



Journal of Environmental
Management and Law

فصلنامه مدیریت و حقوق محیط زیست

<https://sanad.iau.ir/en/Journal/jeml>

Investigating the effect of educational interventions and safety climate factors on improving risk perception of hazardous situations of working at height and working in confined spaces among workers employed in grain storage silos

Farzin Sayyad Ghorbani Shirin¹, Sanaz Hosseini^{*2}

¹ HSE Consultant and Silo Safety Officer

² Expert in charge of the HSE Center

**Corresponding Author: Sanaz Hosseini6081 @gmail.com*

Original Paper

Abstract

Received: 2024.12.08

Accepted: 2025.05.31

Keywords:

Working at height,
working in confined
spaces,
risk perception,
educational
interventions.

Falling from a height and respiratory diseases caused by working in confined spaces are one of the main and at the same time the most important risks in most temporary grain storage silos, so that if safety tips and requirements are not observed, the possibility of irreparable injuries and even death for the technical and maintenance personnel of these facilities is not unimaginable. The purpose of this study is to determine the effect of educational interventions and safety climate factors on providing a work environment with a high safety culture and understanding the risk of dangerous situations of working at height and in confined spaces among the technical, engineering and operational personnel of temporary grain storage silos. In this study, 15 workers and personnel from PM's technical, engineering and operations units entered the study phase. Background information on safety culture and climate was obtained by completing a safety climate questionnaire, and a behavioral questionnaire was used to examine the risk perception of dangerous work situations at height, including dangerous work situations on scaffolding, conveyors, and work in the space inside hives. Factor analysis was used to analyze factors related to safety climate and risk perception using the Bonferroni adjustment test (from the series of post hoc tests in analysis of variance) and binary logistic regression test in the SPSS21 software environment. The results of the present study indicate a significant impact of educational interventions on the components of safety culture and employee empowerment in relation to the perception of the risk of hazardous work situations at height and in confined spaces. In this regard, the findings indicate that holding training classes focusing on the importance of safety in the workplace can have a positive impact on workers' behavior to a large extent and promote a safety culture in the silo workplace.



Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the

بررسی تأثیر مداخلات آموزشی و فاکتورهای جو ایمنی در بهبود درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته در کارگران شاغل در سیلوی نگهداری غلات

فرزین صیاد قربانی شیرین^۱، ساناز حسینی^{۲*}

۱- مشاور HSE و مسئول ایمنی سیلو

۲- کارشناس مسئول مرکز HSE

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Sanaz Hosseini6081@gmail.com

نوع مقاله: علمی-پژوهشی	چکیده
تاریخچه مقاله: ارسال: ۱۴۰۳/۰۹/۱۸ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰	سقوط از ارتفاع و همچنین بیماری‌های تنفسی ناشی از کار در فضاهای بسته یکی از اصلی‌ترین و در عین حال مهمترین خطرات موجود در اکثر سیلوهای نگهداری موقت غلات هستند، به گونه‌ای که در صورت عدم رعایت نکات و الزامات ایمنی، امکان بروز صدمات جبران ناپذیر و حتی مرگ برای پرسنل بخش فنی و نگهداری این تأسیسات خالی از تصور نیست. هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان تأثیر مداخلات آموزشی و فاکتورهای جو ایمنی بر فراهم آوردن محیط کاری با فرهنگ ایمنی بالا و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و فضای بسته در بین پرسنل فنی مهندسی و عملیاتی سیلوی نگهداری موقت غلات است. در این مطالعه، ۱۵ نفر از کارگران و پرسنل واحدهای فنی مهندسی و عملیات PM وارد فاز مطالعه شدند. اطلاعات زمینه‌ای فرهنگ و جو ایمنی از طریق تکمیل پرسشنامه جو امنیتی و جهت بررسی درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع از پرسشنامه رفتاری شامل موقعیت‌های خطرناک کار بر روی داربست، کانویر و کار در فضای درون کندوها استفاده شد. آنالیز فاکتور جهت انجام تحلیل فاکتورهای مرتبط با جو ایمنی و درک ریسک با استفاده از آزمون تعدیل بونفرونی (از سری آزمون‌های تعقیبی در تحلیل واریانس) و آزمون رگرسیون لجستیک باینری در محیط نرم افزار SPSS21 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر حاکی از تأثیر چشمگیر مداخلات آموزشی بر مولفه‌های فرهنگ ایمنی و توانمندسازی کارکنان در ارتباط با درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و فضای بسته است. همچنین انجام مداخلات آموزشی سبب بهبود چشمگیر در فرهنگ ایمنی کارگران شده است. در همین راستا یافته‌ها بیانگر آن است که برگزاری کلاس‌های آموزشی با محوریت اهمیت موضوع ایمنی در محیط کار می‌تواند تا حد زیادی بر رفتار کارگران تأثیر مثبت گذاشته و سبب ارتقاء فرهنگ ایمنی در محیط کاری سیلو گردد.
کلمات کلیدی: کار در ارتفاع، کار در فضای بسته، درک ریسک، مداخلات آموزشی.	

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه و رو به رشد تولیدی و اقتصادی، فرآیند صنعتی شدن، گسترش زیرساخت‌های فنی و اقتصادی و در عین حال عدم توجه کافی به مقوله ایمنی در فعالیتهای صنعتی باعث افزایش میزان حوادث ناشی از کار شده است. حوادث ناشی از کار به حوادثی اطلاق می‌شود که در حین انجام وظایف شغلی در محیط کار به وقوع پیوسته و منجر به بروز آسیب‌های کشنده و غیرکشنده می‌شود (Halvani et al, 2005). طبق گزارشات ارائه شده توسط سازمان بهداشت جهانی، سالیانه در حدود ۳/۵ میلیون نفر در جهان جان خود را در اثر حوادث شغلی از دست می‌دهند و خسارات ناشی از این حوادث به حدود ۵۰۰ میلیون دلار برآورد می‌گردد (Sepehr et al., 2014). طبق گزارشات سازمان بین‌المللی کار، یک سوم مرگ‌های ناشی از کار به دلیل حوادث رخ می‌دهند (Teixeira et al., 2019). همچنین طبق آخرین گزارش رسمی پزشکی قانونی، در سال ۱۴۰۳ تعداد ۲۶۵۴۸ نفر به علت حوادث حین کار در ایران دچار آسیب شده که سبب ۱۹۸۶ مورد مرگ شده است. مطالعات حاکی از آن است که شدیدترین حوادث بعد از معادن مربوط به صنعت ساخت و ساز است (Teixeira et al, 2019). وجود خطرات مختلف در عملیات ساخت و ساز این صنعت را به یکی از پر مخاطره ترین صنایع در دنیا مبدل کرده است (Mirzaei, 2006). سالانه حدود ۱۰۸۰۰۰ حادثه منجر به مرگ در صنعت ساخت و ساز در سراسر دنیا روی می‌دهد که معادل ۳۰٪ از کل حوادث شغلی منجر به مرگ است (Asivandzadeh et al., 2020). در بخش مرتبط با فعالیتهای ساخت و ساز و فنی مهندسی، کار در ارتفاع از مهمترین و اصلی‌ترین عوامل بروز مرگ و میر کارگران گزارش شده است. طبق آمار ارائه شده توسط اداره کار ایالات متحده آمریکا (BLS)، به طور تقریبی هر ساله ۱۵۰/۰۰۰ حادثه ساختمانی به وقوع می‌پیوندد. سازمان OSHA، سقوط از ارتفاع را عامل اصلی جراحت و آسیب‌های ساختمانی معرفی کرده است (Mortazavi et al., 2010). امروزه مدیران صنایع دریافته‌اند که برای کاهش نرخ حوادث، یکی از راه‌های قابل توجه و مهم، توجه به ایمنی است. عمدتاً حوادث در بخش صنعت به دلایل مختلفی به وقوع می‌پیوندد که بخش اعظم آن‌ها شامل ضعف در شناسایی شرایط ناایمن که ممکن است قبل از شروع فعالیت وجود داشته باشد و یا این که بعد از شروع فعالیت گسترش یابد، عدم توقف کار بعد از شناسایی یک موقعیت ناایمن توسط کارکنان، تصمیم به انجام عمل ناایمن بدون توجه به شرایط اولیه محیط کار.

