مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال اول، شماره ۵، آذر ۱۳۹۸
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

شناسایی و تحلیل خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه بهبهان با تکنیک های HEIST و HEART

بهروز ایمانی [۱]، محمدرضا صادقی بنیس [۲]

[۱] کارشناسی ارشد مدیریت محیط زیست، گرایش HSE، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

[۲] استادیار مدیریت محیط زیست، گرایش HSE، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

چکیده

عامل انسانی اصلی ترین نقش را در بروز حوادث دارد. یکی از سیستم هایی که بروز خطاهای انسانی در آن می تواند به حادثه ای فاجعه بار منتهی شود، نیروگاه ها است. این مقاله با هدف بررسی ارتباط بین حوادث و خطاهای انسانی و فرایندی اتاق فرمان نیروگاه سیکل ترکیبی بهبهان انجام شده است. پس از مصاحبه با کارشناسان اتاق کنترل نیروگاه، شغل ها مشخص و با تکنیک HTA، تجزیه و تحلیل شدند. با تکنیک HEART که یکی از ابزارهای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان است، احتمال خطاها مشخص شد. نتایج در بخش تکنیک HEART نشان داد که بالاترین میزان احتمال خطا در آشنایی با کار دستگاه کنترل است. در تکنیک HEIST، خطاهای انسانی از نقطه نظر علل به وجود آورنده آنها، مورد بررسی قرار گرفتند که یافته ها نشان داد که بیشترین مورد خطا مربوط به مرحله تشخیص وضعیت بوده و مشاهده و جمع آوری اطلاعات در رده دوم قرار گرفته است. به منظور کاهش خطای انسانی، بهبود عملکرد کارکنان و جلوگیری از بروز خطای ناشی از عوامل انسانی، راهکارهای کنترلی مانند دستورالعمل های کاری مناسب، کیفیت آموزش کارکنان، رعایت قوانین و مقررات و .... پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: خطای انسانی، تکنیک HTA، تکنیک HEART، تکنیک HEIST، اتاق کنترل.

۱. مقدمه

از مهم‌ترین علل بروز خسارات در هر سازمانی، حوادث می‌باشد که موجب خسارات مالی و جانی به طور مستقیم و غیر مستقیم می شود و کنترل این حوادث به یکی از مسائل چالش برانگیز مدیران تبدیل شده است. مدیران کارامد می توانند با تشخیص علل حوادث و ریشه یابی آنها، حوادث را کنترل و مانع از رخداد مجدد شوند که این امر نیازمند سیستمی جامع به منظور ارزیابی فعالیت‌ها و فرایندهای سازمان، تعیین عوامل موثر بر حادثه و علل ریشه ای آنها و تجزیه و تحلیل علت ها می باشد. بی شک حوادث در سطوح مختلفی روی می دهند که با توجه به حجم و نوع آن، فاجعه ای به دنبال خواهد داشت. [۱] برای مثال، در سال ۱۹۹۴ حادثه انفجار و آتش سوزی پالایشگاه تگزاکو باعث کشته شدن ۲۶ نفر و وارد آمدن خسارتی معادل ۴۸ میلیون پوند شد که در اثر خطای انسانی رخ داد. در این حادثه کاربر اتاق فرمان مجبور بود در ۱۱ دقیقه قبل انفجار ۲۷۵ هشدار دهنده را تشخیص دهد، نسبت به آنها آگاهی پیدا کرده و اقدامات لازم را انجام دهد.

عامل انسانی نقشی حیاتی در کلیه سیستم‌های کاری و عملیاتی به ویژه در سیستم‌های بحرانی دارد که با شناسایی و ارزیابی خطاهای انسانی و انجام اقدامات کنترلی لازم می توان نرخ حوادث و هزینه‌ها کاهش، تولید و بهره‌وری افزایش و رضایت شغلی را ارتقا داد. بیشتر خطاهایی که توسط اپراتورهای این بخش صورت می پذیرد، به دلیل عدم توجه به محدودیت - های انسانی در زمان طراحی و ساخت تجهیزات و تغییرات در طراحی آنها می باشد. این در حالی است که اگر در زمان طراحی تجهیزات، محدودیت های انسانی در نظر گرفته شود و به نیروی انسانی در این مورد آموزش داده شود، می‌توان از بروز حوادث پیشگیری نمود. یکی از عوامل مهم تهدیدکننده منابع انسانی در این گونه از سازمان‌ها، حوادث ناشی از کار است که منابع انسانی را به صورت بروز محدودیت‌های پزشکی، از کارافتادگی جزئی یا کلی و حتی فوت، از گردونه کار و تولید خارج می‌کند. این امر باعث می‌شود که سازمان از آموزش و تجارب به دست آمده در طول خدمت افراد، محروم بماند و آثار اجتماعی ناگواری به وجود آید.

اتاق کنترل قلب تپنده هر سیستم و مجموعه محسوب می گردد. در اتاق کنترل تمام فرایندها، عملیات‌ها، مراحل انجام کار، دستگاه‌ها و تجهیزات مرتبط با آنها می‌توانند به صورت متمرکز یا غیر متمرکز توسط اپراتورها تحت کنترل و پایش قرار گیرند. به همین منظور، منابع و امکانات گسترده‌ای شامل انواع نشانگرها، کنترلرها، فلوچارت، نمودارسیستم‌های مدار بسته، علائم هشدار دهنده سمعی و بصری، دستگاه‌های ایمنی، کامپیوتر، پردازشگرهای نرم‌افزاری و چاپگر در این اتاق موجود می - باشد. [۲] بیشتر خطاهای روی داده در اتاق کنترل به دلیل عدم در نظر گرفتن محدودیت‌های انسانی در زمان طراحی و ساخت تجهیزات و یا تغییرات در طراحی وسایل و تجهیزاتی است که قبلا پرسنل با آنها آشنا بوده است که در نتیجه اپراتور را دچار خطا می‌کند. این در صورتی است که اگر قبل از طراحی سیستم و یا ماشین به محدودیت‌های انسانی و خصوصیات افراد مورد استفاده آن توجه شود و پس از طراحی نیز، پرسنل آموزش مناسب در جهت کار را داشته باشند تا حد زیادی می‌توان از ایجاد حوادث توسط انسان پیشگیری نمود. بنابراین این پژوهش به شناسایی و تحلیل خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه بهبهان با تکنیک های HEART و HEIST می پردازد و سعی در پاسخ به قابلیت شناسایی و تحلیل خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه بهبهان با تکنیک‌های HEART وHEIST دارد.

۲. ادبیات نظری پژوهش

خطا: خطا عبارت است از عملی که مطابق با قصد فرد و منطبق با مقررات موجود انجام نشده و از دید یک ناظر بیرونی صحیح نمی باشد و انجام آن، سیستم را از حدود تعریف شده خارج می کند. پس می‌توان عناصر کلیدی این تعریف را اینگونه نام برد: قصد، انحراف از استانداردهای پذیرفته شده و پیامدهای نامطلوب عمل یا تصمیم. آنها سه مکانیسم اصلی برای طبقه‌بندی خطاها در سطوح رفتاری، ادراکی و مفهومی به کار می‌برند. [۳]

حوادث: اتفاقات ناخوشایند و خارج از نظمی که ممکن است خسارات مالی و یا جانی در پی داشته باشد و یا اتفاقات پیش‌بینی نشده و خارج از انتظار که موجب صدمات یا خسارات می‌شود.

خطای انسانی: خطای انسانی عبارت است از هر گونه انحراف رفتار انسان از آن چه باید باشد و برای آن برنامه‌ریزی شده است و یا هر گونه تخطی انسان از وظایف مشخص شده که از حد قابل قبول سیستم فراتر رود. هم‌چنین می‌توان تصمیمات غیر صحیح و نامطلوب انسان و یا رفتاری که باعث کاهش بالفعل یا بالقوه کارایی سیستم و تاثیر ایمنی شود را به عنوان خطای انسانی در نظر گرفت.

