Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 16, No.4, Winter 2025
Pages: 68-77

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۱۶ ، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳
صفحه: ۷۷-۶۸

ارزیابی و مدیریت ریسک های شغلی در پروژه‌های صنعتی با استفاده از تکنیکHAZID : مطالعه موردی جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی یزد

روح اله فلاح مدواری[۱]، نوید زنده دل[۲]، حمیدرضا ترکیان[۳]، آفرین اخوان[۴]، محمدرضا خواجه امینیان*[۵]

چکیده

مقدمه: توجه به نقش کلیدی جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه‌های سنگین صنعتی مانند صنعت فولاد ، شناسایی و مدیریت ریسک‌های شغلی مرتبط با آن ضروری است. این مطالعه با هدف شناسایی، ارزیابی، و مدیریت خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی یزد با استفاده از تکنیک Hazard Identification(HAZID) و ارائه راهکارهای کنترلی برای کاهش سطح ریسک انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی و با استفاده از تکنیک HAZID انجام شده است. جامعه آماری شامل ۵۰ نفر از اپراتورها، مدیران، و کارشناسان پروژه بود که اطلاعات موردنیاز از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و کارگاه‌های HAZID گردآوری شد. خطرات شناسایی‌شده در سه دسته فنی، محیطی و انسانی طبقه‌بندی و با استفاده از تکنیک مذکور شناسایی و ارزیابی شدند. اقدامات کنترلی برای کاهش ریسک های غیرقابل قبول و نامطلوب نیز پیشنهاد و اجرا گردید.

نتایج: از میان خطرات شناسایی‌شده، ۴۰٪ خطرات فنی، ۳۰٪ خطرات محیطی و ۳۰٪ خطرات انسانی بودند. نقص در سیستم‌های هیدرولیک، خرابی بوم و ناکارآمدی تجهیزات ایمنی از مهم‌ترین خطرات فنی بودند. در بخش خطرات محیطی، برخورد با خطوط برق فشار قوی و شرایط جوی نامساعد به‌عنوان خطرات بحرانی شناسایی شدند. در خطرات انسانی، استفاده از اپراتورهای غیرمجاز و عدم آگاهی از اصول ایمنی از عوامل کلیدی بودند. پس از اعمال اقدامات کنترلی شامل نصب سیستم‌های هشداردهنده، اجرای آموزش‌های تخصصی و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات، ارزیابی مجدد نشان داد که ریسک‌های غیرقابل‌قبول به صفر کاهش یافته و تعداد خطرات کم‌ریسک افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که پس از اجرای اقدامات کنترلی، سطح ریسک به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. به‌کارگیری تکنیک HAZID در پروژه‌های صنعتی مشابه می‌تواند با شناسایی دقیق خطرات و ارائه راهکارهای پیشگیرانه، ایمنی را ارتقا داده و از وقوع حوادث جلوگیری کند.

واژه های کلیدی: HAZID، مدیریت ریسک، جرثقیل بوم خشک زنجیری، خطرات شغلی

[۱] استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۲] کارشناسی ارشد مهندسی ایمنی صنعتی، بهداشت و محیط زیست، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
[۴] دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران
[۵] استادیار گروه سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد،یزد،ایران
*(نویسنده مسئول)، تلفن تماس: ۰۹۱۳۱۵۷۶۶۵۰، پست الکترونیک:khajehaminian@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

مقدمه

در دنیای صنعتی امروز، تجهیزات سنگین مانند جرثقیل‌ها در فرآیندهای ساخت‌وساز، حمل‌ونقل و نصب تجهیزات نقش کلیدی دارند (۱). یکی از انواع مهم این تجهیزات، جرثقیل بوم خشک زنجیری است که به دلیل ساختار مقاوم و قدرت بالا، در پروژه‌های سنگین صنعتی مانند صنعت فولاد بسیار کاربرد دارد (۲). این جرثقیل‌ها به‌ویژه در پروژه‌های با شرایط محیطی دشوار و زمین‌های پیچیده، مانند پروژه‌های نصب تجهیزات سنگین، به کار می‌روند. برخلاف جرثقیل‌های متحرک با چرخ‌های لاستیکی، جرثقیل‌های بوم خشک زنجیری از شاسی‌های زنجیری استفاده می‌کنند که موجب افزایش پایداری و قابلیت جابجایی در سطوح ناهموار و لغزنده می‌شود (۳). این ویژگی‌ها در محیط‌هایی با خاک نرم، گل‌آلود و نامساعد بسیار مفید هستند. بوم خشک این جرثقیل‌ها، از قطعات فلزی مقاوم ساخته می‌شود که اتصال آن‌ها از طریق پین و قفل صورت می‌گیرد و این طراحی موجب کاهش نیاز به تعمیرات مکرر و افزایش استحکام می‌شود (۴, ۵). با این حال، استفاده از این جرثقیل‌ها با خطرات شغلی قابل‌توجهی همراه است. بر اساس گزارشات جهانی، حدود ۱۵-۲۰ درصد از حوادث شغلی در صنایع سنگین به تجهیزات باربرداری، به‌ویژه جرثقیل‌های بوم خشک زنجیری، مرتبط است.

