فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره پنجم/ شماره چهارم/ زمستان ۹۲/ صفحات ٦٧-٦٠

شناسایی و ارزیابی فاکتورهای موثر بر عملکرد انسان براساس منطق فازی (یکی از مناطق عملیاتی شرکت انتقال گاز)

محبوبه کیانی[1*]، ایرج محمدفام[2]، توفیق الهویرنلو[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست (HSE)، واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تهران
۲. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان
۳. عضو هیأت علمی گروه ریاضی، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۲/۱۰

چکیده

مقدمه: یکی از فرضیات بحث نشده در تمام روش‌های آنالیز قابلیت اطمینان این است که عملکرد انسان وابسته به شرایطی است که تحت آن وظایف و فعالیت‌ها انجام می‌شوند. این شرایط شامل فاکتورهای موثر بر عملکرد (PIFs) Performance Influencing Factors یا فاکتورهای شکل‌دهنده عملکرد (PSFs) Performance Shaping Factors می‌باشند؛ لذا به منظور ارتقای وضعیت ایمنی و کاهش خطای انسانی، شناسایی و ارزیابی فاکتورهای موثر برعملکرد به عنوان یک ضرورت محسوب می‌شود، این تحقیق نیز در همین راستا انجام شده است.

روش بررسی: مطالعه حاضر یک پژوهش از نوع موردی است که دراتاق کنترل یکی از مناطق عملیاتی شرکت انتقال گاز، اجرا شده است. برای انجام پژوهش ابتدا با مطالعه کتابخانه‌ای به شناسایی و انتخاب فاکتورهای موثر بر عملکرد پرداخته شد سپس برای جمع آوری داده‌های لازم، پرسشنامه‌ای تهیه گردید و در نهایت با به کارگیری منطق فازی تجزیه و تحلیل آنها انجام شد.

یافته‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که از بین فاکتورهای تعیین شده، از نظر اپراتورهای اتاق کنترل، کیفیت شاخص "انجام دو یا چند کار به طور همزمان" و "زمان مورد قبول برای انجام کار" قابل قبول است؛ در صورتی که شاخص کیفیت و میزان آموزش‌های موجود در شرکت برای آنها نامطلوب است.

نتیجه‌گیری: شناسایی و ارزیابی فاکتورهای موثر بر عملکرد در صنایع مختلف وتحلیل آنها به روش فازی در جهت کاهش خطای انسانی و بهبود عملکرد افراد و ارتقای سطح ایمنی، امری بسیار ضروری و مهم می‌باشد.

کلید واژه‌ها: شاخص‌های موثر بر عملکرد (PIFs)، منطق فازی، قابلیت اطمینان انسان، خطای انسانی

* نویسنده مسئول: آدرس پستی: تهران، بزرگراه اشرفی اصفهانی، حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، گروه مدیریت محیط زیست، تلفن: ۰۲۱٤٤۸٦۷۱۹٤ ، پست الکترونیکی: mhkiani89@yahoo.com ، تلفن همراه: ۰۹۱۷۳۱۰٤۱۷۸

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

مقدمه

با توجه به اینکه انواع رفتارهایی که به وسیله اپراتورها انجام می‌شوند، تحت تاثیر شرایط خاص قرار دارند، لذا شناسایی و ارزیابی فاکتورهای موثر بر عملکرد انسان (PIFs) به دلیل تاثیر بسیار این عوامل بر عملکرد اپراتور در حین انجام وظیفه، جهت پیشگیری یا کاهش خطای انسانی برای بهبود ایمنی در صنایع به خصوص صنایع فرایندی، به عنوان یک ضرورت محسوب می‌شود(۱).

با توجه به اینکه در بسیاری از موارد این ارزیابی به صورت قطعی بسیار مشکل و یا حتی غیرممکن است ورودی‌های سیستم به صورت غیرقطعی می‌باشد به نظر می‌رسد که استفاده از منطق فازی و تحلیل نتایج آن به عنوان یک ابزار قوی در حل مسائل با داده‌های غیرقطعی می‌تواند مفید باشد. در این بررسی سعی شد از این روش استفاده شود.

