JIMUS

Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Investigation of the Occupational Hygiene Errors in the Tasks of Overhead Crane Operator Using Standardized Plant Analysis Riskhuman Reliability Analysis Technique in One Steel Industry

Reza Jafari Nodoushan[1], Ali Sadri Esfahani[2], Tahmasb Akhtar[2], Khalil Taherzadeh Chenani[1*]

[1] Dept of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2] Dept of Industrial Engineering, Science and Arts University, Yazd, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: 30 May 2020
Revised: 15 June 2020
Accepted: 01 June 2021

**** Correspondence to:***
Khalil Taherzadeh Chenani
Dept of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
Email: khalil.oc.hy@gmail.com

A B S T R A C T

Introduction: Human error plays a significant role in the occurrence of industrial accidents. Displacement and unloading operations are operations in which the occurrence of human error may lead to plenty of human and financial losses. The present study aimed to investigate the possibility of human error occurrence in overhead crane operators in a Steel Company in Hormozgan, Iran.

Material & Methods: This cross-sectional and descriptive study was conducted using the Standardized Plant Analysis Risk-Human Reliability Analysis (SPAR-H) technique. In this study, the job tasks of overhead crane operators were firstly analyzed using the hierarchical task analysis (HTA) technique. Subsequently, the probability of human error in job tasks was assessed using the SPAR-H technique. (Ethic code: IR.ACECR.JDM.REC.1399.005)

Findings: Generally, five main tasks and 16 sub-tasks have been analyzed in this study. The highest probability of error was related to the three sub-tasks of longitudinal motion, transverse motion, and high and low motion (0.3975). The lowest probability of error was under the duty of recording shift reports, transmitting information orally, and writing (0.05). The results of this study clearly showed the effect of interdependence on increasing the probability of error occurrence.

Discussion & Conclusion: Based on the results of the present study, some preventive measures were proposed to reduce the possibility of human error, including identifying and controlling job stressors, correcting the ergonomic status of crane cabins, preparing work instructions, as well as training and monitoring their proper implementation.

Keywords: HTA, Human error, Overhead crane, SPAR-H

➢ **How to cite this paper**
Jafari Nodoushan R, Sadri Esfahani A, Kakai H, Akhtar T, Taherzadeh Chenani Kh. Investigation of the Occupational Hygiene Errors in the Tasks of Overhead Crane Operator Using Standardized Plant Analysis Risk-human Reliability Analysis Technique in One Steel Industry. November 2021;29(4): 8-17.

© The Author(s)
Publisher: Ilam University of Medical Sciences

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام
JIMUS
P-ISSN: ۱۵۶۳-۴۷۲۸
E-ISSN: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

بررسی خطاهای بهداشت شغلی در وظایف اپراتور جرثقیل سقفی، با استفاده از تکنیک واکاوی ریسک استانداردشدهٔ صنعتی در یک صنعت فولاد

رضا جعفری ندوشن[۱]، علی صدری اصفهانی[۲]، طهماسب اختر[۲]، خلیل طاهرزاده چنانی[۱*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۲] گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۱
تاریخ داوری: ۱۳۹۹/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۱

نویسنده مسئول:
خلیل طاهرزاده چنانی
گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
Email:
khalil.oc.hy@gmail.com

چکیده

مقدمه: خطاهای انسانی نقش فراوانی در بروز حوادث صنعتی دارند. عملیات جابجایی و تخلیهٔ جرثقیلی بار از عملیات‌هایی هستند که رخداد خطای انسانی در آن‌ها می‌تواند به خسارت‌های جانی و مالی فراوانی منجر شود. هدف این مطالعه، واکاوی و بررسی احتمال رخداد خطاهای انسانی در اپراتورهای جرثقیل سقفی در شرکت فولاد هرمزگان بود.

مواد و روش ها: این پژوهش مقطعی و توصیفی با استفاده از تکنیک SPAR-H صورت پذیرفت. در این مطالعه، ابتدا وظایف شغلی اپراتور جرثقیل سقفی واحد ۲۴۰ ذوب شرکت فولاد هرمزگان، با استفاده از تکنیک آنالیز سلسله مراتبی وظایف (HTA) واکاوی شد؛ سپس احتمال رخداد خطای انسانی در وظایف شغلی با استفاده از تکنیک SPAR-H ارزیابی گردید.

یافته‌ها: درمجموع، ۵ وظیفهٔ اصلی و ۱۶ زیر وظیفهٔ وارد واکاوی شد. بیشترین احتمال رخداد خطا مربوط به سه زیر وظیفهٔ حرکت طولی، حرکت عرضی و حرکت بالا و پایین (۰/۳۹۷۵) بود. کمترین احتمال رخداد خطا نیز به زیر وظیفهٔ ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و نوشتاری اختصاص داشت (۰/۰۵). نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، به‌روشنی تأثیر وابستگی میان وظایف را در افزایش احتمال رخداد خطا نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که به‌منظور کاهش احتمال رخداد خطای انسانی، شناسایی و کنترل عوامل استرس‌زای شغلی، اصلاح وضعیت ارگونومی اتاقک‌های جرثقیل، تهیهٔ دستورالعمل‌های کاری و آموزش و نظارت بر اجرا و به‌کارگیری درست آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: خطای انسانی، SPAR-H، HTA، جرثقیل سقفی

