مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره هفت، مهرماه ۱۴۰۳(۱۲۵-۱۱۳)

شناسایی و ارزیابی ریسکهای عملیات حفاری در سد سازی؛ با تاکید بر حوزه ماشین آلات

شهاب الدین شهردار[۱]

عبدالرسول تلوری[۲*]

telvari@yahoo.com

امیرپویا صراف[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۴

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عوامل مهم در موفقیت طرح‌ها و پروژه‌ها، نقش ماشین‌آلات و تجهیزات و نحوه مناسب به‌کارگیری و مدیریت صحیح آن‌هاست. شناخت انواع ماشین‌آلات و تجهیزات حفاری در پروژه‌های سدسازی و نحوه صحیح انتخاب و استفاده از آن‌ها می‌تواند نقش مؤثری در موفقیت این پروژه‌ها داشته باشد؛ با توجه به اینکه بررسی در حوزه ماشین‌آلات مرتبط با عملیات حفاری و اصولا ماشین‌آلات عمرانی دارای گستردگی زیادی می‌باشند، در این تحقیق دستگاه و ماشین‌آلات سنتی در این حوزه مورد ارزیابی و پایش قرارگرفته است.

روش بررسی: در این پژوهش با استفاده از روش پیاده‌سازی استاندارد PMBOK ویرایش ششم و دستیابی به اطلاعات ساخت گاه سد مدنظر و همچنین مطالعات کتابخانه‌ای، جستجوی اینترنتی، مدارک و اسناد موجود و همچنین مطالعات میدانی و بازدید از سایت سد در مرحله احداث به‌منظور شناخت ویژگی‌های عملیات حفاری در پروژه‌های سد سازی با تأکید بر الزامات ایمنی ماشین‌آلات و دستگاه‌های حفاری در مراحل اجرا و نیز بررسی موقعیت پروژه و ویژگی‌های ساختاری سد هراز انجام‌شده است؛

یافته ها: یافته های پژوهش حاکی از آن دارد که احتمال پیشامد در بیل مکانیکی(ایجاد سر و صدا در فعالیت حفاری و پیکورزنی) با عدد ریسک۵۶ و شدت اثر ناشی از ریسک های ریزش سنگ و مصالح و واژگونی حین فعالیت بارگیری در دستگاه لودر با عدد ریسک۴۵ از زیر فعالیت بارگیری در صدر دسته بندی ریسکهای غیرقابل قبول مشخص گردید که ریسک واژگونی دستگاه لودر در اثر ریزش بیش از حد در حین بارگیری، ایجاد سر و صدای بیش از حد و لرزش و ارتعاش ناشی از آن همچنین آتش سوزی حین انجام امورات محوله در بیل

۱- دانشجوی دکتری مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران، واحد اهواز ، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار گروه مهندسی عمران، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران.

مکانیکی، واژگونی کمپر سی حین تخلیه بار در اثر مسطح نبودن محل تخلیه و بهم خوردن مرکز ثقل آن از مهمترین فعالیت های ریسک زا و به دنبال آن ایجاد ریسک های غیرقابل قبول می باشد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج این تحقیق حاکی از آن است که فراوانی ریسک در کمپرسی‌ها بیش از سایر دستگاه‌ها، احتمال پیشامد در لودر و شدت اثر ریسک‌های شناسایی شده در بیل مکانیکی بیش از سایر دستگاه‌ها در این زمینه است. با توجه به نتایج ارزیابی ریسک می‌توان نتیجه گرفت که اکثر پیامدهای احتمالی ناشی از بی‌توجهی کارکنان و عدم پایش مستمر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شناسایی و ارزیابی ریسک، ماشین‌آلات حفاری، راهکارهای کنترلی و پیشگیرانه، پروژه‌های سدسازی، سد هراز.

J. Env. Sci. Tech., Vol 26, No. 7, October, 2024

Identify and evaluate the risks of drilling operations in dam construction; With emphasis on the field of machinery

Shahaboddin Shahrdar [1]
Abdolrasoul Telvari [2 *]
telvari@yahoo.com
Amirpouya Sarraf [3]

Admission Date:July 19, 2021 Date Received: March 31, 2021

Abstract

Background & Objective: One of the important factors in the success of plans and projects is the role of machinery and equipment and the proper way to use and manage them properly. Knowing the types of drilling machines and equipment in dam construction projects and how to properly select and use them can play an effective role in the success of these projects; Due to the fact that the study in the field of machinery related to drilling operations and mainly construction machinery has a wide scope, in this research, traditional machines and machinery in this field have been evaluated and monitored.

Material and Methodology: In this research, using the implementation method of PMBOK standard, sixth edition, and access to information on the construction site of the dam in question, as well as library studies, Internet search, existing documents, as well as field studies and visits to the dam site during construction to identify features. Drilling operations in dam construction projects have been performed with emphasis on the safety requirements of drilling machines and devices in the implementation stages, as well as the study of the project location and structural features of Haraz Dam.

Findings: The research findings indicate that the probability of occurrence in excavator (making noise in drilling and drilling activities) with a risk number of 56 and the severity of the effect due to the risks of falling rocks and materials and overturning during loading activity in the loader with Risk number 45 from the loading activity at the top of the category of unacceptable risks was determined that the risk of overturning the loader due to excessive fall during loading, excessive noise and vibration and vibration caused by it, as well as fire during operations In the excavator, the overturning of the dump truck during unloading due to the unevenness of the unloading site and the disturbance of its center of gravity is one of the most important risky activities, followed by the creation of unacceptable risks.

