Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 7, Issue 4, Winter 2021, Pages: 16-26

Original Article

doi: 10.52547/johe.7.4.16

Prediction of Occupational Risks Using an Adaptive Neural Fuzzy Inference System in AZARAB Company

Mahdi Nasrollahi[1,*], Marzieh Shazdeh Ahmadi[1]

[1] *Assistant Professor, Department of Industrial Management, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran*

**** Corresponding Author:** Mahdi Nasrollahi, Department of Industrial Management, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: m.nasrollahi@soc.ikiu.ac.ir*

Received: 12/06/2020
Accepted: 03/08/2020

How to Cite this Article:
Nasrollahi M, Shazdeh Ahmadi M. Prediction of Occupational Risks Using an Adaptive Neural Fuzzy Inference System in AZARAB Company. *J Occup Hyg Eng*. 2021; 7(4): 16-26. DOI: 10.52547/johe.7.4.16

Abstract

Background and Objective: Nowadays, none of the industries wants an accident to happen in their workplaces, and therefore, they use different tools to accomplish this aim. One of these tools is risk analysis, which is capable of identifying risks and inappropriate situations. Due to the importance of occupational risk prediction and injury reduction, this study was conducted to investigate occupational risk prediction using different neural network algorithms.

Materials and Methods: This applied research was performed based on causal and survey approaches. Accordingly, a database of 119 incidents in 2018 was included in this study, which was sufficient reliable due to the high accuracy of the neural network algorithms in the database. The dynamic artificial neural network algorithm had the highest accuracy (76%) in predicting occupational injury.

Results: Based on the results, the most important criteria affecting the risk of occupational injury were day-time, type of accident, and hazardous situations involved in the accident.

Conclusion: This research can offer practical applications for Azarab company since this company can put all the vulnerabilities together, predict the risk of each of these situations by implementing the neural network algorithm, and accordingly take measures to provide risk control instructions.

Keywords: Accuracy; Most Important Features; Neural Network; Occupational Injury Risk; Prediction

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

Copyright © 2021 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.7.4.16

پیش‌بینی ریسک حوادث شغلی با استفاده از روش سیستم استنتاج عصبی– فازی در شرکت آذرآب

مهدی نصراللهی[1*]، مرضیه شازده احمدی[1]

[1] گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

* **نویسنده مسئول:** مهدی نصراللهی، گروه مدیریت صنعتی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. ایمیل: m.nasrollahi@soc.ikiu.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۳

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: امروزه هیچ‌یک از صنایع مایل نیستند که در محیط کاری آن‌ها حادثه‌ای به وقوع بپیوندد و در این راستا از ابزارهای متفاوتی استفاده می‌نمایند. یکی از این ابزارها که توانایی مناسبی در شناسایی خطرات و موقعیت‌های نامناسب دارد، آنالیز ریسک می‌باشد. با توجه به اهمیت پیش‌بینی ریسک شغلی و کاهش آسیب شغلی، در پژوهش حاضر به پیش‌بینی ریسک شغلی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف شبکه عصبی پرداخته شد. این پژوهش از نظر هدف در زمره مطالعات کاربردی بوده و به لحاظ شیوه اجرا در گروه تحقیقات علی و پیمایشی قرار دارد.

مواد و روش‌ها: پایگاه داده آزمون متشکل از ۱۱۹ حادثه در سال ۱۳۹۷ بود.

یافته‌ها: با توجه به دقت بالای الگوریتم‌های شبکه عصبی در پایگاه داده می‌توان پی برد که پایگاه داده دارای اعتبار کافی بوده است؛ الگوریتم Dynamic ANN دارای بیشترین دقت (۷۶ درصد) در پیش‌بینی آسیب شغلی بود. براساس نتایج به دست آمده، مهم‌ترین معیارهای اثرگذار بر ریسک آسیب شغلی، روز- زمان، نوع حادثه و وضعیت خطرناک دخیل در حادثه می‌باشند.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر به لحاظ کاربرد می‌تواند برای شرکت آذرآب مفید باشد؛ زیرا این شرکت می‌تواند تمامی حالات آسیب‌پذیری را در کنار یکدیگر قرار دهد، ریسک هریک از این حالات را با پیاده‌سازی الگوریتم شبکه عصبی پیش‌بینی نماید و بر این اساس نسبت به ارائه دستورالعمل‌های کنترل ریسک اقدام کند.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی؛ دقت؛ ریسک آسیب شغلی؛ شبکه عصبی؛ مهم‌ترین ویژگی

مقدمه

امروزه نقش صنعت را چه در جوامع در حال توسعه و چه در جوامع توسعه‌یافته نمی‌توان نادیده گرفت. از آنجایی که خطرات موجود در محیط‌های صنعتی و حوادث صنعتی بخش جدایی‌ناپذیر این‌گونه محیط‌ها محسوب می‌شوند [۱]، می‌توان با اقدامات صحیح، نظارت و برنامه‌ریزی درست از بسیاری از این حوادث ناخواسته پیشگیری نمود. از سوی دیگر، بروز حوادث باعث افزایش هزینه‌های سازمان و کاهش روحیه کارکنان و شهرت شرکت‌ها می‌شود [۲]؛ بنابراین در نظر گرفتن نکات ایمنی و بررسی صدمات و حوادث شغلی در صنعت حائز اهمیت می‌باشد [۳]. ریسک‌های شغلی در صنایع باعث به وجود آمدن هزینه‌های هنگفت و حتی لغو پروانه‌های صنایع می‌گردد. امروزه هیچ‌یک از صنایع مایل نیستند که در محیط کاری آن‌ها حادثه‌ای به وقوع بپیوندد و در این راستا از ابزارهای متفاوتی استفاده می‌نمایند. آنالیز ریسک یکی از ابزارهایی است که توانایی بالایی برای شناسایی خطرات و موقعیت‌های نامناسب دارد. ریسک به عنوان "شانس تحت تأثیر قرار گرفتن کسی یا چیزی به واسطه یک موقعیت مخاطره‌آمیز" تعریف می‌شود [۴]. آسیب نیز به معنای وجود شرایط نامطمئن یا منبع بالقوه یک حادثه نامطلوب می‌باشد که ممکن است موجب صدمه زدن شود. آنالیز ریسک یک ابزاری ضروری برای ایمنی شرکت است. این امر شامل شناسایی و ارزیابی تمامی خطرات ممکن و روش تعیین کارایی ابزاری آنالیز ریسک می‌باشد. مراحل ارزیابی سیستم دارای سه عنصر اصلی است که عبارت هستند از: شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده و ارائه پیشنهاداتی برای انجام اقدامات ایمن. بدون داشتن سیستم مناسب آنالیز ریسک نمی‌توان اطمینان پیدا کرد که خطرات و موقعیت‌های نامناسب مورد شناسایی و ارزیابی قرار گرفته‌اند یا خیر که این مهم باعث می‌شود نرخ حوادث شغلی افزایش یابد [۵].