استناد: جعفری ندوشن، رضا؛ صدری اصفهانی، علی؛ اختر، طهماسب؛ طاهرزاده چنانی، خلیل. بررسی خطاهای بهداشت شغلی در وظایف اپراتور جرثقیل سقفی، با استفاده از تکنیک واکاوی ریسک استانداردشدهٔ صنعتی در یک صنعت فولاد. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، آبان ۱۴۰۰؛۲۹(۴): ۱۷-۸

CC BY NC

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام / آبان ۱۴۰۰، دوره ۲۹، شماره ۴، ۱۷-۸

مقدمه

در دنیای توسعه‌یافتهٔ امروز، حوادث به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات شناخته می‌شوند. آمار حوادث نشان می‌دهد که عامل بیش از ۹۰ درصد از حوادث صنعتی، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، به خطاهای انسانی مرتبط است (۱). بررسی حوادث بزرگ و فاجعه‌باری مانند فلیکس بورو، انفجار در نیروگاه اتمی تری مایل آیلند، حادثهٔ مرگبار بوپال هند و فاجعهٔ چرنوبیل نشان می‌دهد که خطای انسانی در بروز این حوادث نقش اساسی داشته است (۴-۲). خطای انسانی به‌عنوان شکست ناخواسته در انجام فعالیت‌های هدفمند و برنامه‌ریزی‌شده در دستیابی به نتیجه‌ای مطلوب تعریف می‌شود (۵).

خطا نتیجهٔ محدودیت‌های فیزیولوژیکی و روان‌شناختی انسان است و به‌طور قابل‌توجهی پیچیده است. در این میان می‌توان اقدامات ناایمن را در وهلهٔ اول، ناشی از فرایندهای ذهنی نابجا مانند فراموشی، غفلت، بی‌توجهی، انگیزهٔ ضعیف، بی‌دقتی و بی‌پروایی دانست (۶). امروزه، ماشین‌آلات در زندگی انسان‌ها نقش بسزایی دارند و پیشرفت در صنایع بدون به‌کارگیری ماشین‌آلات، تقریباً غیرممکن است. جرثقیل‌های سقفی ازجمله ماشین‌آلاتی هستند که به‌طور گسترده‌ای در صنایع برای انتقال بارهای سنگین استفاده می‌شوند. این ماشین‌آلات از سوی انسان اداره می‌گردند و اشتباهات فردی می‌تواند به حوادث جبران‌ناپذیری منجر شود. ایمنی در کار با جرثقیل‌ها همواره مورد بحث و نگرانی بسیاری از محققان بوده و بر جنبه‌های متفاوتی از کار با جرثقیل‌ها به تحقیق پرداخته‌اند (۷).

روش SPAR-H یکی از روش‌های ارزیابی احتمال خطای انسانی است که برای طبقه‌بندی و کمی‌سازی سهم انسان در خطا به‌کار می‌رود. این روش به‌منظور ارزیابی‌های ریسک احتمالی توسعه‌یافته است که با استفاده از آن می‌توان احتمال رخداد خطاهای انسانی را در فعالیت‌های تشخیصی، عملکردی و یا تشخیصی-عملکردی بر اساس تعدیل ضرایب احتمال رخداد خطای اسمی برای وظایف تشخیصی و عملکردی برآورد کرد (۸). این تکنیک، توصیفی از وظایف برحسب عملیات، یعنی فعالیت‌هایی که کاربر برای دستیابی به اهداف سیستم انجام می‌دهد و طرح کار، یعنی چگونگی و ترتیب اجرای هریک از عملیات بالا در مرحلهٔ بعد و در یک سطح پایین‌تر است. این سلسله‌مراتب تا جایی که تحلیلگر تشخیص دهد، ادامه می‌یابد (۹). از این روش در صنایع و مشاغل مختلفی مانند بررسی احتمال رخداد خطای انسانی در سامانهٔ مجوز کاری (پرمیت) در یک صنعت پتروشیمی (۱۰)، بررسی احتمال رخداد خطا در بخش اورژانس زایمان (۱۱)، ارزیابی خطای انسانی در حرفهٔ پرستاری بخش مراقبت‌های ویژهٔ قلب (۱۲) و ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی در فرایند دیالیز (۱۳) استفاده‌شده است.

در روش SPAR-H، تحلیل‌گر مفاهیم مرتبط با رویدادهای نقص انسانی را با استفاده از عوامل شکل‌دهندهٔ عملکرد (PSFs) موجود در کاربرگه‌ای مجزا برای فعالیت‌های تشخیصی، عملکردی و تشخیصی-عملکردی محاسبه می‌کند. عوامل یادشده مشتمل بر هشت مورد است که هریک از این عوامل، خود سطوحی با ضرایب مختص به خود دارند و بر اساس ضرایب این سطوح و فرمول‌های موجود، احتمال رخداد خطا در وظایف تشخیصی، عملکردی و تشخیصی –عملکردی محاسبه می‌شود (۱۴). با عنایت به مطالب یادشده و ماهیت حساس کار جرثقیل‌های سقفی که یک اشتباه کوچک می‌تواند به خسارت‌های جبران‌ناپذیر منجر شود و همچنین گستردگی به‌کارگیری این تجهیزات در صنایع متفاوت، شناسایی انواع خطاهای احتمالی، ارزیابی و ارائهٔ راهکارهای مناسب به‌منظور کاهش ریسک رخداد این‌گونه خطاها، یک ضرورت انکارناپذیر به‌شمار می‌رود. مطالعهٔ حاضر با هدف شناسایی، ارزیابی و مدیریت خطاهای انسانی در اپراتورهای جرثقیل سقفی در یک صنعت فلزی در استان هرمزگان، با استفاده از تکنیک SPAR-H صورت پذیرفت.