Discussion and conclusion: The results of this study indicate that the frequency of risks in dump trucks is higher than other devices, the probability of accidents in loaders and the severity of the effects of risks

1- PhD Student in Civil Engineering and Construction Management, Department of Civil Engineering, Roodehen Branch, Islamic Azad University, Roodehen, Iran.
2- Associate Professor, Department of Civil Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. *(*Corresponding Authors*)
3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Roodehen Branch, Islamic Azad University, Roodehen, Iran.

identified in excavators are higher than other devices in this field. According to the results of risk assessment, it can be concluded that most of the possible consequences are due to staff negligence and lack of continuous monitoring.

Keywords: Risk identification and assessment, Drilling machines, Control and preventive solutions, Dam construction projects, Haraz dam.

مقدمه

ســـالیان طولانی اســـت که نه‌تنها محققان و خبرگان حوزه بهداشت و ایمنی در ساخت‌وساز و پروژه‌های عمرانی متمرکزند بلکه این موضـوع را به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم و همچنین به‌عنوان یکی از موانع اصـــلی که بهبود کیفیت ســـاخت را به‌طورجدی محدود و مدیریت را با مشـکل جدی مواجهه نموده است، قلمداد می‌کنند. (۱).

علاوه بر این ، بر اساس نظرسنجی آسیب‌های شغلی کشنده که توسـط اداره آمار کار ایالات‌متحده در سـال ۲۰۱۵ انجام شـد ، نشان می‌دهد که ۴۸۳۶ کارگر در کارگاه ساختمانی و پروژه‌های عمرانی به دلیل بیماری و مرگ‌ومیر ناشی از حوادث ماشین‌آلاتی کشته شده‌اند و ۱۲در صد از آسیب‌ها ناشی از قرار گرفتن در معرض محیط خطرناک ، آتش‌سوزی یا انفجار است. (۲).

نتایج حاصل از بررسی آمار سوانح و خسارات ذکر شده در بالا نشان می‌دهد که دلایل اصلی حوادث ماشین‌آلاتی در پروژه‌های ساخت شامل طبیعت منحصربه‌فرد پروژه ازجمله محیط سخت و پیچیده، رفتار اشـــتباه یک اپراتور غیر ماهر و عدم آگاهی از ایمنی ، ضـعف ایمنی و مدیریت ضـعیف اسـت. اجرای قوانین اجباری در حوزه ایمنی، انجام آموزش های حین کار، پایش مســـتمر، علل اصـــلی تأثیر مثبت بر عملکرد ایمن پروژه‌های ساخت و کاهش نرخ حوادث ساختمانی را عنوان کرده است . (۳).

اندازه پروژه‌های عمرانی و ساختمانی، سیاست ایمنی، هماهنگی ارکان پروژه و مشـــکلات اقتصـــادی (۴)؛ آموزش مدیریت پروژه (۵،۶) و فرهنگ ایمنی (۷–۹). به‌طور خاص، توانایی تشخیص و ارزیابی ریســک و خطرات ایمنی و بهداشـــتی قبل از حوادث در یک پروژه عمرانی و ســـاختمانی برای کلیه پروژه‌های ســـاخت حیاتی است زیرا شناسایی و پیشگیری از ریسک‌های ایمنی همیشـــه بهترین راه برای جلوگیری از حوادث غیرمترقبه اســـت (۱۰).

درحالی‌که آموزش‌های ایمنی و کارگاه‌های آموزشـــی برای کم کردن ریســـک‌های ایمنی و بهداشـــتی، تا حدود زیادی به این بســـتگی دارد که آیا پروژه عمرانی دارای یک ســـامانه مدیریت ایمنی و بهداشـــتی قوی اســـت یا خیر و یا اینکه مدیریت پروژه به‌خوبی پیش‌نیازهای لازم را برنامه‌ریزی کرده است؟(۱۱).

برای بهبود محل کار در پروژه‌های عمرانی آســـیب‌پذیر در برابر حوادث و صـــدمات شـــدید، ضـــروری اســـت که به‌درســـتی از فن‌آوری‌های پیشـــرفته جهت شـــناســـایی و ارزیابی ریســـک‌های ایمنی و ســـامانه های مدیریت امنیت برای نظارت مداوم بر فعالیت‌های حفاری و شـــناخت دقیق پیامدهای ریســـک پروژه استفاده شود(۱۲).

چونگ[1] و همکاران همچنین اسـتدلال می‌کند که مسـائل کنونی ایمنی ســـاخت‌وســـاز و موقعیت های خطرناک به‌طور بالقوه می‌توانند توســـط فناوری‌های پیشـــرفته اطلاعات و ارتباطات و راهبردهای پاسخ به ریسک کاهش‌یافته و حل‌وفصل شوند(۱۳).

