

## بررسی ارتباط استفاده از دستورالعمل‌های ایمن کاری در میزان خطاهای انسانی در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

فهیمة بقری<sup>۱</sup>، حامد بقایی خواه<sup>۲</sup>، فرزانه مددی زاده<sup>۳</sup>، غلامحسین حلوانی<sup>۴\*</sup>

### چکیده

مقدمه: حدود ۶۰ الی ۹۰ درصد حوادثی که در صنایع به وقوع می‌پیوندد ناشی از خطاهای انسانی است. مطالعه حاضر با هدف اثربخشی دستورالعمل‌های ایمنی در کاهش خطای انسانی کارکنان نیروگاه سیکل ترکیبی یزد انجام پذیرفت.

روش بررسی: مطالعه حاضر مداخله‌ای از نوع نیمه تجربی است که به منظور سنجش خطای انسانی ۱۲۱ نفر از کارکنان نیروگاه سیکل ترکیبی یزد در ۵ گروه ایمنی و آتش‌نشانی، بهره‌بردار مولدها، بهره‌بردار تصفیه‌خانه شیمی، انباردار و تعمیرات مولدها در سال ۱۳۹۹ اجرا شد. ابتدا آنالیز ایمنی شغلی انجام، سپس دستورالعمل‌های ایمنی مربوط به هر شغل تهیه و به کمک آیتم‌های آن و مشاهده روند انجام کار، درصد فراوانی خطای انسانی در مشاغل مختلف قبل و بعد از مداخله محاسبه و داده‌ها با استفاده از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، میانه، دامنه میان چارکی، فراوانی و درصد فراوانی و آزمون ناپارامتری ویلکاکسون، به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج: مطالعه بر روی ۵ شغل اصلی طبق نتایج آزمون ویلکاکسون، بیشترین و کمترین درصد فراوانی خطای انسانی قبل از مداخله مربوط به گروه شغلی تعمیرات مولدها (۵۸/۵۹٪) و انباردار بود (۴/۱۶٪). بین درصد فراوانی خطای انسانی قبل از مداخله (۳۳۳/۴۱±۳۵/۱۴) و بعد از مداخله (۴۴۰/۲۱±۲۹/۲۹) تفاوت معنی‌داری وجود داشت (p<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه نشان داد که اجرای آنالیز ایمنی شغلی و پیاده‌سازی دستورالعمل‌های ایمنی مرتبط با هر شغل، منجر به کاهش درصد خطای انسانی افراد خواهد شد؛ البته این دستورالعمل‌ها می‌بایست با تجزیه و تحلیل شغلی دقیق به دست آیند و با استفاده از پانل خبرگان دستورالعمل مناسب تدوین شود.

واژه‌های کلیدی: نیروگاه سیکل ترکیبی، دستورالعمل ایمنی، خطای انسانی

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، مدیریت ایمنی- بهداشت و محیط‌زیست (HSE)، مرکز تحقیقات بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی

و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

<sup>۲</sup> کارشناس ایمنی، نیروگاه سیکل ترکیبی یزد، یزد، ایران

<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات مدل سازی داده‌های سلامت، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

<sup>۴</sup> استادیار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهداشت حرفه‌ای، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات

بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

\*نویسنده مسئول: تلفن تماس: ۰۹۱۳۱۵۳۸۰۷۵ پست الکترونیک: halvani39@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۷

