بر میزان خطاهای انسانی افزوده خواهد شد. بر اساس رویکرد فردی خطاهای انسانی، خطای انسانی بر اثر عدم تطابق میان توانایی‌های فردی و نیازمندی‌های شغل بروز می‌کند؛ بنابراین برای بالا بردن قابلیت اعتماد پرسنل، لازم است محیط کار بر اساس تعامل‌های مناسب طراحی شود.

آموزش و تجربه: کمیت و کیفیت آموزش‌هایی که اپراتور تحت یک سیستم ویژه دریافت کرده است و همچنین آموخته‌های عملی اپراتورها در کار با سیستم مورد مطالعه از دیگر عوامل بسیار مهم هستند که در میزان وقوع خطاهای انسانی سهم قابل‌ملاحظه‌ای دارند.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

دستورالعمل‌ها: وجود دستورالعمل‌های انجام کار، بالأخص به‌صورت مکتوب، 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: سازمان‌دهی وظایف جهت تعیین کامل و دقیق وظایف افراد در انجام کارهای ضروری و روزمره می‌باشد و مؤید کیفیت نقش‌ها و مسئولیت‌های اعضای تیم می‌باشد.

پیچیدگی وظیفه: اندازه سیستم و یا تعداد مواردی که لازم است مشاهده، کنترل و مورد توجه قرار گیرند در بروز خطاهای انسانی نقش کلیدی را دارند. در واقع، پیچیدگی وظیفه با توجه به تعداد اهداف، نشانگرها، موارد پیش‌بینی شده در چک‌لیست‌ها و یا قطعات و تجهیزاتی که باید به‌عنوان بخشی از فرآیند مورد بررسی قرار گیرند تعیین می‌شود.

در نهایت اطلاعات حاصل با کمک نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. با استفاده از آمار توصیفی، جدول فراوانی و درصد فراوانی به دست آمد و با استفاده از روش محاسبه رگرسیون خطی، وجود و یا عدم وجود سطح معناداری بین عوامل مؤثر بر عملکرد در مراحل پردازش اطلاعات انسانی به‌صورت مجزا تعیین گردید. لازم به ذکر است معناداری در دو سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

پس از تجزیه و تحلیل وظایف شغلی در قالب چارت‌ها و جداول HTA، به علت تعداد زیاد کاربرگه‌ای SHERPA، یک نمونه به‌صورت جدول شماره ۱ ارائه شده است. در این مطالعه بر اساس تجزیه و تحلیل برگه‌های کار SHERPA، در مجموع ۲۴۶ خطای انسانی در وظایف شغلی مورد مطالعه شناسایی گردید.

جدول ۱- نمونه ای از برگه کار SHERPA

وظیفه شغلی اصلی: نوبتکار اتاق کنترل
برگه کار SHERPA
تاریخ: ۱۳۹۳/۴/۵
تهیه کننده:
جدول شماره:۶

ردیف	وظیفه شغلی	نوع خطا	توصیف خطا	پیامد ناشی از خطا	بازیابی	سطح ریسک	راهکار کنترلی
		A1	اپراتور عمل مورد نظر را با تأخیر انجام می دهد.		۱-۲		- آموزش کارکنان توسط سیستم های شبیه ساز - تدوین چک لیست
		A8	اپراتور انجام عمل مورد نظر را فراموش می کند.		۱-۲		- تدوین دستورالعمل های کاری مدون
۱-۴	رفتن به لیست آلارم ها	A9	اپراتور عمل مورد نظر را به طور مناسب انجام نمی دهد.	اپراتور موفق به کنترل شرایط نشده و انفجار رخ می دهد.	۱-۲		- برگزاری مانور با سناریوهای مختلف
		R3	اپراتور از لیست آلارم ها، اطلاعات را به طور مناسب کسب نمی کند.		۱-۲		
۲-۴	انتخاب آلارم یا آلارم های مربوطه	S2	اپراتور انتخاب آلارم را به صورت اشتباه انجام می دهد.		۲-۳		- آشنایی کارکنان با مفهوم آلارم ها - نصب آلارم ها از نوع شنیداری و دیداری