خطای انسانی از دیرباز به عنوان یکی از عوامل مهم در بروز حوادث و بر هم زدن عملکرد برنامه‌ریزی شده، مطرح بوده است. بر اساس نتایج مطالعات مختلف، خطاهای انسانی، در صنایع و سیستم‌های پیچیده مثل صنعت فرایند شیمیایی، صنایع هوایی و ریلی، نیروگاه انرژی هسته‌ای، علل اصلی و کلیدی حوادث هستند، برای مثال در صنعت پتروشیمی و پالایش نفت، در جایی که کارهای الکتریکی (اتوماسیون) خیلی بالاست، خطاهای انسانی حدود ۵۰٪ است(۱،۲).MCCafferty در سال ۱۹۹۵بیان می‌کند که حدود ۸۰٪ حوادث را خطاهای انسانی دربر می‌گیرند، دیگر مطالعاتی که Lowe & Kariuki در سال ۲۰۰۴ انجام داده‌اند، نشان می‌دهد که ٦٤٪ از حوادث در نتیجه خطاهای انسانی هستند. مطالعات دیگری که در سال ۲۰۰٦ Gatchpole و همکارانش و در سال ۲۰۰۷ Krokos & Baker انجام شده‌اند، بیان می‌کنند که خطاهای انسانی در اکثریت حوادث و تصادفات که در این سیستم‌های پیچیده مثل سیستم راه‌آهن اتفاق می‌افتد، نقش دار (۲). همچنین در سال ۲۰۱۰، Stringfellow بیان می‌کند که بین ۳۰ تا ۱۰۰٪ حوادث صنعتی ناشی از علل انسانی است(۳). بر اساس آمار ارائه شده توسط سازمان تامین اجتماعی تا پایان آذر سال ۱۳۹۰ "بی‌احتیاطی"با ۵٦/۳٪ بیشترین عامل ایجاد آسیب‌دیدگی در محیط کار بوده است(٤).

با توجه به تحقیقات بیان شده ،لازم است که برای کاهش خطاهای انسانی و بهبود عملکرد انسان، اثرات فاکتورهای موثر بر عملکرد (PIF) در طی انجام وظایف و موثرترین روش‌ها برای بهبود عملکرد فردی و گروهی، شناسایی شوند.

بسیاری از مطالعات بیان می‌کنند که یک PSF در وقوع خطای انسانی اثرگذار است(۵). Takashi Toriizuka در سال ۲۰۰۱ در تحقیقی بیان کرد که رفتارهای انسانی به وسیله فاکتورهای شکل‌دهنده عملکرد شکل گرفته و بررسی می‌شوند. او این عوامل را نه تنها از نقطه نظر قابلیت اطمینان انسان بلکه از نظر بار کاری و اثربخشی کار در وظایف تعمیراتی صنایع مورد بررسی قرار داد(٦). Kim & Jung در سال ۲۰۰۳، بیش از ۲۲۰ PSF با مطالعه روش‌های موجود جمع‌آوری کردند و یک طبقه‌بندی جدید PIF برای استفاده آنالیز قابلیت اطمینان در سناریوهای اضطراری حوزه نیروگاه هسته‌ای تدوین کردند(۷).

Myrto و همکارانش در سال ۲۰۰٦، یک مطالعه پایلوت به منظور محاسبه احتمال فعالیت‌های اشتباه برای وظایف تعمیر و نگهداری و اپراتورهای اتاق کنترل در صنایع شیمیایی با استفاده از سیستم‌های طبقه‌بندی شده فازی بر پایه روش شناسی تکنیک (CREAM) Cognitive Reliability Error Analysis Method انجام دادند(۸،۹).

تکنیک CREAM از میان تکنیک‌های مشهور ارزیابی خطای انسانی به دلیل داشتن ساختار و چهارچوب منظم و دقیق و متناسب بودن با ساختار منطق فازی انتخاب شده بود.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

این مطالعه پایلوت با موفقیت به کاربردن تکنیک CREAM را در منطق فازی به اثبات رسانده و این مدل را برای صنایع هوایی و حمل و نقل دریای کاربردی دانسته‌اند(۸،۹).