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

سیستم‌های فعلی برای آنالیز ریسک از جمله FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)، HAZOP (Hazard and Operability Analysis)، ویلیام فاین و غیره نمی‌توانند کارایی مناسبی داشته باشند؛ زیرا در این سیستم‌ها تنها توصیفی از ریسک خاص در نقطه‌ای خاص و برای تمامی افراد بیان می‌گردد و متغیرهایی مانند سابقه و شغل فرد در تعیین ریسک بی‌اثر می‌باشند [۶]؛ از این رو لازم است تحلیل و پیش‌بینی ریسک با در نظر گرفتن متغیرهای متعددی از جمله مشخصات جمعیت‌شناختی فردی، شغلی و محیطی صورت گیرد و از الگوریتم‌هایی استفاده شود که خاصیت پیش‌بینی‌کنندگی با استفاده از داده‌های کمی، کیفی و غیره را داشته باشند و بتوانند روابطی به غیر از روابط خطی بین متغیرها را کشف نمایند [۷]. شبکه عصبی فازی یکی از روش‌های مناسب برای این هدف است. سیستم استنتاج عصبی- فازی سازگار (ANFIS: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) یک سیستم فازی می‌باشد که در آن چهارچوب کاری متناسب با شبکه‌های عصبی است.

Micallef و همکاران ریسک آسیب شغلی ابتلا به سرطان را در انواع مشاغل با استفاده از شبکه عصبی بررسی کردند. مطالعه آن‌ها در کشور فرانسه در مورد کارکنانی بود که حداقل یک بار در معرض آسیب شغلی قرار گرفته بودند. براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، عاملی که بیشترین تأثیر را بر ابتلا به سرطان داشت، مدت زمان قرار گرفتن در برابر تشعشعات و تعداد دفعات تکرار آن بود [۸].

Zhou و همکاران نیز در پژوهشی به پیش‌بینی آسیب‌های شغلی در کشتی‌های نفت‌کش در طول سفرهای دریایی پرداختند. آن‌ها از سیستم استنتاج عصبی- فازی تطبیقی برای پیش‌بینی خطر حوادث بسیار نادر و ناگوار در طول سفرهای نفت‌کش استفاده نمودند. برای این منظور، حوادث تقریباً ناگوار ثبت شده توسط یک شرکت مدیریت حمل و نقل نفتکش جهانی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای انجام این مطالعه، متغیرهای نوع کارکرد، موقعیت کشتی، پتانسیل آسیب‌دیدگی برای آموزش و پیش‌بینی میزان خطر حوادث نادر انتخاب شدند. متغیرهای انتخابی با فراوانی مشاهده شده در سه سطح خطر کم، متوسط و زیاد جای گرفتند. در این مطالعه عوامل علی در سه گروه عوامل مؤثر مستقیم، عوامل مؤثر غیر مستقیم و عوامل محرک در بروز حوادث نادر مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت اقدامات کنترل ریسک برای بهبود ایمنی هنگام بارگیری و حرکت نفت‌کش پیشنهاد گردید [۱].

از سوی دیگر، شهبا و همکاران طی پژوهشی به بررسی مخاطرات شغلی در واحد تغلیظ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با رویکرد ایمنی و با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی پرداختند. این پژوهش ابتدا به شناسایی و مشخص کردن خطرات مرتبط با هریک از مشاغل با توجه به وظایف موجود در هر شغل پرداخته و سپس میزان مواجهه کارکنان با خطرات شناسایی شده، احتمال وقوع حوادث و شدت پیامد آن‌ها را ارزیابی و بررسی می‌کند [۳].

علاوه‌براین، یاری و همکاران در پژوهشی به ارائه الگوهای حوادث شغلی براساس وابستگی گروه‌های ریسک- آسیب با استفاده از الگوریتم‌های قوانین تجمعی پرداختند. در این مطالعه گزارشات حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تأمین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله جمع‌آوری شد و نوع ریسک و آسیب مربوط به هریک از حوادث براساس معیارهای سازمان بین‌المللی کار مشخص گردید. با توجه به تحلیل‌های انجام شده در این مطالعه، سه گروه حوادث شغلی به دست آمد که متغیرهای این سه گروه از الگوهای به دست آمده استخراج شدند [۲]. با بررسی این الگوها می‌توان به تشخیص و اولویت‌بندی حوادث شغلی پرداخت.

نخعی‌نژاد و بنائیان جهرمی نیز در پژوهشی به بررسی آسیب‌های شغلی و پیش‌بینی آن در نیروگاه سیکل ترکیبی جهرم پرداختند. در این مطالعه دو پایگاه داده مجزا در مورد پیش‌بینی مقدار آسیب شغلی تشکیل شد که دارای ۵ معیار: روز- زمان، تخصص، نوع حادثه، وضعیت خطرناک دخیل در حادثه و اقدامات خطرناک دخیل در حادثه بود. از پایگاه داده اول به عنوان داده آموزش و از پایگاه داده دوم به عنوان داده آزمون استفاده گردید. در راستای پیش‌بینی نوع حادثه از دو الگوریتم متداول در شبکه‌های عصبی- فازی استفاده شد که عبارت بودند از: فازی، مثلثی و گوسی. در نهایت از طریق پیاده‌سازی دو الگوریتم فوق روی پایگاه داده‌ها، دقت هریک از الگوریتم‌ها تعیین گردید [۹].

بررسی تحقیقات انجام شده در ارتباط با آسیب‌های شغلی در محیط‌های صنعتی نشان می‌دهد که در بسیاری از مطالعات با استفاده از آمار توصیفی به بررسی عوامل مؤثر بر ریسک آسیب شغلی پرداخته شده است. همچنین در تعداد کمی از تحقیقات که با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در راستای پیش‌بینی ریسک حوادث شغلی صورت گرفته‌اند، تنها از یک الگوریتم با هدف پیش‌بینی استفاده شده است. در پژوهش حاضر نه‌تنها از الگوریتم‌های مختلف شبکه عصبی استفاده گردید؛ بلکه تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر در پیش‌بینی نیز به عنوان یک هدف مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به مطالب بیان شده و با عنایت به اینکه شرکت آذرآب در بین شرکت‌های صنعتی استان مرکزی دارای بالاترین ریسک آسیب شغلی می‌باشد (که این حوادث با نرخ حدود ۲۰ درصد در حال افزایش هستند) و مدیریت شرکت مایل است تا تحلیل‌های مناسبی برای جلوگیری از آسیب‌های شغلی داشته باشد، در پژوهش حاضر به دنبال ارزیابی ریسک شغلی و پیش‌بینی نوع آسیب با استفاده از شبکه عصبی- فازی می‌باشیم؛ از این رو پیش‌بینی ریسک آسیب‌های جدید به عنوان نتایج اصلی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

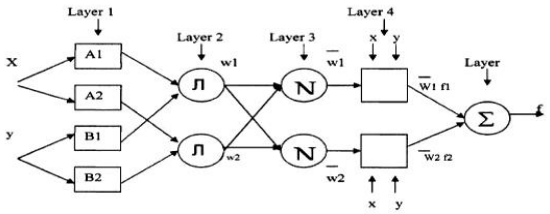
می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؛ با بکارگیری آن‌ها می‌توان ریسک خطرات شغلی را در محیط شرکت مورد بررسی تا حد بسیار زیادی تعدیل نمود.

