



Journal Website

Article history:

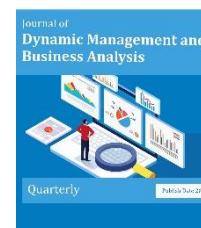
Received 10 August 2024

Revised 16 October 2024

Accepted 06 November 2024

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 3 Issue 4, pp 41-57



E-ISSN: 3041-8933

Fuzzy Cognitive Map for Human Resource Management Risks in the Fourth Generation Automotive Industry

Monireh Alsadat Hosseini¹ , Ali Faez^{2*} , Aliakbar Aminbeidokhti^{3,4} , Younos Vakil Alroaia⁵

1. PhD Student, Department of Public Administration, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Business Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(Corresponding author).

3. Professor, Department of Management, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

4. Professor, Department of Educational Management, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Semnan University, Semnan, Iran

5. Associate Professor, Department of Management, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran.

* Corresponding author email address: a.faez@semnaniau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original

How to cite this article:

Hosseini M, Faez A, Aminbeidokhti A, Vakil Alroaia Y. (2024). Fuzzy Cognitive Map for Human Resource Management Risks in the Fourth Generation Automotive Industry. *Dynamic Management and Business Analysis*, 3(4), 41-57.

<https://doi.org/10.22034/dmbaj.2024.2045078.1180>



© 2024 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: One of the challenges in human resource management is the impact of risks associated with Industry 4.0 on reducing workforce productivity. Therefore, the present study aims to identify and determine the cause-effect relationships of human resource risks in the fourth-generation automotive industry. **Methodology:** This study conducted through a mixed-method (qualitative-quantitative) approach. The study population comprises 16 experts and managers from an automotive company, selected through purposive non-probability sampling. **Results:** Risks were identified and extracted in the qualitative section using interviews and a combined (directed-conventional) content analysis approach, then evaluated through the fuzzy Delphi method. The findings from the qualitative section indicated that the most significant risks include “psychological risk,” “technical risk,” “operational risk,” “social risk,” “legal risk,” “organizational risk,” “managerial risk,” and “economic risk.” Subsequently, data collected through pairwise comparison questionnaires were analyzed using the fuzzy cognitive map method. The findings from this section revealed that “Human Resource Planning 4.0 risk,” “Employee Investment 4.0 risk,” “Employee Payment 4.0 risk,” “Employee Regulations 4.0 risk,” “Industry Standards 4.0 risk,” and “Employee Leadership 4.0 risk” are driving risks, in such a way that the connections propagate through “Human Resource Planning 4.0 risk” and “Employee Job Security 4.0 risk” across the entire system. **Conclusion:** Based on these findings, it is concluded that a lack of effective Human Resource Planning 4.0 exacerbates risks, thereby endangering employees' job security and resulting in psychological issues for employees within Industry 4.0. It is recommended that automotive decision-makers focus on digital human resource strategy.

Keywords: human resources, Industry 4.0, human resource risks, fuzzy cognitive map.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The advent of Industry 4.0 has brought transformative digital technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and blockchain, which have disrupted traditional human resource (HR) management practices across industries, including automotive. These technological shifts demand adaptation and realignment within organizations to maintain productivity and organizational resilience (Javaid et al., 2024; Bhardwaj & Tiwari, 2024). In particular, the automotive industry, as a highly industrialized sector, faces challenges in integrating advanced HR management aligned with digital transformations, with human resource risks requiring strategic focus and management (Adamková, 2020). Studies indicate that HR functions under Industry 4.0 must pivot towards competencies that support these digital transitions (Sivathanu & Pillai, 2018). This paper explores HR management risks specific to the automotive sector under Industry 4.0, using a fuzzy cognitive map to determine risk relationships and guide effective risk management.

Methodology

This mixed-method study involved 16 HR experts and automotive managers who were selected through purposive non-probability sampling. Qualitative data were collected via semi-structured interviews and subjected to a combined directed-conventional content analysis. Quantitative data were analyzed using the fuzzy Delphi method, which identified key HR risk categories. Subsequently, a fuzzy cognitive map was developed to elucidate the causal relationships between these risks.

Findings

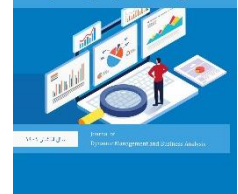
The qualitative analysis identified eight main categories of HR management risks in the automotive Industry 4.0 context, namely psychological, technical, operational, social, legal, organizational, managerial, and economic. Each risk category has unique sub-risks, with psychological risks, for example, encompassing mental health concerns and resistance to technological change among employees. Among these, technical risk was highlighted, with 88% of experts indicating skill and competency gaps in employees regarding Industry 4.0 technologies, such as artificial intelligence and advanced robotics. Operational risks, like inadequate digital infrastructure, were also significant, with 75% of respondents noting limited access to Industry 4.0 technologies as a primary barrier.

The quantitative data, gathered through a fuzzy Delphi method, revealed several key driving risks with high centrality, particularly HR Planning 4.0 (mean importance score of 8.6) and Employee Investment 4.0 (mean importance score of 8.02). Analysis of the fuzzy cognitive map further indicated that HR Planning 4.0 risk and Job Security 4.0 risk had the strongest impact on other risks, as they acted as nodes through which most other risks propagated. For instance, the impact of HR Planning 4.0 risk on job security and psychological risk was quantified, showing an influence rate of 84% and 78%, respectively, highlighting the crucial role HR planning plays in maintaining job security and employee well-being within Industry 4.0 settings.

Moreover, the analysis demonstrated that risks within the psychological and social categories were particularly susceptible to the cascading effects of core driving risks. Specifically, psychological risks related to employee stress and adaptability to new technology showed a 90% correlation with HR planning deficiencies, underscoring that inadequate HR planning can amplify mental health issues. Similarly, social risks, including job stability concerns, were also highly affected, with a 79% influence rate from Employee Investment 4.0 risk. These findings suggest that to maintain a resilient workforce, automotive managers must prioritize robust HR planning and strategic investment in employee development tailored to Industry 4.0 demands.

Discussion and Conclusion

Industry 4.0 necessitates advanced HR strategies to mitigate potential risks associated with digital transformations in high-stakes sectors like automotive ([Adamková, 2020](#)). Effective HR planning is central to addressing risks that could otherwise lead to issues in job security and employee well-being. Additionally, psychological and social risks remain prominent as employees navigate the balance between technological demands and job stability ([Ammirato et al., 2023](#)). To manage these challenges, HR managers are recommended to adopt comprehensive digital strategies that incorporate psychological and economic support for employees transitioning to Industry 4.0 roles. Addressing this will reduce productivity loss and enhance employee satisfaction, thereby fostering a resilient workforce capable of supporting the industry's technological evolution ([Noor et al., 2024](#)).



نقشه شناخت فازی برای ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در صنعت نسل چهارم خودروسازی

منیره السادات حسینی^۱ (id)، علی فائز^{۲*} (id)، علی اکبر امین بیدختی^۳ (id)، یونس وکیل الرعایا^۴ (id)

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت دولتی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

۲. استادیار، گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران (نویسنده مسئول).

۳. استاد، گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

۴. استاد، گروه مدیریت آموزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

۵. دانشیار، گروه مدیریت، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

*ایمیل نویسنده مسئول: a.faez@semnaniau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

حسینی م، فائز ع، امین بیدختی ع، وکیل الرعایا ی. (۱۴۰۳). نقشه شناخت فازی برای ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در صنعت نسل چهارم خودروسازی. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۳(۴)، ۴۱-۵۷.



© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: یکی از چالش‌های مدیریت منابع انسانی، تاثیر ریسک‌های صنعت نسل چهارم بر کاهش بهره‌وری نیروی انسانی است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر شناسایی و تعیین روابط علت-معلولی ریسک‌های منابع انسانی در صنعت نسل چهارم خودروسازی می‌باشد. **روش‌شناسی:** این پژوهش به صورت آمیخته (کیفی-کمی) انجام شده است. جامعه آماری تحقیق، ۱۶ نفر از خبرگان و مدیران شرکت خودروسازی می‌باشد که به روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند انتخاب شدند. ریسک‌ها با ابزار مصاحبه و رویکرد تحلیل محتوا ترکیبی (جهت دار-عرفی) در بخش کیفی شناسایی و استخراج شدند و سپس با روش دلفی فازی ارزیابی شدند. **یافته‌ها:** یافته بخش کیفی نشان داد که مهم‌ترین ریسک‌ها شامل «ریسک روانشناختی»، «ریسک فنی»، «ریسک عملیاتی»، «ریسک اجتماعی»، «ریسک قانونی»، «ریسک سازمانی»، «ریسک مدیریتی» و «ریسک اقتصادی» است. سپس داده‌های گردآوری شده از طریق پرسش‌نامه مقایسات زوجی به روش نقشه شناخت فازی تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌های این بخش نشان داد که «ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴،۰»، «ریسک سرمایه‌گذاری کارکنان ۴،۰»، «ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴،۰»، «ریسک مقررات کارکنان ۴،۰»، «ریسک استانداردهای صنعت ۴،۰» و «ریسک رهبری کارکنان ۴،۰» هدایت‌کننده ریسک‌ها هستند به طوری که ارتباط از طریق «ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴،۰» و «ریسک امنیت شغلی کارکنان ۴،۰» به سراسر سیستم منتقل می‌شود. **نتیجه‌گیری:** طبق این یافته‌ها، نتیجه می‌شود که ضعف برنامه ریزی منابع انسانی ۴،۰ موجب تشدید ریسک‌ها می‌شود به گونه‌ای که امنیت شغلی کارکنان را به خطر می‌اندازد و پیامد آن مشکلات روانشناختی برای کارکنان صنعت نسل ۴،۰ است. توصیه می‌شود که تصمیم‌گیرندگان خودروسازی بر استراتژی منابع انسانی دیجیتال تمرکز کنند.

کلیدواژگان: منابع انسانی، صنعت نسل چهارم، ریسک‌های منابع انسانی، نقشه شناخت فازی.

مقدمه

انقلاب صنعت نسل چهارم که شامل نوآوری‌های دیجیتالی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، واقعیت مجازی، بلاک‌چین، امنیت سایبری، شبیه سازی و غیره می‌باشد، در بخش‌های مختلف سازمان از جمله منابع انسانی تغییر و تحول عظیم و همچنین چالش‌هایی را ایجاد کرده است (Javaid et al., 2024). صنعت ۴،۰ منابع انسانی را خودکار می‌کند و به آن اجازه می‌دهد به جای کارهای دستی، بوروکراتیک و تکراری، روی چالش‌های استراتژیک تمرکز کند (Bhardwaj & Tiwari, 2024). به خصوص در اتوماسیون ماشین و دیجیتالی‌سازی فرآیند که به عنوان ادغام انسان و ماشین شناخته می‌شود، اهمیت منابع انسانی در صنعت ۴،۰ برجسته می‌شود (Kumar et al., 2022).

پیاده‌سازی صنعت نسل چهارم برای منابع انسانی به دلیل محدودیت‌های مشارکت بین انسان و فن‌آوری جدید، چالش برانگیز است (Sivathanu & Pillai, 2018). ضعف مشارکت و شایستگی‌های دیجیتال کارکنان مانع از دست یابی به اهداف سازمانی می‌شود (Mahmoudi Khaledi et al., 2023). بنابراین، تحول و پذیرش صنعت ۴،۰ در پرسنل برای موفقیت در کسب و کار ضروری است و ریسک‌هایی که مدیران در این خصوص با آن مواجه هستند، نیاز به آمادگی هدفمند منابع انسانی است (Adamková, 2020).

ریسک پرسنلی با تهدیدهایی از سوی پرسنل برای شرکت مشخص می‌شود که ممکن است منجر به خطر شود (Kalinichenko et al., 2023). به گفته کارشناسان، توسعه صنعت ۴،۰ مشکلات و ریسک‌های زیادی را به همراه خواهد داشت (Adamková, 2020). طبقه بندی ریسک‌های پرسنلی به دو گروه فردی و سازمانی است. گروه اول شامل مقوله‌های زیستی، روانی اجتماعی، معنوی-فکری و اقتصادی است. دسته‌های گروه دوم شامل ریسک‌های در ورود به سازمان، حین کار و خروج از سازمان می‌باشد (Kalinichenko et al., 2023). با به دست آوردن داده‌های مرتبط با رویدادهای ریسک در این دو گروه، می‌توان اقدامات متقابل را برای مدیریت ریسک در مدیریت منابع انسانی دیجیتال فرموله و اجرا کرد (Hu, 2022).

سازمان‌ها در طبقه فردی ریسک‌های منابع انسانی هوشمند ۴،۰، با مجموعه‌ای از چالش‌های پیاده سازی مانند دگرگونی ساختار سازمانی موجود و مدیریت انتظارات کارکنان روبرو هستند (Puhovichova & Jankelova, 2020). مقاومت در برابر تغییر، فقدان آموزش و شایستگی‌ها و از دست دادن شغل به عنوان نگرانی‌های اصلی ظاهر می‌شوند (Müller, 2019). مشکل اصلی تغییر و تقویت فرهنگ صنعت ۴،۰ در شرکت‌های کوچک، متوسط و بزرگ است. فشار قابل توجهی برای افزایش آگاهی کارکنان برای تحول، یادگیری و ایجاد مهارت‌ها وجود دارد (Javaid et al., 2024). تخصیص مجدد منابع انسانی و همسو کردن فرهنگ سازمانی با تغییر ساختار سازمانی ناشی از ۴،۰ هزینه‌های سنگینی را برای سازمان به همراه دارد (Salvadorinho et al., 2024). کارمندان به دلیل عدم آگاهی، نسبت به کار با تکنولوژی مقاوم هستند و به طور کلی از یادگیری چیزهای جدید اجتناب می‌کنند (Bhardwaj & Tiwari, 2024). لستری و همکاران (۲۰۲۴) شایستگی فن‌آوری، سازگاری با تغییرات سریع و توسعه مهارت‌های جدید را چالش‌های مرتبط با نیازهای صنعت مدرن ۴،۰ مطرح کرده است (Hassan et al., 2024). اگر صنایع ابعاد انسانی مرتبط با این چالش‌ها را نادیده بگیرند، تلاش برای اجرای صنعت ۴،۰ با ریسک بالایی مواجه خواهد شد (Xu, 2020).

رمضانی و همکاران (۲۰۲۴)، دلایل تقابل منابع انسانی با صنعت ۴،۰ را ناراحتی با فناوری جدید، فقدان حمایت و ارتباطات، و تغییرات در فرهنگ و هنجارها عنوان کرده است (Ramadhani et al., 2024). اجرای صنعت نسل ۴،۰ جایگزین برخی مشاغل خواهد شد و کارمندانی که مهارت خود را ارتقا نمی‌دهند بیکار خواهند شد (Agarwal et al., 2022). کارمندان در این تحول دیجیتالی دائماً تحت ترس از دست دادن شغل هستند (Bag et al., 2021). به خصوص زمانی که اهمیت اشتغال در توسعه پایدار جوامع مطرح می‌شود، چالش‌های



تهدیدات شغلی کارکنان و انطباق نشدن کارکنان با فناوری‌های هوشمند در استقرار صنعت نسل چهارم بیشتر اهمیت پیدا می‌کند (Karimi, Shirazi & Vakil Alroaia, 2024).