جرثقیل‌های بوم خشک زنجیری توان باربرداری زیادی دارند و می‌توانند بارهای سنگینی تا چند صد تن را جابه‌جا کنند. این ویژگی آن‌ها را برای پروژه‌های صنعتی و ساخت‌وسازهای سنگین که نیاز به جابه‌جایی تجهیزات بزرگ دارند، بسیار مناسب می‌سازد (۶). در پروژه‌های فولاد آلیاژی، مانند پروژه واحد پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی یزد، استفاده از این نوع جرثقیل‌ها ضروری است. با این حال، به‌رغم اهمیت بالای این تجهیزات، خطرات شغلی مرتبط با آن‌ها یکی از چالش‌های عمده ایمنی در محیط‌های صنعتی است. کوچک‌ترین خطا در استفاده از این جرثقیل‌ها می‌تواند منجر به حوادث جبران‌ناپذیری شود (۷). اگرچه مطالعات متعددی در زمینه ایمنی تجهیزات باربرداری در صنایع نفت و گاز انجام شده است، بررسی‌های مرتبط با خطرات جرثقیل بوم خشک زنجیری در صنعت فولاد محدود باقی مانده‌اند (۸). خلأ تحقیقاتی موجود شامل فقدان مدل‌های شناسایی خطرات جامع و داده‌های مرتبط با شرایط خاص پروژه‌های فولادی است. در این میان، ارزیابی دقیق‌تر خطرات و استفاده از روش‌های علمی و استاندارد برای شناسایی و مدیریت ریسک‌ها امری ضروری به‌نظر می‌رسد (۹).نوآوری این پژوهش در استفاده از روش‌های علمی و کاربردی برای تحلیل شرایط بومی پروژه و تمرکز بر آموزش اپراتورها برای کاهش حوادث شغلی است.

در این راستا، روش‌های مختلفی برای شناسایی و ارزیابی خطرات توسعه یافته‌اند. یکی از این روش‌ها Hazard Identification (HAZID) است که به‌عنوان ابزاری کیفی برای شناسایی خطرات پنهان و بالقوه در محیط کار مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰). این پژوهش با استفاده از روش هزید به شناسایی خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه واحد پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی پرداخته و تلاش می‌کند تا خطرات احتمالی در هر مرحله از کار شناسایی و کنترل شود.

هدف اصلی این مطالعه، شناسایی دقیق خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه فولاد آلیاژی یزد و ارائه راهکارهایی برای کاهش این خطرات است. این تحقیق به‌ویژه بر اهمیت آموزش و ارتقای سطح آگاهی اپراتورها در کاهش حوادث شغلی تاکید دارد، موضوعی که در ادبیات علمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. انجام این پژوهش به‌دلیل خلأهای موجود در مطالعات قبلی و اهمیت بالای ایمنی در پروژه‌های صنعتی، ضرورت دارد.

روش بررسی

جامعه آماری این پژوهش توصیفی شامل کارکنان، اپراتورها و تکنسین‌های پروژه واحد پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی طرح یک یزد است که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در عملیات نصبِ تجهیزات سنگین توسط جرثقیل بوم خشک زنجیری شرکت دارند. این افراد شامل مدیران پروژه، سرپرستان، اپراتورهای جرثقیل، تکنسین‌های نگهداری و تعمیرات، کارشناسان HSE (ایمنی، بهداشت و محیط زیست) و سایر کارکنانی هستند که در طول پروژه در تماس با جرثقیل‌ها بوده‌اند. برای انتخاب نمونه‌ها از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است. در این روش، افراد با سابقه کاری ۱۰ سال و بیشتر در زمینه ایمنی و کار با جرثقیل انتخاب شدند تا بتوانند اطلاعات دقیق و معتبری در مورد خطرات شغلی ارائه دهند.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

نمونه آماری نهایی شامل ۵۰ نفر از کارشناسان و تکنسین‌های مرتبط با پروژه بود.

برای گردآوری داده‌ها، از دو روش زیر استفاده شد:

- مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته: این مصاحبه‌ها با هدف جمع‌آوری اطلاعات دقیق از کارکنان و اپراتورهای درگیر در پروژه انجام شد. در این مصاحبه‌ها، از پرسش‌های باز استفاده شد تا افراد بتوانند تجربیات و دیدگاه‌های خود را در مورد خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری بیان کنند. ضمن کسب اجازه از افراد شرکت کننده در این پژوهش، مصاحبه‌ها با استفاده از ضبط صدا و یادداشت‌برداری انجام شد و سپس برای تحلیل داده‌ها، محتوای ضبط شده مصاحبه‌ها، پیاده‌سازی شدند (۱۱).

کارگاه شناسایی خطرات: یکی از ابزارهای اصلی در این پژوهش، برگزاری کارگاه‌های شناسایی خطرات بود که طی آن، تیمی متشکل از کارشناسان ایمنی و کارکنان پروژه طبق چک لیست های بازرسی ماهانه ایمنی جرثقیل که مطابق با استانداردهای مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت فنی و بهداشت کار می باشد به شناسایی خطرات پرداختند. این کارگاه‌ها به‌عنوان بخشی از فرآیند HAZID برگزار شد و برای شناسایی خطرات از چک لیست های مذکور و ماتریس شناسایی خطرات(جدول ۱) استفاده شد(۱۲).