همچنین در صنعت سیلوگذاری، علاوه بر کار در ارتفاع، یکی دیگر از مخاطراتی که کارگران، بالاخص کارگران شاغل در بخش کفروبی سیلوهای نگهداری موقت غلات با آن مواجه هستند، وجود گرد و غبار زیاد در محدوده کاری است که به نوبه خود سبب بروز بیماری‌های مزمن و حاد همچون برونشیت، تحریک مجاری تنفسی و ... می‌گردد. علاوه بر این گرد و غبار غلات بر روی پوست بدن اثرات نامطلوبی می‌گذارد (Hnizdo et al., 2006). به استناد آمار سازمان تأمین اجتماعی ایران، در سال ۱۴۰۲ در حدود ۲۷/۳۷۷ نفر در ایران دچار مسمومیت ناشی از کار و ۲۱۵۵ نفر بر اثر حوادث ناشی از کار فوت شده‌اند که از این میان ۴۶٪ ناشی از سقوط از بلندی بوده است. امروزه ثابت شده که مهمترین عامل در بروز حوادث شغلی، اعمال ناایمن با میزان ۸۰٪ بوده و تنها ۱۰٪ این حوادث به دلیل شرایط ناایمن است (Mirzaei, 2006).

با توجه به کثرت افراد در معرض مواجهه با آلاینده‌های ایجاد شده در فرآیند کفروبی سیلو، نیاز به تهیه و تدوین یک برنامه جامع به منظور کاهش میزان مواجهه با گرد و غبار ناشی از کفروبی سیلوه‌ها بسیار حائز اهمیت است. ارزیابی ریسک مرتبط با گرد و غبار یکی از راه‌های نیل به این هدف بوده و می‌تواند در تصمیم‌گیری ارائه راهکارهای کنترلی کمک شایانی نماید (Allahyari, 2006). هدف از انجام فرآیند ارزیابی ریسک گرد و غبار، شامل ارزیابی میزان مواجهه و تعیین احتمال اثرات نامطلوب تماس با گرد و غبار است. یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده ایمنی و سلامت شغلی، عوامل خطرساز سازمانی محل کار هستند که شامل عوامل روانی اجتماعی از قبیل جو ایمنی هستند (Mohammadi Zeidi et al., 2013). جو ایمنی مفهومی چند بعدی سازمانی است که بر رفتارهای ایمن کارگران در سطح سازمانی، گروهی و فردی اثر گذار است. اصطلاح جو ایمنی به درک مشترک کارگران در ارتباط با اجرا و اولویت بندی اقدامات مرتبط با ایمنی، سیاست‌ها و فرآیندهای ایمنی در محیط کار در مقایسه با سایر اولویت‌ها مانند تولید اطلاق می‌شود. مقوله جو ایمنی در توصیف

بینش‌های مشترک کارکنان از نحوه مدیریت ایمنی در محیط کار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مقوله نسبتاً ناپایدار بوده و تحت تغییر اجزای محیط یا شرایط موجود دچار تغییر می‌شود. اهمیت جو ایمنی به قابلیت پذیرش آن توسط کارکنان و همچنین به قابلیت آن در پیش بینی رفتار ایمن مربوط می‌شود (Larsson, 2008). ضعف در شناسایی شرایط ناایمن قبل از شروع به کار، تداوم فعالیت بعد از شناسایی شرایط ناایمن و تصمیم به انجام عمل ناایمن، سه عامل اصلی در بروز حوادث مرتبط با کار در ارتفاع و فضای بسته هستند (Abdelhamid & Everett, 2000). پژوهشگران معتقدند آموزش مسائل ایمنی یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر سطح فرهنگ ایمنی سازمان‌ها است. آموزش ایمنی سبب ارتقاء آگاهی و انگیزش و به دنبال آن تغییر در نگرش فرد و در نهایت سبب ارتقاء فرهنگ ایمنی می‌گردد (Asivandzadeh et al., 2020). از مهمترین خصوصیات جو ایمنی مثبت ارتباط مناسب بین کارکنان و مدیران، مشارکت پرسنل در تصمیم‌گیری‌های مربوط به ایمنی و بهداشت و از همه مهمتر تعهد مدیریت به مقوله ایمنی است. به عبارتی جو ایمنی تلاشی در جهت شناسایی نقاط ضعف ایمنی و فرصت‌های لازم برای اصلاح آن است. ارزیابی جو ایمنی تصویری از وضعیت ایمنی سازمان در زمان مشخص را فراهم می‌کند و اندازه‌گیری آن برای شناسایی حیطه‌هایی که نیاز به بهبود و توجه بیشتر دارند بسیار مفید است (Abedinzadeh et al., 2022).

با توجه به مطالب فوق الذکر و با توجه به اهمیت فرهنگ ایمنی به عنوان یکی از عوامل دخیل در پیشگیری و کاهش حوادث شغلی، مطالعه حاضر به منظور بررسی بینش و نگرش کارگران واحدهای فنی مهندسی و عملیات نسبت به موضوعات ایمنی کار در ارتفاع و فضای بسته و تحلیل رفتار آنان در موقعیت‌های خطرناک انجام می‌گیرد.

Mortazavi و همکاران (۲۰۱۰)، در مطالعه خود با موضوع بررسی ارتباط میان فاکتورهای جو ایمنی و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع در میان کارگران ساختمانی دریافتند که فاکتورهای نگرش کارگران نسبت به مقوله ایمنی و سطح ریسک در کارگاه‌های ساختمانی و روابط کاری بدست آمده از آنالیز فاکتور ۵۷٪ واریانس کل هستند. همچنین دریافتند که موقعیت‌های کار بر روی داربست بدون گاردریل و حفاظت لبه‌ها، دسترسی به داربست با بالا و پایین رفتن از اتصالات نردبانی محکم نشده جزء ریسک‌ها و موقعیت‌های خطرناک بوده که در اکثر کارگاه‌های ساختمانی دیده می‌شود. Golbabaie و همکاران (۲۰۱۱)، در مطالعه خود با موضوع ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه با فیوم کل در فرآیندهای مختلف جوشکاری در یک صنعت خودروسازی دریافتند که راه‌های کنترلی مورد نیاز و موثر شامل کنترل فنی، پایش هوای تنفسی و بیولوژیکی جوشکاران، آموزش، اجرای برنامه‌های حفاظت تنفسی، توسعه و اجرای روش‌های کاری صحیح و ایمن و در نهایت ارزیابی مجدد ریسک بعد از اجرای روش‌های کنترلی هستند. Miralizadeh و همکاران (۲۰۲۴)، در مقاله خود با موضوع ارزیابی ریسک بهداشتی آلاینده‌های ذره‌ای هوا (PM_{10} و $PM_{2.5}$) در منطقه پونک تهران دریافتند که غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} تنها در یک روز در سال از مقدار توصیه شده EPA فراتر رفته و برابر با $230 \mu g/m^3$ شده است که خطر سرطان‌زایی جدی برای همه گروه‌های سنی را در بر دارد.