در طبقه سازمانی ریسک‌های صنعت نسل چهارم برای منابع انسانی، چالش‌هایی جدیدی همچون حریم خصوصی داده‌ها و پیامدهای اخلاقی ایجاد می‌کند (Bhardwaj & Tiwari, 2024). کمبود پرسنل ماهر مانع نوآوری می‌شود و می‌تواند منجر به اجرای نادرست فناوری‌های I4.0 شود که منجر به ناکارآمدی، عدم دقت داده‌ها و استفاده نابهینه از ابزارهای پیشرفته می‌شود (Shakur et al., 2024). ریسک‌های قانونی همچون سوء استفاده از داده‌های شخصی و نقض مالکیت معنوی می‌تواند استفاده از فن‌آوری‌های نوآورانه توسط کارکنان را محدود کند (Habrat, 2020). استانداردهای صنعت و چارچوب‌های نظارتی برای تضمین ایمنی و امنیت نیروی انسانی در محیط‌های صنعتی ۴,۰ ناکارآمد هستند (Nah et al., 2017). برخی‌ها گزارش داده‌اند که شرکت‌های نسل چهارم، فاقد پشتیبانی مدیریت ارشد برای اجرای فناوری‌های هوشمند در مدیریت منابع انسانی است (Vishwakarma & Singh, 2023). سونی و نایک (۲۰۲۰) خاطرنشان کردند که سازمان‌ها باید در هنگام اجرای Industry4.0 در استخدام، پرداخت‌ها، ارزیابی عملکرد، مقررات ایمنی، اطمینان از رفاه، ارائه امتیازات و آموزش کارکنان با وجدان عمل کنند (Sony & Naik, 2020).

در صنعت نسل چهارم که کارکنان با چالش‌ها دسته پنجه نرم می‌کنند، قصد ترک کارکنان افزایش می‌یابد و مسئله مهاجرت دسته جمعی دانش سازمانی موجب از دست دادن مزیت رقابتی سازمان‌ها می‌شود (Salvadorinho et al., 2024). چالش‌های منابع انسانی بر فرآیندهای تصمیم‌گیری استراتژیک تأثیر می‌گذارد (Olawale et al., 2024) و این اختلال‌ها باعث نگرانی مدیران و کارکنان می‌شود (Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022). بنابراین مدیران باید برای حفظ استعدادهای برتر خود تلاش کنند و شکاف بین انگیزه و بخش‌های عملیاتی را به منظور توسعه کارکنان ۴,۰ کاهش دهند. ممکن است که ظرفیت روانشناختی کارکنان در وظایف کاری و رضایت آن‌ها در صنعت ۴,۰ کافی نباشد (Salvadorinho et al., 2024). ریسک‌ها باید شناسایی، ارزیابی و کاهش داده شوند تا زیان‌های احتمالی کسب و کار به حداقل برسد (Popescu et al., 2020). ماهیت مدیریت ریسک در زمینه منابع انسانی در شناسایی، ارزیابی و اولویت بندی تهدیدهای بالقوه‌ای نهفته است که می‌تواند بر تداوم و کارایی منابع انسانی تأثیر منفی بگذارد. این رویکرد پیشگیرانه در ابداع استراتژی‌های احتمالی که تأثیر رویدادهای پیش‌بینی نشده را کاهش می‌دهد، در نتیجه تداوم عملیاتی و محافظت در برابر زیان‌های مالی را تضمین می‌کند (Olawale et al., 2024). تنظیم ریسک در سیستم مدیریت پرسنل برای مدیریت شرکت، افزایش کارایی و رقابت پذیری آن ضروری است (Kalinichenko et al., 2023).

به گفته ویسال و همکاران (۲۰۱۹)، سرعت تغییرات تکنولوژیکی، نیاز به در نظر گرفتن رویکرد مدیریت ریسک موثر برای توسعه منابع انسانی با توجه به اهمیت نیروی کار در موفقیت تحول دیجیتال برانگیخته است (Whysall et al., 2019). شواهد حاکی از ناکافی بودن توجه مدیران به چالش‌های مرتبط با صنعت نسل چهارم و منابع انسانی می‌باشد (Vuksanović Herceg et al., 2020). شکاف تحقیقاتی در این خصوص به روشنی مشهود است. چالش‌های عمده اختلال ناشی از صنعت ۴,۰ در ادبیات مدیریت منابع انسانی هنوز در حال رشد است و محققین جنبه‌های جدیدی را مطرح می‌کنند (Agarwal et al., 2022). مطالعات علمی در تلاش هستند تا تحقیقات برای شناسایی ریسک‌های منابع انسانی برای پیاده سازی موفق صنعت نسل چهارم گسترش دهند (Mukhuty et al., 2022). به خصوص اینکه پیاده‌سازی صنعت ۴,۰، یک امر پرهزینه برای صنایع بزرگ همچون خودرو است که شکست در آن هزینه‌های مالی بزرگی بر سازمان تحمیل خواهد کرد (James et al., 2022).

صنعت خودروسازی به عنوان یک صنعت مادر در کشور برای موفقیت در صنعت نسل چهارم، به ارزیابی ریسک‌های منابع انسانی نیاز دارد تا از شکست آن پیگیری شود. یکی از مسائل و نگرانی‌های مدیران بخش منابع انسانی، کاهش عملکرد منابع انسانی با استقرار صنعت نسل چهارم در خودروسازی می‌باشد که پیامد احتمالی آن اختلال در فرآیندها و کاهش سودآوری خواهد بود. در این موقعیت مدیران باید بتوانند ریسک‌های منابع انسانی را شناسایی و مدیریت کنند تا آسیب‌های بهره‌وری در صنعت خودروسازی را کاهش دهند. بنابراین سوال‌های تحقیق به صورت زیر است:

- ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم چه هستند؟

- روابط علی-معلولی بین ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم چگونه می‌باشد؟