رویکردهای سنتی در شناسایی ریسک مسائل ایمنی و حوادث در پروژه عبارت‌اند از:

۱- رویکردهـایی کـه بـه گزارش دهی افراد و جمع‌آوری اطلاعات به‌صـورت دسـتی متکی اسـت. در این رویکرد، مسـائل مربوط به ریسـک و ایمنی تا حد زیادی به زمان بستگی دارد. که معمولاً اقدامات پیشگیری قبل از وقوع و پیگیری لازم پس از وقوع حوادث دیر و یا به‌کندی انجام می‌شـود. برای غلبه بر محدودیت‌های رویکردهای

1- Cheung.

دستی سنتی، نظارت و شناسایی ایمنی خودکار به‌عنوان یک روش امیدوارکننده برای مدیریت ایمنی قوی در یک پروژه و یا سایت ساختمانی ظهور کرده است (۱۴).

۲- رویکردهای نوین: که شامل روش‌ها و فن‌آوری‌های متنوعی برای شناسایی، تجزیه ، تحلیل، هشدار و مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی بررسی‌شده است، تا یک سیستم مدیریت ایمنی پیشرفته ایجاد که بتواند ریسک‌های ساختاری و حوادث ایمنی را کاهش دهد؛ مانند نظارت و پایش مستمر بر سایت. با این‌حال، یک ساختار پیچیده ساخت‌وساز و یک محیط پیچیده در بخش حفاری سایت، کاربردهای پیشرفته فناوری را برای مدیریت ایمنی برساخت و نظارت خودکار محدود کرده است. برای پیشنهاد یک رویکرد جدید جهت جمع‌آوری مداوم اطلاعات مربوط به ریسک‌های ایمنی ساخت‌وساز، شناسایی دقیق و سریع حوادث و خطرات غیرقابل‌قبول در یک پروژه، این مطالعه شامل بررسی امکان‌سنجی و کاربرد مدیریت ایمنی ساخت‌وساز مبتنی بر ارزیابی و شناسایی ریسک است.

از مطالعات مقدماتی (۱۴،۱۵)، نویسندگان تشخیص داده‌اند که دقت و عملکرد روش شناسایی و مدیریت ایمنی مبتنی بر عملیات اجرایی را می‌توان با عوامل زیر تعیین کرد: (۱) یک روش کتابخانه‌ای، (۲) یک روش استخراج و جمع‌آوری داده، (۳) یک الگوریتم طبقه‌بندی ریسک، (۴) روش انتقال داده، (۵) میزان و حجم نمونه‌برداری و (۶) شرایط پروژه و ساخت‌وساز. در سال ۲۰۱۸ بارنز[1] و همکارانش در ارزیابی ریسک‌های ایمنی دستگاه‌های کارخانه فولاد میشیگان از روش ویلیام فاین استفاده نموده‌اند. اسموسکی[2] و همکارانش در سال ۲۰۱۴میلادی در ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی کارخانه تولید خطوط ریل راه‌آهن شهر کراسنووسک روسیه از روش FMEA استفاده نموده‌اند. وارنر[3] و گروه مطالعاتی دانشگاه مون پولیه فرانسه نیز در ارزیابی ریسک‌های ایمنی ماشین‌آلات و دستگاه‌های کارخانه تولید لوله‌های شبکه انتقال آب در سال ۲۰۰۷ از روش ویلیام فاین[4] استفاده نموده‌اند.(۱۶)

در ایران در خصوص پیشینه بهره‌گیری از روش کیفی می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره کرد:

واحد HSE شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران در پیش‌بینی اثرات بهداشتی فعالیت واحدهای صنعتی خود در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ از این روش ارزیابی ریسک کیفی استفاده نموده است. (۱۷)

شرکت بهران در ارزیابی خطرهای ایمنی و بهداشتی واحدهای مختلف تولیدی خود که در طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶به انجام رسیده از فنون شناسایی و ارزیابی ریسک و تجزیه‌وتحلیل حالات شکست و اثرات آن بر فرآیند[5](PFMEA) بهره جسته است. (۱۸)

شرکت لوله‌سازی اهواز در سال ۱۳۸۶ از فن SWOT به‌منظور ارزیابی ریسک ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست مجموعه فعالیت‌های واحدهای کارخانه‌های خود بهره‌گیری نموده است. (۱۹)

فرآیند عملیات در شرکت ملی حفاری ایران به‌طور مستقیم و کامل وابسته به دستگاه‌های حفاری می‌باشد و همانند سایر محیط‌های صنعتی به دلیل ماهیت و نوع فعالیت‌ها با مخاطرات مختلفی ازنظر ایمنی، سلامت و بهداشت و محیط‌زیست همراه می‌باشد، درنتیجه امکان آسیب به انسان، تجهیزات و محیط‌زیست، در صورت وقوع حادثه، وجود دارد. از این رو، مطالعه حاضر درزمینه ارزیابی و مدیریت ریسک ایمنی و بهداشتی جهت شناسایی مخاطرات احتمالی، تخمین میزان ریسک و کنترل و کاهش سطح خطر و در راستای حفظ سلامت کارکنان، تجهیزات و سرمایه مربوطه به انجام رسید.