مواد و روش‌ها

پژوهش توصیفی- کاربردی حاضر با هدف پیش‌بینی ریسک آسیب شغلی انجام شد؛ بنابراین به لحاظ هدف، کاربردی می‌باشد. روش پژوهش بر مبنای گردآوری داده‌ها نیز پیمایشی- اکتشافی بود. گردآوری داده‌های مورد نیاز، یکی از مراحل مهم در پژوهش می‌باشد. در پژوهش حاضر داده‌های اولیه از طریق مطالعات کتابخانه‌ای که شامل: اسناد و مدارک موجود در کتابخانه‌ها، تحقیقات، مقاله‌ها و پایان‌نامه‌ها است، گردآوری شدند. در جمع‌آوری داده‌ها و تشکیل پایگاه داده از بانک HSE (Health and Safety Executive) مربوط به حوادث شغلی در شرکت آذرآب استفاده گردید. تمامی داده‌های مربوط به حوادث شغلی در سال ۱۳۹۷ در فیش‌ها و جداولی ثبت شدند و داده‌هایی انتخاب گردیدند که در مورد آن حادثه خاص، مقادیر گمشده‌ای وجود نداشته باشد. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق با نمودار ۱ بود.

با توجه به نوع داده‌های این پژوهش و بررسی الگوریتم‌های ANFIS مشخص می‌شود که استفاده از ANFIS در تحلیل ریسک به چند دلیل کاملاً مناسب است. نخست آنکه الگوریتم ANFIS روشی مبتنی بر هوش مصنوعی است؛ از این رو می‌توان از داده‌های پیشین در جهت یادگیری استفاده کرد و به پیش‌بینی ریسک‌های جدید اقدام نمود. همچنین در این روش می‌توان دقت الگوریتم‌ها را تعیین کرد و خطاهای پیش‌آمده را آنالیز نمود. باید خاطرنشان ساخت سایر روش‌هایی که مبتنی بر هوش مصنوعی نباشند، نمی‌توانند این قابلیت‌ها را داشته باشند که این مهم نکته قوت دیگری برای به‌کارگیری الگوریتم ANFIS در اجرای پژوهش است. یک مدل فازی سوگنو درجه یک با دو ورودی x و y و یک خروجی z را در نظر بگیرید. قواعد فازی نوعاً می‌توانند به صورت زیر باشند [۱۰]:

نمودار ۱: روش تجزیه و تحلیل داده‌ها



نمودار ۲: نمونه ساختار ANFIS

قاعده ۱: اگر $x = A_1$ و $y = B_1$ آنگاه $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

قاعده ۲: اگر $x = A_2$ و $y = B_2$ آنگاه $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

خروجی کل، میانگین وزنی خروجی‌ها می‌باشد. ساختار ANFIS عبارات فوق در نمودار ۲ نشان داده شده است:

این ساختار پنج لایه دارد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود گره‌های لایه‌های یکسان، توابع یکسان دارند. گره خروجی i در لایه l با $O_{l,i}$ نام‌گذاری می‌شود [۱۱].

لایه ۱: هر گره در این لایه شامل یک گره تطبیقی با یک تابع گره است:

$$O_{l,i} = \mu A_i(x) \quad for \ i = 1,2 \ \ or, O_{l,i} = \mu B_{i-2}(y), \quad for \ i = 3,4$$

که در آن x (یا y) ورودی گره i و A_i (یا B_{i-2}) یک مجموعه فازی مربوط به آن گره می‌باشد. به عبارت دیگر خروجی این لایه، مقدار عضویت آن می‌باشد. A می‌تواند هر تابع عضویت پارامتری متناسب را به عنوان توابع عضویت انتخاب نماید. از هر پارامتر در این لایه به عنوان یک پارامتر پیش‌فرض نام برده می‌شود.

لایه ۲: هر گره در این لایه با n نام‌گذاری شده است و خروجی هر گره حاصل ضرب تمام سیگنال‌های ورودی به آن گره می‌باشد. این گره‌ها عمل ANDفازی را انجام می‌دهند:

$$O_{2,i} = \mu A_i(x) \ X \ \mu B_i(y), \quad for \ i = 1,2$$

که در آن خروجی هر گره نشان‌دهنده قدرت آتش هر قاعده (Firing strength) می‌باشد.

لایه ۳: هر گره در این لایه با N نام‌گذاری شده است. گره‌های این لایه، خروجی نرمال‌سازی شده هر قاعده را محاسبه می‌کند:

$$O_{3,i} = \frac{\overline{w}_i}{\sum_i w_i}, \quad i = 1,2$$

که در آن w_i قدرت آتش آن قاعده می‌باشد. خروجی این لایه، قدرت آتش نرمال‌سازی شده نامیده می‌شود.

لایه ۴: هر گره در این لایه وابسته به یک تابع گره می‌باشد:

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i(p_ix + q_iy + r_i), \qquad i = 1,2$$

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

که در آن w_i، قدرت آتش نرمال‌سازی شده از لایه سوم بوده و $\{p_i, q_i, r_i\}$ مجموعه پارامترهای گره i است. پارامترهای این لایه تحت عنوان "پارامترهای نتیجه شده" نامیده می‌شوند.

لایه ۵: تنها گره موجود در این لایه با $O_{5,i}$ نام‌گذاری شده است که مجموع تمام سیگنال‌های ورودی به آن را محاسبه کرده و به خروجی می‌برد:

$$O_{5,i} = \sum \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_i \overline{w}_i f_i}{\sum_i w_i}, \quad i = 1,2$$

که در آن $O_{5,i}$ خروجی i اُمین گره در لایه پنجم می‌باشد.