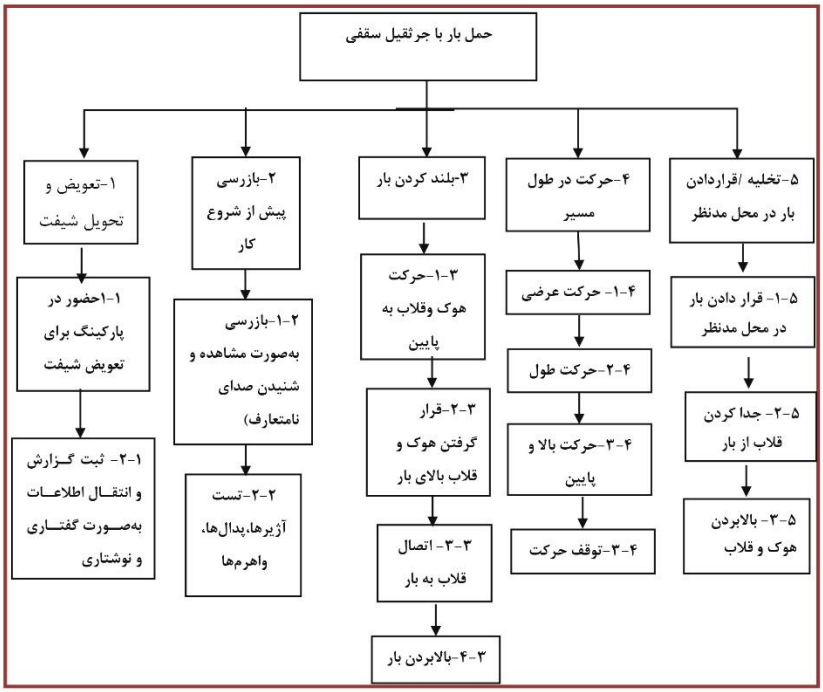
مواد و روش ها

این مطالعهٔ مقطعی و توصیفی، با هدف شناسایی و ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی در عملیات حمل بار به‌وسیلهٔ جرثقیل سقفی در واحد ذوب یک صنعت فلزی در استان هرمزگان انجام شد.

در این صنعت، ۱۶ اپراتور جرثقیل سقفی در چهار نوبت (A، B، C و D) فعالیت دارند. فعالیت‌های آنان شامل تعویض و تحویل نوبت، بازرسی پیش از شروع به کار، بلند کردن بار، حرکت در طول مسیر و تخلیه/قرار دادن بار در محل مدنظر است.

در این پژوهش، ابتدا واکاوی وظایف شغلی با استفاده از تکنیک تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی وظایف و همچنین مطالعهٔ رویه‌های کاری و مصاحبه با کارکنان صورت گرفت (شکل شمارهٔ ۱). تکنیک تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی وظایف یکی از روش‌های واکاوی وظایف شغلی است که معمولاً در فرایند ارزیابی قابلیت اطمینان و شناسایی خطاهای انسانی کاربرد دارد. در این روش، فعالیت‌هایی که کاربر برای دستیابی به اهداف از پیش تعیین‌شده انجام می‌دهد، به‌طور سلسله‌مراتبی و در قالب چارت یا جدول تجزیه‌وتحلیل می‌شوند (۱۵).

SPAR-H یکی از تکنیک‌های شناسایی و ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی است که برای واکاوی وظایف شغلی در امر ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی به‌کار می‌رود. در این روش، هشت عامل شکل‌دهندهٔ عملکردی شامل زمان در دسترس، استرس، تجربه و آموزش، پیچیدگی، تعامل انسان- ماشین، رویه‌ها، تناسب با وظیفه و فرایندهای کاری بررسی می‌شود (۱۶).



شکل ۱. دیاگرام HTA برای اپراتور جرثقیل سقفی

مراحل اجرای مطالعه

مرحلهٔ اول

تجزیه‌وتحلیل وظایف شغلی (تشخیصی، عملکردی و تشخیصی-عملکردی) اپراتورهای جرثقیل با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل سلسله‌مراتبی وظایف: وظایف تشخیصی شامل تفسیر و تصمیم‌گیری است و بر دانش و تجربهٔ فردی برای درک شرایط موجود، برنامه‌ریزی، اولویت‌بندی فعالیت‌ها و تعیین عملکردهای مناسب اتکا دارد. فعالیت‌های عملکردی نیز شامل انجام یک یا تعداد بیشتری فعالیت است که به‌وسیلهٔ تشخیص، قوانین

عملکـردی و یا دستورالعمل‌ها تعیین شدند. کار با پدال‌ها، واکنش در برابر یک آلارم و غیره نمونه‌هایی از وظایف عملکـردی هستند. وظایف تشخیصی-عملکردی شامل هر دو جنبهٔ وظایف تشخیصی و عملکردی است (۱۴).