در دنیای پیشرفته امروز که همه امور متکی به تکنولوژی‌های پیشرفته و پر مخاطره است همواره این نگرانی وجود دارد که حوادث ناشی از کار، خسارت جبران‌ناپذیری را به بار خواهند آورد. حوادث معمولاً بر اثر فقدان نظم و انضباط در کار، نقص دستگاه‌ها، بی‌دقتی و سهل‌انگاری، عدم هماهنگی و سازش جسمی و روحی کارگر با نوع کار به وجود می‌آیند (۱). علت بیش از ۸۰ درصد حوادث در صنایع مختلف ناشی از خطای اپراتور است، ریزین و بیلینگ نیز علت بیش از ۹۰ درصد حوادث صنعتی را اعمال کارکنان بیان می‌کنند. اکثر حوادث مهم تاریخی که تاکنون رخ داده‌اند از جمله فلیکس‌برو (انگلیس - صنایع شیمیایی - ۱۹۷۴)، تری‌مایل‌آیلند (آمریکا - نیروگاه هسته‌ای - ۱۹۷۹)، بوپال (هندوستان صنایع شیمیایی - ۱۹۸۴) و چرنوبیل (روسیه - نیروگاه هسته‌ای - ۱۹۸۶) ناشی از خطای انسانی بوده است و این مهم که انسان عامل بروز بیش از ۹۰ درصد حوادث صنعتی است اهمیت عامل انسان و خطاهای انسانی را نشان می‌دهد (۲). بررسی نقش خطای انسانی در حوادث صنایع نیروگاهی کشور نشان می‌دهد که سه پارامتر رعایت اصول ایمنی، سن و آموزش مهم‌ترین عوامل در بروز خطاهای انسانی مؤثر در حوادث بوده‌اند و ۶۲ درصد حوادث ناشی از خطای انسانی است. به عبارت دیگر خطای انسانی در برگیرنده همه موقعیت‌هایی است که اهداف مورد نظر سیستم دچار نقص می‌شوند و این نقص اثر نامطلوبی بر کل سیستم به جای می‌گذارد (۳). مطالعات نشان می‌دهند که وقوع خطای انسانی در نتیجه ترکیبی از عوامل همچون، دستورالعمل‌های ایمنی نامناسب، عدم نظارت کافی، خستگی، فشار کاری و عدم تعمیرات است (۴). خطاها در اثر بی‌دقتی یا کمبود آگاهی از سوی کارگران نیز رخ می‌دهند (۵). جهت حل این مشکل، کنترل و هدایت دستگاه‌ها به صورت خودکار اولین راه‌حلی است که منجر به کاهش درگیری‌های انسان در کار می‌شود. راه‌حل دیگر برای حل این مسئله، کنترل رفتارهای انسانی با استفاده از تدوین دستورالعمل‌ها، رویه‌ها، مقررات و استانداردها است (۶). زمانی که یک شغل مشخص، مورد آنالیز قرار می‌گیرد سیستمی مکتوب در مورد ایمنی کار باید ایجاد شود. هدف از دستورالعمل‌های ایمنی شغلی ایجاد ارتباط سیستم ایمنی کار با کارکنان است (۷). مشکلی که وجود دارد عدم رعایت دستورالعمل‌های کاری توسط اپراتورها است، بخصوص زمانی