قابلیت اطمینان: قابلیت اطمینان احتمال موفقیت‌آمیز یک سری وظایف شغلی معین دریک محدوده زمانی معین با این شرط که سیستم بدون وقوع خرابی به وظایف تعیین شده با محدودیت‌های تعیین شده مانند زمان، مکان، دما، رطوبت و ... عمل کند.

اتاق کنترل: اتاق کنترل یکی از ارکان اساسی و قلب هر واحد عملیاتی محسوب می‌شود و کلیه اطلاعات ادوات کنترلی از طریق سیگنال الکتریکی و یا هوای ابزار دقیق به بخش ارسال شده و فرمان‌های اجرایی لازم از این بخش به آنها داده می‌شود. به عبارت دیگر می‌توان آن را فضایی نامید که کنترل تمام اجزای کلیدی شبکه‌های قدرت و یا کارخانه‌ها را دارا می‌باشد.

تکنیک HEART: یک روش نسبتا سریع برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان در نیروگاه‌های هسته‌ای و صنایع شیمیایی می‌باشد که خطای انسانی را از دیدگاه روانشناختی بررسی و احتمال خطا را محاسبه می‌کند و نتایج آن به شدت به مهارت تحلیلگر و قضاوت شخصی وی بستگی دارد. [۴]

تکنیک HEIST: روشی اختصاصی برای شناسایی خطاهای انسانی در آن دسته از سیستم‌های کاری است که از طریق اتاق کنترل هدایت و راهبری می‌شوند. در این روش، خطاهای انسانی از نقطه‌نظر علل و عوامل بوجود آورنده آنها، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و پس از شناسایی خطا، علل بروز خطا و پیامدهای ناشی از آن مشخص شده و پیشنهاداتی در جهت کنترل و کاهش خطای شناسایی شده ارائه می‌شود. [۴]

مطالعات انجام شده بر روی مرگ و میر ناشی از کار در جهان نشان می دهد که حوادث، علت بیشترین مرگ و میر ناشی از کار در قاره آسیا می باشد. کشور ایران نیز که در راه توسعه و صنعتی شدن گام برمی دارد از این قاعده مستثنی نیست. براساس اعلام دفتر آمار و محاسبات اقتصادی و اجتماعی صندوق تأمین اجتماعی و به گزارش خبرگزاری کار ایران[۱] تا پایان آذرماه سال ۱۳۹۰، ۲۷۶ بیمه شده زن و ۱۴۷۴۳ بیمه شده مرد تأمین اجتماعی دچار حادثه ناشی از کار شدند که بی احتیاطی با ۵۶/۳ درصد بیشترین عامل ایجاد آسیب دیدگی در محیط کار بوده است. [۵] طبق آمار، سالانه حدود ۱۴۰۰۰ حادثه ناشی از کار به سازمان تامین اجتماعی گزارش می شود که پیامد آن ۱۲۰ مورد فوت و ۱۵۰ مورد از کار افتادگی کلی می باشد. اگرچه آمار حوادث کل کشور به مراتب رقمی بیشتر از این مقدار خواهد بود و هیچ گونه گزارشی از سهم خطای انسانی در وقوع این حوادث منتشر نشده است ولی به نظر می رسد که حدود دو سوم عامل این حوادث ناشی از خطای انسانی است. [۶]

۳. پیشینه پژوهش

در این بخش تحقیقات پیشین در حوزه مشاغل خدماتی و صنعتی مرور می‌گردد. با مطالعه تحقیقات انجام گرفته در زمینه مشخص شد که بیشترین کار در مورد خطاهای انسانی در حوزه مشاغل صنعتی و حساس و پرخطر انجام شده است.

[۱] Iranian Labor News Agency: ILNA

حمزئیان زیارتی (۱۳۸۹) در مطالعه خطاهای انسانی در یکی از اتاق‌های کنترل صنایع پتروشیمی بوعلی‌سینا با تکنیک CREAM، رویکرد ارگونومی شناختی را در نظر گرفت. با روش HTA وظایف شغلی آنالیز شده و با روش اولیه و گسترده CREAM، کنترل‌های محتمل اپراتور و خطاهای احتمالی شناختی برای وظایف شغلی آنالیز شده، تعیین گردیدند. در میان کل خطاهای شناسایی شده، خطای اجرا (۵۱/۷۰ درصد)، خطای تفسیر(۱۹/۵۵درصد)، خطای برنامه‌ریزی(۱۴/۹۴درصد) و خطای مشاهده (۱۳/۸۱درصد) بیشترین درصد را به خود اختصاص دادند. آنها توجه به تهیه و تدوین دستورالعمل‌های کاری، برگزاری دوره‌های آموزشی، برنامه نوبت کاری، بهینه‌سازی سیستم ارتباطی و ایجاد تغییرات لازم در نرم‌افزار کنترلی را ضروری دانستند [۲].

قاسمی و همکاران (۱۳۹۴) تکنیک SHERPA را در شناسایی خطاهای انسانی موجود در یک صنعت پتروشیمی در جریان فرایند صدور چهار نوع پروانه کار بکار بردند. اطلاعات جمع آوری شده از ۲۵۵۰۰ پروانه کار صادر شده در مدت یک سال است. در نتایج بدست آمده مشخص شد که پروانه کارهای حفاری (۲۸/۵ درصد) بیشترین درصد خطا را دارد و خطاهای عملکردی هم پرتکرارترین خطا شدند. این آمار نشان از ضعف آموزش عملی سیستم صدور پروانه کار می‌باشد. هم‌چنین درتمام گروه‌های پروانه کارهای بررسی شده، خطاها در سه سطح ریسک بالا، متوسط و پایین طبقه‌بندی شدند. حدود ۸۸ درصد از حوادث به دلیل خطای انسانی رخ می‌دهد. برای پیشگیری و کاهش در تعداد حوادث لازم است خطای انسانی را کاهش دهیم. روش سیستماتیک پیش‌بینی و کاهش خطای انسانی SHERPA از پرکاربردترین روش‌های شناسایی خطای انسانی است [۷].

بابائی پویا وهمکاران (۱۳۹۵) در یک پژوهش موردی به ارزیابی خطاهای انسانی وظایف کارکنان اتاق کنترل کارخانه سیمان با استفاده از روش SHERPA پرداختند. در این پژوهش کلیه وظایف سرمهندس، سرپرست و اپراتور نوبت کار که در اتاق کنترل مشغول کارند مورد مطالعه قرار گرفت. تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف بصورت وظیفه و زیر وظیفه انجام گرفته و با استفاده از تکنیک SHERPA انواع خطاها مورد برسی قرار گرفت و سطح ریسک آن‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد که از ۱۵۵ خطای شناسایی شده، ۴۹/۶۸ درصد مربوط به خطای عملکردی است که بیشترین نوع خطا می‌باشد. سطح ریسک مورد مطالعه نشان داد که ۷۲/۹ درصد مربوط به سطح ریسک قابل قبول بدون تجدید نظر و ۱۶/۱۳ درصد مربوط به ریسک نامطلوب می باشد. همچنین مهمترین وظایف شغلی نسبت به بروز خطای انسانی، نظارت سرپرست بر رفع خطاها، رفع نشانه-های اخطار دهنده توسط اپراتور و اتخاذ روش توسط سرمهندس در مورد موقعیت‌های غیر عادی، شناسایی شد. [۸] رمضانی و همکاران (۱۳۹۶) پژوهشی با هدف تحلیل و ارزیابی اثربخشی دوره‌های آموزشی ایمنی کار، آموزش‌های مدیریت نظام HSE در نهادینه کردن سامانه مدیریت HSE در صنایع کشور با استفاده از راهنمای مدل تعالی سازمانی EFQM انجام دادند. پژوهش آن‌ها یک مطالعه توصیفی مقطعی که جامعه هدف مورد بررسی، فراگیران شرکت کننده در دوره‌های آموزشی سامانه مدیریت HSE می‌باشند. تحلیل داده‌های نشان داد که بر اساس شاخص‌های ۹ گانه مدل EFQM، برگزاری کارگاه‌های آموزشی HSE در افزایش سطح آگاهی و درک فراگیران نسبت به مباحث بهداشت، ایمنی و محیط زیست از لحاظ آماری تاثیر مستقیم و مثبت و معنی داری دارد. بنابراین برگزاری کارگاه‌های آموزشی HSE می‌تواند نقش بسزایی در نهادینه کردن سامانه مدیریت HSE در صنایع کشور ایفا کند. [۹]