روش پژوهش

هدف این مطالعه شناسایی و تعیین روابط علی-معلولی ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم در صنعت خودروسازی می‌باشد که از لحاظ هدف ترکیبی توسعه‌ای-کاربردی است. از لحاظ نوع داده‌ها، تحقیق به صورت ترکیبی آمیخته (کیفی-کمی) است. در بخش کیفی از رویکرد تحلیل محتوا استفاده شده است. استخراج کدها به صورت ترکیبی از اصل عرفی و جهت دار می‌باشد. کدهای باز در اصل عرفی طی مصاحبه نیمه ساختار یافته با خبرگان استخراج شدند و در رویکرد تحلیل محتوا جهت دار، کدهای باز از طریق مرور نظامند ادبیات نظری و فراترکیب شناسایی شدند. از آن جایی که هدف این مطالعه کمک به شکاف پژوهشی از طریق تحقیقات تجربی است، رویکرد تحلیل محتوا عرفی مقوله‌های را فراهم کرد که تاکنون در ادبیات علمی گنجانده نشده و در رویکرد جهت دار شناسایی نشده بودند. از ابزار مصاحبه نیمه ساختار یافته جهت ساختن مدل و بهره‌گیری از نظر خبرگان استفاده شده است. قبل از شرکت در مصاحبه، خبرگان به طور کامل از اهداف مطالعه مطلع شدند. محقق تعداد کمی از سوالات مصاحبه اولیه در خصوص چرایی و چگونگی ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم را ایجاد کرد و سپس بر اساس پاسخ مصاحبه شونده‌گان، سوال‌های جدید گسترش یافتند. سوال‌های اولیه عبارت بودند از: مدیران با چه ریسک‌هایی از طرف کارکنان ۴۰ در شرکت خودروسازی مواجه هستند؟ کارکنان از چه چالش‌هایی برای کار با صنعت ۴۰ به مدیران مراجعه می‌کنند؟ چالش‌های صنعت ۴۰ در بخش منابع انسانی چیست؟ جامعه تحقیق در بخش کیفی، مشارکت کنندگان تحقیق شامل مدیران ارشد و میانی از جمله مدیر و کارشناسان منابع انسانی هستند. روش نمونه‌گیری بخش کیفی، روش غیر احتمالی هدفمند و نظری است. معیار اصلی تعیین حجم نمونه، اشباع نظری است. با توجه اکتشاف و توصیف عقیده‌ها و نگرش‌های مصاحبه شونده‌ها و نیز با در نظر گرفتن زمان و منابع در دسترس در این تحقیق تعداد ۱۶ نفر از خبرگان به صورت هدفمند و نظری همکاری داشتند. خبرگان شامل مدیران و معاونت کارخانه، معاونت و کارشناسان منابع انسانی، مدیران بخش‌های تولید، تحقیق و توسعه، فناوری اطلاعات، مدیر برنامه ریزی و مطالعات استراتژیک و مشاورین ارشد بودند در تیم خودشان مجموعه‌ای از افراد داشتند که با فناوری‌های صنعت نسل چهارم به صورت مستقیم درگیر بودند.

روایی کدهای استخراج شده با دو معیار شاخص روایی محتوایی^۱ (CVI) و نسبت روایی محتوایی^۲ (CVR) بررسی شدند که منجر به اصلاح برخی از کدها شد. سپس کارشناسان مجموعه‌ای از دسته‌بندی‌های تاثیر ریسک‌های منابع انسانی را از طریق روش دلفی فازی بررسی کردند. در واقع روش دلفی فازی عملی بودن و مرتبط بودن یافته‌ها از طریق تعامل فعال با ذینفعان را بررسی می‌کند. روش دلفی فازی

^۱Content Validity Index

^۲Content Validity Ratio



در سه مرحله انجام شد و ریسک‌های که اختلاف میانگین نظرات خبرگان بین مراحل کمتر از $0/2$ و میانگین نظرات بیشتر از 8 باشند، تایید گردید (Modiri et al., 2019). در این مطالعه، روش نقشه شناختی فازی به دلیل روابط علت- معلولی بین ریسک‌ها استفاده شده است. این روش درک جامعی از ویژگی‌های ریسک با یکدیگر را فراهم می‌کند. به نظر می‌رسد روش نقشه شناختی فازی نتیجه قوی تری برای تصمیم‌گیری و بهبود سیستم به همراه داشته باشد. گام‌های این روش در منابع آمده است (Galarza-María et al., 2024). نقشه شناختی فازی اساساً یک ساختار گراف با گره‌هایی هستند که اجزای مهم یک سیستم را نشان می‌دهند و یال‌هایی که گره‌ها را به هم متصل می‌کنند تا جهت ارتباط بین اجزا را نشان دهند. نقشه شناختی فازی به ما کمک می‌کند تا دانش شهودی ریسک‌های مدیریت منابع انسانی $4,0$ را به دست آوریم و به ایجاد درک چند لایه‌ای از اجزا و فرآیندهای مهم در آن‌ها کمک می‌کند که از صنایع نسل چهارم برای موفقیت در برنامه خود حمایت می‌کند.

یافته‌ها

بخش اول تجزیه و تحلیل داده‌ها مربوط به شناسایی و استخراج شاخص‌ها، ریسک‌ها فرعی و ریسک‌های اصلی با رویکرد تحلیل محتوا ترکیبی جهت دار و عرفی است. در بخش تحلیل محتوا جهت دار، یک بررسی نظام‌مند ادبیات با استفاده از روش فراتحلیل انجام شد. در این بخش، ۸۱ مقاله‌ها شناسایی، ۶۳ مقاله در غربالگری حذف و ۱۸ مقاله نهایی انتخاب شدند و سپس از طریق کدگذاری، شاخص‌ها استخراج شدند. از طرفی دیگر، مشارکت‌های دانشگاهی و خبرگان برای شناسایی شکاف‌های تحقیقاتی و تغییر دانش، به‌ویژه در موضوعات نوظهور مانند ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در زمینه صنعت $4,0$ ضروری است. بنابراین، در بخش تحلیل محتوا عرفی، مصاحبه نیمه ساختار یافته با خبرگان انجام شد و کدها استخراج شدند. یافته‌های بخش کیفی در **جدول ۱** آمده است:

جدول ۱

شاخص‌ها، ریسک‌های فرعی و ریسک‌های اصلی مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم

ریسک اصلی	ریسک فرعی	شاخص‌ها	منابع
ریسک فنی	ریسک مهارت و تخصص کارکنان $4,0$	پیچیدگی سیستم $4,0$ و نیاز داشتن مهارت‌های فنی - افزایش خطاهای انسانی و اقدامات نامطلوب پرسنل - ریسک شکاف اطلاعات و دانش کارکنان در مورد فناوری‌های $4,0$ - فقدان استعداد با مهارت‌های مناسب با صنعت $4,0$ - ریسک یادگیری و توسعه مهارت‌های $4,0$ - عدم تسلط کارکنان بر رویه‌های جدید $4,0$	(Babkin et al., 2023; James et al., 2022; Mukhuty et al., 2022; Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022) خبرگان
ریسک عملیاتی	ریسک کارکنان $4,0$	فقدان تفکر تحلیلی کارکنان و برخورد با پیچیدگی صنعت $4,0$ - سردرگمی کارکنان به دلیل حجم زیادی از پردازش داده‌ها $4,0$ - ریسک تصمیم‌گیری غیرمتمرکز کارکنان در بستر $4,0$	(Hassan et al., 2024) خبرگان
ریسک	ریسک فناوری کارکنان $4,0$	کمبود دسترسی کارکنان به فناوری و زیرساخت دیجیتال $4,0$ - ریسک پشتیبانی فنی از برقراری ارتباط بین کارکنان و فناوری‌های $4,0$ - کمبود دسترسی کارکنان به اطلاعات صنعت $4,0$ - پیچیدگی سیستم‌های مدیریت و دانش داده‌های صنعت $4,0$	(Vishwakarma & Singh, 2023) خبرگان
ریسک اطلاعات $4,0$	ریسک نقض امنیت اطلاعات $4,0$	تهدیدات امنیت سایبری - معضلات اخلاقی و سوءاستفاده کارکنان از فناوری‌ها $4,0$ - نقض قوانین و رفتاری کارکنان در مورد حفظ حریم خصوصی - افشای اطلاعات تجاری و محرمانه توسط کارکنان صنعت $4,0$	(Babkin et al., 2023; Hassan et al., 2024; Popescu et al., 2020; Tikhonov, 2020)