با توجه به تعداد بالای وظایف و زیر وظایف، برای تعیـین اصلی‌ترین و بحرانی‌ترین وظـایف اپراتورها در کار با جرثقیل‌های سقفی، گروه بارش افکار شامل سرشیفت‌ها، اپراتورها و نفرات باتجربهٔ تعمیرات جرثقیل در محیط انجام پژوهش تشکیل گردید و پرخطرترین آن‌ها برای ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی وارد مطالعه شدند.

مرحلهٔ دوم

در این گام، احتمال خطای انسانی برای زیر وظایف شغلی محاسبه گردید. ایـن مرحله از مطالعه در قالب گام‌های زیر صورت گرفت:

الف. ارزیـابی تأثیر هـریـک از عوامـل شکل‌دهندهٔ عملکـرد از بعد تشخیصی یا عملکردی: در این مرحلـه، هـریـک از عوامل شکل‌دهندهٔ عملکردی (PSFs)برای وظایف تشخیصی یا عملکردی در وظایف مدنظر ارزیابی شد. هریک از این عوامل سـطوح متفاوتی بـا ضرایب خاص خود دارند. تعیین ضریب هریـک از عوامل شکل‌دهندهٔ عملکرد در کاربرگ‌های مربوط به فعالیت‌های تشخیصی یا عملکردی، ابتدا بـا اسـتفاده از روش‌های مشـاهدهٔ مستقیم و بدون تداخل اثرگـذار در اجـرای وظیفـهٔ روتـین اپراتورها، از سوی فرد پژوهشگر و سپس از طریق مصاحبه با سرشفیت‌ها و اپراتورهای دارای سابقه کاری بالا یا تعمیرکاران باتجربه مشـخص گردید.

ب. محاسبهٔ احتمـال رخداد خطا در وظایف شناسایی‌شده؛ ۱. برای وظایف تشخیصی اگر همهٔ مقادیر PSF اسمی باشـند، احتمـال رخداد خطا برابر با ۰/۰۱ در نظر گرفته می‌شود، در غیر این صورت، احتمال رخداد خطا برای وظایف تشـخیصی مطابق با رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود.

*رابطهٔ ۱. احتمال خطای وظایف تشخیصی؛*احتمال خطا برای وظایف تشخیصی: ۰/۰۱ × زمان در دسـترس × اسـترس و عوامل استرس‌زا × پیچیدگی × آموزش/تجربه × روش‌های عملیاتی × ارگونومی/HMI × تناسب با وظیفه × فرایندهای کاری.

۲. برای وظایف عملکردی اگر همه مقادیر PSF اسمی باشـند، احتمـال خطا برابر با ۰/۰۰۱ و در غیر این صورت، احتمال رخداد خطا برای وظایف عملکردی مطابق رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود.

رابطهٔ ۲. احتمال خطای وظایف عملکردی؛ احتمال خطا برای وظایف تشخیصی: ۰/۰۰۱ × زمان در دسـترس × اسـترس و عوامل استرس‌زا × پیچیدگی × آموزش/تجربه × روش‌های عملیاتی × ارگونومی/HMI × تناسب با وظیفه × فرایندهای کاری.

۳. محاسبهٔ عامل تنظیمی. زمانی که سه مورد و یـا بیشتر از عوامل شکل‌دهندهٔ عملکرد ضریب بالای یک داشته باشند، به‌جای معادلات بـالا، از معادلات دیگری استفاده می‌شود. احتمال خطای اسمی برای وظایف تشخیصی ۰/۰۱ و برای وظایف عملکردی ۰/۰۰۱ در راهنمای روش SPAR-H در نظر گرفته‌شده است. مقدار PSF ترکیبی (PSFc) که در ایـن حالت استفاده می‌گردد، حاصل‌ضرب همـهٔ مقـادیر تعیین‌شدهٔ عوامل شکل‌دهندهٔ عملکردی است؛ ازاین‌رو، برای احتمال رخداد خطای انسانی در وظایف با بیش از سه عامل منفی (عوامل با ضریب بالای یک)، در وظایف تشخیصی و عملکردی، به‌ترتیب از روابط ۳ و ۴ استفاده می‌شود. گفتنی است که احتمال رخداد خطا برای وظایف تشخیصی-عملکردی، از طریق جمع احتمال رخداد خطا برای هریک از وظایف تشخیصی و عملکردی حاصل می‌گردد (۱۴).

$$HEP_D = \frac{0.01 \times PSF_C}{0.01(PSF_C - 1) + 1}$$ *رابطهٔ ۳.*

$$HEP_A = \frac{0.001 \times PSF_C}{0.001(PSF_C - 1) + 1}$$ *رابطهٔ ۴.*

ج. محاسـبهٔ احتمـال خطای وظیفـه بـدون وابسـتگی (Pw/od). در مواردی که وظیفهٔ مدنظر بـدون تشـخیص باشد و هیچ وابستگی وجود نداشته، این مرحله حذف

می‌گردد.