در بررسی نقص سازمانی انسانی در پلنتهای هسته‌ای کره جنوبی، یونگ و همکاران (۲۰۰۴) نقص سازمانی و آنالیز خطای انسانی در رویدادهای دارای ریسک را ارائه و در مدیریت ریسک خطای انسانی برای سیستم‌های مهندسی، جیا جی ژانگ و همکاران روشی برای طراحی، ارزیابی ایمنی و دسته‌بندی شناختی خطاهای پزشکی بیان کردند که نتایج نشان داد که طرح دسته‌بندی شناختی خطاهای پزشکی در سطح افراد و تعامل با تکنولوژی و استفاده از تئوری‌های شناختی خطای انسانی و عملکرد انسان به منظور توسعه اصول تئوریکی، بومی کردن، شناسایی مکانیسم‌های شناختی برای هر گروه از خطاهای انسانی تحت آن گروه و کاربرد آن، می تواند برای مشکلات کاربردی مورد بررسی قرار گیرد. [۱۰]

دویتچیف و همکاران (۲۰۰۸) با آنالیز حوادث رخ داده در نیروگاه های آبی کشور بلغارستان، برای تحلیل خطای رخ داده در دو نیروگاه به عنوان مورد مطالعه، تکنیک های FTA، HTA و HEIST را بکار گرفتند. برای یافتن وظایف مستعد به ایجاد

حادثه، تکنیک HTA، FTA در پیدا کردن رویدادهای احتمالی با منشا خطاهای انسانی، برای یافتن خطاهای انسانی تکنیک HEIST استفاده شدند. یافته ها نشان داد که HTA در ترکیب با دیگر روش‌ها برای تجزیه و تحلیل خطای انسانی موفقیت-آمیز است. [۱۱] با هدف کاربردهای بانک اطلاعاتی فعال برای مشکلات خطای انسانی در صنعت، کلتز (۲۰۱۰) پژوهشی را انجام داد که نتایجش بیام کرد که نگهداری سوابق اطلاعاتی رویدادها و حوادث به عنوان یک تکنیک برای کاهش رویداد می تواند موثر باشد. [۱۲] تینگ و دای (۲۰۱۱) ۵۴۵ مورد حوادث رخ داده بین سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۷۸ مطالعه و برای نشان دادن ارتباط بین سطوح HFACS، از روش‌های آماری استفاده کردند. روش HFACS دارای ۴ سطح و ۱۸ دسته بوده و از آن به عنوان یک ابزار موثر در شناسایی مسیر شکست و خطاهایی که منجر به یک حادثه می‌شود، استفاده می شود و می توان آن را مبنایی برای توسعه استراتژی‌های پیشگیری از حوادث در آینده قرار داد. نتایج نشان داد که مدیران سطوح بالاتر با تصمیم-گیری‌های اشتباه پیش شرایط وقوع اعمال ناایمن را ایجاد کرده و ناشایستگی‌های موجود در سطوح دوم نیز دوم تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی خطاهای انسانی در سطح اول دارند [۱۳]. لوپز و فورستر در فرایند بهبود مهندسی مجدد فرایندها، کاربردهای تئوری‌های خطای انسانی را مطالعه کردند. فرایند بهبود مهندسی مجدد مشکلات ساختاری زیادی دارد که اغلب موجب شکست در پروژ های آن می شود و فاکتور انسانی در خطاهای منجر به شکست اهمیت زیادی دارند و نباید آنها را نادیده گرفت. در این مطالعه ارتباط احتمالی میان مشکلات رخ داده در مهندسی مجدد فرایندها و خطاهای انسانی با هدف ارائه یک رویکرد بهبود در فرایندها، بررسی شد و پیشنهاد شد که با آگاهی داشتن در مورد انواع خطاها می توان به مهندسی مجدد فرایندها کمک کرد. [۱۴]

ماندال و همکاران (۲۰۱۵) به منظور شناسایی خطای انسانی و اولویت بندی ریسک در عملیات های جرثقیل های هوایی از تکنیک های HTA، SHERPA و ویکور فازی استفاده کردند. روش های پیشنهادی به درک چگونگی ارتباط ریسک با افزایش خطاهای انسانی از طریق سطوح سلسله مراتبی مختلف کمک می کند و از نظرات خبرگان امر استفاده می کند. ویکور فازی برای رتبه بندی مکانسیم حالات شکست اعمال شده است. این مکانیسم رتبه بندی به تصمیم گیرندگان در تخصیص بهینه منابع حیاتی ایمنی و اهداف برای کاهش خطا استفاده می کند. [۱۵] گراتزیو و همکاران (۲۰۱۶) خطاهای انسانی در حوادث زمینی با استفاده از طبقه بندی TRACEr دسته بندی کردند. در این مقاله برای تجزیه و تحلیل حوادث کشتی ها و شناسایی خطاهای انسانی از TRACEr استفاده می شود. به همین منظور ۶۴ مورد حادثه مانند برخورد کشتی ها در حوادث دریایی انگلستان، ایمنی حمل و نقل کانادا و ایمنی حمل و نقل بین المللی امریکا مورد بررسی قرار گرفتند و طبق روش TRACEr کدگذاری و طبقه بندی شدند. در مجموع ۲۸۹ مورد خطای انجام شده توسط اپراتورها کدگذاری شدند. این شناسایی گامی ضروری به سمت بهبود ایمنی ناشی از شناسایی مشکلات می باشد. [۱۶] خطاهای انسانی یکی از ملاحظاتی است که در صنایع فرایندی می بایست در نظر گرفته شوند. به همین منظور کومار و همکاران (۲۰۱۷) برای اندازه گیری احتمال خطای انسانی در ایستگاههای سوخت گیری از روش HEART فازی و هم چنینی استنباط کارشناسان برای آن استفاده کردند. به دلیل وجود عدم قطعیت در نظرات کارشناسان نیز تکنیک HEART بصورت فازی پیشنهاد شد. نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی با تکنیک CREAM مقایسه گردید. یکی از کاربردهای این تکنیک توسعه آن در صنایع فرایندی و استقرار آن در جاهایی است که فعالیت های اپراتور رخ می دهد. [۱۷] پارک و همکاران (۲۰۱۸) قابلیت اطمینان انسانی در عملیات های تجربی نیروگاه های هسته ای را محاسبه کردند. برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی نیاز به داده های زیادی می باشد که نه تنها برای درک علت یک خطا موثر هستند بلکه برای ارزیابی احتمال خطای انسانی در یک زمینه خاص نیز مفید می باشند. آنها ۱۵ نوع وظیفه را از ۱۳ مورد گزارش خطای انسانی شناسایی کردند. [۱۸]

چنانکه مرور ادبیات نشان می‌دهد یکی از مهمترین علل و عوامل حوادث شغلی، خطاهای انسانی می‌باشد و به همین دلیل و نقش شناخت علل و عوامل موثر بر وقوع خطاهای انسانی، برای کاربست مداخله‌های لازم جهت کاهش آن و با توجه به پیامدهای روانشناختی و اقتصادی جبران‌ناپذیر آن، هدف از انجام این پژوهش تعیین ارتباط حوادث با خطاهای انسانی و فرایندی اتاق کنترل نیروگاه می‌باشد و با عنایت به اینکه بر اساس بررسی‌های انجام گرفته از بانک‌های اطلاعاتی و مجلات

معتبر علمی-پژوهشی، هیچگونه پژوهشی در ارتباط با متغیرهای مورد مطالعه انجام نگرفته است، بنابراین پژوهشگر در ارتباط با این متغیرها قصد باز نمودن افق جدیدی در شناخت علل و عوامل وقوع خطاهای انسانی دارد.