آموزش ایمنی سبب ارتقاء آگاهی و انگیزش و به دنبال آن تغییر در نگرش فرد و در نهایت سبب ارتقاء فرهنگ ایمنی می‌گردد (Asivandzadeh et al., 2020). با توجه به کلیه موارد فوق الذکر و مهمتر از همه اهمیت فرهنگ ایمنی به عنوان عامل مهم در پیشگیری و کاهش میزان حوادث شغلی، مطالعه حاضر جهت بررسی میزان تأثیر آموزش ایمنی بر بهبود فرهنگ ایمنی و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته صورت می‌پذیرد.

مواد و روش‌ها

محقق شدن اهداف تحقیقاتی و دستیابی به نتایج کاربردی مستلزم تدوین و تهیه استراتژی کاربردی و حصول برنامه کاربردی است. بدین منظور تحقیق حاضر به روش آزمایشی به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در یک سیلوی غلات در سال ۱۴۰۳ صورت پذیرفت. پس از

انجام بازدید و بررسی‌های به عمل آمده و با در نظرگیری پارامترهای کاری نظیر انجام فرآیند PM و تعمیرات بر روی برج الواتور، کانوایر و روی کندوهای ذخیره‌سازی و همچنین فرآیند کفروبی باقیمانده غلات درون هر کندو، جامعه آماری هدف جهت انجام تحقیق مشخص شد. جهت گردآوری اطلاعات مورد نیاز از یک پرسشنامه دو مرحله‌ای شامل آیتم‌های مرتبط با جو ایمنی در بخش اول و آیتم‌های مرتبط با رفتار بر روی ۸ موقعیت خطرناک کار در ارتفاع و ۱ موقعیت خطرناک کار در فضای بسته استفاده شد. بدین منظور قبل از انجام مداخلات آموزشی، پرسشنامه‌های مربوطه بین پرسنل واحد فنی مهندسی و تأسیسات توزیع و پس از تکمیل جمع آوری شدند. همچنین جهت بررسی مقایسه‌ای درصد پاسخ پرسنل به ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته از چک لیست استفاده شد. بخش اول پرسشنامه از ۱۰ آیتم مرتبط با جو ایمنی تشکیل شده است. با توجه به تعدد پرسشنامه‌های موجود در زمینه جو ایمنی، در این مطالعه از پرسشنامه تدوین شده توسط مک دونالد و هری مک ۲۰۰۱ جهت بررسی بینش و نگرش پرسنل نسبت به مقولاتی همچون روش‌های ایمنی انجام کار، محیط کار ایمن، لوازم و تجهیزات حفاظت فردی استفاده شد. در این تحقیق پرسنل واحد فنی مهندسی و تأسیسات جهت ارزیابی فرهنگ ایمنی انتخاب شدند. بخش دوم پرسشنامه جهت بررسی میزان درک ریسک ۸ موقعیت خطرناک کار در ارتفاع شامل کار بر روی برج الواتور، کار بر روی کانوایر، کار بر روی سازه کندوها، کار بر روی داربستی که به خوبی تخته‌گذاری نشده است، کار بر روی داربست بدون گاردریل و لبه‌های حفاظتی، بالا و پایین رفتن از اتصالات جهت دسترسی به داربست، نردبان با اتصالات محکم نشده، استفاده از نردبان شکسته شده و یک موقعیت خطرناک کار در فضای بسته هستند. در این نظرسنجی از پرسنل خواسته شد ارزیابی خود نسبت به سطح ریسک موقعیت‌های خطرناک با طیف لیکرت (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) تعیین نمایند (Mortazavi et al., 2010). موقعیت‌های خطرناک شناسایی شده در جدول شماره ۵ ارائه شده است. مجموعاً اطلاعات مربوط به ۱۵ نفر پرسنل شاغل در بخش فنی مهندسی و عملیات که دارای خطرات و حوادث متنوعی بودند، به عنوان گروه‌های هدف شناسایی و جمع آوری گردیدند.

جهت حصول اطمینان از بومی بودن پرسشنامه تهیه شده، روایی و پایایی مجدد آن در پرسشنامه مورد سنجش قرار گرفت (Asivandzadeh et al., 2020). جهت سنجش پایایی پرسشنامه مزبور از روش همسانی درونی با محاسبه آلفای کرونباخ $\alpha=0/83$ با استفاده از نرم افزار SPSS 21، استفاده گردید. ابعاد پرسشنامه مذکور شامل موارد زیر است:

- (۱) صلاحیت و آموزش پرسنل.
- (۲) ارجحیت بین مقوله ایمنی و مقوله بارگیری.
- (۳) وضعیت ارتباطات درون سازمانی.
- (۴) حوادث و شبه حوادث رخ داده.
- (۵) تعهدات مدیریت و سازمان.
- (۶) تفکرات سرپرستان و مدیران در زمینه ایمنی.
- (۷) وضعیت رعایت قوانین و مقررات ایمنی و بهداشت محیط کار.
- (۸) وضعیت نادیده گرفتن قوانین و مقررات ایمنی و بهداشت محیط کار.
- (۹) نگرش کلیه کارکنان نسبت به فرهنگ ایمنی.

انجام مداخلات آموزشی

در این پژوهش انجام مداخلات آموزشی شامل ۲ مرحله است. مرحله نخست انجام مداخلات آموزشی و مرحله دوم بررسی میزان اثربخشی مداخلات آموزشی انجام شده. در ابتدا پیش از انجام مداخلات آموزشی مد نظر، با همفکری و برگزاری جلساتی با مسئول ایمنی و همچنین کمیته ارزیابی ریسک سیلو، تصمیماتی در خصوص ارائه جزوات آموزشی، کتب فنی تخصصی، دستورالعمل‌ها و اسلایدهای آموزشی مبتنی بر نوع فعالیت‌های تخصصی بخش تأسیسات و واحد فنی و مهندسی اتخاذ گردید. تدوین دوره‌های آموزشی مدنظر عمدتاً

بر اساس بررسی و ارزیابی ریسک صورت پذیرفته، نظرات مشخصه کمیته ارزیابی ریسک، مخاطرات موجود در هر رده شغلی در واحد فنی مهندسی و عملیات، مصاحبه با پرسنل شاغل در هر بخش و استفاده از نظرات کارشناسان خبره در زمینه ایمنی انجام شد. درون مایه این دوره‌های آموزشی شامل بررسی حوادث مشابه رخ داده در صنایع و علل وقوع آن‌ها، شرایط و عوامل ایجاد مخاطره در محیط کار، آشنایی پرسنل با انواع لوازم و تجهیزات حفاظت فردی در محیط کار و طریقه صحیح استفاده از آن‌ها، آموزش افراد در زمینه نحوه برخورد در هنگام مواجهه با عوامل و شرایط خطرناک و مخاطره آمیز در محیط کار و اتخاذ تصمیمات منطقی و به موقع مبتنی بر رعایت کامل مسائل و نکات ایمنی، آشنایی با شرایط و اعمال نایمن، افزایش سطح درک پرسنل شاغل در زمینه کار در ارتفاع و کار در فضای بسته در خصوص تشخیص و تمییز شرایط و اعمال نایمن در محیط کار، بررسی میزان تأثیرات تغییر رفتارات نایمن در محیط کار و درک شرایط خطرناک، افزایش سطح درک و آگاهی پرسنل نسبت به زبان‌های شرایط نامناسب ارگونومی و اتخاذ شرایط ارگونومی مناسب در ایستگاه‌های کاری بوده است. با توجه به تعداد کم نفرات شاغل در واحدهای فنی مهندسی و عملیات، کلیه پرسنل در قالب یک گروه تحت آموزش قرار گرفتند. انجام فرآیند مداخلات آموزشی در ۶ جلسه (هر هفته یک جلسه دو ساعته) انجام شد. انجام فرآیند آموزشی در محل امور اداری سیلو و به شکل انجام بحث گروهی، مداخله پرسنل فنی مهندسی و عملیات در فرایند بحث گروهی، تشکیل جلسه طوفان فکری و نظرسنجی از پرسنل در خصوص درک رفتارات نایمن بوده است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