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

جدول ۲- فراوانی و درصد خطاهای انسانی وظایف شغلی اپراتورهای اتاق کنترل به تفکیک مراحل پردازش اطلاعات انسانی

خطا	مراحل پردازش اطلاعات		
	ادراک	شناخت	پاسخ
عملکردی	۷۱ (۲۹٪)	۱۴ (۵/۷٪)	۲۹ (۱۱/۸٪)
بازدید	۳۲ (۱۳٪)	۱۲ (۵٪)	۱۵ (۶/۱٪)
بازیابی	۱۳ (۷٪)	۴ (۱/۵٪)	۱۰ (۴٪)
ارتباطی	۱۵ (۶٪)	۵ (۲٪)	۴ (۱/۵٪)
انتخاب	۸ (۳/۲٪)	۴ (۱/۵٪)	۶ (۲/۴٪)
مجموع	۱۴۳ (۵۸٪)	۳۹ (۱۶٪)	۶۴ (۲۶٪)

جدول۳- رگرسیون خطی سطح معناداری رابطه عوامل مؤثر بر عملکرد در مراحل پردازش اطلاعات انسانی

عوامل موثر بر عملکرد	مراحل پردازش اطلاعات		
	درک	شناخت	پاسخ
زمان	۰/۰۷۹	۰/۰۱۷*	۰/۰۷۱
تعامل با کنترلگرها و نشانگرها	۰/۰۴۷*	۰/۰۸۴	۰/۰۶۹
آموزش و تجربه	۰/۰۱۸*	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۵**
دستورالعمل های کاری	۰/۰۰۷**	۰/۰۳۲*	۰/۰۰۳**
سازماندهی وظایف	۰/۰۳۹*	۰/۰۶۳	۰/۰۵۴
پیچیدگی وظیفه	۰/۰۲۱*	۰/۰۵۹	۰/۰۷۹

** معنی داری در سطح ۰/۰۱، * معنی داری در سطح ۰/۰۵

تعداد و درصد هر یک از خطاهای انسانی شناسایی شده به تفکیک مراحل پردازش اطلاعات در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل نشان داد که از ۲۴۶ مورد خطای پیش‌بینی و شناسایی شده به تفکیک مراحل پردازش اطلاعات، مراحل درک، شناخت و پاسخ به ترتیب ۱۴۳، ۳۹ و ۶۴ مورد خطا را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین سطح معناداری ارتباط عوامل مؤثر در هر یک از مراحل پردازش اطلاعات در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

در ابتدا به بحث فراوانی خطاهای شناسایی شده به تفکیک مراحل پردازش اطلاعات و سپس بررسی عوامل مؤثر در هر یک از مراحل می‌پردازیم:

خطای مرحله ادراک: مرحله ادراک به‌عنوان اولین مرحله از مراحل سه‌گانه پردازش اطلاعات، بیشترین تعداد خطا (۱۴۳ مورد با ۵۸٪) را به خود اختصاص داده است؛ لذا چنین استنباط می‌شود که خطا در مرحله ادراک به دلیل تلاش بیشتر انجام شده برای تمرکز بر پارامترها و درجات صفحه کنترل می‌باشد. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بالا و نقش بحرانی این مرحله در انجام فعالیت‌های وظایف شغلی می‌باشد.

در پی دیگر مطالعاتی نیز که در خصوص بررسی عملکرد اپراتورها در اتاق کنترل نیروگاه هسته‌ای صورت گرفته است، یکی از فاکتورهای بحرانی که عملکرد اپراتورها را تحت تأثیر قرار می‌دهد درک اپراتورها از شرایط جاری بود [۲۶]. مطالعات نشان می‌دهد عواملی که به هنگام انجام فعالیت‌های وظایف شغلی منجر به افزایش تمرکز می‌شوند می‌توانند خطای مربوطه را در مرحله درک پردازش اطلاعات کاهش دهند؛ بنابراین استراتژی‌های افزایش تمرکز و مهارت‌های ادراکی پرسنل باید بررسی شوند [۲۷].