که دستورالعمل‌های متعددی در محیط کاری وجود دارد (۶). دستورالعمل‌ها به عنوان یک مانع حفاظتی در صنایع نقش مهمی دارند. نقص قوانین و دستورالعمل‌ها سهم بسزایی در ۷۰ درصد کل حوادث در صنایع پرخطر (صنایع با ریسک بالا) دارند. حادثه پالایشگاه شهر تگزاس از جمله حوادثی است که به دلیل عدم پیروی از دستورالعمل‌ها رخ داده است، این نشان می‌دهد که پیروی از قوانین و دستورالعمل‌ها از اهمیت اساسی در حفظ ایمنی در محل کار برخوردار است (۸،۹). بیشتر تحقیقات و اقدامات مربوط به کنترل رفتار کارگران و افزایش انطباق، از طریق پایبندی دقیق به روش‌های مکتوب است. دستورالعمل‌ها در درجه اول به منظور انجام وظایف و غالباً به عنوان مواد آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند و به کارگران در انجام مراحل کاری کمک می‌کنند. دستورالعمل‌ها همچنین به عنوان حالت‌های یک سیستم یا نحوه رفتار در پاسخ به موقعیتی که ایمنی را بهبود می‌بخشد یا به دستیابی به سطح ایمنی کمک می‌کند نیز، تعریف می‌شوند. در واقع، مدیریت کارخانه اغلب از دستورالعمل‌ها به عنوان وسیله‌ای برای ایمنی کارگران استفاده می‌کنند. استفاده مناسب از دستورالعمل‌ها انحراف کارگران از توالی مراحل مورد نیاز را به حداقل می‌رساند و منجر به کاهش شرایط خطرناک و نتایج نامطلوب می‌شود (۱۰، ۱۱). اکثر سازمان‌ها، اقدامات مربوط به خطرات محیط کار را به شکل مکتوب به کارگران ابلاغ می‌کنند. کنترل رفتار کارگران و افزایش انطباق از طریق پایبندی به روش‌های مکتوب امکان‌پذیر است. این دستورالعمل‌ها که اغلب نتیجه مطالعات تجزیه و تحلیل ریسک‌های موجود در سازمان هستند، مبنای کنترل ریسک در نظر گرفته می‌شوند (۹، ۶). در صورتی که کارگران به دستورالعمل‌های کاری اعتماد نکنند، آن‌ها نمی‌توانند حس ایمنی و کنترلی را در افراد ایجاد کنند (۱۲). طبق مطالعه Hu و همکاران رفتار سرپرستان تأثیر مثبتی بر استفاده از دستورالعمل‌های کاری خواهد داشت (۱۳). مطالعه Heudrick و همکاران به بررسی رویکرد دو مدل ایمنی برای پیش‌بینی رفتارها و نتایج کارگران توسط دستورالعمل‌ها پرداخته‌اند، نتایج نشان داد که یک عنصر اساسی در مدل خطای انسانی، ایجاد دستورالعمل‌های مفیدی است که توسط خود کارگر تعریف شده باشد. در این روش کارگران مراحل کاری که انجام داده‌اند را با استفاده از چک لیست تأیید می‌کنند (۱۰). در

شده جهت تدوین کنترل‌های متناسب با خطرات شناسایی شده از یکی از روش‌های کنترل خطر: ۱- طراحی و حذف خطر ۲- جایگزینی ۳- روش‌های مهندسی ۴- مدیریتی (شامل علائم هشدار دهنده، دستورالعمل‌های ایمنی و آموزش پرسنل) استفاده شد و بر اساس کنترل‌های پیشنهادی، دستورالعمل ایمنی برای مشاغل مختلف تدوین شد. قبل از پیاده‌سازی دستورالعمل‌ها بر اساس دستورالعمل تهیه شده و با مشاهده روند انجام فعالیت پرسنل، درصد فراوانی خطای انسانی پرسنل به دست آمد. به این صورت که بر اساس دستورالعمل، اگر فرد مواردی از جمله: حذف، ارتکاب، عمل زائد و توالی آیتم‌های دستورالعمل را انجام دهد دچار خطا شده است. نحوه محاسبه درصد خطای انسانی به این صورت بود که تعداد آیتم‌های خطا بر اساس موارد حذف، ارتکاب، عمل زائد و توالی به دست آمده و سپس بر اساس کل آیتم‌های دستورالعمل، درصد خطا به دست آمد. در مرحله بعد دستورالعمل‌های ایمنی که حاصل خروجی آنالیز ایمنی شغلی بود را با هماهنگی مدیریت و سرپرستان برای تک‌تک افراد گروه در محل کارشان نصب کرده و از سرپرست مربوطه خواسته شد تا نظارت کافی بر اجرای دستورالعمل‌ها داشته باشد. بعد از ۴۰ روز، مجدداً درصد فراوانی خطای انسانی به دست آمد و با مرحله قبل مقایسه شد. مقایسه بر اساس کاهش درصد فراوانی خطای انسانی انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، میانه، دامنه میان چارکی، فراوانی و درصد فراوانی و ضمن بررسی نرمال بودن توزیع خطاها در متغیرهای کمی از طریق آزمون کولموگروف اسمیرنوف از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون استفاده شد. نرم‌افزار مورد استفاده SPSS نسخه ۲۴ بود.

**ملاحظات اخلاقی:** این مقاله مصوب کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد با شماره IR.SSU.SPH.REC.1398.124 است.