روش بررسی

ارزیابی ریسک روشی سازمان‌یافته و نظام‌مند در شناسایی خطرات و برآورد ریسک برای رتبه‌بندی و اتخاذ تصمیمات، در

1- W. Barens
2- K. Smoskey
3- J.P. Varnere
4-William Fine
5- PFMEA

راستای کاهش ریسک به حدی قابل‌قبول است. ارزیابی ریسک با روش های کیفی و کمی انجام پذیر است. هرچند درروند ارزیابی ریسک کمی نیاز به داده‌های دقیق، صرف زمان بیشتر و درگیر نمودن مؤلفه‌های گوناگون وجود دارد، ارزیابی به روش‌های کیفی می‌تواند ضمن صرفه‌جویی در زمان و باوجود محدودیت در داده‌ها ما را سریع‌تر به نتیجه برساند. ارزیابی کیفی ریسک، احتمال وقوع و شدت اثر عوامل ریسک زا و غیرقابل‌قبول موجود را شناسایی نموده و با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و کنترلی نسبت به حذف یا مهار آن‌ها اقدام می‌نماید. معیارهای شناسایی ریسک‌های ناشی از ماشین‌آلات حفاری در رویکرد سنتی متعددند اما مهم‌ترین آن‌ها که در این پژوهش نیز مدنظر قرار داشته مباحث مرتبط با انسان، سلامت و بهداشت می‌باشد. مروری بر متون و پیشینه بهره‌گیری از روش بکار گرفته‌شده در این تحقیق نشان می‌دهد که در بعد فنی و با ارائه جزییات، مطالعات چندانی در قالب ارزیابی و شناسایی ریسک ماشین‌آلات حفاری در پروژه‌های سد سازی با استفاده از روش ارزیابی کیفی به انجام نرسیده است.

در این پژوهش با استفاده از روش پیاده‌سازی استاندارد PMBOK ویرایش ششم و دستیابی به اطلاعات ساخت گاه سد مدنظر و همچنین مطالعات کتابخانه‌ای، جستجوی اینترنتی، مدارک و اسناد موجود و همچنین مطالعات میدانی و بازدید از سایت سد در مرحله احداث به‌منظور شناخت ویژگی‌های عملیات حفاری در پروژه‌های سدسازی با تأکید بر الزامات ایمنی ماشین‌آلات و دستگاه‌های حفاری در مراحل اجرا و نیز بررسی موقعیت پروژه و ویژگی‌های ساختاری سد هراز انجام‌شده است؛ لذا در این پروژه جهت ارزیابی و بررسی ریسک‌های موجود از روش پرسشنامه و احصاء نظر خبرگان بهره برده شده است.

سد هراز در استان مازندران و بر روی رودخانه هراز و در ۲۳ کیلومتری جنوب شهر آمل و در کنار جاده هراز احداث می‌شود. مختصات جغرافیایی محل سد برابر ″۵۰-′۲۱-°۵۲ تا ″۵۰-′۲۲- °۵۲ طول شرقی و ″۱۰-′۱۵-°۳۶ تا ″۴۵-′۱۵-°۳۶ عرض شمالی می‌باشد. محل سد در دره‌ای V شکل که کوه‌های دو سوی آن تا بیش از ۵۰۰ متر نسبت به کف دره بلندی دارند قرارگرفته است. پهنای کف دره در این محل حدود ۸۰ تا ۱۰۰ متر و تراز آن نسبت به سطح دریای آزاد ۳۸۵ متر است. نوع سد: خاکی سنگریزه‌ای با هسته مخلوط؛ ارتفاع آن: ۱۵۰ متر از پی و ۱۲۵ متر از بستر رودخانه؛ تراز نهایی تاج سد: ۵۱۰ متر از سطح دریا؛ طول تاج: ۳۷۷ متر؛ حجم خاک‌ریزی بدنه سد: ۸/۶ میلیون مترمکعب و حجم مخزن: ۲۵۰ میلیون مترمکعب می‌باشد.

در ساختار سلسله مراتبی این تحقیق در سطح اول هدف تحقیق (شناسایی و ارزیابی ریسک‌های ماشین‌آلات و دستگاه‌های حفاری حاصل از احداث سد) قرارگرفته و در سطح دوم فعالیت‌های مرتبط با حوزه‌های اصلی ریسک حفاری قرارگرفته که مشتمل بر ۱۲۰ ریسک غیرقابل قبول (برخی از ریسک‌ها در دستگاه‌های مختلف تکرار می‌گردند). در سطح سوم عدد ریسک خطرات و رویدادهای قابل پیش‌بینی محتمل با حاصل‌ضرب احتمال وقوع و شدت اثر مشخص شد و در سطح چهارم پیشنهادهای اجرایی مرتبط با ریسک‌های غیرقابل‌قبول، یا همان راهکارهای اصلاحی و اقدامات کنترلی قرارگرفته است. این پرسشنامه در اختیار ۲۱ نفر از کارشناسان خبره با مدرک تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و تعدادی فورمن و اپراتور دستگاه‌های حفاری با تجربه‌ای بین ۸ تا۲۵ سال در زمینه عمران، زمین‌شناسی، معدن(حفاری) و مکانیک ماشین‌آلات قرار گرفت و دیدگاه ایشان در مورد عوامل ریسک دریافت شد. در این فرآیند تمام مقایسه‌ها به‌صورت زوجی انجام‌گرفته و کارشناسان از قضاوت‌های شفاهی استفاده کرده‌اند، همچنین بر اساس نظر این کارشناسان عددی بین 1 تا ۱۰ به هریک از گزینه‌ها نسبت داده شد، به‌طوری که عدد بزرگ‌تر برای هر گزینه اهمیت بیشتر آن را نشان می‌دهد که گزینه معادل آن عکس امتیاز را دریافت می‌کند.