یافته‌ها

ابتدا با استفاده از نظرات کارشناسان (جدول ۱) معیارهای مؤثر بر آسیب‌دیدگی شغلی در شرکت آذرآب تعیین گردید که شامل شش معیار بود. پنج معیار شامل: روز- زمان، تخصص، نوع حادثه، وضعیت خطرناک دخیل در حادثه و اقدامات خطرناک دخیل در حادثه در زمره معیارهای ورود به مطالعه جای گرفتند و یک معیار نیز به عنوان معیار خروج از آن (ریسک حادثه) در نظر گرفته شد. در مرحله دوم نسبت به طبقه‌بندی معیارها با توجه به ریسکی که هریک از حالات دارند، اقدام گردید که بخشی از این طبقه‌بندی در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱: مشخصات کارشناسان

ردیف	سمت	تحصیلات	سابقه کار
۱	مدیر کارخانه	دکتری	۲۰
۲	مدیر تولید	کارشناسی ارشد	۲۵
۳	مدیر نگهداری و تعمیرات	کارشناسی ارشد	۱۷
۳	معاون منابع انسانی	دکتری	۲۰
۴	مدیر منابع انسانی	کارشناسی ارشد	۱۴
۵	مدیر HSE	کارشناسی ارشد	۸
۶	کارشناس HSE	کارشناسی ارشد	۶
۷	کارشناس HSE	کارشناسی	۱۵
۸	سرپرست تولید	کارشناسی	۱۰

جدول ۲: متغیرهای ورودی مورد نظر در طول تحلیل حساسیت صدمات شغلی

متغیر ورودی	معنا	دسته‌ها	اهمیت در ریسک آسیب
روز- زمان	ترکیب روز و زمان دقیق وقوع تصادف	در محدوده هشت ساعت کاری روزانه	۰/۲۵
		اضافه‌کار	۰/۵۰
		شب‌کاری	۰/۷۵
		تعطیلات آخر هفته	۱
تخصص	شغل فرد آسیب‌دیده	داربست‌بند	۰/۵۳
		عایق‌کار	۰/۷۵
		نقاش صنعتی	۰/۴۶
		کارگر فلزکاری	۰/۵۶
		فیتر	۰/۵۲
		مکانیک ماشین‌آلات دوار	۰/۵۷
		جوشکار	۰/۶۳
		آتش‌نشان	۰/۵۸
		تراش‌کار	۰/۴۸
		برق‌کار	۰/۵۰
		کارگر شستشوی صنعتی	۰/۴۱
		نظافتچی	۰/۶۴
		دیگر تخصص‌ها	۰/۵۶
		افتادن شخص	۰/۵۷
		ضربات ناشی از سقوط اشیا	۰/۴۵
		راه رفتن روی اشیای خطرناک یا ضربه بر شی یا به وسیله آن	۰/۳۹
		گیر افتادن بین اشیا	۰/۴۹
		تلاش زیاد یا کار پرزحمت	۰/۳۳
		قرار گرفتن در معرض یا تماس با جریان برق	۰/۷۸
		قرار گرفتن در معرض یا تماس با مواد خطرناک یا تشعشات	۱/۰۰
		قرار گرفتن در معرض یا تماس با دماهای بالا یا پایین	۰/۵۰
		فعالیت‌های دیگر	۰/۷۲
وضعیت خطرناک دخیل در حادثه	دلیل اصلی حادثه	مطابق با جدول ۲	۰/۱-۰۰/۰۰
اقدامات خطرناک دخیل در حادثه		مطابق با جدول ۳	۰/۱-۰۰/۰۰
نوع حادثه			

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

جدول ۳: وضعیت‌های خطرناک دخیل در حادثه

کد	معادل کد برای موقعیت‌های خطرناک	اهمیت در ریسک آسیب
۰	فاقد داده‌های گزارش شده	۰/۲۹
۸	سازمان کار و ایمنی	۰/۶۷
۱۰	فاقد موقعیت خطرناک	۰/۴۵
۱۱	خطا در طراحی و ساخت ساختمان	۰/۶۷
۱۲	غفلت در نگهداری از ساختمان	۰/۶۷
۱۹	دیگر دلایل مشابه در ارتباط با ساختمان‌ها	۰/۳۳
۲۱	سطوح با مقاومت ناکافی برای بار کاری‌های دینامیکی و استاتیکی	۰/۶۷
۲۵	راه‌پله‌های فرسوده یا باریک یا پله‌های ساخته شده از مواد نامناسب	۰/۵۳
۲۸	غفلت در نگهداری سطوح، پله‌ها، راهروها و مسیرهای فرار	۰/۵۸
۲۹	سایر دلایل مشابه مربوط به سطوح و راهروها	۰/۵۷
۳۱	ایستگاه‌های کاری و راهروهای حمل و نقل با محافظت ناکافی در برابر سقوط به سطح پایین‌تر	۰/۷۲
۳۲	ایستگاه‌های کاری و راهروهای حمل و نقل و غیره که در معرض سقوط اشیا یا ابزار از ایستگاه‌های کاری دیگر هستند.	۰/۴۸
۳۵	ایستگاه‌های کاری که امکان قابلیت مشاهده خوب و گردش صحیح حامل‌های ابزار را فراهم نمی‌کنند.	۰/۶۷
۳۶	ایستگاه‌های کاری که امکان اداره آسان کارها را فراهم نمی‌کنند.	۰/۵۶
۳۷	فضای ناکافی در ایستگاه کاری	۰/۴۴
۳۹	دیگر دلایل مرتبط با ایستگاه‌های کاری	۰/۵۰
۴۲	سطوح لغزنده و سطوح دارای موانع یا راه‌پله‌ها و خروجی‌های اضطراری با مشکلات مشابه	۰/۴۰
۴۳	راهروهای مسدود شده به وسیله مواد زائد، اشیا و ابزار دور ریخته شده و غیره	۰/۳۳
۴۴	خروجی‌های اضطراری و مسیرهای فرار مسدود شده یا دارای علائم ناکافی	۱/۰۰
۴۸	ظروف، نوار نقاله یا تجهیزات ذخیره‌سازی نامناسب	۰/۶۷
۵۱	تسهیلات و ابزار با طراحی حفاظتی ناکافی (فقدان گل‌گیرهای محافظ، ضربه‌گیر، سیستم‌های ایمنی، عایق حرارتی و غیره)	۰/۶۷
۵۲	تسهیلات یا ابزاری که به وسیله کاربر با سیستم‌های حفاظتی مورد نیاز برای استفاده تجهیز نشده‌اند و یا با سیستم‌هایی تجهیز شده اند که حفاظت کافی را فراهم نمی‌کنند.	۰/۵۸
۵۳	تسهیلات یا ابزار با تنظیمات و سیستم‌های حفاظت کاری ناکارآمد	۰/۵۰
۵۵	ابزار با نصب و استقرار بد	۰/۳۳
۶۴	تجهیزات، ابزار یا تسهیلات ناقص یا ضعیف نگهداری شده	۰/۷۶
۶۵	انتخاب بد ابزار، ماشین‌آلات یا تجهیزات	۰/۳۳
۶۶	تجهیزات حفاظت فردی (PPE) یا پوشش کار ناکافی	۰/۳۳
۶۹	دیگر دلایل مرتبط با تأسیسات، تجهیزات، ابزار، ماشین‌آلات، رویه‌های حفاظتی و PPE کاری	۰/۴۴
۷۱	استفاده از مواد و ترکیبات خطرناک	۰/۹۲
۷۲	رویه‌های غلط تولید	۰/۳۳
۷۳	عدم تعیین رویه‌های ایمنی در همکاری‌های شغلی مورد نیاز میان کارگران، عدم معرفی خطرات خاص نظیر کنترل ماشین‌آلات یا تجهیزات از فاصله دور، ورود به فضاهای بسته و غیره	۰/۷۰
۷۴	فقدان رویه‌های کاری ایمن	۰/۶۰
۷۵	اطلاعات بد پیمانکاران جزء در مورد شاخص‌های ایمنی	۱/۰۰
۷۶	عدم هماهنگی کاری	۰/۶۷
۷۸	عدم آموزش یا آموزش ناکافی در مورد شناخت خطرات و ایمنی در کار	۰/۵۸
۸۱	استخدام کارگران با آموزش، مهارت و تجربه ضعیف	۰/۶۷
۸۲	آمادگی ضعیف و سازماندهی ضعیف کار	۰/۶۷
۸۶	نگهداری و تعمیرات ناکافی تجهیزات	۰/۴۶
۸۷	انتخاب بد ابزار و تجهیزات	۰/۳۳
۸۹	دیگر دلایل مرتبط با موقعیت‌های تشریح شده در شماره‌های ۷۱ تا ۸۷	۰/۴۱
۹۳	تهویه نامناسب یا ناکافی	۱/۰۰
۹۴	دمای بالا	۰/۳۳
۹۹	کار تحت دیگر وضعیت‌های خطرناک	۰/۲۲