Bertolini در سال ۲۰۰۷، یک روش شناختی فازی به منظور کشف اهمیت فاکتورهای موثر بر قابلیت اطمینان انسان در صنایع ارائه داد(۱۰). Boring و همکارانش در سال ۲۰۰۷ مطالعه‌ای در مورد PIF های مستقیم و غیرمستقیم و نقش آنها در ارزیابی قابلیت اطمینان انسان داشتند(۱۱). بنابراین با توجه به این امر که، تمام رفتارهایی که به وسیله اپراتورها انجام می‌شود متاثر از فاکتورهای موثر بر عملکرد (PIF) می‌باشند، لذا توجه به اثر این فاکتورها بسیار ضروری است ولی از آنجا که این ارزیابی به صورت کیفی و غیرقطعی است به نظر می‌رسد که استفاده از منطق فازی در این ارزیابی و تعیین احتمال خطای انسانی بسیار مفید باشد، مطالعه حاضر نیز گامی در این راستا است.

روش بررسی

این مطالعه، بر روی پرسنل اتاق کنترل و تعمیرات و نگهداری یکی از مناطق عملیاتی شرکت انتقال گاز می‌باشد که به عنوان یکی از واحدهای اصلی انتقال‌دهنده گاز در کشور در سال ۱۳۷٤ فعالیت خود را به عنوان یک واحد مستقل تحت نظر مدیریت عملیات شرکت ملی گاز ایران، آغاز نمود و در سال ۱۳۸٦ با تاسیس شرکت انتقال گاز ایران، همراه با سایر مناطق عملیات انتقال گاز به زیر مجموعه‌ای از این شرکت مبدل گشت.

این پژوهش،طی گام‌های زیر انجام شد:

گام اول: آشنایی با سیستم و جمع‌آوری اطلاعات

با مطالعه فرآیند و عملکرد کلی تاسیسات تقویت فشار گاز و نیز با مصاحبه‌های انجام شده، در این منطقه عملیاتی، اتاق کنترل که به عنوان قلب تپنده مجموعه به شمار می‌آید و کارکنان بخش تعمیرات و نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی، اتاق کنترل محلی است که در آن کلیه فرآیندها، عملیات و مراحل انجام کار و همچنین دستگاه‌ها و تجهیزات مرتبط با آن می‌توانند به صورت متمرکز یا غیرمتمرکز توسط اپراتورها تحت کنترل و پایش قرار گیرند. برای این کار منابع و امکانات وسیع شامل انواع نشانگرها، کنترلرها، فلوچارت، نمودار سیستم‌های مدار بسته، علائم هشداردهنده سمعی و بصری، دستگاه‌های ایمنی، کامپیوتر، پردازشگرهای نرم‌افزاری و چاپگر در محل فراهم می‌شود.

گام دوم: انتخاب مشاغل بحرانی از نظر خطای انسانی

بعد از بازدید و کنترل و مصاحبه با بردمن، ارشد شیفت و رئیس منطقه عملیاتی و تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده، وظایف نوبتکار ارشد اتاق کنترل (H.C)، سرپرست نوبتکار اتاق کنترل(S.C) و بردمن (B.M) به دلیل درگیری بیشتر در کنترل فرایند منطقه عملیاتی جهت مطالعه انتخاب شدند.

گام سوم: انتخاب فاکتورهای اثرگذار بر عملکرد اپراتور مروری بر طبقه‌بندی‌های موجود PIF ها:

به طور کلی می‌توان بر هر حوزه کاری ،طبقه‌بندی PIF مخصوص به آن را تهیه کرد، گرچه اغلب PIF ها، عمومی هستند و می‌توانند در همه مشاغل استفاده شوند. همچنین می‌توان از طریق مرور و مطالعه طبقه‌بندی‌های موجود و شناسایی PIF های معمول، یک طبقه‌بندی جامع و کامل از PIF تهیه نمود. برای مثال Kim & Jung در سال ۲۰۰۳، بیش از ۲۲۰ PIF با مطالعه روش‌های موجود جمع‌آوری کردند(۱۲). روند اصلی استفاده از PIF ها برای آنالیز قابلیت اطمینان انسان متفاوت است، در ابتدا انواع مختلفی از این فاکتورها در نظر گرفته شده بود، به طور مثال در روش های اولیه آنالیز قابلیت اطمینان انسان (HRA) Human Reliability Assessment مثل تکنیک (THERP) Technique for Human Error Rate Prediction ، Accident Sequence Evaluation (ASEP) Program تعداد بسیار محدودی از PIF ها انتخاب شده بود.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