فرایند تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار SPSS21 انجام شد. میانگین مولفه‌های فرهنگ ایمنی و پاسخ پرسنل به موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته تعیین گردید. ابعاد جو ایمنی با استفاده از روش واریمکس بر روی اطلاعات بدست آمده از پرسشنامه جو ایمنی صورت پذیرفت. روش واریمکس رایج‌ترین روش چرخش متعامد در تحلیل عاملی است. هدف این چرخش رسیدن به ساختار ساده با متعامد نگه داشتن محوره‌های عاملی است. روش واریمکس پیچیدگی مولفه‌ها را از طریق بزرگ سازی بارهای بزرگ و کوچک سازی بارهای کوچک در داخل هر مولفه (ستون) به حداقل می‌رساند. در این مطالعه مقادیر به صورت $KMO = 0/72$ و $Bartlett Test = 362/134$ و $P < 0/05$ ، $df = 55$ بدست آمد. بار فاکتور بیشتر از $0/3$ جهت برآورد حداقل سطح، بار $0/4$ به عنوان مهمترین بار و بار برابر یا بیشتر از $0/5$ به طور عملی مهم هستند (Mortazavi et al., 2010). مجموع اطلاعات بدست آمده از آنالیز انجام شده حاکی از آن است که میان پرسنل پاسخ دهنده همبستگی وجود داشته و از اینرو اطلاعات بدست آمده جهت انجام آنالیزهای آماری مناسب هستند. جهت بررسی میزان تأثیر مداخلات آموزشی انجام شده بر فرهنگ ایمنی و درک پرسنل نسبت به اعمال، شرایط و موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و فضای بسته قبل از انجام این مداخلات و یک ماه بعد از مداخلات آموزشی مزکور، از مقایسه دو به دوی تعدیل بونفرونی استفاده گردید. آزمون تعدیل بونفرونی یکی از آزمون‌های تعقیبی در تحلیل واریانس می باشد که برای مقایسه دو به دوی گروه‌ها بکار می رود تا دقیقاً مشخص شود که کدامیک از دو گروه‌ها با یکدیگر تفاوت دارند (Asivandzadeh et al., 2020). جهت بررسی نقش و میزان تأثیرات فرهنگ ایمنی بر تغییر رفتار پرسنل در مواجهه با شرایط و موقعیت‌های نایمن و خطرناک در محیط کار از آزمون رگرسیون لجستیک باینری استفاده شد. این آزمون تعیین رابطه متغیرهای مستقل با یک متغیر وابسته دوگانه (دو جوابی صفر و یک) است. تکنیک رگرسیون برای ارزیابی قدرت رابطه بین یک متغیر وابسته و مستقل استفاده می‌شود. این آزمون به پیش بینی مقدار یک متغیر وابسته از یک یا چند متغیر مستقل کمک می‌کند. مدل رگرسیون لجستیک باینری، یکی از اقسام رگرسیون لجستیک است که تعداد طبقات متغیر پاسخ در این مدل دو دسته هستند. در صورت بیشتر بودن تعداد طبقات از دو عدد، با توجه به جنس پاسخ‌های ارائه شده به صورت اسمی و ترتیبی، مدل رگرسیون اسمی و رگرسیون ترتیبی پدید می‌آید (Asivandzadeh et al., 2020). در این مطالعه متغیرهای مستقل (مولفه‌های فرهنگی) و متغیرهای وابسته (موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته) با استفاده از آزمون ارزیابی لجستیک باینری مورد ارزیابی اثرات مستقل قرار گرفته و سطح معنی داری $0/01$ انتخاب شد. جهت تعیین میزان ریسک مواجهه با گرد و غبار و گازهای محبوس در فضای بسته درون کندوها، از روش توسعه یافته توسط بخش ایمنی و بهداشت

وزارت کار سنگاپور با نام روش نیمه کمی ارزیابی تماس شغلی با مواد شیمیایی استفاده شد (Ministry of Manpower, 2005). این روش در یازده مرحله انجام می‌شود که مهمترین آن‌ها عبارتند از مراحل شناسایی مواد مخاطره آمیز، تعیین میزان مخاطره (HR)، تماس، سطح تماس (ER) و در نهایت تعیین سطح ریسک مواجهه است. نتایج ارزیابی میزان مواجهه پرسنل بخش عملیات کفروبی با گرد و غبار گازهای محبوس درون کندوها در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

نتایج

خصوصیات و اطلاعات جمعیت شناختی کارکنان شرکت کننده در مطالعه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. داده‌ها حاکی از آن است که میانگین سنی پرسنل ۳۵/۶ سال با دامنه تغییرات ۲۷-۴۹ سال، میانگین سابقه کاری پرسنل ۹/۴۱ سال و سطح تحصیلات ۷۲/۳٪ لیسانس، ۲/۳۸٪ فوق لیسانس و ۲۵/۳۲٪ دیپلم بوده است. فاکتورهای مربوط به جو ایمنی ۵۳٪ کل واریانس را تشکیل می‌دهند. نتایج مربوط به آنالیز فاکتور جو ایمنی در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- اطلاعات جمعیت شناختی مربوط به پرسنل شرکت کننده در مطالعه

Table 1 – Demographic information pertaining to the personnel participating in the study

متغیر	میانگین
سن	۳۵/۶ (۲۷ – ۴۹) سال
سابقه کار	۹/۴۱ ± ۱/۲۶ سال
سطح تحصیلات	
کارشناسی ارشد	۲/۳۸٪
کارشناسی	۷۲/۳٪
دیپلم	۲۵/۳۲٪

شکل ۲- میانگین غلظت گرد و غبار در فضای داخلی کندوها

Fig. 2- Mean Dust Concentration inside the Hives

میانگین غلظت (mg/m^3)	میانگین
۰/۰۲۷ (۰/۰۱۵)	< ۰/۰۵

جدول ۳- آنالیز فاکتور برای آیتم‌های جو ایمنی

Table 3 – Factor Analysis of Safety Climate Items

ردیف	آیتم	فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳
۱	لرزم نیاز به برقراری روابط کاری خوب میان پرسنل جهت افزایش سطح ایمنی با اهمیت است.	۰/۰۴۸	۰/۷۴۱	۰/۰۴۶
۲	انجام آموزش در خصوص پاسخ به موقعیت‌های خطرناک در محیط کار الزامیست	۰/۷۴۱	۰/۵۴۳	۰/۰۱۳
۳	جلوگیری از وقوع حوادث در محیط کار وظیفه هر شخص است.	۰/۲۷۱	۰/۷۲۶	۰/۰۷۲
۴	انجام کار در ارتفاع دارای ریسک قابل توجهی است.	۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۷۴۲
۵	زمان کافی جهت انجام کار به صورت ایمن وجود دارد.	۰/۷۱۲	۰/۲۴۲	۰/۱۱۴
۶	استفاده از لوازم و تجهیزات ایمنی در کاهش میزان صدمات مفید هستند.	۰/۷۱۰	۰/۲۶۳	۰/۰۱۱
۷	اکثر پرسنل با روش‌های استفاده صحیح از لوازم و تجهیزات حفاظت فردی و روش‌های انجام صحیح کار آشنا هستند.	۰/۶۳۹	۰/۳۱۶	۰/۰۶۴
۸	انجام کار به صورت ایمن بخشی از توانایی‌های فنی پرسنل محسوب می‌گردد.	۰/۴۲۳	۰/۰۲۲	۰/۴۴۶