خبرگان			
ریسک اجتماعی	ایمنی و بهداشت شغلی کارکنان ۴,۰	ریسک الزامات ارگونومیکی کارکنان صنعت ۴,۰- پیچیدگی‌های فضای کاری صنعت ۴,۰- ریسک بهداشت شغلی و سلامت کارکنان صنعت ۴,۰- ریسک ایمنی در همکاری انسان و ربات	(Campo et al., 2021; Hassan et al., 2024)
ریسک کارکنان ۴,۰	ریسک امنیت شغلی کارکنان ۴,۰	سرقت رفتن اطلاعات شخصی کارکنان در صنعت ۴,۰- ترس از دست دادن شغل در تغییر صنعت به ۴,۰- کاهش فرصت‌های شغلی با توجه به تغییر صنعت به ۴,۰- نگرانی‌های رفاه کارکنان صنعت ۴,۰	(Ammirato et al., 2023; Babkin et al., 2023; Priyanka et al., 2023)
ریسک قانونی	ریسک مقررات کارکنان ۴,۰	نبود شرایط قانونی و توافق شده و امضای قرارداد کار صنعت ۴,۰- مقررات مربوط به اشتراک گذاری داده‌ها و استفاده از سیستم انفورماتیک صنعت ۴,۰- قوانین و انضباط عمومی کار در صنعت ۴,۰- قوانین مربوط به حریم خصوصی در بستر ۴,۰- از دست رفتن مالکیت معنوی کارکنان ۴,۰	(Popescu et al., 2020; Tikhonov, 2020; Vishwakarma & Singh, 2023)
ریسک استانداردهای صنعت ۴,۰	ریسک استانداردهای صنعت ۴,۰	استانداردها و مقررات مربوط به اشتغال پذیری و حمایت از کارکنان ۴,۰- نبود استانداردها، مقررات و گواهینامه‌ها مربوط به بکارگیری منابع انسانی در صنعت ۴,۰	(Hassan et al., 2024)
ریسک روانشناختی	ریسک روانی کارکنان ۴,۰	کاهش روحیه و بی انگیزگی نیروی کار به دلیل همزیستی با ماشین و ربات در صنعت ۴,۰- ترس و استرس از فناوری‌های صنعت ۴,۰- از دست دادن مسئولیت‌ها و شایستگی‌ها کارکنان عادی در تغییر صنعت به ۴,۰- سازگاری نکردن کارکنان با شرایط جدید صنعت ۴,۰- نبود اعتماد و تعارض مخرب در اولویت بندی نقش‌های کارکنان ۴,۰	(Kalinichenko et al., 2023; Priyanka et al., 2023; Vishwakarma & Singh, 2023)
ریسک کارکنان ۴,۰	ریسک هم افزایی کارکنان ۴,۰	از دست دادن همکاران تیم و کاهش روحیه تیمی در صنعت ۴,۰- مقاومت کارکنان در برابر تغییر و نوآوری‌های صنعت ۴,۰- ارتباطات ناکارآمد بین اپراتورها و مدیر در صنعت ۴,۰- کمبود مشارکت و همکاری کارکنان در صنعت ۴,۰- تضاد منافع بین کارکنان و کارفرما در صنعت ۴,۰- پذیرش نکردن فناوری‌های صنعت ۴,۰ توسط کاربران	(Babkin et al., 2023; Hassan et al., 2024; Mukhuty et al., 2022; Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022)
ریسک کارکنان ۴,۰	ریسک آگاهی کارکنان ۴,۰	عدم وضوح در مورد انتظارات و نقش کارکنان در صنعت ۴,۰- آمادگی ناکافی و مقاومت کارکنان ۴,۰ برای آموزش- عدم آگاهی از مفاهیم و مزایای ۴,۰- ریسک‌های مربوط به ظرفیت و آمادگی نیروی کار در صنعت ۴,۰- عدم درک تعامل بین انسان و ماشین و تبادل دانش مرتبط در صنعت ۴,۰	(Hassan et al., 2024; Priyanka et al., 2023)
ریسک سازمانی	ریسک فرهنگی کارکنان ۴,۰	ضعف فرهنگ دیجیتال صنعت ۴,۰- نقش صنعت ۴,۰ در تغییرات فرهنگ‌ها و هنجارها- نابرابری فرصت‌ها و ریسک‌های دیجیتالی شدن کارکنان صنعت ۴,۰	(Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022; Ramadhani et al., 2024)
ریسک کارکنان ۴,۰	ریسک نگهداشت کارکنان ۴,۰	افزایش نرخ ترک شغل و چالش جذب نیروهای مستعد صنعت ۴,۰- کمبود نیروی کار صنعت ۴,۰ با مهارت کافی در بازار کار- فقدان کارگران با چشم انداز روشن و تعهد به اجرای صنعت ۴,۰- استعدادیابی و حفظ مشاغل و نیروی انسانی در سناریوی تغییر صنعت به ۴,۰- رقابت بزرگ با شرکت‌های دیگر در زمینه استعدادیابی کارکنان دیجیتال- ریسک‌های مربوط به استخدام کارکنان دیجیتال هوشمند	(Bajic et al., 2020; Hassan et al., 2024; Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022)
ریسک کارکنان ۴,۰	ریسک آموزش کارکنان ۴,۰	برنامه‌های آموزشی ناکافی کارکنان صنعت ۴,۰- کمبود امکانات و منابع برای ارائه آموزش به کارکنان ۴,۰- الزامات زمان یادگیری بیشتر و آموزش تخصصی کارکنان	(Ozkan-Ozen & Kazancoglu, 2022; Priyanka et al., 2023)



ریسک مدیریتی	ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰	ریسک پشتیبانی و برنامه ریزی از منابع انسانی در ۴,۰ - فرآیندهای مدیریت تغییر ناکارآمد در صنعت ۴,۰ - فقدان یکاستراتژی دیجیتال منابع انسانی برای صنعت ۴,۰ - عدم وجود سیستم اطلاعاتی منابع انسانی به دلیل نبود سیستم داده محور در تغییر صنعت به ۴,۰ - ریسک روابط اجتماعی بین کارکنان و مدیریت در بستر صنعت ۴,۰	خبرگان
ریسک عملکرد و ارتقاء کارکنان ۴,۰	ریسک عملکرد و ارتقاء کارکنان ۴,۰	فقدان امکانات برای عملکردهای خودکار منابع انسانی در صنعت ۴,۰ - سیستم ناقص جبران خدمات به عنوان دلیل تعارضات نیروی کار - سیستم نامناسب مدیریت ارزیابی عملکرد کارکنان صنعت ۴,۰	خبرگان
ریسک‌ها رهبری کارکنان ۴,۰	ریسک‌ها رهبری کارکنان ۴,۰	سیستم‌های نظارتی نامشخص برای کارکنان دیجیتال هوشمند - ابزارهای نامناسب ارزیابی و انگیزش کارکنان صنعت ۴,۰ - سبک رهبری نامشخص و کمبود حمایت مدیریت برای پشتیبانی از کارکنان ۴,۰	خبرگان
ریسک سرمایه گذاری کارکنان ۴,۰	ریسک سرمایه گذاری کارکنان ۴,۰	سرمایه گذاری برای جذب استعدادهای جدید ۴,۰ - هزینه آموزش برای سیستم‌های دیجیتال صنعت ۴,۰ - هزینه‌های تغییر مدل منابع انسانی از سنتی به صنعت ۴,۰	خبرگان
ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴,۰	ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴,۰	افزایش حقوق و مزایا کارکنان هوشمند صنعت ۴,۰ - حقوق پایین کارکنان نسبت به مهارت‌های بالای فناوری‌های صنعت ۴,۰	خبرگان