۴. روش پژوهش

تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی شغل: در تجزیه و تحلیل وظایف شغلی، کلیه مراحل و فعالیت‌هایی که در جهت دستیابی به هدف اصلی یک فعالیت انجام می‌شود مطالعه و آنالیز می‌شوند. روش HTA بر روی درک افراد از شغل برای دستیابی به اهداف ناشی از اجرای برنامه‌های عملیاتی و هم‌چنین طرح‌ها و دستورالعمل‌های رسیدن به اهداف تاکید می‌کند.
در روش HTA، کلیه وظایف شغلی کاربر در یک فرایند سلسله‌مراتبی به مجموعه‌ای از زیر وظایف تقسیم شده و در قالب چارت یا جدول HTA ارائه می‌شوند. این روش بر حسب عملیات یعنی فعالیت‌های انجام شده توسط کاربر برای دستیابی به اهداف سیستم، وظایف را توصیف می کند و مجددا چگونگی و ترتیب اجرای هر یک از عملیات فوق یا همان طرح کار در مرحله بعد و در یک سطح پایین تر توصیف می‌شوند و این سلسله مراتب بنا به تشخیص تحلیلگر ادامه می‌یابد. HTA ارتباط مستقیمی بین فعالیت‌های کاربر و نیازهای سیستم ایجاد می‌کند.
در تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی شغل، فرایند توصیف جزیی وظایف شغلی بر حسب پارامترهای زیر تعریف می‌شود:

- فعالیت‌هایی که کاربر مسئول آن شغل برای رسیدن به اهداف سیستم انجام می‌دهد.
- چگونگی و ترتیب هر یک از مجموعه فعالیت‌ها (طرح کار)
- توصیف اجزاء زیر مجموعه فعالیت‌های فوق در سطح پایین‌تر

شناسایی خطای انسانی در سیستم‌ها HEIST: این روش توسط کروان (۱۹۹۴) استفاده شد. این روش را می توان شکل کاملی از روش‌هایی دانست که خطای انسانی را از نقطه نظر علل و عوامل بوجود آوردنده مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این تکنیک با طرح سوالات راهنما در چارچوب مراحل تصمیم‌گیری و عوامل موثر بر عملکرد کاربر، نوع خطا در مورد هر سوال مشخص و علل ریشه‌ای و مکانیسم‌های روان شناختی هر خطا تعیین می‌گردد. در روش HEIST نیز از HTA استفاده می-شود، که با در نظر گرفتن شش عامل موثر بر عملکرد کاربر شامل زمان، تعامل با نشانگرها، آموزش و تجربه، دستورالعمل‌های کاری، ساماندهی وظایف و پیچیدگی وظیفه و با کمک فرایند تصمیم‌گیری ساری که شامل ردیابی، شناسایی علائم، مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات، تشخیص وضعیت سیستم، تفسیر وضعیت، ارزیابی وضعیت سیستم، تعیین اهداف، انتخاب روش و اجرای روش، خطاها را شناسایی می‌کند. در روش HEIST سوالات راهنما نوع خطا را به فاکتورهای موثر بر عملکرد مرتبط می‌نمایند. روند پرسش و پاسخ برای تشخیص خطا به صورت جدول ثبت می‌گیرد. جداول HEIST و سوالات راهنما بر اساس مدل مهارت، قاعده، دانش (SRK) طرحریزی شده است مانند مراحل مشاهده سیستم (فعال‌سازی و آشکار سازی) ، مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات، تشخیص وضعیت سیستم، تفسیر وضعیت، ارزیابی وضعیت، انتخاب هدف و بیان وظیفه، انتخاب روش و اجرای روش. این سوالات راهنما برای تشخیص خطا طراحی شده‌اند. فاکتورهای موثر بر عملکرد عبارتند از: زمان، تعامل با علائم و نشانگرها، پیچیدگی شغل، سازماندهی شغل، دستورالعمل‌ها، آموزش و تجربه.
روش تشخیص و کاهش خطای انسانی (HEART): این تکنیک که جزء روش‌های ارزیابی قابلیت اطمینان انسان به حساب می‌آید، در سال ۱۹۸۵ توسط یرمی ویلیامز انگلیسی معرفی شد و اکنون انگلستان و کشورهای اروپایی و اسکاندیناوی در کمی سازی خطای انسانی از آن استفاده می‌کنند. این تکنیک که به عنوان روشی نسبتا سریع برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسان طراحی شده، بر روی فاکتورهایی که اثر معنی‌داری روی کارایی انسان دارند تمرکز می‌کند. در این تکنیک فرض می‌شود که قابلیت اطمینان انسان اساسا به ماهیت وظیفه‌ای که فرد انجام می‌دهد، بستگی دارد. در این روش، ۹ گروه عمومی وظیفه

شناسایی شده و ارقام و محدوده‌ای به عنوان عدم اطمینان انسانی به آن اختصاص داده می‌شود. این نه گروه در کنار ۳۸ موقعیت بوجود آورنده خطا (EPC) می‌باشند و در پایان مجموعه‌ای از استراتژی‌های کاهش خطا برای مقابله با هر EPC که بیشترین تاثیر را دارد ارائه می‌شود. [۶]

۵. مطالعه موردی

نیروگاه سیکل ترکیبی بهبهان به منظور توسعه تولید برق در جنوب کشور و با هدف جذب مشارکت بخش خصوصی در پروژه‌های نیروگاهی با سرمایه‌گذاری مشترک شرکت سرمایه‌گذاری برق و انرژی غدیر و گروه مپنا در قالب طرح های BBO (ساخت، بهره‌برداری، مالکیت) در کیلومتر ۲۰ جاده بهبهان– رامهرمز استان خوزستان با اعتباری بالغ بر ۲۹۰ میلیون یورو احداث شده است. ظرفیت تولید این نیروگاه ۹۸۴ مگاوات است که شامل ۴ واحد گازی ۱۶۶ مگاواتی و ۲ واحد بخار ۱۶۰ مگاواتی می باشد. یکی از اهداف این نیروگاه، به کارگیری ظرفیت‌های مدیریتی، مهندسی، تولید و اجرایی داخلی است. سوخت این نیروگاه گاز طبیعی و سوخت پشتیبان نفت گاز (گازوئیل) است که از طریق مخزن ۳۳۰۰۰ متر مکعبی تأمین می‌شود.

اتاق کنترل قلب تپنده هر سیستم و مجموعه‌ای محسوب می شود. در این محل کلیه فرایندها، عملیات‌ها، مراحل انجام کار، دستگاه‌ها و تجهیزات مرتبط با آنها می‌توانند به صورت متمرکز یا نا متمرکز توسط اپراتورها تحت کنترل و پایش قرار گیرند. به همین منظور، منابع و امکانات گسترده‌ای شامل انواع نشانگرها، کنترلرها، فلوچارت، نمودار سیستم‌های مدار بسته، علائم هشدار دهنده سمعی و بصری، دستگاه‌های ایمنی، کامپیوتر، پردازشگرهای نرم افزاری و چاپگر در این اتاق موجود می‌باشد. [۲] اپراتورهای اتاق کنترل عبارتند از نیروی انسانی آموزش دیده و حرفه ای برای شناسایی خطاهای تهدید آمیز و انجام واکنش مناسب و سریع به منظور پیشگیری از حوادث. آنها در اتاق کنترل وظایف مهمی از جمله کنترل علائم هشدار دهنده، بازنگری اشکالات، کنترل مقادیر، صدور پرمیت تعمیراتی، رفع اشکالات فرآیند تولید، پایش تولید و مقدار تولید محصول و ... را بر عهده دارند که با توجه به سطحی که در آن قرار دادند، وظایف مربوطه را انجام می‌دهند. اکثر خطاهایی که توسط پرسنل اتاق کنترل انجام می‌گیرد به علت در نظر نگرفتن محدودیت‌های انسانی در هنگام طراحی و ساخت تجهیزات می‌باشد و یا تغییرات در طراحی وسایل و تجهیزات قبلی که اپراتور با آن آشنایی داشته است و در نتیجه فرد را دچار خطا می‌کند. در صورتی که قبل از طراحی هر سیستم و یا ماشین به محدودیت‌های انسانی و خصوصیات افراد مورد استفاده آن توجه شود و پس از طراحی پرسنل آموزش مناسب در جهت کار را داشته باشند تا حد زیادی می‌توان از ایجاد حوادث توسط انسان جلوگیری نمود. اپراتورهای اتاق کنترل در صنایع اغلب مسئول تجهیزات گران قیمت و سلامتی و ایمنی کارگران می باشند. این مسئولیت منجر به ایجاد استرس و افزایش احتمال بروز خطای انسانی در عملکرد آنان می گردد. [۸]