با توجه به نتایج مطالعات به عمل آمده مشاهده گردید که میانگین نهایی سطح شاخص فرهنگ ایمنی پرسنل شاغل در واحدهای فنی مهندسی و عملیات قبل از انجام مداخلات آموزشی $21/6 \pm 143$ بوده که کمتر از حد مطلوب تعریف شده در فرهنگ ایمنی است. در جدول شماره ۴، میانگین نمرات مراحل انجام مولفه‌های فرهنگ ایمنی نشان داده شده است (Asivandzadeh et al., 2020). بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، مولفه تعهد سازمانی و تعهد مدیریت نامطلوب‌ترین و وضعیت نگرش کلیه پرسنل به فرهنگ ایمنی مطلوب‌ترین وضعیت را دارا بوده است. میزان درک ریسک موقعیت‌های مخاطره آمیز کار در ارتفاع و کار در فضای بسته به صورت درصد در جدول شماره ۵ آورده شده است. از نتایج بدست آمده می‌توان دریافت که ارائه پاسخ‌های متناقض به فاکتورهای مشخص شده حاکی از عدم درک کافی پرسنل به مخاطرات فرآیند کار در ارتفاع و کار در فضای بسته است.

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص مولفه‌های فرهنگ ایمنی در محیط کار

Table 4 - Comparison of the Mean Index of Safety Culture Components in the Workplace

میانگین شاخص (بعد از انجام مداخله آموزشی)	میانگین شاخص (پیش از مداخله آموزشی)	شاخص مطلوبیت	مولفه فرهنگ ایمنی ارائه شده
۲۷/۶	۱۶	۲۰	انجام آموزش‌های حین کار و صلاحیت پرسنل
۲۱/۳	۹	۱۷	بررسی مقایسه‌ای بین ارجحیت انجام کار با ایمنی
۲۹/۵	۱۰	۲۰	ارتباطات مابین پرسنل با یکدیگر
۲۰/۳	۸	۱۶	ارتباطات مابین پرسنل با مدیریت
۴۷/۹	۲۰	۴۲	میزان مشارکت پرسنل در امور مرتبط با ایمنی
۲۸/۲	۱۷	۲۶	آگاهی پرسنل از حوادث و انواع شبه حوادث
۳۵	۱۶	۳۱	تعهدات مدیریت ارشد به مقوله ایمنی
۲۶/۷	۱۱	۱۹	وضعیت سرشیفتان واحد فنی و مهندسی
۵۳/۴	۲۴	۴۶	میزان رعایت قوانین و مقررات ایمنی در محیط کار
۱۶/۸	۶	۱۲	میزان عدم رعایت قوانین و مقررات ایمنی در محیط کار
۵۲/۷	۲۲	۴۶	سطح نگرش کلیه پرسنل

مقایسه مقادیر بدست آمده از بررسی فرهنگ ایمنی و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک قبل و یک ماه بعد از انجام مداخلات آموزشی در جدول شماره ۶ آورده شده است. با توجه به مجموع مقادیر بدست آمده مشخص شد که اختلاف معنی داری مابین میزان درک کارگران از موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته و همچنین فرهنگ ایمنی قبل و بعد از انجام مداخلات آموزشی وجود دارد. طبق مقادیر بدست آمده از جدول شماره ۶، بعد از انجام فرآیند مداخله آموزشی، میانگین سطح فرهنگ ایمنی به رقم $27/6 \pm 249/31$ ارتقاء پیدا کرد. همچنین با توجه به مقادیر بدست آمده و ارائه شده در جدول شماره ۵، بعد از انجام مداخلات آموزشی، سطح درک کارگران نسبت به موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته افزایش پیدا کرده و میزان توانایی آنان در رابطه با تصمیم‌گیری صحیح و سریع در مواقع مواجهه با عوامل یا شرایط خطرناک به سطح مطلوب رسیده است (Asivandzadeh et al., 2020). نتایج حاصل از تعدیل بونفرونی بیانگر وجود اختلاف معنی داری بین نمرات فرهنگ ایمنی و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته قبل و بعد از انجام فرآیند مداخلات آموزشی است.

شکل ۵- مقایسه پاسخ پرسنل به درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع، قبل و بعد از انجام مداخلات آموزشی

Fig. 5: Comparison of personnel responses to risk perception of hazardous work-at-height situations, before and after the implementation of educational interventions

موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته			قبل از انجام مداخلات آموزشی			یکماه بعد از انجام مداخلات آموزشی		
			کم	متوسط	زیاد	کم	متوسط	زیاد
کار بر روی برج الواتور				۷۰			۹۶	
کار بر روی کانوایر				۶۲		۸۹		
کار بر روی سازه کندو				۷۶			۹۳	
کار بر روی داربستی که به خوبی تخته گذاری نشده است				۶۵		۹۶		
کار بر روی داربست بدون گارد ریل و لبه های حفاظتی				۶۲			۹۱	
بالا و پایین رفتن از اتصالات جهت دسترسی به داربست				۵۹		۷۳		
نردبان با اتصالات محکم نشده				۶۹			۸۷	
استفاده از نردبان شکسته شده				۶۲			۹۹	
وجود ذرات گرد و غبار و گازهای محبوس در فضای درون کندوها				۷۲			۹۹	

شکل ۶- مقایسه نمرات فرهنگ ایمنی، درک ریسک موقعیت‌های خطرناک و جو ایمنی قبل و بعد از انجام مداخلات آموزشی

Fig. 6 - Comparison of Safety Culture Scores, Risk Perception of Hazardous Situations, and Safety Climate Before and After Educational Interventions

مولفه	بازه زمانی	P - Value
فرهنگ ایمنی	قبل از انجام مداخلات آموزشی	۰/۰۵
	بعد از انجام مداخلات آموزشی	۰/۰۷
درک کارگران نسبت به موقعیت‌های خطرناک	قبل از انجام مداخلات آموزشی	۰/۰۳
	بعد از انجام مداخلات آموزشی	۰/۲
جو ایمنی	قبل از انجام مداخلات آموزشی	۰/۰۳
	بعد از انجام مداخلات آموزشی	۰/۷

جهت بررسی میزان تأثیرات مداخلات آموزشی بر نگرش پرسنل در مواجهه با موقعیت‌های خطرناک از آزمون لجستیک باینری استفاده شد. هدف از انجام آزمون لجستیک باینری بررسی اثرات مستقل فاکتورهای (مخاطرات کار در ارتفاع و فضای بسته، درک ریسک و جو ایمنی) بر روی موقعیت‌های خطرناک شناسایی شده است. در این فرآیند، ۹ موقعیت خطرناک کار در ارتفاع و فضای بسته به عنوان متغیرهای وابسته و فاکتورهای جو ایمنی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شدند (Mortazavi et al., 2010). نتایج آزمون لجستیک باینری در جدول شماره ۷ آورده شده است. طبق نتایج آزمون لجستیک باینری، بعد از انجام مداخلات آموزشی، ارتباط معکوس و معنی داری بین تمامی موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع، کار در فضای بسته، فرهنگ ایمنی و جو ایمنی برقرار شد.