### نتایج

آنالیز ایمنی شغلی بر روی ۵ گروه شغلی انجام و در مجموع ۳۱۲ خطر شناسایی شد. درصد فراوانی خطرات شناسایی شده بر اساس گروه‌های شغلی و نوع خطرات در شکل ۱ و ۲ ارائه شده است. مطابق با شکل ۱، بیشترین درصد فراوانی خطرات شناسایی شده مربوط به گروه شغلی تعمیرات مولدها (۶۶/۶۶ درصد) است. مطابق با

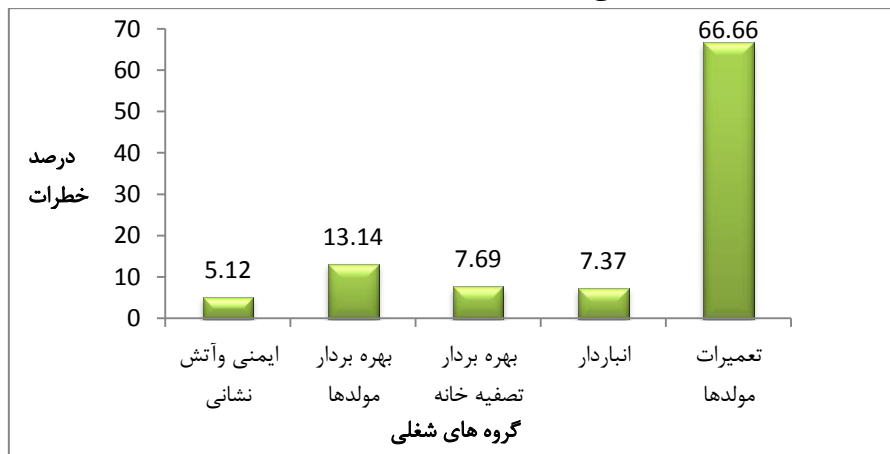
مطالعه عیوض‌لو و همکاران که به تجزیه و تحلیل خطای انسانی در عملیات تعمیر و نگهداری در یک نیروگاه پرداختند، نتایج نشان داد که پایین بودن سطح تجربه و آموزش بیشترین تأثیر منفی بر عملکرد را خواهند داشت و متعاقباً احتمال خطای انسانی را افزایش می‌دهند (۱۴). رعایت و پیروی از قوانین و دستورالعمل‌های کاری، اهمیت مهمی در حفظ ایمنی در محل کار دارد. این مورد در صنایع با ریسک بالا سهم بسزایی در حوادث شغلی دارد (۸). بنابراین با توجه به نقش دستورالعمل‌ها در کاهش خطای انسانی هدف از این مطالعه بررسی ارتباط استفاده از دستورالعمل‌های ایمنی در کاهش خطای انسانی کارکنان نیروگاه سیکل ترکیبی یزد است.

### روش بررسی

مطالعه حاضر، یک مطالعه ۷ مداخله‌ای نیمه تجربی است که به منظور سنجش خطای انسانی ۱۲۱ نفر از کارکنان ۵ گروه شغلی ایمنی و آتش‌نشانی، بهره‌بردار مولدها، بهره‌بردار تصفیه‌خانه شیمی، انباردار و تعمیرات مولدها در سال ۱۳۹۹ در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد انجام شد. ابتدا لیست مشاغل و پرسنل شاغل در نیروگاه را از واحد کارگزینی نیروگاه و شاخص فراوانی حادثه (AFR) (Accident Frequency Rate) حوادث سه سال گذشته را نیز از واحد HSE نیروگاه تهیه کرده و مشاغلی که AFR بالاتری داشتند برای مطالعه انتخاب شدند. ۵ گروه شغلی مطالعه شدند و آنالیز ایمنی شغلی (JSA) برای این مشاغل انجام شد. آنالیز ایمنی شغلی به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که ما در این مطالعه از روش مشاهده یک‌به‌یک (One-On-One Observation Method) استفاده کردیم. برای شناسایی خطرات از چک‌لیست محقق ساخته، حاصل نظر تیم تحقیقاتی (مسئول ایمنی، سرپرست هر واحد، کارگر و محقق) استفاده شد. از آنجایی که هدف نهایی از ارزیابی ریسک، تدوین دستورالعمل ایمنی بر اساس کنترل‌های پیشنهادی بود، ارزیابی ریسک شغلی به صورت کیفی انجام شد و در مجموع ۳۱۲ خطر شناسایی و سپس درصد فراوانی خطرات بر اساس تعداد خطرات مرتبط با هر گروه شغلی (ایمنی و آتش‌نشانی) ۱۶ (۵/۱۲ درصد)، بهره‌بردار مولدها ۴۱ (۱۳/۱۴ درصد)، تعمیرات مولدها ۲۰۸ (۶۶/۶۶ درصد)، بهره‌بردار تصفیه‌خانه ۲۴ (۷/۶۹ درصد) و انباردار ۲۳ (۷/۳۷ درصد) به دست آمد. در ادامه با توجه به خطرات شناسایی