د. تعیین میزان وابستگی موجود میان وظایف: از جدول شمارهٔ ۱ برای شرایط وابستگی استفاده‌شده است که خود شامل تغییر در فرد آنالیزشده، محدودهٔ زمانی نزدیک و یا دور، تغییر کردن یا نکردن مکان انجام‌وظیفه و وجود داشتن یا نداشتن نشانه‌های اضافی برای هدایت فرد است. در اینجا، منظور از وابستگی، اثر منفی یک خطای انسانی بر خطاهای بعدی است که در احتمال خطای کلی محاسبه می‌شود. وابستگی می‌تواند در حالت‌های کامل، بالا، متوسط، کم و یا صفر واکاوی گردد. پس از تعیین میزان وابستگی، میزان احتمال نهایی احتمال رخداد خطا محاسبه می‌شود (۱۷).

جدول ۱. سطوح وابستگی و معادلات محاسبهٔ آن‌ها

ردیف	کارکنان (مشابه یا متفاوت)	فاصلهٔ زمانی (نزدیک/ بافاصله)	محل انجام‌وظیفه (مشابه یا متفاوت)	علائم (اضافی و غیر اضافی)	سطح وابستگی	رابطهٔ احتمال خطای انسانی
۱	مشابه	نزدیک	مشابه	بدون نشانهٔ اضافی	کامل	احتمال خطا=۱
۲				با نشانهٔ اضافی	کامل	
۳			متفاوت	بدون نشانهٔ اضافی	بالا	$\frac{(1+P_{W/OD})}{2}$
۴				با نشانهٔ اضافی	بالا	
۵		بافاصله	مشابه	بدون نشانهٔ اضافی	بالا	
۶				با نشانهٔ اضافی	متوسط	$\frac{(1+6\times P_{W/OD})}{7}$
۷			متفاوت	بدون نشانهٔ اضافی	متوسط	
۸				با نشانهٔ اضافی	پایین	$\frac{(1+19\times P_{W/OD})}{20}$
۹	متفاوت	نزدیک	مشابه	بدون نشانهٔ اضافی	متوسط	
۱۰				با نشانهٔ اضافی	متوسط	$\frac{(1+6\times P_{W/OD})}{7}$
۱۱			متفاوت	بدون نشانهٔ اضافی	متوسط	
۱۲				با نشانهٔ اضافی	متوسط	
۱۳		بافاصله	مشابه	بدون نشانهٔ اضافی	پایین	
۱۴				با نشانهٔ اضافی	پایین	$\frac{(1+19\times P_{W/OD})}{20}$
۱۵			متفاوت	بدون نشانهٔ اضافی	پایین	
۱۶				با نشانهٔ اضافی	پایین	
۱۷		وابستگی صفر				احتمال شکست برابر $P_{W/OD}$

یافته ها

در مطالعهٔ فعلی، اپراتورهای جرثقیل ۲۴۰ واحد ذوب بررسی شدند. بررسی فعالیت‌های اپراتورهای جرثقیل سقفی و وظایف شغلی آنان با استفاده از تکنیک سلسله‌مراتبی آنالیز وظایف صورت گرفت (شکل شمارهٔ ۱). درنهایت، ۵ وظیفهٔ اصلی (تعویض و تحویل نوبت، بازرسی پیش از شروع به کار، بلند کردن بار، حرکت در طول مسیر و تخلیه/قرار دادن بار در محل مدنظر) و ۱۶ زیر وظیفهٔ آن‌ها برای ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی در انجام آن‌ها وارد مطالعه شدند.

یافته‌های حاصل از ارزیابی و آنالیز به روش SPAR-H در جدول شمارهٔ ۲ نشان داده‌شده‌اند. بیشترین احتمال خطا بدون محاسبهٔ ضریب وابستگی، مربوط به وظایف حرکت‌های عرضی، طولی و بالا و پایین آوردن بار (۰/۳۶۵۸) و کمترین احتمال خطا مربوط به فعالیت‌های ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و

جدول ۲. میزان احتمال رخداد خطا در فعالیت‌های جرثقیل‌های ۲۴۰ واحد ذوب

بخش‌ها		احتمال خطا در فعالیت‌های تشخیصی و عملکردی		احتمال خطای کل بدون ضریب وابستگی/pw/od	احتمال خطای کل با وابستگی
وظایف	زیر وظایف	تشخیصی	عملکردی		
تعویض و تحویل نوبت	حضور در پارکینگ برای تعویض نوبت	۰/۰۴۹۶	۰/۱۰۰۹	۰/۱۵۰۵	۰/۱۹۳
	ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و نوشتاری	–	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۵
بازرسی پیش از شروع به کار	مشاهدهٔ اجزا	۰/۰۴۹۶	۰/۱۰۰۹	۰/۱۵۰۵	۰/۱۹۳
	تست آژیرها، سلکتورها، پدال‌ها و اهرم‌ها	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
بلند کردن بار	حرکت هوک و قلاب به پایین	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	قرار گرفتن هوک و قلاب بالای بار	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	اتصال قلاب به بار	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	بالا بردن بار	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
حرکت در طول مسیر	حرکت عرضی	۰/۱۸۲۹	۰/۱۸۲۹	۰/۳۶۵۸	۰/۳۹۷۵
	حرکت طول	۰/۱۸۲۹	۰/۱۸۲۹	۰/۳۶۵۸	۰/۳۹۷۵
	حرکت بالا و پایین	۰/۱۸۲۹	۰/۱۸۲۹	۰/۳۶۵۸	۰/۳۹۷۵
	توقف حرکت	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
تخلیه/قرار دادن بار در محل مدنظر	حرکت هوک و قلاب به پایین	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	قرار دادن بار در محل مدنظر	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	جدا کردن قلاب از بار	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷
	بالا بردن هوک و قلاب	۰/۱۰۰۹	۰/۱۰۰۹	۰/۲۰۱۸	۰/۲۴۱۷