جهت حصول به این استراتژی‌ها به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد در این مرحله می‌پردازیم که بر اساس یافته‌های طبقه‌بندی «Kirwan» و شرایط محیط کاری به شرح زیر قابل بررسی می‌باشد:

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها: کنترل‌گرها و نشانگرها به‌عنوان رابط بین انسان و ماشین در سیستم‌های انسان- ماشین می‌باشند و درصورتی‌که طراحی، جانمایی، ساخت و نگهداری آن‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و توانمندی‌های روانی و جسمانی کاربران صورت نگیرد کاربران را در درک شرایط کاری دچار مشکل می‌کند.

آموزش و تجربه: کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری کاربر از آموخته‌های علمی کافی برای کار با سیستم مورد مطالعه باعث می‌شود که کاربر برای درک شرایط دچار لغزش شود.

دستورالعمل‌های کاری: عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از درک علائم هشداردهنده و یا مشاهده چراغ چشمک‌زن، چه وظیفه‌ای را انجام دهد باعث بروز سردرگمی و افزایش میزان خطای انسانی می‌شود.

سازمان‌دهی وظایف: شرح وظایف کارکنان به‌طور مناسب سازمان‌دهی نشده و وظایف افراد برای انجام فعالیت در شرایط عادی و اضطراری به‌طور دقیق و مکتوب مستند نشده است.

پیچیدگی وظیفه: وسعت سیستم و همچنین تعداد موارد زیادی که باید توسط کاربران درک و کنترل شود، باعث پیچیدگی در وظایف و در نتیجه بروز خطاهای انسانی می‌گردد. همچنین زیاد بودن فاکتورهای مورد قضاوت و تصمیم‌گیری، در پیچیده کردن شرایط نقش بسزایی دارد.

خطای مرحله شناخت: این مرحله از پردازش اطلاعات، ۱۶ درصد از خطاها را به خود اختصاص داده است. خطا در این مرحله نشانگر این موضوع می‌باشد که اپراتور برای انجام موفقیت‌آمیز وظایف شغلی از هوشیاری و حافظه مناسب برخوردار نیست و ارتقاء ظرفیت‌های فکری از عوامل روان‌شناختی مفید در کاهش احتمال خطای انسانی می‌باشد. موارد استراتژیک و عوامل مؤثر بر عملکرد در این مرحله به‌صورت زیر می‌باشد:

زمان: کاربر با توجه به امکانات و منابع موجود، نمی‌تواند در زمان تعیین‌شده برای مقابله با شرایط اضطراری به شناخت کامل از فرآیند عملیات سیستم دست یابد.

آموزش و تجربه: کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری کاربر از آموخته‌های علمی کافی برای کار با سیستم مورد مطالعه باعث می‌شود که کاربر نتواند شناخت مناسبی از فرآیند عملیات سیستم اتخاذ کند.

دستورالعمل‌های کاری: عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اقدام مناسب کاربر جهت شناخت کافی و مناسب از فرآیند عملیات، باعث سردرگمی در شرایط اضطراری و افزایش میزان خطای انسانی می‌شود.

خطای مرحله پاسخ: این مرحله، آخرین مرحله از مراحل پردازش اطلاعات، ۲۶ درصد از خطاها را به خود اختصاص داده است. موارد استراتژیک و عوامل مؤثر در مرحله پاسخ و بروز خطاهای شناسایی شده در این مرحله به شرح زیر است:

آموزش و تجربه: آموزش و تجربه با امتیاز پاسخ نیز رابطه معنی‌داری دارد، یعنی کمیت و کیفیت نامناسب آموزش یا عدم برخورداری از آموخته‌های علمی کافی برای کار با سیستم مورد مطالعه باعث می‌شود که کاربر برای انتخاب پاسخ مناسب دچار لغزش شود.

دستورالعمل‌های کاری: عدم وجود دستورالعمل‌های مکتوب مبنی بر اینکه کاربر بعد از شناخت شرایط، چه پاسخ مناسبی برای مقابله با شرایط اضطراری و بازگرداندن سیستم به حالت عادی برگزیند باعث بروز سردرگمی و افزایش میزان خطای انسانی می‌گردد.