مراحل اصلی پژوهش شامل شناسایی، ارزیابی، و مدیریت خطرات شغلی در محیط کار با استفاده از تکنیک HAZID بود. مراحل انجام پژوهش به شرح زیر است:

در گام اول، با استفاده از مصاحبه‌های انجام‌شده و داده‌های جمع‌آوری‌شده از کارگاه‌های HAZID، خطرات بالقوه در محیط کار شناسایی شد. هر یک از فعالیت‌های مربوط به نصب و جابجایی تجهیزات سنگین توسط جرثقیل بوم خشک زنجیری به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و خطرات مرتبط با آن طبق تکنیک HAZID شناسایی شد (۱۳, ۱۴). سپس، نتایج به‌صورت طبقه‌بندی‌شده ارائه شده است تا سهم هر نوع خطر از کل خطرات شناسایی و ارزیابی شود. جدول ۱ نمونه ماتریس شناسایی خطرات را نشان می‌دهد.

جدول ۱: ماتریس شناسایی خطرات

خطرات	احتمال وقوع	میزان خسارت	شدت پیامد	اقدامات لازم	کنترل‌های مورد نیاز

در مرحله ارزیابی ریسک، هر یک از خطرات شناسایی‌شده با استفاده از جداول ۲ تا ۵ ارزیابی شد. جدول ۲ طبقه بندی شدت خطر و جدول ۳ نیز احتمال وقوع خطر را بر اساس تکنیک HAZID نشان می‌دهد (۱۲, ۱۵, ۱۶). بر اساس این دو عامل (شدت و احتمال)، به هر خطر یک عدد اختصاص داده می‌شود که نشان‌دهنده سطح آن است.

جدول ۴ نیز نشان دهنده عدد ریسک بر اساس احتمال و شدت آن می باشد.

جدول ۵ نیز نشان دهنده سطح ریسک بر اساس عدد ریسک اختصاص داده شده به آن می‌باشد.

جدول ۲: طبقه بندی شدت خطر بر اساس تکنیک HAZID

سطح شدت	تعاریف	شدت خطر	ردیف
۰	حوادثی که در آن حداکثر ۱ آسیب سرپایی باشد. پیامد ناچیز یا قابل اغماض است و یا بدون تخریب و خسارات جدی با قابلیت رفع آسان می باشد.	ناچیز یا جزئی	۱
۱	حوادثی که در آن یک آسیب یا ترک کمتر از ۰ روز کار باشد. پیامد با ایجاد مزاحمت موقت و نسبتا قابل حل که معمولا خسارات مالی متوسط به دنبال دارد.	متوسط یا قابل توجه	۲
۲	حوادثی که در آن حداقل دو آسیب با ترک بیش از ۰ روز کار و یا ۱ نقص عضو داشته باشد. پیامد جدی با قابلیت رفع و جبران دشوار که با خسارات مالی سنگین همراه است.	جدی	۳
۳	حوادثی که در آن یک کشته یا حداقل دو نقص عضو داشته باشد. مانند پیامد انتشار مواد سمی در محیط کار و تهدید کنند زندگی انسان و پیامد هایی که مشمول الزامات قانونی می باشد.	بزرگ یا مرگ آور	۴
۴	حوادثی که در آن حداقل ۱ کشته داشته باشد. مانند آتش سوزی های مهیب، انفجار مخازن تحت فشار.	فاجعه بار	۵

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

جدول ۳: احتمال وقوع خطر بر اساس تکنیک HAZID

سطح خطر	تعاریف	احتمال وقوع	ردیف
E	مخاطره‌ای احتمال دارد در شرایط بحرانی اتفاق بیفتد.	نادر یا غیر محتمل	۱
D	مخاطره ای که احتمال دارد در طول اجرای پروژه (هر چند سال یکبار) اتفاق بیفتد.	کم	۲
C	مخاطره ای که احتمال دارد در شرایط غیر عادی مانند قطع برق، متوقف کردن شرایط عادی کار، تعمیرات دستگاه و یا روشن خاموش کردن دستگاه ها (هر چند ماه یکبار) اتفاق بیفتد.	گاه گاه	۳
B	مخاطره ای که احتمال دارد در شرایط عادی و در حین اجرای کار (هر چند هفته یکبار) اتفاق بیفتد.	عادی	۴
A	مخاطره ای که احتمال دارد در شرایط عادی و مکررا (هر چند روز یکبار) اتفاق بیفتد.	مکرر یا تقریبا همیشه	۵

جدول۴: اعداد ریسک اختصاص داده شده به ریسک‌های مختلف

		شدت پیامد				
		فاجعه بار (۵)	بزرگ یا مرگ آور (۴)	جدی (۳)	متوسط یا قابل توجه (۲)	ناچیز یا جزیی (۱)
احتمال وقوع	مکرر یا تقریبا همیشه(A)	5A=10	4A=4	3A=0	2A=6	1A=5
	عادی(B)	5B=4	4B=8	3B=6	2B=5	1B=4
	گاه گاه (C)	5C=4	4C=8	3C=5	2C=4	1C=3
	کم(D)	5D=8	4D=0	3D=4	2D=3	1D=0
	نادر یا محتمل (E)	5E=0	4E=6	3E=3	2E=0	1E=1