جدول ۱- مقادیر اولویت‌ها برای مقایسه زوجی

Table 1. Priority values for pairwise comparison

اولویت‌ها	مقدار عددی
کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹و۱۰
ترجیح بااهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح بااهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بینابینی	۲،۴،۶،۸

یافته ها

کارکنان بسیاری وجود دارند که به صورت روزانه با ماشین‌آلات، ابزار و تجهیزات سروکار دارند؛ هرچند، کار با این ماشین‌آلات و تجهیزات، درصورتی‌که به طرز درست از آن‌ها استفاده نشود دارای پتانسیل ایجاد آسیب‌های جدی یا مرگ‌ومیر می‌باشد. که نیاز به شناسایی دقیق و ارائه راهکار کنترلی دارند. به‌طورکلی ریسک‌های بالقوه متعددی در حوزه ماشین‌آلات حفاری موجود هستند، که جهت به نتیجه رسیدن موضوع در این پژوهش به ماشین‌آلات مرتبط با حفاری سنتی و به‌طور خاص دستگاه‌های پرکاربرد لودر، بیل مکانیکی،کمپرسی و جرثقیل پرداخته‌شده است.

یکی از ابزارهای بکار گرفته‌شده در این پروژه، تکنیک دلفی بوده که در سه نسخه پرسشنامه، طراحی و باهدف شناسایی ریسک‌های موجود در بخش ماشین‌آلات حوزه حفاری سد مخزنی هراز بکار گرفته‌شده است. بدین ترتیب که ابتدا بر اساس مطالعات میدانی و سوابق پیشین ابتدا ۴۶ فعالیت به‌عنوان فعالیت‌های کلی ریسک زا در دستگاه‌هایی نظیر لودر، بیل مکانیکی، کمپرسی و جرثقیل شناسایی گردید، که از این تعداد،۱۲فعالیت مرتبط با لودر، ۱۱ فعالیت مربوط به بیل مکانیکی،۱۶ فعالیت مرتبط با بیل مکانیکی و ۷ فعالیت به جرثقیل تخصیص داشت. که مشخص شد فراوانی فعالیت‌های ریسک زا در دستگاه کمپرسی بیش از سایر دستگاه‌هاست، در مرحله بعد و بر اساس ارزیابی کیفی صورت گرفته دو فاکتور احتمال وقوع(P) و شدت پیامد(I) طبق جدول امتیازدهی ارزش‌دهی و عدد ریسک مرتبط با هر فعالیت تعیین گردید، که جداول ۶-۳ بترتیب نمونه هایی از ریسک های غیرقابل قبول شناسایی در حوزه ماشین آلات(دستگاه‌های لودر، بیل مکانیکی، کمپرسی و جرثقیل) را در محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهند.

1- Probability

2- Impact

جدول ۲- نمونه‌ای از جدول طراحی‌شده جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها (منبع: نویسندگان)

Table 2. An example of a table designed to identify and evaluate risks (reference: authors)

حوزه حفاری شامل: حفاری زیر زمینی															
ردیف	فعالیت/دستگاه	شرایط فعالیت		خطر و رویداد قابل پیش بینی	مثبت/منفی(فرصت / تهدید)	پیامد	الزام قانونی	ارزیابی کیفی		RPN	سطح ریسک	واکنش به ریسک				
		روزمره	غیر روزمره					احتمال وقوع	شدت پیامد			حذف	کاهش	انتقال	پذیرش	PPE
۱																
۲																
۳																

۱-۳- ماشین‌آلات حفاری سنتی-لودر

جدول ۳- شناسایی ریسک‌های غیرقابل‌قبول در حوزه ماشین‌آلات- دستگاه لودر (منبع: نویسندگان)

Table 3. Identification of unacceptable risks in the field of machinery - loader devices (reference: authors)

ردیف	شرح فعالیت	ریسک غیرقابل قبول	RPN	رفرنس کنترل/برنامه مرتبط، اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه	واحد مربوطه
۱	قبل از حرکت	برخورد با کارکنان در اثر ۱- استراحت کارکنان در اطراف وسایل ۲- عدم کنترل اطراف ماشین ۳- سوار شدن نفرات در کابین راننده ۴- سوار کردن کارکنان در پاکت لودر و یا بر روی رکاب	۳۶	جلوگیری از استراحت کارکنان در اطراف دستگاه	اجرا
				کنترل اطراف وسیله قبل از حرکت	اجرا
				جلوگیری از سوار شدن کارکنان در رکاب و داخل کابین اپراتور	اجرا
۲	تردد در کارگاه	تصادف در اثر ۱- نداشتن دید کافی ۲- نداشتن تجهیزات ایمنی(آینه،چراغ آلارم و بوق)۳- نامناسب بودن شیشه های لودر۴- لغزنده بودن مسیر ۵- عدم رعایت سرعت مجاز	۲۷	داشتن دید کافی	
				عدم استفاده از شیشه دودی	
				کنترل تجهیزات ایمنی	
				کنترل دوره ای سیستم ترمزها	
				رعایت سرعت مجاز در داخل کارگاه و تونل	اجرا
۳	در حین بارگیری	واژگونی در اثر ۱- نزدیک شدن بیش از حد به پرتگاه۲-نامناسب بودن باد لاستیکها۳-هموار نبودن سطح کار ۴- بالا بودن پاکت ۵- بازبودن درب لودر و پرت شدن راننده- لغزنده بودن مسیر	۳۶	استفاده از راننده مجرب	اجرا/پشتیبانی
				کنترل کلیه تجهیزات لودر	اجرا
				بارگیری در محل مسطح	اجرا
				بستن درب راننده در حین کار	اجرا