نوشتاری (۰/۰۰۹) بود. با در نظر گرفتن وابستگی نیز، بیشترین احتمال خطا مربوط به حرکت‌های عرضی، طولی و بالا و پایین آوردن بار (۰/۳۹۷۵) و کمترین احتمال خطا مربوط به وظیفهٔ ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و نوشتاری (۰/۰۵) است.

با توجه به جدول شمارهٔ ۲، زیر وظایف حرکت‌های عرضی، طولی و بالا و پایین آوردن بار با احتمال رخداد خطای ۰/۳۹۷۵ و زیر وظیفهٔ ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و نوشتاری با احتمال خطای ۰/۰۵، به‌ترتیب بیشترین و کمترین احتمال رخداد خطا را دارند.

در بعد تشخصی، بیشترین احتمال رخداد خطا به حرکت‌های عرضی، طولی و بالا و پایین آوردن بار (۰/۱۸۲۹) و کمترین آن مربوط به زیر وظایف حضور در پارکینگ برای تعویض نوبت و مشاهدهٔ اجزا (۰/۰۴۹۶) مربوط می‌شود. در بعد عملکردی نیز بیشترین احتمال رخداد خطا مربوط به حرکت‌های طولی، عرضی و بالا و پایین (۰/۱۸۲۹) است. کمترین احتمال رخداد خطا در بعد عملکردی نیز به زیر وظیفه ثبت گزارش نوبت و انتقال اطلاعات به‌صورت گفتاری و نوشتاری (۰/۰۰۹) مربوط می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف ارزیابی احتمال رخداد خطای انسانی در فعالیت‌های جابجایی بار به‌وسیلهٔ جرثقیل سقفی در یک صنعت فلزی صورت گرفت. بلند کردن بار،

حرکت در مسیر و تخلیه/قرار دادن بار در محل مدنظر به‌عنوان مهم‌ترین وظایف از لحاظ رخداد خطای انسانی شناسایی شدند.

عامل رویه‌های کاری یکی از عوامل شکل‌دهندهٔ عملکرد مؤثر بر خطا است. در این عامل، وجود و استفادهٔ درست از دستورالعمل‌ها و رویه‌های کاری رسمی برای انجام وظایف شغلی مدنظر قرار می‌گیرد. در این مطالعه، این عامل بر اساس مصاحبه‌ها با اپراتورها و همچنین بررسی رویه‌های کاری موجود و در دسترس واکاوی شد که چند مورد نقص از قبیل وجود نداشتن برخی دستورالعمل‌های کاری و نبودِ آموزش صحیح به‌کارگیری برخی دیگر مشاهده‌شده است. نتایج مطالعهٔ مرتضوی و همکاران نشان می‌دهد که خطاها به علت در دسترس نبودن دستورالعمل‌های مکتوب و یا آموزش ندادن دستورالعمل‌های مناسب و نحوهٔ اجرای به‌موقع آن‌ها بود (۱۸).

در مطالعه‌ای که عیوضلو و همکاران در ارتباط با یک ژنراتور تولید داروی هسته‌ای، با استفاده از روش SPAR-H انجام دادند، میانگین احتمال خطا ۰/۳۲ برآورد شد که نسبت به میزان متناظر در مطالعهٔ حاضر (۰/۲۵۲) بیشتر است (۱۹)؛ همچنین در مطالعه یادشده، ۷۶ درصد از زیر وظایف سطح بالایی از استرس و ۹۰ درصد از آن‌ها سطح بالایی از پیچیدگی داشتند که این امر می‌تواند نشان از همبستگی بالای این دو عامل باشد (۱۹). علاوه بر این، در مطالعهٔ یادشده، حدود ۱۳ درصد از زیر وظایف دستورالعمل ضعیف و ۹۳ درصد شرایط ارگونومیکی ضعیف داشتند که این موضوع می‌تواند بیانگر تأثیر بسزای این دو عامل بر افزایش احتمال رخداد خطای انسانی باشد (۱۹). در مطالعه‌ای که علی‌آبادی و همکاران انجام دادند، میانگین احتمال رخداد خطای انسانی در عملیات پیگرانی معادل ۰/۲۱۸ برآورد شد که نسبت به میزان متناظر در مطالعهٔ فعلی، کمتر است. این اختلاف می‌تواند ناشی از متفاوت بودن زمینهٔ مطالعه، تجربهٔ افراد و غیره باشد (۲۰)؛ همچنین در مطالعهٔ مذکور، از زمان در دسترس، استرس، پیچیدگی، دستورالعمل‌های کاری و شرایط ارگونومی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رخداد خطا یادشده است (۲۰).