جدول ۵: سطح ریسک بر اساس عدد ریسک اختصاص داده شده به آن

سطح ریسک	طبقه‌بندی ریسک
غیرقابل قبول	1A-1B-1C-2A-2B-3A
نامطلوب	1D-2C-2D-3B-3C
قابل قبول ولی نیاز به تجدید نظر	1E-2E-3D-3E-4A-4B
قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر (ایمن)	1C-4D-4E

در گام بعدی بر اساس نتایج ارزیابی ریسک، راهکارهای کنترلی برای کاهش سطح خطرات پیشنهاد شد. پس از اعمال اقدامات کنترلی پیشنهادی (مانند آموزش، نصب سیستم‌های ایمنی و بازرسی‌های منظم)، ارزیابی مجدد خطرات انجام شد. در ارزیابی مجدد، سطح ریسک جدید هر خطر محاسبه شد تا تغییرات حاصل از اقدامات کنترلی مشخص گردد (۱۷).

برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از کارگاه‌های HAZID و مصاحبه‌ها، از روش تحلیل کیفی استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها و کارگاه‌ها به‌صورت موضوعی طبقه‌بندی شده و سپس تحلیل شدند. این تحلیل‌ها به شناسایی الگوهای رفتاری و خطرات مشترک در پروژه کمک کرد.

نتایج

در این پژوهش، ابتدا تمامی خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری بر اساس مصاحبه‌ها، مشاهده میدانی و کارگاه‌های آموزشی HAZID شناسایی و در سه دسته کلی شامل خطرات فنی، خطرات محیطی و خطرات انسانی طبقه‌بندی شدند. جدول ۶ تمامی این خطرات را به تفکیک دسته‌بندی ارائه می‌کند.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

جدول ۶: دسته بندی خطرات شناسایی شده مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری

توضیحات	دسته بندی خطرات
♠ نقص فنی جرثقیل ♠ خرابی سیستم‌های ایمنی ♠ استفاده از تجهیزات غیر استاندارد	خطرات فنی و تجهیزات
♠ برخورد با خطوط برق فشار قوی ♠ شرایط نامناسب زمین ♠ آب و هوای نامساعد	خطرات محیطی
♠ اشتباهات انسانی ♠ نداشتن آموزش کافی ♠ اپراتورهای بدون تجربه و صلاحیت	خطرات انسانی

یکی از خطرات اصلی شناسایی‌شده، نقص‌های فنی در سیستم‌های جرثقیل بود که شامل مشکلات در سیستم هیدرولیک، خرابی بوم، یا سیستم تعادل می‌شود. این خطرات به‌عنوان خطرات بالا و متوسط طبقه‌بندی شدند. ازآنجاکه نقص‌های فنی می‌توانند علاوه بر توقف عملیات، باعث حوادث جدی شوند، اقدامات کنترلی مانند اجرای بازرسی‌های منظم و نگهداری پیشگیرانه برای کاهش این خطرات پیشنهاد شد. نمودار ۱ نشان می‌دهد که ۴۰ درصد از خطرات شناسایی‌شده در پروژه مربوط به نقص‌های فنی تجهیزات هستند که اهمیت بالای نگهداری و بازرسی‌های فنی را برجسته می‌کند.

در بخش خطرات محیطی، برخورد جرثقیل با خطوط برق فشار قوی به‌عنوان یکی از خطرات اصلی شناسایی شد. این خطر، که می‌تواند منجر به برق‌گرفتگی، انفجار یا آتش‌سوزی شود، در دسته خطرات غیرقابل تحمل قرار گرفت. برای کاهش این خطر، نصب سیستم‌های هشداردهنده و سنسورهای پیشرفته بر روی جرثقیل و همچنین ایجاد محدوده‌های ایمنی در نزدیکی خطوط برق پیشنهاد شد.