۶. یافته ها

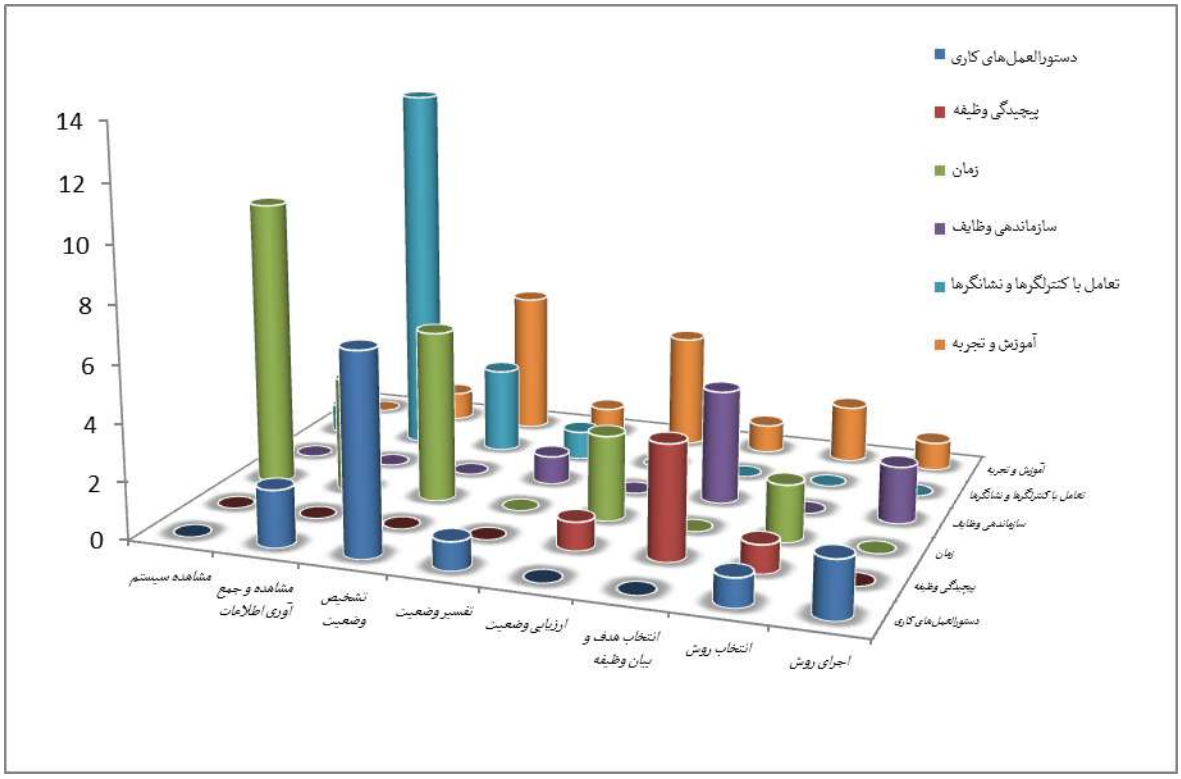
در این بخش نتایج حاصل از اجرای تکنیک‌های بکار رفته در اتاق کنترل نیروگاه به شرح زیر ارائه می‌گردد:

یافته‌های بدست آمده از تکنیک HEIST: پس از مرور برگه های کاری تکنیک HEIST و بررسی جداول، ۸۲ خطای انسانی اپراتوری در اتاق کنترل نیروگاه بهبهان شناسایی شد که بصورت نمودار قابل مشاهده می باشند. در این قسمت به تجزیه و تحلیل فراوانی های این جدول پرداخته می شود.