در ارتباط با عامل ارگونومی در ایجاد خطاهای انسانی در جرثقیل‌های سقفی، مغایرت‌هایی از قبیل پوسچر نامناسب، خم کردن سرو گردن به جلو با زاویه بیش از ۳۰ درجه، طراحی نامناسب صندلی‌ها، لرزش و ارتعاشات بیش‌ازحد جرثقیل‌ها، طراحی نامناسب اتاقک جرثقیل، وجود نرده در مسیر دید اپراتور و همچنین چرخش کمر به سبب وجود نقاط کور در زمان باربرداری مشاهده گردید. نتایج مطالعهٔ مارتین راسموسن و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان داد که کمبود زمان در دسترس، فقدان آموزش و یا تجربه و ضعف تعامل میان انسان و ماشین از عوامل ایجادکنندهٔ خطا شناسایی شدند که با نتایج مطالعهٔ حاضر همخوانی دارد (۲۱).

در مطالعهٔ قلعه‌نوعی و همکاران، مهم‌ترین عوامل مؤثر در بروز خطای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل، خستگی، کمبود تجربه، هوشیاری، پیچیدگی وظایف، استرس روحی، بار کاری فراوان، تمرکز، وضوح نداشتن دستورالعمل‌ها و کافی نبودن آموزش‌ها عنوان‌شده است که با نتایج مطالعهٔ فعلی همخوانی دارد (۲۲). گفتنی است خستگی یکی از زیر فاکتورهای عامل شکل‌دهندهٔ تناسب با کار است که پرستاران از آن به‌عنوان یکی از عواملی یاد کرده‌اند که به شکل منفی بر جو ایمنی درک شده است (۲۳). سابقهٔ کاری و آموزش کارکنان یکی از عوامل مؤثر در رخداد خطای انسانی است. در مطالعهٔ زراع نژاد و همکاران بیان شد که سه عامل «تعامل با کنترل‌گرها و نشانگرها»، «دستورالعمل‌ها» و «آموزش و تجربه»، به‌تنهایی ۷۱ درصد از عوامل مؤثر در بروز خطای انسانی در اپراتورهای اتاق کنترل را به خود اختصاص داده‌اند (۲۴). در مطالعهٔ حاضر نیز، آموزش و تجربه به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر بروز خطا در وظایف شغلی شناسایی شد.

کوچک بودن فضای فعالیت جرثقیل‌ها، طراحی و چیدمان نامناسب دستگاه‌ها و قرارگیری نامناسب تجهیزات در مسیر حرکت جرثقیل‌ها، اپراتور را به انجام اعمال غیر ایمن از قبیل حرکت‌های زیگزاگی وادار می‌کند. از سوی

دیگر، مشکلاتی مانند غیراستاندارد و خراب بودن صندلی‌های اپراتور جرثقیل‌ها، اختلال در دستگاه‌های ارتباطی، استفاده از یک کانال بی‌سیم برای چندین بخش و عمل نکردن و خرابی سیستم آنتی‌کلوژن (سیستم ترمز هوشمند) می‌تواند پیامدهایی مانند سقوط پاتیل مذاب، سقوط تاندیش، شل، سقوط اسلب و غیره را به همراه داشته باشد. سقوط پاتیل خالی از مواد مذاب، سقوط اسلب و سقوط الکترود چند نمونه از حوادثی هستند که علت رخداد آن‌ها می‌تواند مربوط به خطای انسانی باشد.

در این پژوهش می‌توان علل عمدهٔ خطاهای انسانی را به زمان ناکافی، عوامل استرس‌زا، نقایص مربوط به ارگونومی و تعامل میان انسان و ماشین و اجرای ناقص دستورالعمل‌ها نسبت داد. در پایان پیشنهاد می‌شود که تصمیم‌گیرندگان برای کاهش و پیشگیری از بروز خطاهای انسانی در جرثقیل‌های سالن ذوب، اقداماتی از قبیل کاهش شدت اثر عوامل استرس‌زا مانند صدا و ارتعاش جرثقیل‌ها، بررسی کارایی دستگاه‌های روشنایی و ارتباطی مانند بی‌سیم و پیجر، بهبود شرایط ارگونومیکی محیط کار از قبیل تهیهٔ صندلی استاندارد و ارگونومیک، تهیهٔ دستورالعمل‌های کاری مناسب و کامل، آموزش و نظارت بر اجرای درست دستورالعمل‌ها، نصب علائم هشداردهنده و همچنین در صورت لزوم، طراحی مجدد اتاقک را در پیش بگیرند.

تشکر و قدردانی

در پایان، از همکاری مدیریت محترم مجتمع فولاد هرمزگان و مسئولان نوبت‌ها و اپراتورهای جرثقیل‌های سقفی تقدیر و تشکر می‌گردد. این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ مصوب با عنوان «ارزیابی خطای انسانی در اپراتورهای جرثقیل سقفی با استفاده از روش واکاوی ریسک استانداردشدهٔ صنعتی SPAR-H در شرکت فولاد هرمزگان جنوب» است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که تضاد منافعی در این مطالعه وجود ندارد.