۲-۳- ماشین‌آلات حفاری سنتی- بیل مکانیکی

جدول ۴- شناسایی ریسک‌های غیرقابل‌قبول در حوزه ماشین‌آلات- دستگاه بیل مکانیکی

Table 4. Identification of unacceptable risks in the field of machinery - excavators

ردیف	شرح فعالیت	ریسک غیرقابل قبول	RPN	رفرنس کنترل/برنامه مرتبط، اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه	واحد مربوطه
۱	حفاری- بارگیری و پیکورزنی	تصادف و واژگونی	۳۶	آموزش به اپراتور	اجرا
				رعایت حریم پرتگاه	اجرا
				استفاده از اپراتور مجرب	اجرا
۲	دپو و خاکبرداری- فعالیت های عمومی	خطر در شعاع چرخشی	۲۷	رعایت حریم قانونی از دستگاه فعال	اجرا
				استفاده از لباس شبرنگ در شب	
				کنترل تجهیزات ایمنی	
				آموزش کارکنان	
۳	امورات محوله و فعالیت های عمومی	سوارشدن افراد اضافه بر روی دستگاه	۲۷	ممنوعیت سوار شدن افراد اضافی	اجرا
۴	حفاری- بارگیری و پیکورزنی	سر و صدا	۵۶	پوشش درزهای اتاقک و استفاده از درزگیرهای عایق در برابر صدا	پشتیبانی
				استفاده از وسایل حفاظت فردی	اجرا

۳-۳- ماشین‌آلات حفاری سنتی-کمپرسی

جدول ۵- شناسایی ریسک‌های غیرقابل‌قبول در حوزه ماشین‌آلات- دستگاه کمپرسی

Table 5. Identification of unacceptable risks in the field of machinery- dumper

ردیف	شرح فعالیت	ریسک غیرقابل قبول	RPN	رفرنس کنترل/برنامه مرتبط، اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه	واحد مربوطه
۱	تخلیه بار	برخورد با کارکنان در اثر ۱- استراحت کارکنان در اطراف وسایل ۲- عدم کنترل اطراف ماشین ۳- سوار شدن نفرات در کابین راننده ۴- سوار کردن کارکنان در پاکت لودر و یا بر روی رکاب	۴۸	کنترل کلیه تجهیزات از جمله تجهیزات کمپرسی از لحاظ فرسودگی و ... قبل از انجام کار	اجرا
				تخلیه بار در مکان های مسطح	اجرا
				پایین آوردن کامل کمپرسی در محل تخلیه و سپس حرکت جهت بارگیری	اجرا
				کنترل اتصالات و اهرم های مربوط به کمپرسی درهنگام تخلیه و توجه کافی به درب در زمان تخلیه	

۴-۳- ماشین‌آلات حفاری سنتی- جرثقیل

جدول ۶- شناسایی ریسک‌های غیرقابل‌قبول در حوزه ماشین‌آلات- دستگاه جرثقیل

Table 6. Identification of unacceptable risks in the field of machinery - crane devices

ردیف	شرح فعالیت	ریسک غیرقابل قبول	RPN	رفرنس کنترل/برنامه مرتبط، اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه	واحد مربوطه
۱	جابجایی و بلندکردن بار	برق گرفتگی در اثر تماس با خطوط برق فشار قوی	۲۷	آشنا بودن راننده به محل عبور خطوط برق فشار قوی	اجرا
				رعایت نکات ایمنی مورد نیاز	اجرا
				آموزش	اجرا
۲	جابجایی بار	سقوط بار در اثر ۱- بارگیری بیش از حدمجاز ۲- نبود ریگر مجرب۳- ایراد و نقص فنی تجهیزات بار برداری از جمله زنجیر،سیم بکسل،شیگل، قلابها	۱۸	رعایت حداکثر مجاز در حین بارگیری	اجرا
				کنترل کلیه تجهیرات حین باربرداری از جمله زنجیر،سیم بکسل،شیگل، قلابها	اجرا