برای روایی محتوایی شاخص‌ها، ابتدا مقادیر CVI شاخص‌ها برای ۱۶ خبره به دست آمد. میزان ارتباط، سادگی و وضوح برای هر آیت‌م به طور جداگانه توسط متخصصان با استفاده از مقیاس لیکرت ۴ درجه‌ای «غیر مرتبط»، «نیاز به بازبینی اساسی»، «مرتبط اما نیاز به بازبینی» و «کاملاً مرتبط» ارزیابی شد. طبق روش والتز و بازل، تمامی شاخص‌ها با امتیاز بالاتر از ۰/۷۹ بودند و تایید شدند. سپس نسبت روایی محتوایی یا CVR شاخص‌ها ارزیابی شدند. ضریب لاوشر CVR برای شاخص‌ها محاسبه گردید و شاخص‌ها با ضریب بیشتر از ۰/۴۷ تایید شدند. در این بین شاخص‌های «بدر شدن جو روانی»، «توسعه و آموزش ناکارآمد پرسنل ۴,۰»، «عدم پشتیبانی از شرکای تجاری منابع انسانی ۴,۰»، «منابع مالی کمتر برای راه اندازی استخدام افراد دیجیتال» از مدل حذف شدند. در ادامه برای تایید ریسک‌های فرعی از روش دلفی فازی استفاده شده است. خبرگان میزان اهمیت بودن هر یک از آن‌ها را بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت پاسخ دادند و سپس مقیاس‌های زبانی فازی تعریف شد. روش دلفی فازی در سه مرحله انجام شده است. ریسک‌هایی که میانگین امتیاز خبرگان بیشتر از ۸ و به شرط اختلاف نظر آن‌ها در دو مرحله کمتر از ۰/۲ بودند، تایید شدند. **جدول ۲** یافته‌های بخش دلفی فازی را نشان می‌دهد:

جدول ۲

یافته‌های بخش دلفی فازی برای ارزیابی ریسک‌های فرعی مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم

ریسک‌های فرعی	میانگین غیرفازی نظرات خبرگان	اختلاف نظرات بین دو مرحله	نتیجه
ریسک مهارت و تخصص کارکنان ۴,۰	۸,۰۲	۰,۱۱	تایید
ریسک تصمیم‌گیری و تحلیل کارکنان ۴,۰	۸,۳	۰,۱۳	تایید
ریسک فناوری کارکنان ۴,۰	۸,۲۵	۰,۱۱	تایید
ریسک نقض امنیت اطلاعات ۴,۰	۸,۵	۰,۱۱	تایید
ایمنی و بهداشت شغلی کارکنان ۴,۰	۸,۵	۰,۱۳	تایید
ریسک امنیت شغلی کارکنان ۴,۰	۸,۴۸	۰,۱۳	تایید
ریسک مقررات کارکنان ۴,۰	۸,۱۴	۰,۱۱	تایید
ریسک استانداردهای صنعت ۴,۰	۸,۵	۰,۱۱	تایید

ریسک روانی کارکنان ۴,۰	۸,۵	۰,۱۳	تایید
ریسک هم افزایی کارکنان ۴,۰	۸,۴	۰,۱۳	تایید
ریسک آگاهی کارکنان ۴,۰	۸,۱۳	۰,۱۱	تایید
ریسک فرهنگی کارکنان ۴,۰	۸,۲۵	۰,۱۱	تایید
ریسک نگهداشت کارکنان ۴,۰	۸,۶	۰	تایید
ریسک آموزش کارکنان ۴,۰	۸,۳۶	۰,۱۱	تایید
ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰	۸,۶	۰,۱۱	تایید
ریسک عملکرد و ارتقاء کارکنان ۴,۰	۸,۴۹	۰,۱۱	تایید
ریسک‌ها رهبری کارکنان ۴,۰	۸,۳	۰,۱۳	تایید
ریسک سرمایه گذاری کارکنان ۴,۰	۸,۰۲	۰,۱۳	تایید
ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴,۰	۸,۵	۰,۱۱	تایید

نقشه شناخت فازی برای رفتارهای علت-معلولی ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم استفاده شده است. بدین منظور ۱۶ خبره میزان تاثیر هر یک از ریسک‌ها بر یکدیگر بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت پاسخ دادند و سپس گزینه‌های زبانی فازی برای آن‌ها تعریف شد. سپس گزینه‌های زبانی فازی‌ها بر اساس رابطه ۱ دی فازی شد.

$$(L + (4 * M) + U)/6 \quad \text{رابطه ۱}$$

سپس حد آستانه میانگین نظرات برای تعیین شدت تاثیرگذاری قدرت روابط و روابط علت و معلولی و حذف روابط زائد در نظر گرفته شد. در ادامه برای بی مقیاس سازی بردارها از رابطه ۲ استفاده شد و ماتریس نهایی قدرت ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم به دست آمد که در جدول ۳ آمده است:

$$X_{ij} = (o_i - \min)/(max - \min) \quad \text{رابطه ۲}$$

جدول ۳

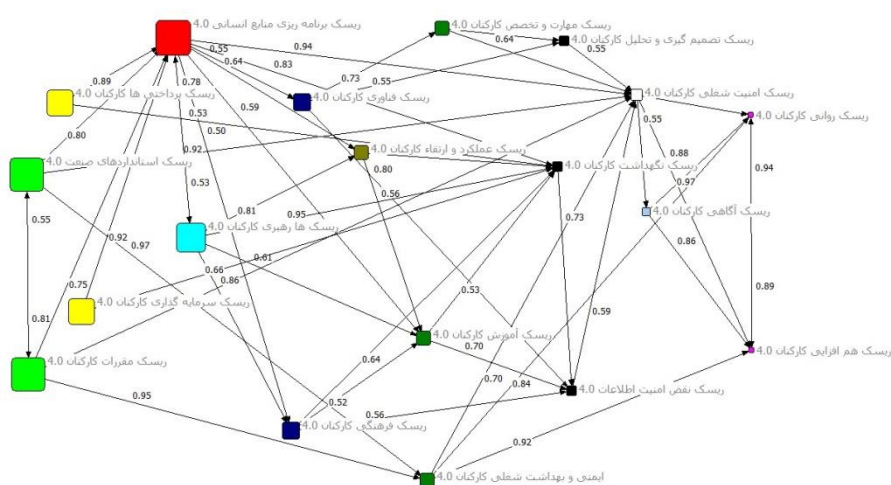
ماتریس نهایی ریسک‌های فرعی مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم

	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

[illegible]

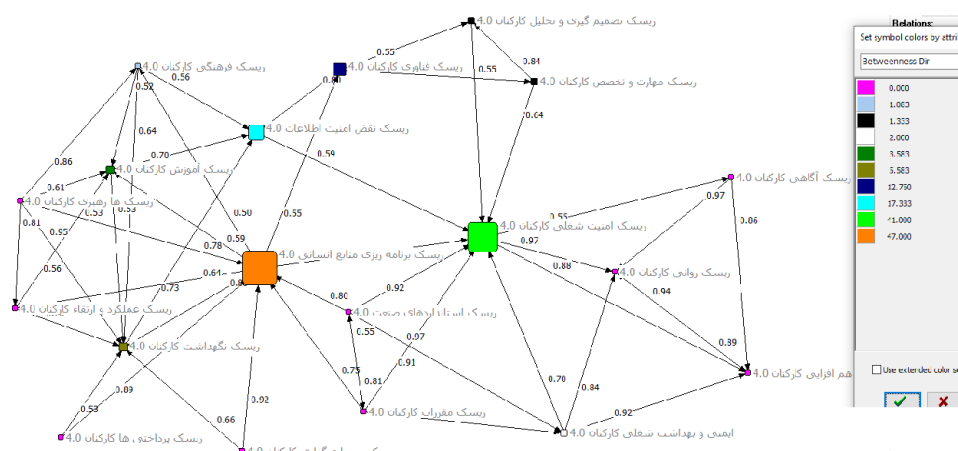
شكل ١

نقشه علت- معلولی و قدرت تاثیرات ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسلی چهارم



شکل ۲ روابط علت-معلولی و اندازه گره‌ها بر اساس مرکزیت ارتباطات یا قرار گرفتن یک ریسک در بین دو گره از ریسک‌ها را نشان می‌دهد که نشان دهنده قدرت ارتباط یا میانجی بودن ریسک‌های فرعی است.