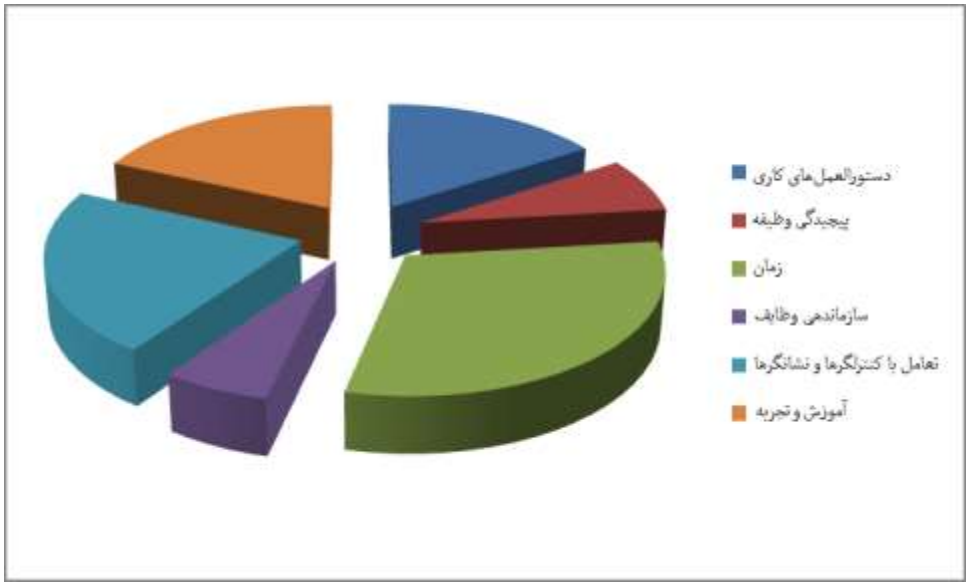
- تشخیص وضعیت: در سومین مرحله تصمیم‌گیری ۲۱ خطا (۲۵ درصد) شناسایی شد که این تعداد، بالاترین تعداد خطا میان مراحل تصمیم گیری دارد. در این مرحله چهار عامل موثر در بروز خطا دخیل هستند که عبارتند از دستورالعمل های کاری (۳۳ درصد)، زمان (۲۸ درصد)، آموزش و تجربه (۲۴ درصد) و تعامل با کنترلگرها و نشانگرها (۱۵ درصد).
- مشاهده و جمع آوری اطلاعات: دومین مرحله از مراحل تصمیمی گیری، مرحله مشاهده و جمع‌آوری اطلاعات می باشد که با ۲۰ خطا (۲۴ درصد) رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. در مجموع ۲۰ خطای شناسایی شده در مشاهده و جمع اوری اطلاعات، تعامل با کنترلگرها و نشانگرها بیشترین درصد را داشته (۶۵ درصد) و زمان (۲۰ درصد)، دستورالعمل های کاری (۱۰ درصد) و اموزش و تجربه (۵ درصد) در رده های بعدی قرار گرفته اند.
- مشاهده سیستم: در مرحله مشاهده سیستم ۱۱ مورد خطا (۱۳ درصد) شناسایی گردید. در اینجا تنها دو عامل در بروز خطا موثر هستند: زمان (۹۱ درصد) و تعامل با کنترلگرها و نشانگرها (۹ درصد). در این مرحله اپراتور می بایست علائم هشدار دهنده را ردیابی و شناسایی کند.
- انتخاب هدف و بیان وظیفه: انتخاب هدف و بیان وظیفه که ششمین مرحله از مراحل تصمیم گیری محسوب می شود، با ۹ خطا (۱۰ درصد) رتبه چهارم را از نظر تعداد خطا دارد. در مجموع ۹ خطای شناسایی شده در انتخاب هدف و بیان وظایف، پیچیدگی وظیفه و سازماندهی وظایف هر کدام با ۴۴ درصد، در رتبه نخست عوامل موثر در بروز خطا قرار گرفتند و آموزش و تجربه با ۱۱ درصد رتبه بعدی را بدست آورد. کاربر با درک کامل شرایط سیستم و شناخت نسبت به امکانات و محدودیت های موجود در سیستم جهت بازگشت به شرایط عادی، هدف مناسبی را انتخاب می کند.
- ارزیابی وضعیت: ۸ مورد خطا (۹ درصد) در مرحله ارزیابی وضعیت شناسایی و این مرحله جایگاه پنجم از نظر تعدد خطا را به خود اختصاص داد. در این ۸ مورد خطای ارزیابی وضعیت، آموزش و تجربه (۵۰ درصد) موثرترین عامل در بروز خطا شناسایی شده و زمان (۳۸ درصد) و پیچیدگی وظیفه (۱۲ درصد) در رده های دوم و سوم قرار گرفتند. اپراتور وضعیت موجود را با در نظر گرفتن امکانات در دسترس ارزیابی می کند.
- انتخاب روش: انتخاب روش که ششمین مرحله از مراحل تصمیم گیری است، با ۶ خطا (۷ درصد) رتبه ششم شناسایی خطاها را کسب کرد. عوامل زمان و اموزش و تجربه (هر کدام ۳۳ درصد) موثرترین عوامل در بروز خطا شناخته شده و دستورالعمل های کاری و پیچیدگی وظیفه (هر کدام ۱۷ درصد) در رده بعدی قرار گرفتند. کاربر با درنظر گرفتن اهداف و وظایف به منظور بازگشت به حالت عادی سیستم، بهترین روش را برمی گزینند.
- اجرای روش: در مرحله آخر مراحل تصمیم گیری، ۵ مورد خطا شناسایی گردید. به عبارتی دیگر، اجرای روش با ۶ درصد از کل خطاها، رتبه هفتم را دارد. سه عامل در بروز خطا در مرحله پایانی مراحل تصمیم گیری موثر هستند که درصد این عوامل بدین شرح می باشند: دستورالعمل های کاری با ۴۰ درصد، سازماندهی وظایف با ۴۰ درصد و آموزش و تجربه با ۲۰ درصد. اجرای روش به معنای اجرای راهکاری است که برای روبرو شدن با شرایط غیر عادی انتخاب می شود.
- تفسیر وضعیت: ۴ مورد خطا در مرحله تفسیر وضعیت مراحل تصمیم گیری شناخته شد. این مرحله ۵ درصد از کل خطاها را شامل می شود که همین امر موجب تخصیص رتبه انتهایی در میان مراحل مذکور می گردد. کمترین درصد مجموع عوامل موثر در بروز خطا مربوط به مرحله تفسیر وضعیت می باشد که تمام عوامل (دستورالعمل های کاری، سازماندهی وظایف، تعامل با کنترلگرها و نشانگرها و آموزش و تجربه؛ هر یک ۲۵ درصد) سهم یکسانی در بروز خطا دارند. اپراتور پس از ردیابی علائم هشدار دهنده و وضعیت فعلی سیستم، با در نظر گرفتن شرایط موجود، علل انحراف را تفسیر می کند.

جدول ۱. آمار خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل نیروگاه سیکل ترکیبی بهبهان به تفکیک هر یک از مراحل تصمیم‌گیری و عوامل موثر در بروز خطاهای انسانی

مراحل تصمیمگیری / عوامل موثر در بروز خطا	مشاهده سیستم	مشاهده و جمع آوری اطلاعات	تشخیص وضعیت	تفسیر وضعیت	ارزیابی وضعیت	انتخاب هدف و بیان وظیفه	انتخاب روش	اجرای روش	مجموع	درصد
دستورالعمل‌های کاری	۰	۲	۷	۱	۰	۰	۱	۲	۱۳	۱۵/۸۵۳
پیچیدگی وظیفه	۰	۰	۰	۰	۱	۴	۱	۰	۶	۷/۳۱۷
زمان	۱۰	۴	۶	۰	۳	۰	۲	۰	۲۵	۳۰/۴۸۷
سازماندهی وظایف	۰	۰	۰	۱	۰	۴	۰	۲	۵	۶/۰۹۷
تعامل با کنترلگرها و نشانگرها	۱	۱۳	۳	۱	۰	۰	۰	۰	۱۸	۲۱/۹۵۱
آموزش و تجربه	۰	۱	۵	۱	۴	۱	۲	۱	۱۵	۱۸/۲۹۲
مجموع	۱۱	۲۰	۲۱	۴	۸	۹	۶	۵	۸۲	۱۰۰
درصد	۱۳/۴۱۴	۲۴/۳۹۰	۲۵/۶۰۹	۴/۸۷۸	۹/۷۵۶	۱۰/۹۷۵	۷/۳۱۷	۶/۰۹۷	۱۰۰	



شکل۱. نمودار ستونی خطای انسانی به تفکیک هر یک از مراحل تصمیم‌گیری و عوامل موثر در بروز