اعداد جداول فوق با توجه به میزان ریسکی که هریک از معیارها در وقوع حادثه و یا شدت آن دارند، توسط کارشناسان تعیین شده است؛ به عنوان مثال در معیار روز- زمان، از آنجایی‌که شب‌کاری می‌تواند ریسک حادثه را نسبت به ساعات کار عادی کارکنان افزایش دهد و احتمال رخ دادن حادثه در شب‌کاری بیشتر است، وزن ساعت کار عادی ۰/۲۵ و برای شب‌کاری ۰/۷۵ در نظر گرفته شد. در مورد سایر معیارها نیز به همین منوال است. در این مطالعه معیار خروجی (میزان ریسک) نیز طبقه‌بندی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

جدول ۴: طبقه‌بندی ریسک آسیب‌ها

نوع آسیب	میزان ریسک
آسیب جزئی و درمان سرپایی	۰
آسیب منجر به اعزام به بیمارستان	۰/۲۵
آسیب منجر به بستری در بیمارستان	۰/۵
آسیب منجر به مرخصی استعلاجی بیش از یک ماه	۰/۷۵
آسیب منجر به قطع عضو، از کار افتادگی عضو یا مرگ	۱

جدول ۵: اعتباریابی پایگاه داده

الگوریتم	تعداد رکورد صحیح	تعداد رکورد غلط	دقت کل (درصد)
Quick ANN	۶۶	۵۳	۵۵
Dynamic ANN	۸۴	۳۵	۷۱
Multiple ANN	۶۸	۵۱	۵۷
Prune ANN	۶۷	۵۲	۵۶
RBFN ANN	۷۵	۴۴	۶۳

گردید که در جدول ۴ قابل مشاهده می‌باشد.

در مرحله سوم با توجه به معیارهای ورودی و خروجی ذکر شده، دو پایگاه داده تشکیل گردید. پایگاه داده اول که در راستای آموزش شبکه عصبی ایجاد شد، شامل ۱۱۹ حادثه رخداده در شرکت آذرآب در سال ۱۳۹۷ می‌باشد که به عنوان داده آموزش (Train Data) در اختیار الگوریتم شبکه عصبی قرار می‌گیرد. پس از انجام مراحل اولیه و آماده‌سازی پایگاه داده، قابلیت پیش‌بینی متغیر وابسته (ریسک آسیب شغلی) به وسیله الگوریتم‌های شبکه عصبی فازی بررسی شد تا از تعداد رکوردها و تعیین درست ویژگی‌ها اطمینان حاصل گردد. برای این منظور از اعتباریابی ۱۰ تایی و ۵ الگوریتم مختلف استفاده شد که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

چنانچه در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، الگوریتم‌های شبکه عصبی تا حد زیادی می‌توانند ریسک آسیب شغلی را پیش‌بینی نمایند؛ بنابراین تعداد رکوردها کافی بوده و خصیصه‌ها به درستی انتخاب شده‌اند و می‌توان نسبت به تعیین مهم‌ترین ویژگی‌ها و پیش‌بینی حوادث بالقوه احتمالی اقدام نمود. بخشی از پیش‌بینی هریک از الگوریتم‌ها و مقدار واقعی محاسبه شده در جداول ۶ و ۷ قابل ملاحظه است.

در چهارمین مرحله، مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر بر پیش‌بینی ریسک آسیب شغلی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف شبکه عصبی تعیین گردید (جدول ۸).

در مرحله پنجم پیش‌بینی، ریسک آسیب شغلی محتمل برای پایگاه داده آزمون ۲۱ تایی با استفاده از الگوریتم‌های مختلف شبکه عصبی تعیین شد که بخشی از نتایج در جداول ۹ و ۱۰ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۶: بررسی پیش‌بینی الگوریتم‌های مختلف در مورد هریک از رکوردها

RBFN ANN	Prune ANN	Multiple ANN	Dynamic ANN	Quick ANN	واقعی
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۲۵
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۷۵

جدول ۷: بررسی پیش‌بینی الگوریتم‌های مختلف در مورد هریک از رکوردها در پیش‌بینی عدد ریسک