شکل ۷- رگرسیون لجستیک باینری موقعیت‌های خطرناک

Fig. 7- Binary Logistic Regression of Hazardous Situations

فرهنگ ایمنی و جو ایمنی قبل از انجام			یکماه بعد از انجام مداخلات آموزشی			ریسک موقعیت‌های خطرناک
مداخلات آموزشی			آموزشی			
B	Wald	P - Value	B	Wald	P - Value	
۰/۰۳۷	۱/۰۱	۰/۰۷۲	-۰/۳۹۶	۴/۰۲۹	۰/۰۸	کار بر روی برج الواتور
۰/۲۴۲	۱/۲۰	۰/۰۱۸	-۰/۴۰۶	۵/۲۸۱	۰/۰۷	کار بر روی کانوایر
-۰/۱۵	۳/۲۹	۰/۰۰۲	-۰/۳۶۸	۳/۰۵	۰/۱۱	کار بر روی سازه کندو
-۰/۸۲	۵/۰۲۶	۰/۰۴۱	-۰/۷۰۶	۵/۴۲۹	۰/۰۸	کار بر روی داربستی که به خوبی تخته گذاری نشده است
۰/۲۴۶	۱/۶۲	۰/۱۴	-۰/۸۷۲	۱/۴۹۱	۰/۶۱۸	کار با داربست بدون گاردریل و تخته‌های حفاظتی
-۰/۰۶۵	۴/۱۲	۰/۰۴۲	-۰/۷۰۱	۶/۵۱۴	۰/۰۵	بالا و پایین رفتن از اتصالات جهت دسترسی به داربست
۰/۹۵	۳/۲۹	۰/۰۰۷	-۰/۳۲۱	۱/۲۵۹	۰/۰۳۹	نردبان با اتصالات محکم نشده
-۰/۱۲	۱/۲۰۱	۰/۰۴۹	-۰/۶۲۸	۲/۰۲۶	۰/۶۱۶	استفاده از نردبان شکسته شده
۰/۳۴۲	۱/۶۶	۰/۱۶	-۰/۴۰۶	۷/۰۲۲	۰/۰۰۹	وجود ذرات گرد و غبار و گازهای محبوس در فضای درون کندوها

کار بر روی کانوایر، کار بر روی سازه کندوها، کار بر روی داربست بدون تخته، دارای بیشترین درصد پاسخ به ریسک‌ها بوده و کار بر روی داربست بدون حفاظ گذاری دارای کمترین میزان ریسک شناسایی شده است. مقادیر منفی ضریب B بدست آمده در موقعیت‌های خطرناک اشاره شده بیانگر تأثیرات مستقیم نگرش ایمنی در مواجهه با این موقعیت‌ها است. فاکتور مداخلات آموزشی دارای ارتباط معنی داری با ۴ مورد موقعیت خطرناک و فاکتور جو ایمنی نیز دارای ارتباط معنی داری با ۵ مورد موقعیت خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته است.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی میزان تأثیرات مداخلات آموزشی بر فرهنگ ایمنی و درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته بین پرسنل شاغل در سیلوی غلات است. نتایج حاصل از اجرای این طرح پژوهشی حاکی از تأثیرات مثبت انجام فرآیند مداخلات آموزشی به همراه مداخلات فنی و PM در بهبود فرهنگ ایمنی کارگران نسبت به موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته دارد. میانگین امتیاز جو ایمنی برای کلیه ابعاد بالاتر از میانگین طیف لیکرت یعنی (۳) بوده و در بین فاکتورهای اندازه گیری شده، نگرش و مشارکت و تعهد کارکنان در زمینه ایمنی بالاترین میانگین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند و پس از آن‌ها به ترتیب متغیرهای دانش و تعهد مدیریت قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج حاصل از جدول شماره ۴، میانگین شاخص مولفه‌های فرهنگ ایمنی در مراحل اول و دوم انجام مداخلات آموزشی افزایش معنی داری داشته که به نوبه خود نشان دهنده تأثیرات سازنده انجام آموزش و اقدامات فنی بر فرهنگ ایمنی کارکنان است. سطح نگرش کارگران شاغل در سیلو به مقوله ایمنی ارتباط مستقیم و مثبتی با سطح دانش، آموزش‌های حین خدمت قوانین و مقررات جاری و رویه‌های ایمنی حاکم در محدوده سیلو دارد. بر اساس یافته‌های مطالعه، افراد دارای مدارک تحصیلی دانشگاهی دارای سطح ایمنی بالاتر و معنی داری نسبت به سایر کارکنان هستند. همسو با یافته‌های تحقیق فوق، مطالعه صورت پذیرفته توسط سیگولارو نیز حاکی از بالاتر بودن سطح فرهنگ ایمنی در افراد با تحصیلات

بیشتر است. وی عنوان نمود که داشتن دانش ایمنی و مهارت فنی عوامل تعیین کننده‌ای برای اختلاف فردی از لحاظ عملکرد ایمنی است.

نتایج حاصل از پژوهش بیانگر آن است که متوسط نمره جو ایمنی قبل از انجام مداخلات آموزشی ۱۴/۴۵٪ و بعد از انجام مداخلات آموزشی به رقم ۳۲/۶۸٪ ارتقاء یافته است. از آنجایی که این مقدار دارای روندی صعودی است، در نتیجه جو ایمنی واحد مورد مطالعه مثبت است. نتایج بررسی فوق حاکی از آن است که جو ایمنی نسبت به قبل از انجام مداخلات آموزشی رشد قابل توجهی داشته است. انجام مطالعات فوق بیانگر آن است که انجام فرآیند مداخلات آموزشی تأثیر بسیار زیادی بر نگرش آن‌ها در زمینه جو ایمنی و نگرش آن‌ها بر ریسک در محیط کاری دارد (Mortazavi et al., 2010). در صورتی که قبل از انجام مداخلات آموزشی، این مولفه‌ها وضعیت نامطلوبی داشته که به نوبه خود ناشی از عدم توجه و اهتمام مدیران ارشد در رابطه با توجه به برقراری ارتباط سازنده با پرسنل عملیاتی، بررسی وضعیت ایمنی محیط کار پرسنل، تأثیر آموزش و آگاهی دادن به کارگران در خصوص رعایت نکات ایمنی است. نگرش ایمنی که بیانگر اعتقادات و احساسات کارکنان نسبت به سیاست‌ها و اقدامات ایمنی است، یکی از مهمترین فاکتورهای بر جو ایمنی بوده که به صورت گسترده توسط سایر محققین مورد بررسی قرار گرفته است. راه حل‌های ایمنی که تنها بر پایه رویکردهای مهندسی، مقررات و دستورالعمل‌ها باشند، در صورتی که نگرش‌ها نسبت به ایمنی ضعیف باشند و سیستم مدیریت ایمنی موثر در محیط کار، مبتنی بر ارتباطات سازنده مابین مدیریت و کارکنان عملیاتی حاکم نباشد، با شکست مواجه خواهد شد. بنابر این مداخلات آموزشی بایستی به شیوه‌ای خاص روی این متغیر تمرکز داشته تا بهبود عملکرد و جو ایمنی را تسریع بخشد. بررسی‌های صورت گرفته نشان دهنده آن است که عدم توجه کافی مدیریت به ارتباط با پرسنل عملیاتی به نوبه خود به سبب نادیده گرفتن قوانین، مقررات و مسائل مرتبط با ایمنی و بهداشت حرفه‌ای از سوی پرسنل در محیط کار شده است و همان‌طور که از نتایج حاصله مشاهده می‌گردد، مولفه ارتباط مابین پرسنل با مدیریت در نامطلوبترین وضعیت است. بر اساس یافته‌های ذکر شده در جدول شماره ۵، موقعیت‌های زیر از کمترین میزان ریسک در بین پرسنل برخوردار هستند:

- کار بر روی برج الواتور.

- کار بر روی کانوایر.