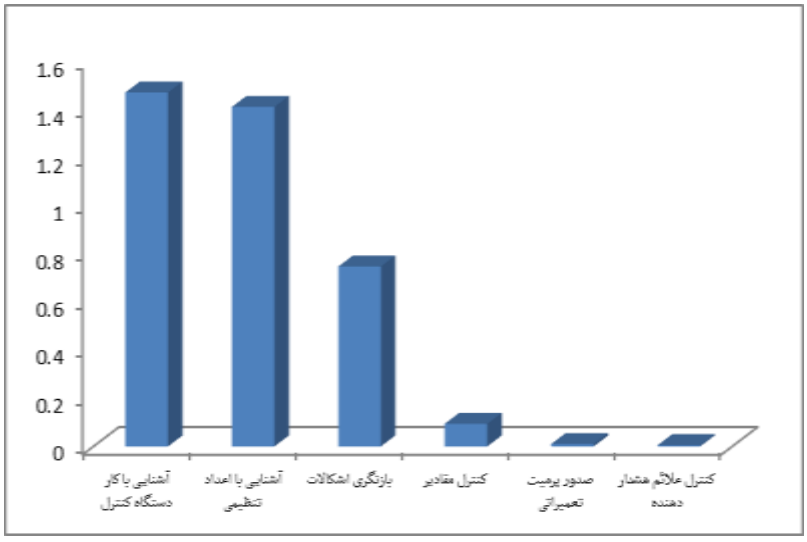


شکل۲. نمودارهای خطای انسانی به تفکیک عوامل موثر در بروز خطا

یافته‌های بدست آمده از تکنیک HEART: نتایج نشان می دهد که بالاترین میزان احتمال خطا در آشنایی با کار دستگاه کنترل است که مقدار آن ۱/۴۷ بدست آمده است. دومین رتبه مربوط به آشنایی با اعداد تنظیمی و احتمال ۱/۴۱ می باشد که این وظیفه دارای زیر وظایف مشاهده نشانگر، بازیابی از حافظه، تهیه اعداد تنظیمی و به خاطر سپردن آنها می شود. بازنگری اشکالات با زیر وظایف بررسی مقادیر برگه های test sheet، اطلاع به مهندس شیفت، راهنمایی اپراتور مربوطه، ارائه راه حل جهت رفع اشکالات و بررسی گزارش با احتمال ۰/۷۴۷ در جایگاه سوم قرار گرفته است. رتبه چهارم به احتمال خطا مربوط به کنترل مقادیر با موارد توربین بخار، بویلر، توربین گاز و log sheet با مقدار ۰/۰۹۴ اختصاص یافته است. صدور پرمیت تعمیراتی شامل زیر وظایف هماهنگی و همکاری با تعمیرات، ایزوله سازی تجهیزات و شناسایی ایراد دارای احتمال ۰/۰۱ و کنترل علائم هشدار دهنده با احتمال ۰/۰۰۵ و مجموعه موارد تماس با اپراتور، شناسایی علت، اقدام به موقع، تصمیم گیری جهت رفع عیب، راهنمایی اپراتور و فشردن دکمه ری‌ست با احتمالات بسیار کم در رده های پایانی قرار گرفتند. از شرایط بوجود آورنده خطا که علل روانشناختی دارند نیز می توان به موارد بار کاری زیاد، ابهام در استانداردها و دستورالعمل ها، عدم تایید مستقیم، عدم تجربه اپراتور، اختلال در چرخه خواب، محیط نامناسب، ابزارآلات نامعتبر، کمبود زمان، کیفیت پایین اطلاعات، استرس، مداخله سایرین، عدم تطابق تصورات اپراتور با واقعیت، عدم تجربه اپراتور، عدم تناسب میان سطح آموزش و الزامات کار، سن پرسنل، نرخ افزایش سر و صدا اشاره داشت که تکنیک HEART شرایط بوجود آورنده این خطاها را چنین بیان می کند. از آنجا که آشنایی با کار دستگاه کنترل بالاترین احتمال را داشته، برای کاهش آن می توان به برگزاری دوره‌های آموزشی فنی و اختصاصی در زمان اشتغال به کار برای اپراتورهای اتاق کنترل اشاره کرد. هم چنین ارزیابی آموزش‌های فرا گرفته شده و نیازمندی‌های وظیفه، درک ریسک و یادگیری تکنیک‌های بررسی و رفع نقص نیز ضرورت دارد. در وضعیت های پدید اورنده خطا، ابهام در استاندردها و دستورالعمل ها، استرس، بار کاری زیاد، عدم تجربه اپراتور بیشترین تکرار را داشته اند.

جدول۲. احتمال بروز خطا در وظایف اپراتور اتاق کنترل

ردیف	وظیفه	احتمال خطای محاسبه شده
۱	آشنایی با کار دستگاه کنترل	۱/۴۷
۲	آشنایی با اعداد تنظیمی	۱/۴۱
۳	بازنگری اشکالات	۰/۷۴۷
۴	کنترل مقادیر	۰/۰۹۴
۵	صدور پرمیت تعمیراتی	۰/۰۱
۶	کنترل علائم هشدار دهنده	۰/۰۰۵



شکل ۳. نمودار هرمی احتمال بروز خطای انسانی در وظایف نوبتکار اتاق کنترل

۷. نتیجه گیری

هدف از این مطالعه ارزیابی میزان خطاهای انسانی در نیروگاه سیکل ترکیبی بهبهان بود که با استفاده از رویکردهای HEART و HEIST انجام شد. بر اساس روش HEART بیشتر خطاهای کمی مربوط به آشنایی با کار دستگاه کنترل و آشنایی با اعداد تنظیمی است و در بخش HEIST نیز تشخیص وضعیت بالاترین احتمال خطای انسانی در مراحل تصمیم گیری را داشته و زمان و تعامل با کنترلگرها و نشانگرها موثرترین عوامل بروز خطا شناسایی شدند . این تکنیک در شناسایی خطا از دیدگاه سیستمی و روان شناختی علل خطا کاربرد داشته و برای فرایندهایی که در مرحله فعالیت سیستم از طریق اتاق کنترل هدایت می شوند بکار می رود. به منظور مقابله با خطاهای انسانی در آشنایی با کار دستگاه کنترل می توان اصلاح در مواردی مانند ارائه دستورالعمل های کاری، زمان، آموزش و تجربه، برگزاری دوره های آموزشی، نظارت بر عملکرد کارکنان و تعامل با کنترلگرها و نشانگر را ضروری دانست. ضمنا تاکید بر تحلیل نتایج این تکنیک‌ها به همراه ارایه بازخوردهای مناسب به کارکنان ضروری است. یکی از مزایای شناسایی خطاهایی که احتمال وقوع بالایی دارند، کاهش انرژی از دست رفته در نیروگاه است. آنالیز سلسله مراتبی وظیفه (HTA) در شناسایی خطاهای انسانی نقشی موثر دارد؛ زیرا موجب شناخت بهتر و انجام صحیح‌تر وظایف شده و با جزء به جزء وظایف، مداخلات موثر در وظایف انجام و در نتیجه کاهش خطا رابه دنبال خواهد داشت. استفاده همزمان از دو تکنیک کمی و کیفی نتایج مطلوبی برای ایجاد نگرش دقیق و تحلیل در علل وقوع

رویدادهای نامطلوب ارائه می دهد. تکنیک HEART احتمال وقوع خطاهای انسانی را مورد ارزیابی قرار داده و آنها را به صورت عددی ارائه می کند و تکنیک HEIST بدون استفاده از اعداد و ارقام، تا حد زیادی تحت الشعاع نظرات و سلایق شخصی است که آن را اجرا می کند. توجه شود که قابلیت اطمینان انسانی، معکوس میزان احتمال بروز خطاهای انسانی می-باشد و هر چه احتمال خطا کمتر باشد، نشان از قابلیت بالای سیستم است.

عدم کسب مهارت، تجربه یا دانش کافی (نبود آموزش یا پایین بودن اثربخشی آموزش) یکی از دلایل تصمیمات غلط اپراتورها بوده؛ چرا که این تصمیمات را بر مبنای اطلاعات ادراکی خود می گیرند و سازمان مربوطه نیز ممکن است برخی تخلفات را نادیده انگارد. سرپرستان می بایست به امر آموزش تخصصی و فنی، راهنمایی و رعایت قوانین و مقررات مخصوصا در شرایط مخاطره آمیز، توجه بیشتری داشته باشند. توجه شود که تحصیلات نقشی اساسی در بروز خطای انسانی دارد، زیرا به عنوان یک منبع تامین کننده آگاهی و تقویت مهارت افراد در پذیرش مسوولانه و ایمن مشاغل دارای خطر با بهره گیری از آموزش های لازم محسوب می شود که در این خصوص بر انتخاب افراد با صلاحیت و سطح سواد مناسب در شغل مربوطه تاکید می شود. اما این نکته را باید در نظر گرفت که افراد منتخب با تحصیلات مربوطه ممکن است آموزش های کاری کمتری دیده و به دلیل حس کنجکاوی و ماجراجویی خطر پذیری بالایی داشته باشند که توجه به رابطه مستقیم سن و سابقه کار را ضروری می سازد. سرپرستان می بایست در رعایت الزامات ایمنی و دستورالعمل ها و روش های اجرایی، نظارت مستقیم و دائم داشته باشند.