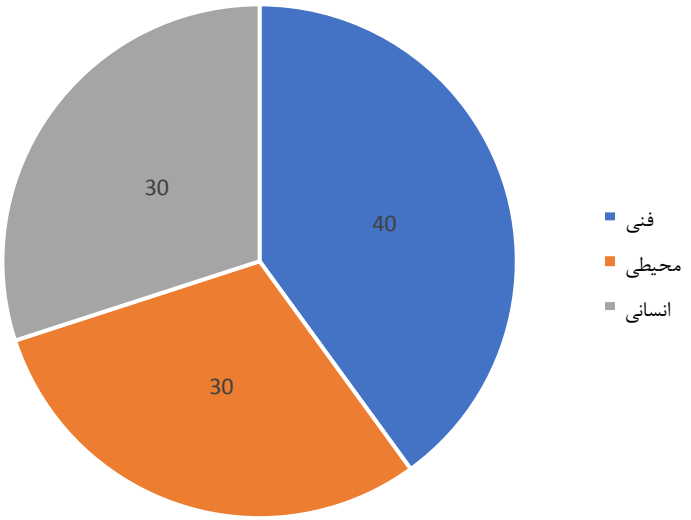
در حوزه خطرات انسانی، یکی از مهم‌ترین عوامل، استفاده از اپراتورهای غیرمجاز یا بدون آموزش کافی بود. ناآگاهی اپراتورها از جدول بار و اصول ایمنی جرثقیل می‌تواند باعث وقوع حوادث جبران‌ناپذیر شود. این خطرات در دسته خطرات متوسط طبقه‌بندی شدند. برای کاهش این خطرات، برنامه‌های آموزشی تخصصی و منظم برای اپراتورها و کارگران پیشنهاد شد تا سطح دانش فنی آن‌ها ارتقا یابد. بدین منظور جلسات آموزشی در این خصوص با حضور کارگران و کارشناسان ایمنی برگزار گردید. نمودار ۱ نشان می‌دهد که ۳۰ درصد از خطرات شناسایی‌شده مربوط به عوامل انسانی است. این موضوع نشان می‌دهد که با بهبود آموزش و ارتقای سطح آگاهی کارکنان می‌توان به میزان قابل‌توجهی از وقوع حوادث جلوگیری کرد.

سه ماه پس از اعمال اقدامات کنترلی شامل نصب سیستم‌های ایمنی، بازرسی‌های پیشگیرانه و برگزاری آموزش‌های تخصصی، خطرات مجدداً با استفاده از روش HAZID و طبق روش کار بیان شده در قسمت های قبل ارزیابی شدند. جدول ۷ تغییرات سطح ریسک قبل و بعد از اجرای این اقدامات را نمایش می‌دهد. نتایج نشان داد که سطح ریسک به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافته است. این کاهش حاکی از اثربخشی بالای اقدامات کنترلی پیشنهادی است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0



نمودار ۱: درصد خطرات انسانی، محیطی و فنی شناسایی شده

جدول ۷: نتایج قبل و بعد از اجرای اقدامات کنترلی

نوع خطر	سطح ریسک پیش از کنترل	سطح ریسک پس از کنترل
برخورد با خطوط فشار قوی	غیر قابل قبول	قابل قبول ولی نیاز به تجدید نظر
استفاده از اپراتورهای غیرمجاز	غیرقابل قبول	قابل قبول ولی نیاز به تجدید نظر
نقص فنی جرثقیل	نامطلوب	قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، سطح ریسک‌های غیرقابل قبول به صفر کاهش یافته و تعداد خطرات کم‌ریسک افزایش یافته است. این تغییرات نشان می‌دهد که نصب سیستم‌های هشداردهنده و تجهیزات ایمنی پیشرفته توانست وقوع خطرات محیطی را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد، اجرای بازرسی‌های پیشگیرانه نقص‌های فنی را مدیریت کرد و برگزاری آموزش‌های تخصصی نیز نقش مهمی در کاهش خطاهای انسانی ایفا کرد. این پژوهش تأکید دارد که ترکیب اقدامات پیشگیرانه و کنترلی می‌تواند سطح ایمنی را بهبود بخشد، خطرات را کاهش دهد و از وقوع حوادث پرهزینه جلوگیری کند.

بحث

در این پژوهش، با استفاده از روشHAZID، خطرات شغلی مرتبط با جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه واحد پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از ارزیابی نشان داد که عوامل فنی، محیطی و انسانی به‌عنوان سه دسته اصلی خطرات شغلی شناسایی شده‌اند. در ادامه، هر یک از این دسته‌ها مورد بررسی و تفسیر قرار گرفته و نتایج با سایر پژوهش‌های مشابه مقایسه می‌شود.

خطرات فنی به‌عنوان مهم‌ترین دسته خطرات شناسایی‌شده در این پژوهش، سهم بزرگی از کل خطرات را تشکیل می‌دهند. نمودارها و داده‌ها نشان دادند که ۴۰ درصد از خطرات شناسایی‌شده به مشکلات فنی تجهیزات، از جمله نقص در سیستم هیدرولیک، خرابی بوم جرثقیل و مشکلات تعادلی مربوط می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه نقش حیاتی در جلوگیری از بروز حوادث شغلی در پروژه‌های صنعتی دارد. مطالعات مشابهی نیز نشان داده‌اند که نقص فنی در تجهیزات سنگین می‌تواند یکی از عوامل اصلی بروز حوادث باشد. برای مثال، در پژوهش پائولو و همکاران نقص‌های فنی به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در بروز حوادث صنعتی شناسایی شده است (۱۸). مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج سیسلاقی نشان می‌دهد که استفاده از

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

تجهیزات ایمن و به‌روز و بازرسی‌های منظم می‌تواند به کاهش سطح ریسک کمک کند (۱۹).