RBFN ANN	Prune ANN	Multiple ANN	Dynamic ANN	Quick ANN	واقعی
۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۳۰۸۱۶۸	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۵۰
۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۳۰۸۱۶۸	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۵۰
۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۳۰۸۱۶۸	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۴۴۰۲۸۶	۰/۲۵
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
۰/۶۷۵۱۹۸	۰/۶۷۵۱۹۸	۰/۱۸۱۴۱۲	۰/۴۶۸۹۶۸	۰/۴۶۸۹۶۸	۰/۲۵
۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۴۲۵۱۹۳	۰/۲۸۴۸۶۵	۰/۴۶۳۳۵۴	۰/۴۶۳۳۵۴	۰/۵۰
۰/۴۲۹۲۲۷۱	۰/۴۲۹۲۲۷۱	۰/۳۲۱۶۳۴	۰/۴۲۲۵۴۷	۰/۴۲۲۵۴۷	۰/۷۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

جدول ۸: بررسی مهم‌ترین ویژگی‌های مؤثر در پیش‌بینی ریسک آسیب شغلی

الگوریتم	ویژگی دارای اهمیت ۱	ویژگی دارای اهمیت ۲	ویژگی دارای اهمیت ۳
Quick ANN	وضعیت خطرناک دخیل در حادثه	روز- زمان	اقدامات خطرناک دخیل در حادثه
Dynamic ANN	روز- زمان	نوع حادثه	وضعیت خطرناک دخیل در حادثه
Multiple ANN	روز- زمان	وضعیت خطرناک دخیل در حادثه	نوع حادثه
Prune ANN	نوع حادثه	تخصص	
RBFN ANN	روز- زمان	نوع حادثه	اقدامات خطرناک دخیل در حادثه

جدول ۹: پیش‌بینی نوع آسیب شغلی

RBFN ANN	Prune ANN	Multiple ANN	Dynamic ANN	Quick ANN
۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۲۵
۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۲۵
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۲۵
۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰

جدول ۱۰: پیش‌بینی عددی نوع آسیب شغلی

RBFN ANN	Prune ANN	Multiple ANN	Dynamic ANN	Quick ANN
۰/۳۴۹۶۳۳	۰/۰۱۶۵۰۷	۰/۱۴۸۷۰۰	۰/۲۳۲۵۰۸	۰/۰۰۶۹۵۸
۰/۰۳۷۸۱۰	۰/۳۰۸۷۲۴	۰/۰۴۱۲۳۷	۰/۲۴۹۸۱۴	۰/۲۶۰۶۷۲
۰/۳۴۳۴۱۳	۰/۲۳۸۳۹۶	۰/۰۵۴۷۸۴	۰/۲۰۹۱۱۹	۰/۰۱۷۲۸۴
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
۰/۲۵۴۲۴۶	۰/۱۲۷۲۴۰	۰/۱۶۷۹۵۹	۰/۲۱۱۱۶۵	۰/۱۳۷۰۳۹
۰/۳۶۹۵۴۳	۰/۲۳۱۸۰۳	۰/۰۹۵۲۳۶	۰/۲۲۹۷۴۰	۰/۱۱۴۰۲۲
۰/۲۱۷۲۸۰	۰/۲۷۶۱۱۲	۰/۱۷۱۷۷۸	۰/۲۴۶۴۲۶	۰/۱۴۲۹۸۱

بحث

با افزایش پیچیدگی زندگی انسان‌ها و توسعه فناوری‌های نوین، موضوعات مرتبط با بهداشت و ایمنی محیط کار به یکی از موضوعات جدایی‌ناپذیر زندگی امروزی تبدیل شده است؛ از این رو، شناسایی عوامل مؤثر در بروز حوادث شغلی و میزان ریسک آن‌ها و همچنین تدوین دستورالعمل‌هایی در این زمینه بسیار ضروری می‌باشد. مطالعات و بررسی‌های صورت‌گرفته در سال‌های اخیر [۹، ۶، ۳-۱] نشان‌دهنده این حقیقت هستند که به طور کلی حادثه ناشی از کار، علت واحدی نداشته و ناشی از عوامل فنی و انسانی می‌باشد. این دلایل به نوع، محیط، وضعیت، شرایط انجام کار و ابزار مورد استفاده بستگی داشته و می‌توان آن‌ها را به دو گروه دلایل مستقیم و غیر مستقیم تقسیم کرد. منظور از دلایل مستقیم، دلایلی هستند که نقش اصلی را در به وجود آمدن حادثه دارند. با توجه به وضعیت کار شرکت آذرآب و صنعت می‌توان این دلایل را بر مبنای یافته‌های پژوهش حاضر چنین خلاصه نمود: جابجا کردن کالا، کار با ماشین‌آلات، سقوط اشیا، افتادن کارگر از ارتفاع، استفاده غیر صحیح از ابزار کار، افتادن به دلیل لیز خوردن و یا برخورد با مانع، سوختگی و برخورد با وسیله نقلیه در محیط کارگاه یا هنگام رفت و برگشت به محل کار. از سوی دیگر، دلایل غیر مستقیم باعث به وجود آمدن حادثه نمی‌شوند؛ بلکه در صورت وجود دلایل مستقیم، شانس به وجود آمدن حادثه را بیشتر می‌کنند. این گروه شامل تمام عواملی است که باعث خستگی، ناراحتی و نارضایی کارگر می‌شوند. مهم‌ترین این عوامل براساس یافته‌ها عبارت هستند از: نور نامتعادل، صدای بیش از حد، عدم تهویه مناسب، نامناسب بودن درجه حرارت محیط کار، طولانی بودن ساعات کار، سرعت بیش از حد تولید و عوامل دیگری چون مسائل خانوادگی، مالی، روابط با کارفرما و سرپرست و غیره. باید توجه داشت که در کنار این دو گروه از دلایل، مسائلی چون تجربه، مهارت کاری و رعایت اصول ایمنی نیز اهمیت به‌سزایی در به وجود آمدن حوادث ناشی از کار دارند.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