در بین روش‌های اخیر مثل CREAM، فاکتورهایی چون فاکتورهای سازمانی و تیمی، ویژگی‌های سیستم به عنوان مهم‌ترین فاکتورهای ارزیابی استفاده می‌شود. به طور کلی طبقه‌بندی‌های مختلفی برای این فاکتورها وجود دارد(۱۲).

باتوجه به مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی PIF های بحث شده در تکنیک‌های مختلف، که مواردی از آنها بیان شد، به دلیل اشتراکات بسیاری که در PIF های استفاده شده در این تکنیک‌ها وجود دارد، ۹ فاکتور مورد بررسی قرار گرفت، که فاکتورهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از توانمندی سازمان (F_1)، شرایط کار (F_2)، متناسب بودن سیستم‌های انسان ماشین و حمایت‌های عملیاتی موثر (F_3)، قابلیت دسترسی به روش‌ها و برنامه‌ها (F_4)، انجام دو یا چند کار به طور همزمان (F_5)، زمان در دسترس برای انجام کار (F_6)، زمان انجام کار (ریتم سیرکادین) (F_7)، کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری (F_8) و نحوه همکاری و تعامل بین همکاران (F_9).

گام چهارم: تهیه پرسشنامه اختصاصی برای ارزیابی شاخص‌های موثر بر خطای عملکرد اپراتور

برای شناسایی و تعیین میزان اثر شاخص‌های موثر بر خطای عملکرد پرسشنامه‌ای با ۳٤ پرسش در مورد شرایط اثرگذار بر عملکرد، با قابلیت اطمینان ۰/۹۲٦ توسط۵۲ نفر از کارکنان اتاق کنترل منطقه عملیاتی شرکت انتقال گاز تکمیل شد.

به منظور سنجش نظر افراد از طیف لیکرت ۵ تایی (خیلی خوب، خوب، متوسط، ضعیف، خیلی ضعیف) برای هر سوال استفاده شده است و نتایج آن پس از فازی شدن، برای ارائه اقدامات لازم جهت کاهش خطای انسانی مورد بررسی قرار گرفت.

گام پنجم: استخراج داده‌ها و ارزیابی و تجزیه وتحلیل آنها براساس منطق فازی

در این مرحله اطلاعات مورد نیاز توسط پرسشنامه استخراج شده است. به منظور سنجش نظر افراد از طیف لیکرت ۵ تایی برای هر سوال استفاده شده است.

به گزینه "خیلی ضعیف" کمترین امتیاز یعنی ۱ و برای گزینه "خیلی خوب" بالاترین امتیاز یعنی ۵ را اختصاص یافته است. برای برخی از متغیرهای فوق بیش از یک سوال مطرح گردیده که به منظور تحلیل نهایی، میانگین پاسخ‌های داده شده به سوالات مربوط به هر متغیر مد نظر قرار گرفته است. برای مثال برای سنجش نظر افراد راجع به توانمندی سازمان چهار سوال در نظر گرفته شده است که در تحلیل‌ها میانگین این چهار سوال را به عنوان امتیاز متغیر "توانمندی سازمان" در نظر گرفته شد. داده های دقیق حاصل از پرسشنامه که در جدول ۱ نشان داده شده است، با استفاده از روش مثلثی که بیان خواهد شد، به داده های فازی $\tilde{x}_{ij}$ تبدیل می‌شوند، که داده‌های فازی تبدیل شده در جدول ۲ نشان داده شده‌اند و در نهایت با توجه به میانگین امتیازات داده شده به هر کدام از متغیرها می‌توان این متغیرها را اولویت‌بندی کرد. در داده‌های فازی مثلثی متقارن، مقایسه داده‌ها توسط مقایسه وسط بازه‌ها امکان پذیر است. با توجه به این نکته و مقایسه میانگین فازی متغیرها این اولویت‌بندی انجام شده است، تا براساس آن تصمیمات لازم اتخاذ گردد(جدول۳).