خطرات محیطی نیز در این پژوهش به‌عنوان یکی از عوامل اصلی بروز حوادث شناسایی شد. یکی از مهم‌ترین خطرات محیطی، برخورد جرثقیل با خطوط برق فشار قوی بود که با توجه به شدت بالای آن، به‌عنوان خطر غیرقابل تحمل طبقه‌بندی شد. اگرچه احتمال وقوع این خطر پایین است، اما پیامدهای احتمالی آن بسیار جدی است. برای کاهش این خطر، پیشنهاد شده است که از سیستم‌های هشداردهنده و سنسورهای پیشرفته برای تشخیص موانع و خطوط برق استفاده شود. این موضوع در پژوهش‌های مشابه نیز مطرح شده است. برای مثال، در پژوهش ناجی و همکاران بر اهمیت استفاده از تکنولوژی‌های ایمنی پیشرفته تأکید شده است. یافته‌های این پژوهش نیز همخوانی بالایی با نتایج ناجی و همکاران دارد و نشان می‌دهد که با استفاده از سیستم‌های هشداردهنده و مدیریت خطرات محیطی می‌توان به‌طور موثری از وقوع حوادث جلوگیری کرد(۲۰).

یکی از مهم‌ترین نتایج این پژوهش، تأثیر عوامل انسانی بر بروز حوادث است. عدم آموزش کافی اپراتورها و استفاده از افراد غیرمجاز و غیرآموزش‌دیده برای کار با جرثقیل، به‌عنوان یکی از عوامل خطرزا شناسایی شد. این نتیجه با یافته‌های آدامی که به بررسی عوامل انسانی در حوادث صنعتی پرداخته بود، همخوانی دارد. هر دو مطالعه نشان می‌دهند که آموزش و ارتقای سطح دانش فنی اپراتورها می‌تواند نقش بسیار مهمی در کاهش حوادث شغلی داشته باشد (۲۱). برای کاهش خطرات انسانی، این پژوهش بر آموزش‌های مستمر و ارتقای سطح آگاهی کارکنان تأکید دارد. این اقدام می‌تواند به کاهش ۵۰ درصدی ریسک ناشی از عوامل انسانی منجر شود که اهمیت این راهکار را برجسته می‌کند.

مطالعه لی و همکاران به بررسی رفتار اپراتورهای جرثقیل در شرایط مختلف پرداخت و نشان داد که رفتارهای ناشی از نقص فنی یا اشتباهات انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل بروز حوادث است (۲۲). نتایج این پژوهش نیز نشان داد که نقص‌های فنی و خطاهای انسانی از عوامل اصلی خطر در کار با جرثقیل بوم خشک زنجیری هستند. شباهت در یافته‌های هر دو پژوهش نشان می‌دهد که اقدامات اصلاحی از جمله نگهداری منظم و آموزش کارکنان می‌تواند به کاهش قابل‌توجه ریسک‌ها منجر شود. پژوهش صادقی و همکاران به اهمیت استفاده از سیستم‌های ایمنی پیشرفته در کاهش حوادث صنعتی تأکید دارد. یافته‌های این پژوهش نیز نشان داد که با نصب سیستم‌های هشداردهنده و استفاده از سنسورهای پیشرفته، می‌توان از برخورد جرثقیل با موانع و به‌ویژه خطوط برق جلوگیری کرد (۶). مشابهت این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر، به اهمیت استفاده از فناوری‌های ایمنی نوین تأکید می‌کند.در مطالعه اسروتی و همکاران به آموزش اپراتورهای جرثقیل به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارهای کاهش حوادث پرداخته شد.(۲۳) یافته‌های مشابه در پژوهش حاضر نیز نشان داد که آموزش‌های منظم و تخصصی می‌تواند به کاهش ۵۰ درصدی ریسک‌های مرتبط با عوامل انسانی منجر شود. این نتایج نشان‌دهنده همگرایی در اهمیت آموزش و بهبود مهارت‌های کارکنان در کاهش سطح خطرات است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به بررسی خطرات شغلی مرتبط با کار با جرثقیل بوم خشک زنجیری در پروژه پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی یزد پرداخته شد و با استفاده از تکنیک HAZID ، این خطرات شناسایی و ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که عوامل فنی، محیطی و انسانی مهم‌ترین ریسک‌های موجود در این پروژه بودند. نقص‌های فنی تجهیزات و مشکلات محیطی مانند برخورد جرثقیل با خطوط برق فشار قوی، به عنوان خطرات بحرانی شناسایی شدند که نیازمند اقدامات فوری و پیشگیرانه است. همچنین، عوامل انسانی از جمله نبود آموزش کافی اپراتورها و استفاده از افراد غیرمجاز، نقش مهمی در بروز حوادث داشت. این پژوهش نشان داد که استفاده از تکنیک‌های سیستماتیک مانند HAZID می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر خطرات و کاهش سطح ریسک‌ها در پروژه‌های صنعتی کمک کند. همچنین، نتایج حاکی از آن است که آموزش منظم اپراتورها، نگهداری پیشگیرانه تجهیزات و به‌کارگیری سیستم‌های ایمنی پیشرفته می‌تواند به طور قابل‌توجهی از بروز حوادث جلوگیری کرده و سطح ایمنی در صنایع را افزایش دهد. اجرای این راهکارها در پروژه‌های مشابه صنعتی می‌تواند به کاهش قابل توجه خطرات و بهبود شرایط ایمنی کار کمک کند. به طور کلی، استفاده از روش‌های علمی و استاندارد برای ارزیابی و مدیریت ریسک در پروژه‌های سنگین صنعتی نه‌تنها می‌تواند از وقوع حوادث جلوگیری کند، بلکه موجب کاهش

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]
[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

هزینه‌های ناشی از آسیب‌ها و بهبود عملکرد پروژه‌ها خواهد شد.