سرانجام پس از اعمال نمودن درخت سلسله مراتبی، ماتریس‌های مقایسه زوجی برای معیارهای اصلی ارزیابی ریسک‌ها و همچنین فاکتورهای ریسک، در مرحله بعدریسک های ایمنی دستگاه ها و ماشین آلات حفاری استخراج گردیدکه که احتمال پیشامد در بیل مکانیکی(ایجاد سر و صدا در فعالیت حفاری و پیکورزنی) با عدد ریسک۵۶ و شدت اثر ناشی از ریسک های ریزش سنگ و مصالح و واژگونی حین فعالیت بارگیری در دستگاه لودر با عدد ریسک۴۵ از زیر فعالیت بارگیری در صدر دسته بندی ریسکهای غیرقابل قبول مشخص گردید که ریسک واژگونی دستگاه لودر در اثر ریزش بیش از حد در حین بارگیری، ایجاد سر و صدای بیش از حد و لرزش و ارتعاش ناشی از آن همچنین آتش سوزی حین انجام امورات محوله در بیل مکانیکی، واژگونی کمپرسی حین تخلیه بار در اثر مسطح نبودن محل تخلیه و بهم خوردن مرکز ثقل آن و یا تصادف با سایر ماشین آلات و پرسنل در حین تردد و یا در زمان ورود و خروج به داخل تونل به دلیل عدم ذعایت حداکثر سرعت مجاز، نبود روشنایی مناسب، عدم مهارت و تسلط اپراتور و واژگونی جرثقیل به دلیل هموار نبودن سطح کار و یا بارگیری بیش از حد مجاز و یا تصادف در اثر عدم رعایت اصول ایمنی و نبود مسیرهای مناسب از مهمترین فعالیت های ریسک زا و به دنبال آن ایجاد ریسک های غیرقابل قبول می باشد. در نهایت با تشکیل جلسات اجتماع خبرگی(COP)[1] و طوفان ذهنی[2] به جمع بندی و اولویت بندی در بخش راهکارها و اقدامات کنترلی مرتبط ختم گردید که نتایج آن، شامل شناسایی و دسته بندی ریسک های حوزه حفاری زیرزمینی، الزامات و مفاد قانونی، پیامدهای ریسک این حوزه ها، امتیازات تخصیصی توسط کارشناسان در فاکتورهای اصلی ریسک (احتمال وقوع و شدت پیامد)، نحوه کنترل ریسک و در نهایت راهکارهای کنترلی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه به تخلیص در جداول فوق الذکر آمده است. جداول تدوین شده براساس پژوهش نظام مند نویسندگان مقاله، تجربه چندین ساله جامعه آماری تحقیق و براساس جلسات کارشناسی و اقدام پس از عمل (AAR)[3] صورت گرفته تعیین و تدقیق شده است.

1- Community of Practice
2- Brain Stormy
3- After Action Review

بحث و نتیجه‌گیری

پیشرفت های فناورانه، برنامه های درحال توسعه، پروژه های عمرانی، زیربنایی و شریان های کلیدی علیرغم تمامی مزایا و منافعی که برای انسان به همراه داشته است؛ سرمنشاء بسیاری از مخاطرات، ریسک ها و نارسایی های قابل توجهی نیز بوده اند. با پیشرفت فناوری و افزایش کاربرد ماشین آلات، روند خطرزایی و احتمال بروز حوادث در زیرساخت های عمرانی به خصوص پروژه های سدسازی و زیربخش های آن فزونی یافته است. در این شرایط نیاز صیانت از سلامتی نیروی کار و سایر دارائی های با ارزش سازمان مانند دستگاه ها و ماشین آلات حفاری در مقابل ریسک و خطرات محیط بیش از پیش احساس می شود. درگذشته، پس از وقوع حوادث و بروز خسارات جبران ناپذیر اقدام به بررسی علل حوادث می گردید و نقایص یک سیستم یا فرآیند تعیین می شد اما امروزه به دلیل وجود انواع مختلف روش های ارزیابی خطر، قبل از وقوع نیز می توان نقاط حادثه زا و بحرانی را مشخص کرد و نسبت به پیشگیری از وقوع حوادث و کنترل آن ها اقدام نمود.

باوجود اینکه نظارت بر عملکرد ایمنی در یک پروژه سدسازی، پیش بینی مناسب از ریسک های موجود و شناسایی و ارزیابی دقیق آنها یکی از اهداف این مطالعه بوده است؛ تدوین و ارائه آیین نامه ایمنی دقیق و کارآمد برای دستگاه ها و ماشین آلات در کارگاه های سدسازی به عنوان امری ضروری پیشنهاد می-گردد. رعایت اصول و مقرارت ایمنی در عملیات حفاری علاوه بر کاهش ریسک و خطرات تهدید کننده زندگی انسان ها، از نظر اقتصادی نیز به نفع جامعه و منافع ملی است. تنظیم و ارائه استانداردهای ایمنی برای کارگاه ها و پیگیری آن از طرف ذینفعان امر(کارفرماها، مشاورین) و الزام پیمانکاران به آن در پیشبرد یک پروژه اهمیت خاصی داشته و در این راستا لازم است که تعریف دقیقی از سطح رعایت الزامات ایمنی در در همه پروژه و کارگاه های عمرانی ارائه گردد. در این بین شناخت انواع ماشین آلات و تجهیزات حفاری در پروژه های سدسازی و نحوه صحیح انتخاب و استفاده از آنها می تواند نقش موثری در موفقیت این پروژه ها داشته باشد و یکی از عوامل مهم در این موفقیت، شناسایی و ارزیابی ریسک و مخاطرات ماشین آلات و نحوه انتخاب و مدیریت صحیح آن ها در عملیات حفاری این پروژه ها(با عنایت به قابل توجه بودن قدرالسهم عملیات اجرایی حفاری در اکثر پروژه های عمرانی نظیر سدسازی) می باشد. با توجه به این که بررسی ریسک در حوزه ماشین آلات و دستگاه های حفاری دارای گستردگی، جنبه های فراوان و پیچیدگی خاص می باشد؛ لذا در این تحقیق به مطالعه و ارزیابی ریسکها در دستگاه ها و ماشین آلات سنتی در حوزه حفاری پرداخته شد، که به عنوان دریچه ای به سوی تحقیقات آتی در خصوص اقدام مشابه جهت سایر دستگاه ها و ماشین آلات این حوزه مورد توجه پژوهشگران علاقمند قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از تمام کسانی که در تدوین این مقاله همکاری داشته، به خصوص اساتید دانشگاه های جامع امام حسین(ع)، آزاد اسلامی تهران- واحد رودهن و یا عزیزانی که از منابع ایشان به نحو و گونه‌ای در متن استفاده‌شده و به علت عدم دسترسی به مرجع اصلی نام و عنوانشان ذکر نگردیده، به‌رسم اصول حرفه‌ای و مالکیت معنوی عذرخواهی و تشکر می‌گردد.