فازی‌سازی

در یک سامانه فازی، مشاهده‌های مبهم طبق نظر کارشناس و قانون‌های تعریف شده در قالب تابع‌های عضویت فازی گزارش می‌شوند.

به عبارت دیگر ورودی مبهم سامانه جهت انجام محاسبات به یک مجموعه فازی تبدیل شده (فازی‌سازی: Fuzzification) و پس از استنتاج نیز باید اطلاعات مجموعه‌های خروجی در قالب یک عدد دقیق ارائه شوند (غیرفازی‌سازی: Defuzzification) تا در مرحله بعد مورد مقایسه و تصمیم‌گیری قرار بگیرند(۱۳،۱٤).در یک فرایند با ورودی‌های دقیق اجرای روند فازی‌سازی ضروری است. شیوه‌های متعددی جهت اجرای یک فازی‌سازی وجود دارد که ورودی را به عنوان ارزش اصلی مجموعه فازی در نظر می‌گیرد. برای مثال در یک

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

عدد فازی مثلثی، ورودی به عنوان هسته و عرض پایه به صورت تابعی از برآورد انحراف استاندارد داده‌ها در نظر گرفته می‌شود. در این پژوهش نیز، از این روش برای فازی سازی استفاده شده است.

$$[\tilde{a}] = [b - \sigma r, b + \sigma h] \ , \quad 0 \le r, h \le 1 \qquad (۱)$$

که r و h به ترتیب سطح بدبینانه (pessimistic) و سطح خوشبینانه (optimistic) عدد فازی $\tilde{a} = (a, b, c)$ هستند(۱۳). در این بررسی با استفاده از روش مثلثی زیر:

$$[\tilde{x}_{ij}] = [x_{ij} - \sigma_i r \, , x_{ij} + \sigma_i h] \quad 0 \le r, h \le 1$$

$$i = 1, \dots, 9 \ , j = 1, \dots, 52$$

داده‌های دقیق x_{ij} را به داده‌های فازی $\tilde{x}_{ij}$ تبدیل می‌شوند. σ_i انحراف استاندارد متغیر i ام است و در نهایت با توجه به میانگین امتیازات داده شده به هر کدام از متغیرها می‌توان این متغیرها را اولویت‌بندی کرد. در داده‌های فازی مثلثی متقارن، مقایسه داده‌ها توسط مقایسه وسط بازه‌ها امکان پذیر است. با توجه به این نکته و مقایسه میانگین فازی متغیرها این اولویت‌بندی انجام شده است، تا براساس آن تصمیمات لازم اتخاذ گردد.

گام ششم: ارائه راه کار برای حذف یا کاهش خطای انسانی و افزایش ضریب ایمنی

در این بخش با توجه به نتایج به دست آمده ازمرحله قبل، جهت کاهش یا حذف خطای انسانی و در نهایت برای افزایش ضریب ایمنی، راهکارهایی ارائه خواهد شد.

یافته‌ها

با انجام گام‌های ذکر شده، بعد از مطالعه سیستم و تعیین مشاغل بحرانی و فاکتورهای موثر بر عملکرد، اطلاعات مورد نیاز توسط پرسشنامه استخراج و سپس با استفاده از تعیین میانگین فازی به روش مثلثی نتایج زیر حاصل شد و در نهایت با توجه به میانگین امتیازات داده شده به هر کدام از متغیرها، می‌توان این متغیرها را اولویت‌بندی کرد. در داده‌های فازی مثلثی متقارن، مقایسه داده‌ها توسط مقایسه وسط بازه‌ها امکان‌پذیر است. با توجه به این نکته و مقایسه میانگین فازی متغیرها این اولویت‌بندی انجام شده است.