کد اخلاق: IR.ACECR.JDM.REC.1399.005

References

1. Hollnagel EJC. Control. Hum Reliabil Analy 1993;2:123-6.
2. Donaldson MS, Corrigan JM, Kohn LT. To err is human building a safer health system. 1th ed. National Acad Publication. 2000;P.49-82.
3. Lees F. Lees loss prevention in the process industries hazard identification assessment and control. 4th ed. Butterworth Heinemann Elsevier Publication.2012; P.131-203.
4. Evangeliou N, Balkanski Y, Cozic A, Hao W, Mouillot F, Thonicke K, et al. Fire evolution in the radioactive forests of Ukraine and Belarus future risks for the population and the environment. Ecol Monogr 2015;85:49-72. doi.10.1890/14-1227.1
5. Karwowski W. Accident analysis and human error international encyclopedia of ergonomics and human factors volume set.1th ed. CRC Publication. 2006; P.1937-40.
6. Dhillon BS. Human reliability error and human factors in engineering maintenance.1th ed. Taylor Franc Publication.2009. P.1-10.
7. Mandal S, Singh K, Behera R, Sahu S, Raj N, Maiti JJESWA. Human error identification and risk prioritization in overhead crane operations using hta and sherpa and fuzzy Vikor method. Exp Syst Appl 2015;42:7195-206. doi.10.1016/j.eswa.2015.05.033
8. Walsh T, Beatty PCJPm. Human factors error and patient monitoring. Physiol Measure2002;23:111-32.
9. Stanton NA. Hierarchical task analysis developments applications and extensions. Appl Ergon2006;1;37:55-79. doi.10.1016/j.apergo.2005.06.003
10. Jahangiri M, Hoboubi N, Rostamabadi A, Keshavarzi S, Hosseini AA. Human error analysis in a permit to work system a case study in a chemical plant. Saf Health Work2016;7:6-11. doi.10.1016/j.shaw.2015.06.002
11. Tanha F, Mazloumi A, Faraji V, Kazemi Z, Shoghi MJJoH. [Evaluation of human errors using standardized plant analysis risk human reliability analysis technique among delivery emergency nurses in a hospital affiliated to Tehran University of medical sciences]. J Hospital 2015;14:57-66. (Persian)
12. Mohammadfam I, Movafagh M, Soltanian A, Salavati M, Bashirian S. Assessment of human errors in the nursing profession of intensive cardiac care unit using Spar H method]. Occup Med2015; 7: 10-22. (Persian)
13. Rasekh RJIJoE. [Evaluation of human reliability by standardized plant analysis risk Spar H method in the dialysis process in ebne sina hospital Shiraz]. Iranian J Ergon2019;7: 44-56. (Persian)
14. Gertman D, Blackman H, Marble J, Byers J, Smith

C. The Spar H human reliability analysis method. US Nucle Regul Com 2005;230:35.
15. Diaper D, Stanton N. The handbook of task analysis for human computer interaction. 2th ed. CRC Publication. 2003;P.1-30.
16. Blackman HS, Gertman DI, Boring RL. Human error quantification using performance shaping factors in the Spar H method. Proce Hum Fact Ergon Soc Meet 2008; 52: 1697. doi.10.1177/154193120805202109
17. Gertman D, Blackman H, Marble J, Byers J, Smith CJUNRC. The spar H human reliability analysis method. Am Nuclear Soc Int Top Meet Nucle Plant Ins Cont Hum 2005;230:35.
18. Mortazavi S, 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]. J Kermanshah Uni Med Sci 2008; 12: 308-322. (Persian)
19. Eyvazlou M, Dadashpourahangar A, Rahimi A, Davarpanah MR, Sayyahi SS, Mohebali MJIjoos, et al. Human reliability assessment in a 99Mo 99mTc generator production facility using the standardized plant analysis risk human Spar H technique. Int J Occup Saf Ergon2019;25:321-30. doi. 10.1080/10803548.2017.1415832
20. Aliabadi MM, Esmaeili R, Mohammadfam I, Ashrafi M. Application of a standardized plant analysis risk human reliability method to pipeline inspection gauge operations. J Occup Hyg Eng 2019;6:34-43.
21. VandeMerwe K, Hogenboom S, Rasmussen M, Laumann K, Gould KJSE, Management. Human reliability analysis for the petroleum industry lessons learned from applying Spar H. SPE Econ Manag2014;6:159-64. doi.10.2118/168470-PA
22. Ghalenoei M, Asilian H, Mortazavi S, Varmazyar S. [Human erroranalysis among petrochemical plant control room operators with human errorassessment and reduction technique]. Iran Occup Health J2009;6:38-50. (Persian)
23. Khamma A, Poursadeghiyan M, Marioryad H. Patient safety climate and its affecting factors among rehabilitation health care staff of hospitals and rehabilitation centers in Iran Tehran. Iranian Rehabil J 2019;17:39-47. doi.10.32598/irj.17.1.39
24. Zarrnezhad A, Jabbari M, Keshavarzi MJIOH. [Identification of the human errors in control room operators by application of HEIST method case study in an oil company]. Iran Occup Health 2013;10: 11-23. (Persian)