- کار بر روی داربست بدون گاردریل و لبه‌های حفاظتی.

این یافته‌ها حاکی از عدم درک صحیح پرسنل عملیاتی سیلو نسبت به موقعیت‌های خطرناک کار در محوطه سیلو است. همچنین موارد زیر دارای بیشترین مقادیر ریسک بوده و در این موارد اکثر پرسنل توقف کامل کار را ترجیح می‌دهند:

- کار بر روی سازه کندو.

- کار بر روی داربستی که به خوبی تخته گذاری نشده است.

- بالا و پایین رفتن از اتصالات جهت دسترسی به داربست.

- استفاده از نردبان شکسته شد.

- وجود ذرات گرد و غبار و گازهای محبوس در فضای درون کندوها.

جهت بدست آوردن ترتیب پیشبینی کننده‌ها از آماره Wald استفاده شد. از میان ۵ موقعیت بدست آمده، کار بر روی داربستی که به خوبی تخته گذاری نشده است به دلیل داشتن Wald بالا (۵/۰۲۶)، به عنوان مهمترین موقعیت در پیش بینی رفتار محسوب می‌گردد (Mortazavi et al., 2010). مقدار ضریب B آیتم کار بر روی داربستی که به خوبی تخته گذاری نشده برابر با ۰/۸۲- بوده که بیانگر سطح آگاهی پرسنل عملیاتی از مباحث ایمنی و عدم انجام کار در موقعیت‌های خطرناک است. ضریب مثبت B بیانگر تمایل پرسنل به انجام کار در موقعیت مدنظر را نشان می‌دهد. با دقت در نتایج ارائه شده در جدول شماره ۷ مشاهده می‌گردد که پس از انجام مداخلات آموزشی فاکتورهای وجود ذرات گرد و غبار و گازهای محبوس در فضای درونی کندوها با Wald ۷/۰۲۲ و بالا و پایین رفتن از اتصالات

جهت دسترسی به داربست با Wald ۶/۵۱۴ به عنوان مهمترین موقعیت در پیش بینی رفتار در نظر گرفته می‌شود و توانایی لمس و درک عمیق موقعیت‌های خطرناک را توسط پرسنل عملیاتی نشان می‌دهد. در مراحل نهایی این تحقیق شاهد آن بودیم که پرسنل عملیاتی در شناسایی انواع مخاطرات موجود در محدوده کاری سیلو و همچنین بحث گروهی در رابطه با آن‌ها مشارکت و انگیزش بیشتری از خود نشان داده و انجام کار با کیفیت بهتر و در عین حال توجه بیشتر به سلامت و ایمنی خود و سایر پرسنل را از خود نشان می‌دهند (Asivandzadeh et al., 2020). وجود ضرایب منفی B در آیت‌های بدست آمده یک ماه بعد از انجام مداخلات آموزشی حاکی از افزایش آگاهی پرسنل نسبت به مخاطرات و همچنین تمایل به انجام کار در شرایط ایمن دارد. همچنین نتایج آزمون رگرسیون لجستیک باینری بر روی مجموع داده‌ها حاکی از وجود ارتباط مهم آماری میان نگرش و رفتار ایمنی پرسنل است. پیشرفت‌های روز افزون در زمینه مسائل ایمنی با تمرکز هرچه بیشتر بر مطالعات مداخله‌ای سبب خلق فرصت‌های جدیدی در زمینه تشویق کارکنان به نگرش مثبت به مقوله ایمنی و متعاقباً کاهش حوادث داشته است. در این راستا مطالعات صورت پذیرفته توسط کوپر با ارائه مدلی جهت بررسی تأثیر آموزش ایمنی بر فرهنگ ایمنی موفق به اثبات فرضیه مورد نظر در مطالعات شده و اظهار داشتند که آموزش مسائل ایمنی می‌تواند بر فرهنگ ایمنی و متعاقباً عملکرد کارکنان تأثیرات مثبت بگذارد. تغییر نگرش مدیریت نسبت به ایمنی با مقدم شمردن آن در انجام فرآیندها در هر شرایطی و انتقال این نگرش از طریق وضع مقررات ایمنی و تبلیغ فرهنگ و جو ایمنی به پرسنل زیرمجموعه خود در کنار تأمین آسایش و سلامت جسمانی و روانی آن‌ها، ایجاد انگیزش و بهبود شرایط و محیط کار می‌تواند نقش موثری در افزایش بهره‌وری و کاهش حوادث داشته باشد.

گزارشات ناشی از حوادث شغلی و آثار و پیامدهای فردی و اجتماعی ناشی از آن‌ها بیانگر اهمیت موضوع آموزش و نقش آن در بهبود تفکر و نگرش کارکنان به مسائل ایمنی است. صنایع و کارگاه‌ها می‌توانند با اتخاذ سری تدابیر ایمنی و بهداشتی، طراحی صحیح فنی مهندسی به همراه انجام آموزش‌های لازمه به صورت منسجم از وقوع حوادث شغلی و پیامدهای ناشی از آن جلوگیری نمایند. مداخلات آموزشی تأثیر به سزایی در کاهش حوادث شغلی و افزایش سطح فاکتورهای جو ایمنی و بهبود نگرش پرسنل به مقوله ایمنی دارد. برگزاری دوره‌های آموزشی به واسطه انجام فرآیند مداخله آموزشی به نوبه خود علاوه بر سطح فرهنگ و نگرش ایمنی پرسنل عملیاتی، به نوبه خود سبب اتخاذ تدابیر ایمنی و بهداشتی صحیح در محیط کار توسط مدیریت ارشد خواهد شد. یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر بیانگر تأثیر بالای حضور و مشارکت پرسنل عملیاتی در جلسات مرتبط با مقوله ایمنی در سیلو بوده و نقش زیادی در افزایش سطح درک ریسک موقعیت‌های خطرناک کار در ارتفاع و کار در فضای بسته دارد. نتایج حاصل از این تحقیق به طور خلاصه در ذیل ارائه شده است.

- ۱- انجام فرآیند مداخلات آموزشی به همراه پیشرفت‌های نوین در زمینه ایمنی و بهداشت محیط کار، با ایجاد فرصت‌های جدید، باعث بهبود نگرش پرسنل به مقوله ایمنی و کاهش حوادث در محیط کار می‌شود.
- ۲- در یک بازه زمانی بعد از انجام مداخلات آموزشی، افزایش معنی داری در میانگین نمرات رفتار ایمنی پرسنل مشاهده شد.
- ۳- انجام فرآیند مداخلات آموزشی سبب افزایش معنی داری در تعهدات مدیریت ارشد در زمینه اهتمام به مسائل مرتبط با ایمنی در سیلو شده است.
- ۴- در این مطالعه بعد از انجام مداخلات آموزشی، وضعیت آموزش و همچنین نگرش کلی پرسنل به فرهنگ ایمنی و ارجحیت بین مقوله ایمنی و کار افزایش معنی داری پیدا کرد.
- ۵- تشکل کمیته ارزیابی ریسک با مشارکت مسئولین HSE، مسئول ایمنی شرکت، مدیریت ارشد شرکت و پرسنل شاغل در بخش فنی و مهندسی و عملیات جهت کنترل ریسک‌های موجود در محدوده سیلو نقش مهمی در کاهش سوانح دارد.
- ۶- تدوین برنامه حفاظت در برابر سقوط و همچنین حفاظت در شرایط کار در فضای بسته به عنوان یکی از ارکان اصلی کاهش مخاطرات شغلی پیشنهاد می‌گردد.

۷- تبادل نظرات و اشتراک گذاری تجربیات بین پرسنل با یکدیگر می‌تواند گامی موثر در جهت نیل به اهداف و همچنین بهبود شرایط و جو ایمنی در محیط کاری سیلو باشد.