مداخله مربوط به گروه شغلی تعمیرات مولدها (۵۸/۵۹ درصد) و کمترین درصد خطای انسانی قبل از مداخله مربوط به گروه شغلی انباردار بود (۴/۱۶). میانگین نمره درک ریسک در مشاغل مختلف بعد از مداخله افزایش پیدا کرده است.

شکل ۲، بیشترین و کمترین فراوانی خطرات به ترتیب مربوط به ایستادن‌های طولانی مدت و تماس با جسم داغ است. طبق نتایج جدول ۴، درصد فراوانی خطای انسانی بعد از مداخله کاهش پیدا کرده است. نمودار ۳ میانگین درصد فراوانی خطای انسانی قبل و بعد از پیاده‌سازی دستورالعمل ایمنی در مشاغل مختلف را نشان می‌دهد. بیشترین درصد خطای انسانی قبل از



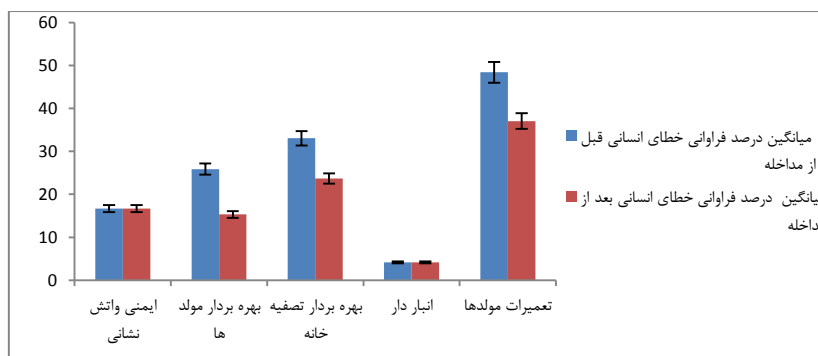
شکل ۱. درصد توزیع فراوانی خطرات شناسایی شده در مشاغل مختلف



شکل ۲. درصد توزیع فراوانی انواع خطرات شناسایی شده

جدول ۴. مقایسه درصد فراوانی خطای انسانی در مشاغل مختلف قبل و بعد از مداخله

P-value	IQR	میانه	میانگین ± انحراف معیار	
< ۰/۰۰۱	۲۲/۵۲	۳۳/۰۴	۱۲/۶۷ ± ۳۴/۳۷	درصد فراوانی خطای انسانی قبل از مداخله
	۲۱/۷۵	۲۳/۶۹	۱۰/۷۷ ± ۲۴/۶۶	درصد فراوانی خطای انسانی بعد از مداخله