References

1. J. Melzner, S. Zhang, J. Teizer, H. Bargstädt, A case study on automated safety compliance checking to assist fall protection design and planning in building information models, Constr. Manag. Econ. 31 (6) (2013) 661–674, https://doi.org/ 10.1080/01446193.2013.780662.
2. The U.S. Bureau of Labor Statistics, The national census of fatal occupational injuries survey, https://www.bls.gov/news.release/archives/cfoi_12162016.pdf, (2015) (Last accessed on January 30, 2020).
3. J. Hinze, Human aspects of construction safety, J. Constr. Div. 107

(1) (1981) 61–72 https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0010067 (Last accessed on January 30, 2020)
4. J. Hinze, P. Raboud, Safety on large building construction projects, J. Constr. Eng. Manag. 114 (2) (1988) 286–293, https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1988)114:2(286).
5. R.T. Gun, The role of regulations in the prevention of occupational injury, Saf. Sci. 16 (1) (1993) 47–66, https://doi.org/10.1016/0925-7535(93)90006-Y.
6. E.J. Jaselskis, G.A. Recarte Suazo, A survey of construction site safety in Honduras, Constr. Manag. Econ. 12 (3) (1994) 245–255, https://doi.org/10.1080/01446199400000032
7. C. M. Tam and I. W. Fung IV, "Effectiveness of safety management strategies on safety performance in Hong Kong," Constr. Manag. Econ., vol. 16, no. 1, pp. 49–55, 1998. doi:https://doi.org/10.1080/014461998372583.
8. A.I. Glendon, N.A. Stanton, Perspectives on safety culture, Saf. Sci. 34 (1) (2000) 193–214, https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00013-8.
9. C.M. Tam, I.W. Fung IV, A.P. Chan, Study of attitude changes in people after the implementation of a new safety management system: the supervision plan, Constr. Manag. Econ. 19 (4) (2001) 393–403, https://doi.org/10.1080/01446190010027591.
10. I.O. Nikander, E. Eloranta, Preliminary signals and early warnings in industrial investment projects, Int. J. Proj. Manag. 15 (6) (1997) 371–376, https://doi.org/10. 1016/S0263-7863(96)00087-7
11. E. Elbeltagi, T. Hegazy, Incorporating safety into construction site management, First International Conference on Construction in the 21st Century, 2002 https://www.researchgate.net/profile/Emad_Elbeltagi/publication/255663986_INCORPORATING_SAFETY_INTO_CONSTRUCTION_SITE_MANAGEMENT/links/0c9605377164e24401000000.pdf (Last accessed on February 1, 2020).
12. J.P. Zhang, Z.Z. Hu, BIM-and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies, Autom. Constr. 20 (2) (2011) 155–166, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.013.
13. W.F. Cheung, T.H. Lin, Y.C. Lin, A real-time construction safety monitoring system for hazardous gas integrating wireless sensor network and building information modeling technologies, Sensors 18 (2) (2018) 436, https://doi.org/10.3390/s18020436.
14. J. Park, K. Kim, Y.K. Cho, Framework of automated construction-safety monitoring using cloud-enabled BIM and BLE mobile tracking sensors, J. Constr. Eng. Manag. 143 (2) (2016), https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001223.
15. C.F. Cheng, A. Rashidi, M.A. Davenport, D.V. Anderson, Activity analysis of construction equipment using audio signals and support vector machines, Autom. Constr. 81 (2016) 240–253,

https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.005.

16. Varnere JV.Occupational risk analysis of Saman dile pipe manufacturing in constructional phase of Straburg University 2007:1(9):109-21
17. Moradi H. Pir Saheb M, HSE Risk Assessment and Management of Offshore Drilling Rigs by William Fine Method; Case Study of National Iranian Drilling Company, Journal of Oil, Gas and Energy, April and May 2012 No. 11.(In Persian)
18. Ghoreishi N.Mohammadi S A.(Safety and ocpational health assessment in Behran company using combining "FM&EA" and "Willam Fine" methods.)The 1st Congress on "HSE" in oil, Gas and Petrochemical Industries. Bandarabbas 2006.p.17-22. (In Persian)
19. Ahmadzadeh a.Beigi F.(Feasibility study of risk assessment and management methods in units being watched by Iran oil products refining and distributing national company. The 2nd State Congress for " Safety Engineering" and "HSE" 2005.p.43-55.(In Persian)