Extended Abstract

Introduction: Occupational accidents remain a significant concern in developing countries, particularly in industries involving high-risk activities such as working at height and in confined spaces. According to global reports, approximately 3.5 million people die annually from work-related incidents, with substantial economic losses estimated at 500 billion USD. In Iran, official data from 1403 (2024) indicate 26,548 injuries and 1,986 fatalities from occupational accidents, with falls from height accounting for 46% of deaths. The grain storage silo industry is particularly hazardous due to activities like maintenance on elevator towers, conveyors, and hive structures, as well as silo cleaning, which exposes workers to dust and confined space risks. Safety climate, defined as workers' shared perceptions of safety policies and priorities, plays a crucial role in influencing safe behaviors. Poor risk perception and unsafe acts contribute to 80% of accidents, underscoring the need for educational interventions to enhance awareness and culture. This study investigates the impact of educational interventions and safety climate factors on improving risk perception of hazardous situations in working at height and confined spaces among grain silo workers.

Materials and methods: This quasi-experimental study employed a pre-test and post-test design conducted in a grain silo facility in 1403 (2024). The target population consisted of 15 technical engineering and operations personnel exposed to high-risk tasks, such as preventive maintenance on elevator towers, conveyors, and storage hives, as well as silo floor cleaning. Data were collected using a two-part questionnaire: the first part assessed safety climate with 10 items adapted from McDonald and Harry's 2001 questionnaire (Cronbach's alpha = 0.83), covering dimensions like personnel competence, safety prioritization, communication, and management commitment. The second part evaluated risk perception of 8 height-related hazards (e.g., working on scaffolds without guardrails) and 1 confined space hazard (dust and trapped gases in hives) using a Likert scale. Educational interventions were delivered over 6 two-hour weekly sessions, including lectures, group discussions, brainstorming, and materials on hazard identification, PPE usage, ergonomics, and safe decision-making. Statistical analysis was performed using SPSS 21, including factor analysis (Varimax rotation, KMO = 0.72), Bonferroni-adjusted pairwise comparisons, and binary logistic regression to examine the effects of safety climate on risk perception. Exposure risk to dust and gases was assessed using Singapore's semi-quantitative method.

Results: Participants had a mean age of 35.6 years (range: 27-49), mean work experience of 9.41 years, and education levels of 72.3% bachelor's, 2.38% master's, and 25.32% diploma. Safety climate factors explained 53% of variance, with organizational commitment and management dedication scoring lowest pre-intervention. Pre-intervention mean safety culture score was 143 ± 21.6 (below optimal), improving to 249.31 ± 27.6 post-intervention ($p < 0.05$). Risk perception increased significantly, with workers showing better recognition of hazards like unscaffolded platforms and broken ladders. Binary logistic regression revealed inverse significant relationships between safety climate factors and all 9 hazardous situations post-intervention, with working on unscaffolded platforms (Wald = 5.026) and confined space dust exposure (Wald = 7.022) as strongest predictors of safe behavior. Bonferroni tests confirmed significant differences in safety culture and risk perception pre- and post-intervention.

Discussion and Conclusion: The findings demonstrate that educational interventions, combined with technical measures, significantly enhance safety culture and risk perception among silo workers, leading to safer behaviors and reduced accident potential. Post-intervention improvements align with prior studies (e.g., Mortazavi et al., 2010; Asivandzadeh et al., 2020), emphasizing the role of training in fostering positive attitudes toward safety. Workers with higher education exhibited superior safety performance, consistent with literature linking knowledge to better outcomes. Limitations include the small sample size; future research should involve larger cohorts and longitudinal follow-up. Recommendations include forming risk assessment committees, developing fall protection programs, and promoting experience-sharing among workers. Overall, targeted education fosters a proactive safety climate, ultimately minimizing occupational hazards in high-risk industries like grain silos.

Keywords: Safety climate, Risk perception, Educational interventions, Work at height, Confined spaces, Confined spaces, Occupational hazards.

References

- Halvani, G., Fallah, H., Barkhordari, A., Daman, R. K., Behjati, M., & Koohi, F. (2010). A Survey of causes of occupational accidents at working place under protection of Yazd Social Security Organization in 2005. *Iran occupational health*, 7(3), 22-9. [In Persian]
- Sepehr, P., Mohammad Fam, I., & Ketabi, D. (2014). Effect of engineering and management interventions on promoting safety culture indicators among workers of Iranian pipe rolling factory. *Tolooebehdasht*, 13(3), 11-20. [In Persian]
- Teixeira, L. R., Azevedo, T. M., Bortkiewicz, A., da Silva, D. T. C., de Abreu, W., de Almeida, M. S., ... & Braga, J. U. (2019). WHO/ILO work-related burden of disease and injury: protocol for systematic reviews of exposure to occupational noise and of the effect of exposure to occupational noise on cardiovascular disease. *Environment international*, 125, 567-578.
- Mirzaei, H. (2006). Guide to safety, health and workplace conditions. *Training center and Industrial Research of Iran*, 27.
- Asivandzadeh, E., Jamalizadeh, Z., Safari Variani, A., Mohebi, A., & Khoshnavaz, H. (2020). Evaluating the Impact of Training and Technical Interventions on Improving Safety Culture and Understanding the Risk of Dangerous Situations at Height among Construction Workers, *Journal of Health*, 11(1), 109-122.
- Mortazavi, S. B., Asilian, H., Ostavakhan, M. (2010). "A Survey of the Relationship between Safety Climate Factors and Risk Perception of Hazardous Work-at-Height Situations among Construction Workers." *Iranian Occupational Health Journal*, 8(1).
- Allahyari, T. (2006). *Risk analysis and risk assessment in chemical processes*. Fanavaran. [in Persian].
- Mohammadi Zeidi, I., Pakpour Haji Agha, A., & Mohammadi Zeidi, B. (2013). The effect of an educational intervention based on the theory of planned behavior to improve safety climate. *Iran Occupational Health*, 9(4), 30-40.
- Larsson, S., Pousette, A., & Törner, M. (2008). Psychological climate and safety in the construction industry-mediated influence on safety behaviour. *Safety Science*, 46(3), 405-412.
- Abdelhamid, T. S., & Everett, J. G. (2000). Identifying root causes of construction accidents. *Journal of construction engineering and management*, 126(1), 52-60.
- Abedinzadeh, F., Givchchi, S., & Hoveidi, H. (2022). Assessment of Safety Climate Among Employees of an Industrial Poultry Slaughterhouse. *Journal of Environmental Studies*, 47(4), 429-444. doi: 10.22059/jes.2021.318405.1008139
- Golbabaie, F., Ghahri, A., Mahdizadeh, M., Ghiasuddin, M., Mohajer, K., & Eskandari, D. (2011). Health risk assessment of exposure to total fume in different welding processes of an automobile industry. *Journal of Health and Safety at Work*, 1(1), 9-18.
- Miralizadeh Fard, S. R., Khoram Nejadian, S., & Rashidi, Y. (2024). Health risk assessment of air particulate pollutants (PM10 and PM2.5) in Tehran, A case study of Poonak. *Journal of Natural Environment*, 76(4), 675-687. doi: 10.22059/jne.2023.356444.2536
- Ministry of Manpower, O.S.a.H.D. (2005). Singapore, a semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals.
- Hnizdo, E., Kennedy, S. M., Blanc, P. D., Toren, K., Bernstein, I. L., & Chan-Yeung, M. (2006). *Chronic airway disease due to occupational exposure*. In *Asthma in the Workplace*. CRC Press. 709-738.