پیشنهادات پژوهش نیز عبارتند از:

- به منظور جلوگیری از وقوع هر حادثه مخصوصا در شرایط اضطراری و عملیاتی می توان دستورالعمل های کاری را به دو صورت تدوین دستورالعمل های کاری جدید و یا اصلاح دستورالعمل های کاری فعلی تغییر داد
- برگزاری کلاس های روانشناختی جهت کاهش استرس و دیگر مشکلات روحی به منظور کارآمدی اپراتورها در محل کار.
- استفاده از برنامه های نرم افزاری، تجهیزات سخت افزاری وکالیبره کردن آنها در سیستم جهت کنترل کارکنان و نظارت بر عملکرد آنها به صورت گزارش های استاندارد. به علاوه این سیستم‌ها با آسانتر کردن آنالیز و طبقه‌بندی گزارشات، ارزیابی‌های بعدی را به میزان زیادی تسهیل می‌کنند.
- شفافیت در شرح وظایف و دستور العمل ها و تبادل اطلاعات صحیح میان کارکنان و واحدهای مرتبط با اپراتورها
- بررسی دقیق روی تمام علائم هشدار دهنده و کنترلگرها انجام شود تا با شناسایی عیوب فنی آنها، امکان رخداد خطا بسیار کم شود.
- باز طراحی سیستم آموزشی کارکنان و بازنگری سیستم جذب نیروی انسانی با رعایت اصول صلاحیت های شغلی این افراد
- پیاده سازی سیستم بازرسی مبتنی بر ریسک به عنوان یک ابزار به منظور کاهش تعداد خطاهای انسانی
- آزمونهای علمی و روشهای سنجش مهارتهای فردی توسط مدیران و مسئولین ایمنی نیروگاه در بدو استخدام از اپراتورها به عمل آید و نیز معاینات دوره ای برای پی بردن به بیماری های روانی مزمن و هشدار و آموزش در خصوص اثرات ناشی از مصرف داروهای روانگردان می تواند در ارزیابی و ارتقاء ظرفیت های فکری و کاهش خطاهای احتمالی ناشی از عوامل روانشناختی مفید باشد.
- در برنامه نوبت کاری رعایت زمانبندی و میزان ساعات کاری اپراتورها جهت کاهش بار کاری، کنترل استرس و جلوگیری از بروز خستگی و خواب آلودگی ضروری می باشد. هم چنین مدت زمان کاری اپراتورها نباید پیوسته بوده و زمان استراحت اجباری در مدت زمان کاری برای آنها در نظر گرفته شود.
- رعایت شرایط رفاهی و امکانات فیزیکی (سرمایش و گرمایش مناسب، نور کافی، آرامش محیطی و ...) و ارگونومی محیط کاری اپراتورها و توجه به جانمایی تجهیزات اتاق کنترل و آشنایی آنها با نحوه صحیح کار از لحاظ فیزیکی

- عدم ایجاد تداخل در فعالیت‌های یک فرایند بوسیله یک اپراتور با سایر اپراتورها
- اجرای برنامه پیشگیرانه و دوره‌های منظم نگهداری و تعمیرات تجهیزات

۸. قدردانی

از مدیریت محترم و تمامی کارکنان پرتلاش و گرانقدر به ویژه کارکنان اتاق کنترل نیروگاه سیکل ترکیبی بهبهان که یاری گر اینجانب در اجرای پژوهش بودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

۹. مراجع

۱. Kazunobu, H.,(۲۰۱۲), Retracted: FTA vs. Tripod-Beta, which seems better for the analysis of major accidents in chemical process industries, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, vol. ۲۶, no.۱, pp. ۵۲-۵۸.

۲. حمزئیان زیارتی، مصطفی، (۱۳۸۹)، "مطالعه خطاهای انسانی در یکی از اتاق های کنترل صنایع پتروشیمی توسط تکنیک CREAM با رویکرد ارگونومی شناختی"، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه آموزشی ارگونومی.

۳. جعفری، محمدجواد، حاجی حسینی، علیرضا، حلوانی، غلامحسین، محرابی، یدالله، قاسمی، مهدی،(۱۳۹۰). پیشبینی و تحلیل خطای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل پست‌های ۴۰۰ کیلوولت و اثر بخشی راه کارهای پیشنهادی. فصلنامه سلامت کار ایران، دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱.

۴. زراء نژاد، عباس، جباری، موسی، کشاورزی، مهرداد، (۱۳۹۱)، "شناسایی خطاهای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل با استفاده از تکنیک HEIST در یک شرکت نفتی"، دوماهنامه سلامت کار ایران، دوره ۱۰، شماره۲، صص: ۱۱-۲۳.

۵. محمد فام، ایرج، حسام، قاسم، رحیم پور، رزاق، ارسی، مازیار، (۱۳۹۱) بررسی خطاهای انسانی برای حالت تجمع در شرایط اضطراری با استفاده از روش شاخص احتمال خطای انسانی(HEPI)، در انبار شرکت نفت همدان. فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، سال دوم/شماره اول/پاییز ۱۳۹۱(پیاپی ۵) صص. ۴۰-۲۹.

۶. قلعه نوعی، ۱۳۸۵، آنالیز ایمنی خطاهای انسانی اپراتورهای اتاق کنترل با استفاده از تکنیک HEART در یکی از صنایع پتروشیمی، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم پزشکی ، دانشگاه تربیت مدرس.

۷. قاسمی، آرش، عتابی، فریده و گلبابایی، فریده (۱۳۹۴)، طبقه بندی خطاهای انسانی در فرایند صدور پروانه کار در یک صنعت پتروشیمی با استفاده از روشSHERPA ، مجله مهندسی بهداشت حرفه ای، دوره ۲، شماره ۳، صص: ۶۶-۷۳.

۸. بابائی پور، امین، حضرتی، صادق، موسویان اصل، زینب، حبیبی، احسان الله، (۱۳۹۵). رویکرد سیستماتیک پیش‌بینی و کاهش خطای انسانی: مطالعه موردی در اتاق کنترل صنعت سیمان. مجله سلامت محیط و کار، سال دوم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۵، صص. ۲۷۲-۲۸۷.

۹. رمضانی، حسن، جوزی، سید علی، غلام نیا، رضا، (۱۳۹۶). ارزیابی اثربخشی آموزش HSE براساس مدل تعالی سازمان EFQM (مطالعه موردی: مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار). مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دوره ۴، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۶، صص. ۱-۹.

۱۰. Young,M, S, shorrock, J. , Faulkner, G, Braithwaite,(۲۰۰۴), the evolution of human factors in transport safety investigation, www.intechopen.com.

۱۱. Doytchev D., (۲۰۰۸), Combining task analysis and fault tree analysis for accident and incident analysis: a case study from Bulgaria, Accident Analysis & Prevention, vol. l۴, no.۴۰, pp.۱۱۷۲-۱۱۷۹.

۱۲. Kletz ,TA, Amyotte P., (۲۰۱۰), Process plants: a handbook for inherently safer design. ۲nd ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis.

۱۳. Ting, Li-Yuan & Dai, Dzwo-Min (۲۰۱۱), The Identification of Human Errors Leading to Accidents for improving Aviation Safety, ۱۴th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Washington, DC, USA, pp. ۳۸-۴۳.

۱۴. Lopes, Milene Elizabeth Rigolin Ferreira & Forster, Carlos Henrique Quartucci (۲۰۱۳), Application of human error theories for the process improvement of Requirements Engineering, Information Sciences, Vol. ۲۵۰, pp. ۱۴۲–۱۶۱.

۱۵. Mandal, S. , Singh , K. , Behera , R. K. , Sahu , S. K. , Raj , N. , & Maiti , J. , (۲۰۱۵), Human error identification and risk prioritization in overhead crane operations using HTA, SHERPA and fuzzy VIKOR method, Expert Systems with Applications , Vol. ۴۲, pp. ۷۱۹۵–۷۲۰۶.

۱۶. Graziano , A. , Teixeira , A. P. , & Soares , C. G. , (۲۰۱۶) , Classification of human errors in grounding and collision accidents using the TRACEr taxonomy, Safety Science , Vol. ۸۶, pp. ۲۴۵–۲۵۷.

۱۷. Kumar, A. M. , Rajakarunakaran , M. E. , & Prabhu , A. , (۲۰۱۷), Application of Fuzzy HEART and expert elicitation for quantifying human error probabilities in LPG refuelling station, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. ۴۸, pp. ۱۸۶-۱۹۸.

۱۸. Park , J. , Kim , Y. , & Jung , W. , (۲۰۱۸) , Calculating nominal human error probabilities from the operation experience of domestic nuclear power plants , Reliability Engineering and System Safety , Vol. ۱۷۰ , pp. ۲۱۵–۲۲۵.