روابط علت-معلولی و اندازه گره‌ها بر اساس مرکزیت ارتباطات ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسلی چهارم



بحث و نتیجه گیری

یافته‌های بخش کیفی نشان داده است ریسک قانونی شامل دو ریسک فرعی «ریسک مقررات کارکنان ۴,۰» و «ریسک استانداردهای صنعت ۴,۰» در صنعت خودروسازی می‌باشد. طبق این یافته، قوانین مربوط به بکارگیری ظهور صنعت ۴,۰ در سیستم‌های پیچیده همچون



خودروسازی مناسب نمی‌باشد. در این خصوص هاربت و همکاران (۲۰۲۰) تاکید دارد که امکانات محدود اجرای قانون برای شرکت‌ها در صنعت ۴,۰ نیاز به رعایت همه قوانین قابل اجرا را زیر سوال می‌برد (Habrat, 2020).

«ریسک روانشناختی» بر سه ریسک فرعی «ریسک روانی کارکنان ۴,۰»، «ریسک هم افزایی کارکنان ۴,۰»، «ریسک آگاهی کارکنان ۴,۰» تاکید دارد. طبق نور و همکاران (۲۰۲۴)، عدم درک مفاهیم و فناوری‌های صنعت ۴,۰ در میان کارکنان می‌تواند منجر به مقاومت در برابر تغییر و عدم تمایل به همکاری با فناوری جدید شود (Noor et al., 2024). طبق امیراتو و همکاران (۲۰۲۳) فناوری‌های ۴,۰ همچنین می‌توانند منجر به افزایش احساس انزوا و قطع ارتباط و مشارکت کارکنان شوند (Ammirato et al., 2023).

«ریسک اقتصادی» با دوریسک فرعی شامل «ریسک سرمایه گذاری کارکنان ۴,۰» و «ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴,۰» تعریف شده است. شرکت خودروسازی تنها در صورتی روی کارکنان صنعت ۴,۰ سرمایه‌گذاری می‌کنند که بازده مالی، هزینه‌ها و ریسک‌های بالقوه را درک کنند. دوویدی و همکاران (۲۰۲۱) تاکید کردند که سرمایه گذاری بالا و استخدام کارکنان بسیار ماهر که معمولاً هزینه‌های زیادی را برای شرکت تحمیل می‌کند (Dwivedi et al., 2021).

«ریسک اجتماعی» شامل دو ریسک فرعی شامل «ایمنی و بهداشت شغلی کارکنان ۴,۰» و «ریسک امنیت شغلی کارکنان ۴,۰» می‌باشد. بدری و همکاران (۲۰۱۸) نشان داده است که پارادایم جدیدی صنعت نسل چهارم بر مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی کارکنان تأثیر خواهد گذاشت (Badri et al., 2018).

«ریسک مدیریتی» شامل سه ریسک فرعی ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰، «ریسک عملکرد و ارتقاء کارکنان ۴,۰»، «ریسک‌ها رهبری کارکنان ۴,۰» می‌باشد. صنعت خودروسازی چالش‌هایی مانند ساختار سازمان و هم تغییرات سبک رهبری برای اجرای کارآمد منابع انسانی 4.0 مواجه می‌شوند. چرا که با کاهش لایه‌های ارتباطی بین مدیران و کارکنان، سبک‌های رهبری باید بازتر باشند تا بتوانند فرهنگ یادگیری و نوآوری را هدایت کند. طبق نور و همکاران (۲۰۲۴)، عدم علاقه یا تردید نشان داده شده مدیریت ارشد و کمبود حمایت آن می‌توان ریسک بکارگیری کارکنان صنعت ۴,۰ را افزایش دهد. این می‌تواند به دلایل مختلفی مانند عدم درک، ترس از تغییر، یا نگرانی در مورد هزینه‌های مربوطه باشد (Noor et al., 2024).

در بخش کمی، از نقشه شناخت فازی برای پاسخ به سوال دوم تحقیق و تعیین روابط علت-معلولی بین ریسک‌های مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم خودروسازی استفاده شده است. یافته‌های نقشه شناخت فازی نشان داده است که ریسک‌های فرعی مدیریت منابع انسانی در بستر صنعت نسل چهارم در صنعت خودروسازی در ۱۱ سطح قرار دارند. ریسک‌های «سرمایه گذاری کارکنان ۴,۰»، «ریسک پرداختی‌ها کارکنان ۴,۰»، «ریسک مقررات کارکنان ۴,۰»، «ریسک استانداردهای صنعت ۴,۰» و «ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰» در پایه مدل قرار دارند که بیشترین فاصله را با سطح اول مدل شامل «ریسک روانی کارکنان ۴,۰» و «ریسک هم افزایی کارکنان ۴,۰» دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ریسک‌های پایه مدل موجب تقویت ریسک‌های سطح اول مدل می‌شود و مدیران برای کاهش ریسک‌های سطح اول باید بر ریسک‌های پایه مدل توجه کنند. علاوه بر این، یافته‌های مرکزیت بینابین ریسک‌های فرعی نشان می‌دهد که دو ریسک «ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰» و «ریسک امنیت شغلی کارکنان ۴,۰» مرکزیت ارتباط بین سایر ریسک‌ها است و به عبارت دیگر جریان اطلاعات بین ریسک‌های فرعی بیشتر از طریق این دو ریسک منتقل می‌شود و گلوگاه ارتباطات و نقش میانجی در سیستم دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر چه ریسک‌های قانون، مقررات و استانداردها همراه با ریسک‌های سرمایه گذاری بر ریسک‌های روانی و هم افزایی کارکنان اثر دارد اما در این بین ریسک‌های برنامه ریزی منابع انسانی و امنیت شغلی کارکنان ۴,۰ موجب تقویت آن‌ها می‌شود. این یافته نشان می‌دهد که ناکارآمدی برنامه ریزی منابع انسانی از طرف مدیران خودروسازی موجب افزایش ریسک‌های روانشناختی و فردی

کارکنان ۴,۰ می‌گردد. در این راستا، طبق امیراتو و همکاران (۲۰۲۳) محیط کاری ناسالم و تهدیدهای امنیت در اشتغال، نگرانی‌های روحی و استرس‌زا برای افراد ایجاد می‌کند که بهره‌وری آن‌ها را کاهش می‌دهد (Ammirato et al., 2023).