همان‌طور که از دیدگاه بررسی عوامل مؤثر در بروز خطا به تفکیک مراحل پردازش اطلاعات انسانی مشاهده می‌شود، مرحله ادراک، با بیشترین تعداد خطای انسانی، عوامل تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها، آموزش و تجربه، دستورالعمل‌های کاری، سازمان‌دهی وظایف و پیچیدگی وظیفه را به خود اختصاص داده است. همچنین آموزش و تجربه و دستورالعمل‌های

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

کاری به‌طور مشترک از عوامل مؤثر در مراحل سه‌گانه پردازش اطلاعات بودند.

در سایر مطالعات که توسط مرتضوی، قلعه نوی و محمد فام در زمینه تجزیه و تحلیل خطاهای انسانی در اتاق کنترل صنایع صورت گرفته است، دستورالعمل‌های کاری، طراحی و جانمایی نشانگرها و کنترل‌گرها، آموزش، تجربه و زمان از عمده‌ترین عوامل مؤثر در بروز خطاهای انسانی گزارش شده‌اند [۲۰، ۲۸، ۲۹]. در مطالعه‌ای توسط کروان نیز، آموزش و دستورالعمل‌های کاری جزء مهم‌ترین شرایط مؤثر در بروز خطای انسانی گزارش شده است [۳۰]. در مطالعه‌ای توسط راسموسن با بررسی حوادث شغلی صنایع شیمیایی، دانش ناکافی، خطای دستورالعمل و خطای طراحی به ترتیب ۳۴٪، ۲۴٪ و ۳۲٪ از خطاها را به خود اختصاص داده‌اند [۳۱]. بر اساس دیگر مطالعات نیز وجود نقص در دستورالعمل‌های کاری، ضعف در آموزش و کمبود علم و دانش اپراتورها به ترتیب ۲۴، ۳۴ و ۴۱ درصد از علل حوادث در صنایع را به خود اختصاص داده‌اند [۳۲].

به‌هرحال اپراتورهای اتاق کنترل با نشانه‌ها و علامت‌ها کار می‌کنند و باید مشکلات سیستم و عواملی را که در زمان حوادث و اتفاقات رخ می‌دهد در کوتاه‌ترین زمان ممکن کشف و شناسایی کنند و سپس با تنظیم کنترل‌های مربوطه برای بازیابی سیستم به وضعیت ایده ال تلاش کنند. در چنین شرایطی کاربران بر اساس سرعت دریافت اطلاعات از سیستم‌ها و درک موقعیت برای عملکرد صحیح تصمیم‌گیری می‌کنند. لذا برای تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری باید کاربران درک بالا و شناخت کافی داشته باشند. با توجه به انواع خطاهای شناسایی شده و همچنین عوامل مؤثر در بروز آن‌ها در هر یک از مراحل پردازش اطلاعات، مشخص می‌شود که فرآیند کاهش خطای انسانی فرایند پیچیده‌ای است که نیازمند بهره‌گیری از مدل پردازش اطلاعات انسانی می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر با آشکار ساختن انواع سناریوها و خطاهای احتمالی کاربران در اتاق کنترل و پیامدهای نامطلوب ناشی از آن، بر وجود نقاط ضعف سیستم تأکید می‌کند. کلیات پیشنهادات ارائه شده در این مطالعه به شرح زیر ارائه می‌شود: با توجه به اینکه دستورالعمل‌های کاری به‌عنوان عامل مؤثر در بروز خطای انسانی به‌طور مشترک در هر سه مرحله از پردازش اطلاعات می‌باشد، بر اساس نتایج حاصل از فرآیند تجزیه و تحلیل وظایف شغلی و کاربرگه‌ای SHERPA، پیشنهاد می‌شود که با بهره‌گیری از مشارکت سازنده و مؤثر کارکنان در هر پست شغلی، دستورالعمل‌های موجود شرایط عملیاتی واحدها و استانداردهای مربوطه بازنگری و اصلاح گردند 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 به‌روشنی مشخص شود و کلیه دستورالعمل‌ها، آیین‌نامه‌ها و روش‌های انجام کار در شرایط عادی و اضطراری مطابق با وظایف کاربران در هر وظیفه شغلی در دسترس باشند.