بر این اساس، در پژوهش حاضر به پیش‌بینی ریسک آسیب شغلی در شرکت آذرآب پرداخته شد. روش کار بدین منوال بود که پایگاه داده ریسک آسیب شغلی تشکیل گردید که پایگاه داده آموزش دارای ۱۱۹ رکورد بود. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان، مهم‌ترین معیارها در پیش‌بینی ریسک آسیب شغلی شناسایی گردیدند و با استفاده از نظرات کارشناسان، در هریک از معیارها، حالات مختلف شناسایی و اهمیت‌دهی شدند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که در معیار روز- زمان، مهم‌ترین عوامل عبارت بودند از: تعطیلات آخر هفته و شب‌کاری. علاوه‌براین در معیار تخصص، پرریسک‌ترین (آسیب‌پذیرترین) شغل‌ها عبارت بودند از: عایق‌کار، داربست‌بند و جوش‌کار. در معیار نوع حادثه نیز در ارتباط با پرخطرترین حوادث می‌توان به این موارد اشاره کرد: قرار گرفتن در معرض یا تماس با مواد خطرناک یا تشعشات و کار کردن در ارتفاع در شرایط جوی مختلف و متفاوت. در معیار وضعیت خطرناک دخیل در حادثه نیز پرخطرترین وضعیت‌ها عبارت بودند از: عدم دریافت مجوز کار سرد و گرم، سهل‌انگاری در کار، اطلاعات بد پیمانکاران جزء در مورد شاخص‌های ایمنی و تهویه نامناسب یا ناکافی. در زمینه معیار اقدامات خطرناک دخیل در حادثه، پرخطرترین اقدامات عبارت بودند از: تعمیر یا نگهداری تجهیزات در حال کار تحت ولتاژ، تحت فشار و یا تحت بار الکتریکی، ورود به مخزن‌ها در فضاهای بسته بدون کنترل قبلی گاز و یا خرابی دستگاه آزمون گاز و عدم نظارت بر عملیات ماشین‌آلات و الکتروموتورها. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعات ژو و همکاران [۱]، فرگیاداکیس و همکاران [۶] و نخعی‌نژاد و بنائیان جهرمی [۹] همراستا است. باید خاطرنشان ساخت که مطالعه حاضر در مقایسه با پژوهش‌های ذکر شده از چند الگوریتم شبکه عصبی استفاده نموده است؛ در حالی که سایر پژوهش‌ها تنها از یک الگوریتم بهره برده‌اند. همچنین در پژوهش حاضر مهم‌ترین عوامل مؤثر در پیش‌بینی شناسایی شدند که این مهم در مطالعات پیشین بررسی نگردیده است.

با توجه به دقت بالای تحلیل الگوریتم‌های شبکه عصبی بر پایگاه داده به این نتیجه رسیدیم که پایگاه داده دارای اعتبار کافی است و الگوریتم Dynamic ANN در مقایسه با سایر الگوریتم‌های مورد استفاده، دارای بیشترین دقت در پیش‌بینی آسیب شغلی می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده، مهم‌ترین معیارهای مؤثر در ریسک آسیب شغلی به ترتیب روز- زمان، نوع حادثه و وضعیت خطرناک دخیل در حادثه می‌باشند. معیارهای شناسایی شده موجب ایجاد فرصت‌های جدید در جهت توسعه برنامه‌های کاربردی به منظور پیشگیری و مدیریت خودکار حوادث شغلی در راستای به حداقل رساندن هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری می‌گردد. مزیت تحلیل‌های صورت‌گرفته در این مطالعه نسبت به سایر تحلیل‌های مشابه، به کار گرفتن همزمان الگوریتم‌های مختلف و شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها است. با توجه به نرخ بالای بروز حوادث و وجود ریسک‌های غیر قابل قبول در شرکت آذرآب لازم است مدیران ارشد سازمان و واحد ایمنی و بهداشت نسبت به بررسی دقیق ریسک‌های شناسایی شده و رفع آن‌ها اقدام نمایند و با توجه به اقدامات اصلاحی پیشنهادی در جهت کاهش میزان حوادث و کنترل خطر در شرکت گام بردارند.

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت که ریسک آسیب‌های شغلی در موارد شب‌کاری و تعطیلات آخر هفته، بیشتر از روزهای عادی می‌باشد؛ بنابراین بررسی سلامت افراد در این شیفت‌ها حتی قبل از شروع به کار می‌تواند کمک زیادی به جلوگیری از حوادث نماید. در این رابطه، استفاده از افراد باتجربه و دارای مهارت می‌تواند به کاهش ریسک آسیب شغلی کمک کند. افزایش نظارت‌های ایمنی در این مواقع و ارائه دستورالعمل‌های ویژه می‌تواند در این زمینه مفید باشد. بر مبنای نتایج، افراد جوش‌کار و عایق‌کار بیشتر در معرض خطرات و آسیب‌های شغلی قرار دارند؛ بنابراین توجه به مواردی که باعث افزایش ایمنی این افراد می‌شود از جمله تحلیل ریسک آسیب‌ها با استفاده از روش‌هایی مانند FMEA می‌تواند کمک زیادی به کاهش ریسک در این افراد نماید. در مورد این افراد با توجه به پیشنهاد قبل تا جای ممکن می‌بایست تمهیداتی را در نظر گرفت تا این افراد در روزهای پر از ریسک (آخر هفته و تعطیلات) مشغول به کار نباشند.

در معیار وضعیت‌های خطرناک دخیل در حادثه باید به مواردی همچون اطلاعات بد پیمانکاران جزء در مورد شاخص‌های ایمنی، تهویه نامناسب یا ناکافی، استفاده از مواد و ترکیبات خطرناک و خروجی‌های اضطراری و مسیرهای فرار مسدود شده یا دارای علائم ناکافی توجه نمود. در این راستا، تشکیل بانک اطلاعاتی و ارزیابی پیمانکاران براساس تحلیل‌های ایمنی مفید بوده و ارزیابان شرکت در حوزه پیمانکاران می‌بایست ارزیابی‌های بیشتری داشته باشند. در مورد علائم ناکافی نیز گزینه مورد نظر برای این مورد، افزایش علائم ایمنی است. در رابطه با مسیرهای فرار مسدود شده، ارزیابی مجدد چیدمان کارخانه براساس موارد مربوط به ایمنی می‌تواند مفید باشد.

علاوه‌براین، در ارتباط با معیارهای اقدامات خطرناک می‌بایست به رعایت نکاتی مانند ورود به تانک‌ها، فضاهای بسته یا چاه‌های بدون کنترل قبلی گاز و تعمیر یا نگهداری از تجهیزات در حال کار تحت ولتاژ، تحت فشار و یا تحت بار الکتریکی توجه کرد و تا حد ممکن رویکردهایی را اتخاذ نمود تا حالات بالا در کنار یکدیگر قرار نگرفته باشند. در تمامی این موارد پیشنهاد می‌گردد دستورالعمل‌های مجزا تدوین شده و شاخص‌های کنترلی در این حوزه مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.