محدودیت‌های مطالعه

از محدودیت های این مطالعه میتوان به نمونه نهایی آن اشاره داشت که شامل ۵۰ نفر از اپراتورها، مدیران و کارشناسان پروژه بود، که ممکن است به‌طور کامل تنوع تجربیات و دیدگاه‌های موجود در صنعت را نشان ندهد. همچنین این پژوهش تنها در پروژه پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی یزد انجام شده و ممکن است یافته‌ها برای سایر صنایع یا مکان‌ها به طور مستقیم قابل تعمیم نباشد.

پیشنهادات

انجام پژوهش‌های مشابه در صنایع مختلف و شرایط مکانی متنوع برای بررسی تفاوت‌ها و شباهت‌های احتمالی در نوع خطرات شغلی می تواند به شناسایی الگوهای مشترک و یا خاص هر صنعت کمک کند و امکان تعمیم‌پذیری نتایج را افزایش دهد. همچنین استفاده از ابزارهای کمی مانند پرسشنامه‌های استاندارد و روش‌های تحلیل آماری دقیق برای جمع‌آوری و پردازش داده‌ها می‌تواند دقت و قابلیت اعتماد نتایج را بهبود داده و روند تصمیم‌گیری برای مدیریت ریسک را تسهیل کند.

سپاس‌گزاری

از مدیریت و کارکنان محترم پروژه پلنت اکسیژن فولاد آلیاژی طرح یک یزد که با همکاری و حمایت‌های خود زمینه‌ساز اجرای این تحقیق بودند، قدردانی می‌کنیم. همچنین از تمامی اپراتورها، تکنسین‌ها، مدیران پروژه، سرپرستان، کارشناسان HSE، و سایر کارکنانی که در انجام مصاحبه‌ها و کارگاه‌های HAZID مشارکت کردند سپاس‌گزاریم، چرا که با ارائه تجربیات و دانش خود، اطلاعات ارزشمندی را برای شناسایی و ارزیابی خطرات در اختیار ما قرار دادند. بدون همکاری این عزیزان، انجام این پژوهش میسر نمی‌گردید.

حمایت مالی

پژوهش حاضر بدون حمایت مالی بوده است.

تعارض در منافع

در این مطالعه هیچگونه تضاد و تعارض منافعی وجود نداشت.

ملاحظات اخلاقی

طرح این مطالعه توصیفی با کد IR.ACECR.USC.REC.1403.006 در دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد مصوب گردیده است. ملاحظات اخلاقی این پژوهش شامل اخذ رضایت آگاهانه از کلیه شرکت‌کنندگان در مصاحبه‌ها و کارگاه‌ها بود. همچنین، تمامی داده‌ها به‌طور محرمانه و بدون افشای هویت شرکت‌کنندگان جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شدند. در این پژوهش، از کپی‌برداری غیرمجاز از منابع خودداری شده و تمامی اطلاعات و داده‌ها با ذکر منابع معتبر در تحقیق گنجانده شده است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان سهم یکسانی در نگارش مقاله دارند.

References

1. Shin IJ. Factors that affect safety of tower crane installation/dismantling in construction industry. Safety science. 2015;72:379-90.
2. Yede S, Kumar S, Nimbalkar M, editors. Automatic lifting system for crane safety using machine learning. 2021 IEEE India Council International Subsections Conference (INDISCON); 2021: IEEE.
3. Shapira A, Lucko G, Schexnayder CJ. Cranes for building construction projects. Journal of Construction Engineering and Management. 2007;133(9):690-700.
4. Katterfeld A, Roberts A, Wheeler C, Williams K, Wensrich C, Scholten J, et al. Conveying and construction machinery. Springer Handbook of Mechanical Engineering. 2021:829-991.
5. Bedi J, Rahman R, Din Z, editors. Heavy Machinery Operators: Necessary Competencies to Reduce Construction Accidents. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2021: IOP Publishing.
6. Sadeghi S, Soltanmohammadlou N, Rahnamayiezekavat P. A systematic review of scholarly works addressing crane safety requirements. Safety Science. 2021;133.۱۰۵۰۰۲:
7. Smith K. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster: Routledge; 2013.
8. Gul M. A review of occupational health and safety risk assessment approaches based on multi-criteria