کمیت و کیفیت نامناسب آموزش‌هایی نیز که اپراتورها دریافت کرده‌اند به‌عنوان دیگر عامل مشترک مؤثر در بروز خطاهای انسانی در هر سه مرحله پردازش اطلاعات می‌باشد. حال بر اساس نتایج حاصل از فرآیند تجزیه و تحلیل وظایف شغلی و کاربرگه‌ای SHERPA، بازنگری در سیستم‌های جذب نیروی انسانی، آموزش کارکنان (آموزش توسط سیستم‌های شبیه‌ساز و برگزاری مانورهای با سناریوهای مختلف) و طراحی مجدد سیستم‌های مذکور مبتنی بر صلاحیت‌های شغلی و آشنایی کارکنان با مفهوم آلارم‌ها از راهکارهای مهم در پیشگیری و کاهش خطاهای انسانی پیشنهاد می‌شوند. همچنین توصیه می‌شود با برگزاری دوره‌های آموزشی مناسب برای کارکنان در هر پست شغلی، درک و آگاهی آن‌ها را در زمینه‌ی اهمیت اجرای درست و به‌موقع دستورالعمل‌ها افزایش داده تا ضمن ارتقاء سطح دانش و آگاهی فنی موردنیاز، فرهنگ پذیرش و استفاده از دستورالعمل‌ها را از سوی اپراتورها افزایش داد.

این مطالعه از معدود مطالعات داخلی و خارجی است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

که از دیدگاه مدل پردازش اطلاعات انسانی به بررسی خطاهای انسانی در صنایع پتروشیمی پرداخته است. نتیجه مهم حاصل از مطالعه این است که با شناسایی انواع خطاهای ممکن در مراحل مختلف پردازش اطلاعات و همچنین عوامل مؤثر بر آن‌ها، از نقاط ضعف سیستم آگاهی کامل‌تری حاصل می‌شود. در نهایت می‌توان این‌چنین نتیجه‌گیری کرد که استفاده از این دیدگاه در روند شناسایی خطاهای انسانی در صنایع مختلف، بخصوص صنایع شیمیایی، نفت، گاز و پتروشیمی بسیار مفید و مؤثر باشد.

منابع

1. Hunszu L, Sheue-Ling H, Thu-Hua L. Economic assessment of human errors in manufacturing environment. Safety Science, 2009;47:170–182.
2. Mustafa H. The Study of Human Errors in an Industrial Petrochemical Control Rooms Adopting CREAM Method with a Cognitive Ergonomics Approach. Master science Thesis, University of social welfare and rehabilitation sciences Tehran, 2010.
3. Schafer D, Abdelhamid TS, Mitropoulos P, Mrozowski T. Resilience Engineering: A New Approach for Safety Management, 2009;766-775.
4. Guastello, SJ. Catastrophe modeling of the accident process: evaluation of an accident reduction program using the Occupational Hazards Survey. Accident Analysis & Prevention, 1989;21(1),61-77.
5. Chuang CF, Chou HP. Investigation of potential operation issues of human-system interface in Lungmen Nuclear Power Project. Nuclear Science Symposium Conference Record, IEEE, 2004;7:4599-4602.
6. Sebok A. Team performance in process control: influences of interface design and staffing levels. Ergonomics, 2000; 43(8):1210-1236.
7. Dougherty EM, Fragola JR. Human reliability analysis: a systems engineering approach with nuclear power plant applications. Wiley New York, 1988.
8. Moray N. Mental workload: Its theory and measurement. Plenum Publishing Corporation, 1979.
9. Wickens CD. Processing resources and attention. Multipletask performance, 1991:3-34.
10. Jou YT, Yenn TC, Lin CJ, Tsai WS, Hsieh TL. The research on extracting the information of human errors in the main control room of nuclear power plants by using Performance Evaluation Matrix. Safety science, 2011; 49(2):236-242.
11. Bea R. Reliability and human factors in geotechnical engineering. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 2006;132(5):631-643.
12. John W, Debbie L. Better alarm handling: a practical application of human factors. Measure Control J, 2002; 35: 52-62.
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. [Persian]
14. Mogford J. Fatal Accident Investigation Report, Isomerization Unit Explosion Final Report, Texas City, Texas, USA [Online], 2005.
15. Stanton N, Salmon P. Human Factors Design & Evaluation Methods Review. Defense Technology Center, 2004.
16. Kirwan B. Human Reliability Assessment. In: Wilson JR, Corlett EN, editors. Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology.New York: Taylor & Francis, 1990.
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. 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.
19. 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.
20. 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.
21. Young PM, Clegg BA, Smith CA. Dynamic models of augmented cognition.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

International Journal of Human-Computer Interaction, 2004; 17(2):259-273.