نمودار ۳. میانگین درصد فراوانی خطای انسانی در مشاغل مختلف قبل و بعد از مداخله

### بحث

در نتیجه آن مواجهه توأم با انواع عوامل زیان‌آور محیط کار از قبیل صدا، روشنایی، فیوم‌ها، گازها و بخارات ناشی از فرآیندهای مختلف که ریسک مواجهه با خطرات را افزایش می‌دهند، و همچنین به دلیل پیچیدگی فعالیت‌های انجام شده در هنگام تعمیرات اساسی نیروگاه باشد؛ که ممکن است منجر به تصمیمات نادرست توسط اپراتورها شود (۱۴). طبق مطالعه زراءنژاد و همکاران (۲۰)، ۲۷ درصد از خطاهای شناسایی شده مربوط به فقدان یا عدم اثربخشی دستورالعمل‌های مکتوب است. بنابراین یکی از راهکارها جهت کاهش خطاها تدوین و عملیاتی کردن دستورالعمل‌ها است و تمام دستورالعمل‌ها، آموزش‌ها و روش‌های انجام کار باید مطابق با وظایف کاربر و در دسترس باشند. نتایج مطالعه خوش‌اخلاق (۲۱) نیز نشان داد که برنامه‌های آموزشی و ارائه دستورالعمل‌های کاری ایمن یکی از مهم‌ترین راه‌های کنترل و کاهش مخاطرات است. گرچه میانگین درصد فراوانی خطای انسانی بعد از مداخله کاهش پیدا کرده است؛ اما درصد فراوانی خطای انسانی در بعضی از مشاغل تغییر نکرده است. طبق نتایج مطالعه Shawal و همکاران (۲۲)، بین آگاهی و حوادث ارتباط معنی‌داری وجود ندارد. یکی دیگر از دلایل این امر می‌تواند وجود دستورالعمل‌های متعدد موجود در محیط کار باشد (۶). می‌توان گفت که پیاده‌سازی دستورالعمل‌های ایمنی تأثیر مثبتی در کاهش خطا دارند و می‌توان با برگزاری دوره‌های آموزشی درک و آگاهی افراد در زمینه اهمیت اجرای درست دستورالعمل‌ها و میزان پذیرش آن‌ها را از سوی افراد افزایش داد. از محدودیت‌های مطالعه حاضر، محدودیت زمان کارکنان (مشغله کاری زیاد) برای پاسخگویی به پرسشنامه و

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اجرای مداخله (استفاده از دستورالعمل‌های ایمن کاری) توانست اثر مثبتی در کاهش درصد فراوانی خطای انسانی بگذارد. درصد خطرات در مشاغل مختلف بعد از مداخله بیانگر این موضوع است. از جنبه آنالیز ریسک، دستورالعمل‌ها ابزار مهمی هستند که با استفاده از آن‌ها سازمان می‌تواند به تمام اهدافش در مؤثرترین و کاراترین حالت دست یابد و ریسک‌های ناشی از خطاهای انسانی و نواقص نرم‌افزاری را کاهش دهد (۱۵). نتایج مطالعه با مطالعه Gawand و همکاران که استفاده از چک‌لیست‌های استاندارد در بخش ICU، ۶۶ درصد، عفونت‌های ناشی از عملیات بندآوردن خونریزی را کاهش داده مطابقت دارد (۱۶). در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۵ با عنوان شناسایی و ارزیابی خطرات موجود یا بالقوه در یک شرکت تولیدی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی انجام شد نتایج نشان دادند که با آموزش کارگران می‌توان سطح ریسک کلیه خطرات را کاهش داد. در واقع مهم‌ترین راه کنترل، بالا بردن سطح آگاهی کارگران و نظارت بر کار آن‌ها است (۱۷). برخورداری و همکاران (۱۸) نیز، آموزش کارکنان و استفاده از دستورالعمل‌ها را یکی از راهکارهای کاهش بروز نواقص معرفی می‌کنند. با توجه به نتایج به دست آمده، بیشترین درصد فراوانی خطرات مربوط به گروه شغلی تعمیرات مولدها است که با نتایج مطالعه عیوض‌لو (۱۴) و Cicek و همکاران (۱۹) که بالاترین سطح ریسک را در واحد تعمیرات معرفی کردند مطابقت دارد. برای توجیه عوامل مسبب افزایش خطرات در واحد تعمیرات و نگهداری می‌توان به انجام تمام کارهای تأسیساتی، جوشکاری، تعمیرات و روغن‌کاری دستگاه‌ها و

انسانی و پیرو آن کاهش حوادث ناشی از کار، از دستورالعمل‌های ایمن‌کاری، که حاصل تجزیه و تحلیل دقیق شغلی هستند استفاده شود.