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

decision-making methods and their fuzzy versions. Human and ecological risk assessment: an international journal. 2018;24(7):1723-60.
9. Sanni-Anibire MO, Mahmoud AS, Hassanain MA, Salami BA. A risk assessment approach for enhancing construction safety performance. Safety science. 2020;121:15-29.
10. Pasman HJ, Rogers WJ, Mannan MS. How can we improve process hazard identification? What can accident investigation methods contribute and what other recent developments? A brief historical survey and a sketch of how to advance. Journal of loss prevention in the process industries. 2018;55:80-106.
11. Husband G. Ethical data collection and recognizing the impact of semi-structured interviews on research respondents. Education Sciences. 2020;10(8):206.
12. Domínguez CR, Mares JIP, Hernández RGZ. Hazard identification and analysis in work areas within the Manufacturing Sector through the HAZID methodology. Process Safety and Environmental Protection. 2021;145:23-38.
13. Kim K, Kang H, Kim Y. Risk assessment for natural gas hydrate carriers: a hazard identification (HAZID) study. Energies. 2015;8(4):3142-64.
14. Kim S-H. A review of HAZID/bowtie methodology and its improvement. Journal of the Society of Naval Architects of Korea. 2022;59(3):164-72.
15. Dadgar P. Risk Assessment and Analysis in Health, Safety and Environmental (HSE) Hazards of Bitumenous Waterproofing Industry Using HAZID Technique. Mapta Journal of Mechanical and Industrial Engineering (MJMIE). 2021;5(1):24-30.
16. Hao M, Nie Y. Hazard identification, risk assessment and management of industrial system: Process safety in mining industry. Safety science. 2022;154:105863.
17. Chen X, Wang Z, Zhang C, Xiang Y, Dai Y. A fire risk assessment system and application for process industry using fuzzy Petri net and HAZID method. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. 2023:1748006X231195201.
18. Paolo F, Gianfranco F, Luca F, Marco M, Andrea M, Francesco M, et al. Investigating the role of the human element in maritime accidents using semi-supervised hierarchical methods. Transportation research procedia. 2021;52:252-9.
19. Cislaghi A, Morlotti E, Cucchiaro S, Morando P, Bischetti GB. Monitoring of torrent control structures: An integrated approach from first- level inspections to maintenance strategies. Journal of Flood Risk Management. 2024:e13011.
20. Nnaji C, Karakhan AA. Technologies for safety and health management in construction: Current use, implementation benefits and limitations, and adoption barriers. Journal of Building Engineering. 2020;2.۹:۱۰۱۲۱۲
21. Adami P, Rodrigues PB, Woods PJ, Becerik-Gerber B, Soibelman L, Copur-Gencturk Y, et al. Effectiveness of VR-based training on improving construction workers' knowledge, skills, and safety behavior in robotic teleoperation. Advanced Engineering Informatics. 2021;50:101431.
22. Lee J, Phillips I, Lynch Z. Causes and prevention of mobile crane-related accidents in South Korea. International journal of occupational safety and ergonomics. 2022;28(1):469-78.
23. Sruthy S, Xavier AS. A study on crane accidents: investigating the role of hand signals in construction site communication. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research-DISCONTINUED. 2023.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]

CC BY- NC 4.0

Assessment and management of occupational risks in industrial projects using the HAZID technique: a case study of chain dry boom crane in Yazd alloy steel oxygen plant project

Fallah Madvari R [1], Zendedel N [2], Torkian H [1], Akhavan A [3], Khajehaminian M [4*]

[1] Department of occupational health engineering, School of public health Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
[2] HSE engineering, Science and Arts University, Yazd, Iran
[3] Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Science and Arts University, Yazd, Iran
[4] Department of Health in Disaster and Emergencies, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences and Health Services, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Attention must be paid to the key role of chain dry boom cranes in heavy industrial projects such as the steel industry to identify and manage related occupational risks. This study aimed to identify, evaluate, and manage job risks associated with chain dry boom cranes in the Yazd Alloy Steel Oxygen Plant project using the HAZID technique and provide control strategies to reduce the risk level.

Materials and Methods: This study was conducted qualitatively using the HAZID technique. The statistical population included 50 operators, managers, and project experts, and the required information was collected through semi-structured interviews and HAZID workshops. Identified risks were classified into three categories: technical, environmental, and human, and were evaluated using the risk matrix. Control measures to reduce risk were also proposed and implemented.

Results: In this research, occupational hazards by dry chain cranes were classified into three main categories technical hazards (40%), environmental hazards (30%), and human hazards (30%). Failure of hydraulic systems, boom, and safety equipment were considered as technical risks dealing with high voltage power lines and inappropriate weather effects as environmental risks use of unauthorized operators, and ignorance of safety principles were regarded as human risks.

Conclusion: This research showed that the level of risk decreased significantly after the implementation of control measures. Applying the HAZID technique in similar industrial projects can improve safety and prevent accidents by accurately identifying risks and providing preventive solutions.

Keywords: HAZID, risk management, dry chain crane, occupational hazards

This paper should be cited as:
Fallah Madvari R, Zendedel N, Torkian H, Akhavan A, Khajehaminian M. ***Assessment and management of occupational risks in industrial projects using the HAZID technique: a case study of chain dry boom crane in Yazd alloy steel oxygen plant project***. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2025:16(4): 68-77.

[*] ***Corresponding Author***
Email: khajehaminian@gmail.com
Tel: +98 9131576650
Received: 15.12.2024 ***Accepted: 29.11.2024***

CC BY- NC 4.0

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-10-07]

[DOI: 10.18502/tkj.v16i4.17564]