به منظور کاهش ریسک حوادث و آسیب‌های شغلی شناسایی شده، طراحی و پیاده‌سازی یک برنامه پیش‌گیرانه در شرکت

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

ضروری می‌باشد. برنامه‌ریزی ایمنی می‌تواند مهم‌ترین عامل در پیشگیری از وقوع حادثه شغلی باشد؛ زیرا برنامه ایمنی ضمن تعیین دقیق شرح وظایف افراد می‌تواند موجب ارتقای سطح مسئولیت‌پذیری مدیران ارشد، مدیران میانی، سرپرستان و حتی کارکنان در حوزه مسائل ایمنی شود؛ از این رو ضروری است در شرکت آذرآب برای تمام فرایندها و اقدامات کاری، دستورالعمل‌های ایمنی طراحی و اجرا شود. از سوی دیگر، با توجه به اینکه جو ایمنی حاکم بر شرکت و دانش کارکنان می‌تواند تأثیر مهمی بر عملکرد ایمنی داشته باشد، می‌توان با بهبود جو ایمنی و نیز ارتقای سطح دانش کارکنان به بهبود عملکرد ایمنی کمک کرد. دخالت دادن کارکنان در موضوعات مرتبط با ایمنی و دریافت پیشنهادات مربوط به بهبود ایمنی سازمانی نیز تا حد زیادی به کاهش حوادث ناشی از کار کمک می‌نماید. شایان ذکر است که سازمان باید در جهت ارتقای سیستم‌های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی و طراحی خط‌مشی ایمنی شرکت گام بردارد.

برخی از اقدامات پایه جهت پیشگیری از بروز حوادث و آسیب‌های شغلی در شرکت آذرآب عبارت هستند از:

- نظام‌های تشویقی مانند شناسایی افراد یا واحدهای با عملکرد مثبت ایمنی و دادن پاداش به آن‌ها ایجاد شود. همچنین کارکنان نسبت به مشارکت داوطلبانه در فعالیت‌های ایمنی، پیروی از روش‌های استاندارد و رعایت هشدارهای ایمنی تشویق شوند.
- تلاش شود تا فرهنگ کار تیمی و کمک به یکدیگر برای انجام کار ایمن و عدم چشم‌پوشی از خطر ارتقا یابد.
- اجبار کارگران جهت استفاده از وسائل حفاظت فردی ضروری به منظور اجتناب آن‌ها از مخاطرات محیط کار به ویژه کارکنانی که ریسک بالای شغلی دارند.
- همکاری نزدیک با گروه‌های مهندسی، طب کار، بهداشت صنعتی و واحد خرید به منظور حصول اطمینان از خرید ابزار، تجهیزات و کالاهای ایمن و مشاوه با آن‌ها در موارد مختلف
- حذف موارد مخاطره‌آمیز مربوط به ماشین، روش انجام کار، مواد مورد استفاده، ساختمان و تأسیسات و هدایت نظارت عملیاتی در بررسی حادثه به منظور تعیین علت حادثه و ممانعت از رخداد مجدد آن براساس پیش‌بینی ریسک آسیب‌ها
- کنترل یا محدود نمودن عامل مخاطره‌آمیز
- ایجاد یک برنامه مرکزی برای کنترل حوادث و آسیب‌های شغلی، تداوم اقدامات نظارتی و پیگیری‌های مستمر

سایر پژوهشگران می‌توانند در راستای بهبود و تکمیل نتایج این مطالعه از روش‌های آماری و یا روش‌هایی مانند درخت تصمیم و تعیین قوانین پایگاه داده استفاده نمایند. همچنین می‌توانند قوانین پایگاه داده را با استفاده از روش‌هایی مانند شبکه عصبی تعیین کنند و یا وزن هریک از عوامل دخیل در حادثه را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و سایر روش‌های مشابه مشخص نمایند. در نهایت، به سایر پژوهشگران پیشنهاد می‌شود مطالعاتی را در راستای ایجاد سیستمی مبتنی بر ریسک آسیب شغلی در شرکت آذرآب یا صنایع مشابه انجام دهند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش فاقد مطالعات بالینی بوده و معیارهای اخلاقی در پژوهش را رعایت نموده است.

سهم نویسندگان

نویسندگان به‌طور یکسان در نگارش مقاله سهیم بوده‌اند.

حمایت مالی

این پژوهش از حمایت مالی برخوردار نبوده است.

REFERENCES

1. Zhou Q, Wong YD, Loh HS, Yuen KF. ANFIS model for assessing near-miss risk during tanker shipping voyages. *Maritime Policy Manag*. 2019;**46**(4):377-93. DOI: 10.1080/03088839.2019.1569765
2. Yari P, Yarahmadi R, Khosravi Y, Salehi M, Kariznovi H. Presenting occupational accidents patterns based on the affinity of risk-injury groups (case study). *Health Saf Work*. 2017;**7**(3):255-66. [Persian]
3. Shahba S, Nouri J, Barani S, Shahba S, Nourbakhsh S. Assessment of occupational hazards with safety approach in concentrative unit of Sirjan Gol-E-Gohar Iron company using job safety analysis. *J Environ Sci Technol*. 2017;**19**(5):103-10. [Persian]
4. Paul PS. Predictors of work injury in underground mines-an application of a logistic regression model. *Mining Sci Technol (China)*. 2009;**19**(3):282-9. DOI: 0.1016/S1674-5264(09)60053-3
5. Jahangiri M, Jalali M, Saeidi CH, Mohammadpour H, Mardi H, Mehr Alipour J. Health risk assessment of harmful chemicals in order to provide control guidelines: case study in a polyurethane foam industry. *Occup Med Quart J*. 2013;**5**(4):33-41. [Persian]
6. Fragiadakis NG, Tsoukalas VD, Papazoglou VJ. An adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) model for assessing occupational risk in the shipbuilding industry. *Saf Sci*. 2014;**63**:226-35. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.11.013
7. Karaboga D, Kaya E. Adaptive network based fuzzy inference system (ANFIS) training approaches: a comprehensive survey. *Artific Intellig Rev*. 2019;**52**(4):2263-93. DOI: 10.1007/s10462-017-9610-2
8. Micallef CM, Shield KD, Baldi I, Charbotel B, Fervers B, Ilg AGS, et al. Occupational exposures and cancer: a review of agents and relative risk estimates. *Occup Environ Med*. 2018;**75**(8):604-14. PMID: 29735747 DOI: 10.1136/oemed-2017-104858
9. Nakhainejad M, Banaian Jahromi O. Occupational injury risk prediction in power plant industries using fuzzy neural network system study: Jahrom combined cycle power plant. 2nd International Conference on New Research in Management, Economics and Development, Tehran, Iran;

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]

2017. [Persian]
10. Bacanli UG, Firat M, Dikbas, Adaptive neuro-fuzzy inference system for drought forecasting. *Stochastic Environ Res Risk Assess*. 2009;**23**(8):1143-54. DOI: 10.1007/s00477-008-0288-5
11. Omidi L, Akbari R, Hadavandi E, Zareid E. An intelligent algorithm for assessing patient safety culture and adverse events voluntary reporting using PCA and ANFIS. *Int J Risk Saf Med*. 2019;**30**(1):45-58. PMID: 30175986 DOI: 10.3233/JRS-180036

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-01-15]

[DOI: 10.52547/johe.7.4.16]