### سپاس‌گزاری

این مطالعه حاصل بخشی از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسندهٔ اول است. پژوهشگران بر خود لازم می‌دانند از تمام کارکنان، مسئولین و همچنین مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست نیروگاه سیکل ترکیبی یزد به منظور همکاری در اجرای این مطالعه، تشکر نمایند.

اجرای مداخله و همچنین هم‌زمانی تحقیق با روند شیوع ویروس کرونا بود که پیشروی تحقیق را دچار مشکل می‌کرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین درصد فراوانی خطای انسانی کارکنان قبل و بعد از مداخله تفاوت معنی‌داری وجود دارد. این موضوع بیانگر این است که استفاده از دستورالعمل‌های ایمن‌کاری مرتبط با هر شغل، تأثیر مثبتی در کاهش درصد فراوانی خطای انسانی داشته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود به منظور کاهش خطای

## References

1. Mououdi M, Shabani M, Hassani A. *The investigation of OSHA indexes and the pattern of work-related accidents at the Mazandaran wood and paper industry between 2007 and 2013*. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2015;7(2):11-20. [Persian]
2. Mazlumi A, Hosseini MR. *Identification and Assessment of Human Error in Electrical Installation Work of Electricity Distribution Company in Tehran Province Using SHERPA Technique*. 2019. [Persian]
3. Hossein H, Houshang MA, ShamsiFarimah, Rafieenia R, Behbood KM, EbrahimiGhasem. *Risk assessment of human error among Mohr City, Persian Gas refinery company control room operators using systematic human error reduction and prediction approach SHERPA in 2016*. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2016;9(3):32-44. [Persian]
4. Stanton NA. *Hierarchical task analysis: Developments, applications, and extensions*. Applied ergonomics. 2006;37(1):55-79.
5. Perlman A, Sacks R, Barak R. *Hazard recognition and risk perception in construction*. Safety science. 2014;64:22-31.
6. Praino G, Sharit J. *Written work procedures: Identifying and understanding their risks and a proposed framework for modeling procedure risk*. Safety science. 2016;82:382-392.
7. Halvani GH, Zare M. *Safety System & Risk Managment*. 4th ed. Tehran : Sobhan; 2013. [Persian]
8. Dahl Ø. *Safety compliance in a highly regulated environment: A case study of workers' knowledge of rules and procedures within the petroleum industry*. Safety science. 2013;60:185-95.
9. Hammann C, Krause C, Feldhütter A. *Evaluation of algorithmic, textual and pictorial forms of representation of standard operating procedures for error reduction in complex systems*. Heliyon. 2020;6(2):e03291.
10. Hendricks JW, Peres SC. *Beyond human error: An empirical study of the safety Model 1 and Model 2 approaches for predicting worker's behaviors and outcomes with procedures*. Safety science. 2021;134:105-106.
11. Ahmed L, Quddus N, Kannan P, Peres SC, Mannan MS. *Development of a procedure writers' guide framework: Integrating the procedure life cycle and reflecting on current industry practices*. International Journal of Industrial Ergonomics. 2020;76:102930.
12. Leiter MP, Zanaletti W, Argentero P. *Occupational risk perception, safety training, and injury prevention: Testing a model in the Italian printing industry*. Journal of occupational health psychology. 2009;14(1):1.
13. Hu X, Griffin M, Yeo G, Kanse L, Hodkiewicz M, Parkes K. *A new look at compliance with work procedures: An engagement perspective*. Safety science. 2018;105:46-54.
14. Hendricks JW, Peres SC. *Beyond human error: An empirical study of the safety Model 1 and Model 2 approaches for predicting worker's behaviors and outcomes with procedures*. Safety science. 2021;134:105016.
15. Mazloumi A, Kermani A, NaslSeraji J, GhasemZadeh F. *Identification and evaluation of human errors of physicians at emergency ward of an educational hospital in Semnan city using SHERPA technique*. Occupational medicine quarterly journal. 2013;5(3):67-78. [Persian]
16. Gawande A. *The checklist*. *The New Yorker*. 2007. 2016.