جدول۱- داده‌های دقیق حاصل از نتایج پرسشنامه‌ها

ردیف	F_9	F_8	F_7	F_6	F_5	F_4	F_3	F_2	F_1
۱	۳/۸	۲/۸	٤	٤	۳	۳/٥	۳/۸	۲/۹	۳/٥
۲	۳/۸	۲/۸	٤	٤	٤	۳/۷	۳/۸	۳/۱	۳/٥
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
٥۲	۱/۲	۱	۲	۳	۳	۳/۲	۳/۲	۳/٦	۲/٥

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

جدول۲- داده‌های فازی

ردیف	F_9	...	F_2	F_1
۱	۳/۸-۰/۹۲r, ۳/۸, ۳/۸+۰/۹۲h	...	۲/۹-۰/٤۸r, ۲/۹, ۲/۹+۰/٤۸h	(۳/۵-۰/۵۲r, ۳/۵, ۳/۵+۰/۵۲h
۲	۳/۸-۰/۹۲r, ۳/۸, ۳/۸+۰/۹۲h	...	۳/۱-۰/٤۸r, ۳/۱, ۳/۱+۰/٤۸h	۳/۵-۰/۵۲r, ۳/۵, ۳/۵+۰/۵۲h
.	.	...	.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
۵۲	۱/۲-۰/۹۲r, ۱/۲, ۱/۲+۰/۹۲h	...	۳/٦-۰/٤۸r, ۳/٦, ۳/٦+۰/٤۸h	۲/۵-۰/۵۲r, ۲/۵, ۲/۵+۰/۵۲h

جدول۳- اولویت‌بندی فاکتورهای موثر بر عملکرد بر اساس میانگین فازی

اولویت	متغیر	میانگین فازی
۱	F_5	(۳/۱۵, ۳/۸۱, ٤/٤۷)
۲	F_6	(۲/۹٤ ,۳/۷۵, ٤/۵٦)
۳	F_2	(۳/۱۰, ۳/٦۳, ٤/۱٦)
٤	F_1	(۲/٤۸, ۳/۵۲, ٤/۵٦)
۵	F_3	(۲/۷۱, ۳/۳۷, ٤/۰۳)
٦	F_7	(۲/۸٤, ۳/۳۲, ۳/۸۰)
۷	F_4	(۲/٦۵, ۳/۱۷, ۳/٦۹)
۸	F_9	(۲/۱۹, ۳/۱۱, ٤/۰۳)
۹	F_8	(۱/۳۷, ۲/۳۸, ۳/۳۹)

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که اپراتورهای اتاق کنترل کیفیت معیارهای ۵ و٦ ("انجام دو یا چند کار به طور همزمان" و "زمان مورد قبول برای انجام کار") برای آنها قابل‌قبول است و انجام دو یا چند کار همزمان برای آنها تداخلی در عملکردشان ندارد، همچنین زمان لازم برای انجام کارهای مورد نظر از نظر آنها قابل‌قبول و مطلوب است؛ در صورتی که معیار ۸ یعنی کیفیت و میزان آموزش‌های موجود در شرکت برای آنها نامطلوب است زیرا کیفیت"آموزش‌های موجود و تجربیات" بر روی " شرایط کار"،" زمان در دسترس برای انجام کار" و " نحوه همکاری" تاثیر می‌گذارد.

هرچه"آموزش‌های موجود و تجربیات" بهتر باشد، "شرایط کار"،" زمان در دسترس برای انجام کار" و "نحوه همکاری" بهتر خواهد بود.

بحث

در این بررسی، از نظر اپراتورهای اتاق کنترل و واحد تعمیرات و نگهداری، کیفیت معیار F_5 و F_6 یعنی معیارهای"انجام دو یا چند کار به طور همزمان" و "زمان مورد قبول برای انجام کار" قابل قبول بوده و تداخلی در عملکرد آنها ندارد و باعث کاهش عملکرد آنها نخواهد بود. در صورتیکه معیار F_8 یعنی کیفیت و میزان آموزش‌های موجود در شرکت برای آنها نامطلوب است و باعث کاهش عملکرد آنها می‌شود. Doytchev و همکارش در سال ۲۰۰۹ ، در تحقیقی به تجزیه و تحلیل وظایف و درخت خطا در صنایع بلغارستان پرداختند که در آن برای توجه دقیق تر به حالات خطا در رفتار اپراتورها، به آنالیز و بررسی فاکتورهای PSF پرداختند و بر اساس اهمیت طبقه‌بندی کردند؛ که در این بین

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

مهم‌ترین آنها آموزش، تجربه، پیچیدگی وظیفه و دستورالعمل می‌باشد و مسایل ارگونومیکی کمترین اهمیت را دارند و فاکتورهای زمان و ارتباط در عملکرد اپراتورها تاثیری ندارند(۱۵).