22. Annett J, Stanton N. Task analysis. London; New York: Taylor & Francis. 2000;242.

23. 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;151.

24. Kariuki S, Löwe K. Integrating human factors into process hazard analysis. Reliability Engineering & System Safety, 2007; 92(12):1764-73& 228–245.

25. Kirwan B. A guide to practical hman reliability assessment. London; Taylor and Francis, 1994;130-39,413-20.

26. Lin CJ, Yenn TC, Jou YT, Hsieh TL, Yang CW. Analyzing the staffing and workload in the main control room of the advanced nuclear power plant from the human information processing perspective. Safety science, 2013;57: 161-168.

27. Shirali GA, Dibeh Khosravi A, Hosseinzadeh T, Fathi A, Hame Rezaee M, Hamzeiyan Ziariani M. Using the human information-processing model and workload to predict staffing demand: A case study in a petrochemical control room. Journal of Ergonomics, 2014;2 (3):70-76

28. Mohammadfam I, Golmohammadi R, Nezamoldini Z, Arzyabiye khatahaye ensani va payamadhaye an dar bakhshe zoghal tolidate koke zobahane esfehan, Hamayshe meliye ergonomi dar sanaat va tolid, 2002. [Persian].

29.Ghalenoei M, Asilian H, Mortazavi S, Varmazyar S. Human erroranalysis among petrochemical plant control room operators with human errorassessment and reduction technique. Iran Occupational Health Journal, 2009;6 (2):38-50

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

Integration of human information processing model and SHERPA technique in the analysis of human errors: A case study in the control room for the petrochemical industry

Taher Hosseinzadeh[1], Gholam Abbas Shirali[2], Afshin Dibeh Khosravi[1], Hamid Rasi[1], Mohammad Saeed Moradi[1], Esmaeil Karami[3], Fatemeh Tanha[4], Asad Fathi[5], Masoud Rezaei[5], Loqman Barzegar[5], Farshad Arghavani[6], Vali Salimi Jeda[7]

Received: 2015/06/23 Revised: 2016/01/17 Accepted: 2016/04/20

Abstract

Background and aims: With a widespread regard to the human error issue and recognize the importance of human as an active processor of information, the necessity for an effective framework to analyze different mental processes interact with the system to carry out job duties will be obvious. So the aim of this study was to analyze human errors by SHERPA and human information processing model.

Methods: This study is a cross-sectional study in 2014 carried out in the control room of the petrochemical industry. Subjects included 62 employees in four post shift supervisor control, head control, board man and outside operator in 4 sites which were working 8-hour shifts. To analyze the errors, SHERPA technique was used, then to classify human information processing Wickens model and to identify the factors those affecting the performance Kirwan classifier was used. In addition to gathering data; observation, interview and documentation study methods were used.

Results: With analysis of SHERPA worksheet, 246 human errors were identified. Most errors (143) were related to the understanding of human information processing. Both work instructions and training and experience, collectively became the most important factors affecting the processing of data in data processing.

Conclusion: The results of this study, with identification of possible errors in data processing and finding those factors that affect on them, distinguish the system weaknesses.

Keywords: Human error, SHERPA, Human information processing model, Factors affecting performance, Petrochemical control room.

1. MSc of Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2. Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. (**Corresponding author**) MSc of Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. afshin.Khosravi@Yahoo.Com
4. MSc of Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
5. MSc of Occupational Health, Faculty of Health, Department of Occupational Health Engineering, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
6. MSc of Occupational Health, Department of Occupational Health Engineering, Damghan School of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran.
7. MSc of Occupational Health, School of Health, Arak, Arak University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
8. MSc of Occupational Health, School of Health, Arak, Arak University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
9. MSc of Occupational Health, School of Health, Arak, Arak University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
10. MSc of Occupational Health, School of Health, Arak, Arak University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
11. MSc of Ergonomic, Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
12. MSc of Rehabilitation Management, School of Rehabilitation, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]