17. Nasiry P, Gholbabaie F, Shahtaheri SJ. *Identify and evaluate existing or potential hazards in a manufacturing company Using the job safety analysis method*. Environment Science and Technology. 1385;8(5):77-88. [Persian]
18. Barkhordari A, Halvani GH, Mohammadian U, Ghasemi M, Fazli uchhesar B. *Risk assessment of Human error and Provide Corrective Actions in Combined cycle power plant Using Systematic Human error Reduction and Prediction Approach SHERPA Method*. Toloobebehdasht. 2015;13(6):46-56.
19. Cicek K, Celik M. *Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship*. Safety science. 2013;51(1):6-10.
20. ZarraNezhad A, Jabbari M, Keshavarzi M. *Identification of the Human Errors in Control Room Operators by Application of HEIST Method (Case Study in Oil Company)*. Iran Occupational Health. 2013;10(2):11-23. [Persian]
21. Khoshakhlagh A. *The Survey of effectiveness rate of procedures on risk assessment code by FMEA-JSA method at unit of implementation Plans of Yazd Gas Agency*. Shahid Sadoughi University of medical science; 1392. [Persian]
22. Shawal FNS, Guan NY, Mohd Suadi Nata DH, How V, Tamrin SBM. *Knowledge, Attitude, and perception of risk management of steam boilers among workers in palm oil mills*. work. 2018;60(1):153-162.

## ***Evaluation of the relationship between the uses of safety procedures in the rate of human error in Yazd Combined Cycle Power Plant***

**Boghri F<sup>1</sup>, Baghaeikhah H<sup>2</sup>, Madadzadeh F<sup>3</sup>, Halvani<sup>1\*</sup> GH**

<sup>1</sup>Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

<sup>2</sup>Safety and Health Department, Combined Cycle Power Plant, Yazd, Iran

<sup>3</sup>Departments of Biostatistics and Epidemiology, School of public health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

### **Abstract**

**Introduction:** About 60 to 90 percent of an accident in the industry is caused by human error. This study aimed to assess the effectiveness of safety procedures in reducing human error in Yazd Combined Cycle Power Plant employees.

**Materials and Methods:** The present study is a quasi-experimental intervention that was conducted aimed to measure the human error of 121 employees of Yazd Combined Cycle Power Plant in 5 occupational groups (safety and firefighting, generator operation, generator operation, chemical refinery, warehouse keeping, and generator repair) in 2020. First, job safety analysis (JSA) was performed. Safety procedures related to each job were prepared, and with the help of their items and observing the process of doing work, the percentage of human error before and after the investigation was calculated. The data were analyzed using descriptive statistical indicators including mean, standard deviation, median, interquartile range, frequency and frequency percentage, and Wilcoxon nonparametric test by SPSS software version 24. The significance level was considered 0.05.

**Results:** A study on five main jobs, according to Wilcoxon test results showed, the highest and lowest human error percent before the intervention was related to generator repair occupational groups (58.59%) and warehouse keeping (4.16%). A significant difference was between human error percent before ( $433.41 \pm 35.14$ ) and after ( $440.21 \pm 29.29$ ) the intervention ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** This study showed that performing job safety analysis and implementing safety procedures related to each job will decrease people's human error percent. Therefore, the implementation of safety procedures related to each job was suggested to the industry. This procedure must be obtained by careful job analysis, and an appropriate procedure should be developed using a panel of experts.

**KeyWords:** Combined Cycle Power Plant, Safety Procedures, Human Error, Job Safety Analysis

#### ***This paper should be cited as:***

Boghri F, Baghaeikhah H, Madadzadeh F, Halvani GH. ***Evaluation of the relationship between the uses of safety procedures in the rate of human error in Yazd Combined Cycle Power Plant.*** Occupational Medicine Quarterly Journal. 2021;13(1): 34-41.

**\*Corresponding Author**

**Email:** halvani39@gmail.com

**Tel:** +989131538075

**Received:** 26.12.2020

**Accepted:** 18.03.2021