در مطالعه‌ای که توسط Hirotsu در سال ۲۰۰۰ در توکیوی ژاپن انجام شد، خطاهای انسانی رخ داده در نیروگاه‌های اتمی از ابعاد مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بررسی از نتایج و اطلاعات مربوط به وقایع رخ داده در طول ۳۱ سال در نیروگاه‌های اتمی استفاده شد و پس از بررسی آنها ۱۹۳ واقعه به عنوان وقایع ناشی از خطاهای انسانی شناسایی شد که در آنها خطاهای انسانی بر حسب نوع وظیفه شغلی (تعمیرات، طراحی و ساخت) و برحسب علت بروز خطا (شرایط کاری، کیفیت برنامه‌های آموزشی، نقص در برنامه کاری، ارتباطات، نظارت و مدیریت) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند(١٦).

در مطالعه‌ای که توسط Hamzeyian در سال ۲۰۱۰ انجام شد، براساس روش اولیه تکنیک CREAM یکی از فاکتورهای مرتبط با کاهش اطمینان عملکرد، کیفیت آموزش‌های موجود و تجربیات کاری است(۸). لذا با توجه به اینکه، کیفیت"آموزش های موجود و تجربیات" بر روی "شرایط کار"، "زمان در دسترس برای انجام کار" و "نحوه همکاری" تاثیر می‌گذارد. هرچه "آموزش‌های موجود و تجربیات" بهتر باشد، " شرایط کار"، "زمان در دسترس برای انجام کار" و "نحوه همکاری" بهتر خواهد بود؛ بنابراین توجه به بحث آموزش امری ضروری بوده و باید مسئولین مربوطه به این امر توجه ویژه‌ای داشته و برنامه‌ریزی مدون و زمان‌بندی شده‌ای را برای آموزش، بازآموزی و یادآوری موارد آموزشی منطبق با نیازهای شغلی (و یا وظایف محوله) تدوین و اجرا نمایند تا بدین وسیله بتوان از بروز بخشی از خطاهای احتمالی در اجرای وظیفه شغلی اپراتورها جلوگیری نمود.

کیفیت همکاری بین همکاران نیز، هم در شرایط معمولی و هم در شرایط بحرانی مهم است. در جایی که همکاری بین افراد قوی است، افراد در انجام وظایف مشترکشان توانمندتر خواهند بود، لزوم ارتباطات غیرضروری کاهش خواهد یافت، اقدامات نادرست و اشتباه اغلب بلافاصله شناخته و تصحیح می‌شوند و مسئولیت‌ها و منابع به طریقه انعطاف‌پذیرتری به اشتراک گذاشته خواهند شد جهت همکاری و تعامل بیشتر و بهتر کارکنان، ضروری است که مدیران و سرپرستان تلاش لازم را در جهت ایجاد شرایط مطلوب مبذول دارند، تا با افزایش تعامل و همکاری کارکنان میزان بهره‌وری افزایش و میزان خطاهای احتمالی کاهش یابد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نقش حیاتی نفت و گاز در اقتصاد کشور و حساسیت عملیات انتقال نفت و گاز و تاثیر مخرب خطای انسانی در این عملیات، همچنین وظیفه حساس کنترل فرآیند، که به طور مداوم توسط اپراتورها و مسئولین اتاق کنترل صورت می‌گیرد، آشکار می‌گردد که اهمیت و ضرورت شناسایی و ارزیابی شاخص‌های موثر بر خطای عملکرد در کلیه سیستم‌های عملیاتی در صنعت نفت و گاز به ویژه آن دسته که بروز خطای انسانی در آنها می‌تواند پیامدهای شدیدی را به دنبال داشته باشد، مشهود می‌باشد. بنابراین با توجه به این امر که، تمام رفتارهایی که به وسیله اپراتورها انجام می‌شود متاثر از شرایط خاص می‌باشند، لذا توجه به اثر فاکتورهای موثر بر عملکرد بسیار ضروری است ولی از آنجا که این ارزیابی به صورت کیفی و غیرقطعی است، استفاده از منطق فازی در این ارزیابی و تعیین احتمال خطای انسانی بسیار مفید خواهد بود، تا با شناسایی این فاکتورها و اولویت‌بندی آنها بتوان راهکارهای لازم را برای کاهش خطای انسانی در صنعت مورد نظر ارائه نمود.

تقدیر و تشکر

این پروژه با حمایت و پشتیبانی شرکت انتقال گاز ایران اجراشده است. نویسندگان، از مدیریت محترم منطقه سه عملیات شرکت انتقال گاز ایران و همچنین از ریاست

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]

و مسئولین محترم HSE و تمامی کارکنان پرتلاش و گرانقدر شرکت مراتب تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌دارند.

منابع

1. Park J, Scrutinizing inter-relations between performance influencing factors and the performance of human operators pertaining to the emergency tasks of nuclear power plant– An explanatory study, Annals of Nuclear Energy, 2011, 38: 2521-32
2. Gitahi Kariuki S, Lowe K. Increasing human reliability in the chemical process industry using human factors techniques, Process Safety and Environmental Protection, 2006; 84(B3): 200-7
3. Hassall M. E, Sanderson P. M ,Cross N, James K, Cameron I.T ,Human Factors Hazard Identification: industrial testing of the humid technology and tool, Proceeding of human factors and ergonomics society 55th annual meeting, 2011; 2054-8
4. WWW.Tamin.org.ir (Cited NOV. 2012)
5. Liang G, Lin J, Hwang S, Wang E, Patterson P. Preventing human errors in aviation maintenance using an on-line maintenance assistance platform, International Journal of Industrial Ergonomics ,2010; 40: 356-67
6. Toriizuka T. Application of performance shaping factor (PSF) for work improvement in industrial plant maintenance tasks. International Journal of Industrial Ergonomics, 2001; 28: 225-36
7. Kim JW, Jung W. taxonomy of performance influencing factors for human reliability analysis of emergency tasks, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2003; 16: 479-5
8. Hamzeiyan Ziarane M. The Study of Human Errors in an Industrial Petrochemical Control Rooms Adopting CREAM Method, with a Cognitive Ergonomics Approach, Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research, 2011; 8(4): 15-30. [Persian]
9. Marseguerra M. Zio E, Librizzi M. Quantitative developments in the cognitive reliability and error analysis method (CREAM) for the assessment of human performance, Annals of Nuclear Energy,2006; 33: 894-910
10. Bertolini M. Assessment of human reliability factors: A fuzzy cognitive maps approach , International Journal of Industrial Ergonomics ,2007; 37: 405-13
11. Boring R, Griffith C, Joe J. The Measure of Human Error: Direct and Indirect Performance Shaping Factors, 8th IEEE Conference on Human Factors and Power Plants and 13th Conference on Human Performance, Root Cause and Trending ,2007Aug,USA
12. Salmon P, A Stanton N, Walker G, Jenkins D. 2008, Rapid Assessment of Tasks & Context (RATaC): Methodological Development ,Version 4, University of Birmingham, Aero systems International, 2008: 18-21
13. Kalpanapriya D, Pandian P. Fuzzy Hypothesis Testing Of Anova Model with Fuzzy Data, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER). 2012; 2(4): 2951-6
14. Zioa E, Baraldia P, Librizzia M. A fuzzy set-based approach for Modeling depend ence among human errors. Fuzzy Sets and Systems, 2009;160: 1947-64
15. Doytchev ED, Szwillus G. Combining task analysis and fault tree analysis for accident and incident analysis: A case study from Bulgaria, Accident Analysis and Prevention, 2009, 41 (2009): 1172-9
16. American institute of chemical engineers, Center for chemical process safety, Guidelines for preventing human error in process safety, 1994.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-06-13]