برای مدیریت و کاهش «ریسک برنامه ریزی منابع انسانی ۴,۰»، مدیران صنعت خودروسازی با ارائه استراتژی دیجیتال منابع انسانی از منابع انسانی در ۴,۰ پشتیبانی و برنامه ریزی کنند. همچنین یک سیستم اطلاعاتی منابع انسانی قوی که قدرت جمع‌آوری تمامی داده‌های منابع انسانی را داشته باشد، ایجاد گردد تا بتوان با شناسایی نیازهای کارکنان، بتوان برنامه ریزی صحیح پیشرفت منابع انسانی ایجاد کرد. همچنین بکارگیری مدل‌های سبک رهبری تحول‌آفرین موجب برانگیختن انگیزه کارکنان شود. از طرفی دیگر، در صورت نداشتن برنامه‌های آموزشی مناسب، احتمال مواجه شدن شرکت خودروسازی با کارکنان بدون دانش و مهارت و در نتیجه احتمال ترک کارکنان وجود خواهد داشت. بنابراین برای مقابله با این ریسک پیشنهاد می‌شود که مدیران با شناسایی شکاف‌های مهارتی، برنامه‌های آموزش کافی مناسب و کافی برای کارکنان صنعت ۴,۰ خودروسازی در نظر بگیرند به گونه‌ای که اطمینان حاصل شود مهارت کارکنان در خصوص فناوری‌های صنعت ۴,۰ بهبود پیدا کرده است. برای پیشگیری از تبانی و تقلب توسط پرسنل پیشنهاد می‌شود که مدیران یک سیستم کنترل پیشرفته مبتنی بر هوش مصنوعی برای امنیت اطلاعات ایجاد کنند تا کارکنان نتوانند به داده‌ها و اطلاعات شرکت خودروسازی نفوذ کنند. از طرفی دیگر داشتن قوانین و مقررات بازدارنده از طرف مجری قانون و همچنین خود شرکت می‌تواند ریسک تقلب را در کارکنان کاهش دهد.

یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر، درک ناکافی خبرگان از صنعت ۴,۰ و پیاده‌سازی آن در خودروسازی می‌باشد که این امر ممکن است در پاسخ خبرگان تأثیر گذاشته باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که تحقیق حاضر در صنایع دیگر نیز انجام شود و یافته‌ها مقایسه شوند. همچنین محققین می‌توانند به مطالعه شناسایی سبک‌های رهبری مناسب برای مدیریت کارکنان صنعت ۴,۰ و ارائه الگوی خطی مشی برای منابع انسانی در صنعت ۴,۰ پردازند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.



References

- Adamková, H. G. (2020). Industry 4.0 brings changes in human resources. SHS Web of Conferences, Agarwal, V., Mathiyazhagan, K., Malhotra, S., & Saikouk, T. (2022). Analysis of challenges in sustainable human resource management due to disruptions by Industry 4.0: An emerging economy perspective. *International Journal of Manpower*, 43(2), 513-541. <https://doi.org/10.1108/IJM-03-2021-0192>
- Ammirato, S., Felicetti, A. M., Linzalone, R., Corvello, V., & Kumar, S. (2023). Still our most important asset: A systematic review on human resource management in the midst of the fourth industrial revolution. *Journal of Innovation & Knowledge*, 8(3), 100403. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100403>
- Babkin, I., Pulyaeva, V., Ivanova, I., Veys, Y., & Makhmudova, G. (2023). Developing a System for Monitoring Human Resource Risks in a Digital Economy. *Risks*, 11(5), 82. <https://doi.org/10.3390/risks11050082>
- Badri, A., Boudreau-Trudel, B., & Souissi, A. S. (2018). Occupational health and safety in the industry 4.0 era: A cause for major concern? *Safety Science*, 109, 403-411. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.06.012>
- Bag, S., Gupta, S., Kumar, A., & Sivarajah, U. (2021). An integrated artificial intelligence framework for knowledge creation and B2B marketing rational decision making for improving firm performance. *Industrial Marketing Management*, 92, 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.12.001>
- Bajic, B., Rikalovic, A., Suzic, N., & Piuri, V. (2020). Industry 4.0 implementation challenges and opportunities: A managerial perspective. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 546-559. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2020.3023041>
- Bhardwaj, S. H., & Tiwari, K. (2024). *The Effects of the Fourth Industrial Revolution on Human Resource Management*. Cambridge Scholars Publishing. <https://www.cambridgescholars.com/resources/pdfs/978-1-0364-0366-9-sample.pdf>
- Campo, E., Lopez, R., & Espinosa-Rodríguez, M. A. (2021). Operational risk: Behavior of its factors in the banking sector of Bogotá Colombia. *Revista Venezolana De Gerencia*, 26, 439-456. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e6.27>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., & Williams, M. D. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>
- Galarza-María, J., Díaz de Junguitu, A., & Labaien, I. (2024). Social dimension of the circular economy: Impact categories through fuzzy Delphi method. *Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1002/sd.2933>
- Habrat, D. (2020). Legal challenges of digitalization and automation in the context of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 51, 938-942. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.132>
- Hassan, M. A., Zardari, S., Farooq, M. U., Alansari, M. M., & Nagro, S. A. (2024). Systematic Analysis of Risks in Industry 5.0 Architecture. *Applied Sciences*, 14(4), 1466. <https://doi.org/10.3390/app14041466>
- Hu, Y. (2022). Risk Prediction of Digital Human Resource Management Based on Artificial Intelligence. *Journal of Computing and Information Technology*, 30(1), 23-33. <https://doi.org/10.20532/cit.2022.1005456>
- James, A. T., Kumar, G., Tayal, P., Chauhan, A., Wadhawa, C., & Panchal, J. (2022). Analysis of human resource management challenges in implementation of industry 4.0 in Indian automobile industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 176, 121483. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121483>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Sinha, A. K. (2024). Digital economy to improve the culture of industry 4.0: A study on features, implementation and challenges. *Green Technologies and Sustainability*, 100083. <https://doi.org/10.1016/j.grets.2024.100083>
- Kalinichenko, L. L., Melnyk, L. H., Matsenko, O. M., Dehtyarova, I. B., & Doroshenko, H. O. (2023). *Personnel risk management based on the cognitive approach in the context of industry 4.0*. Primedia eLaunch. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.MONO.ECON.1.3.1>
- Karimi Shirazi, H., & Vakil Alroaia, Y. (2024). Identification of the challenges of using the technology of 4.0 industry in the circular supply chain of sustainable agriculture. *Journal of Public Service Marketing*, 2(5), 19-35. https://www.noormags.ir/view/fa/keyword/%D8%B2%D9%86%D8%AC%DB%8C%D8%B1%D9%87_%D8%A%D8%A7%D9%85%DB%8C%D9%86_%DA%A9%D8%B4%D8%A7%D9%88%D8%B1%D8%B2%DB%8C
- Kumar, A., Agrawal, R., Wankhede, V. A., Sharma, M., & Mulat-Weldemeskel, E. (2022). A framework for assessing social acceptability of industry 4.0 technologies for the development of digital manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121217. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121217>
- Mahmoudi Khaledi, M., Vakil Alroaia, Y., Faez, A., & Razi, F. (2023). Validation of managers' digital competencies model (Case study: Organization of Education Evaluation of the country). *Research on Educational Leadership and Management*, 7(28), 66-88. https://journals.atu.ac.ir/article_16976.html
- Modiri, M., Shiramin, M. D., & Shirazi, H. K. (2019). Identification and Prioritization of Influencing Factors on Safety Performance with hybrid Fuzzy DEMATEL and Analytical Network Process Approach (DANP)(Case Study: A Combined Cycle Power Plant). *Journal of Health & Safety at Work*, 9(1). <https://jhs.w.tums.ac.ir/article-1-6038-fa.html>

- Mukhuty, S., Upadhyay, A., & Rothwell, H. (2022). Strategic sustainable development of Industry 4.0 through the lens of social responsibility: The role of human resource practices. *Business Strategy and the Environment*, 31(5), 2068-2081. <https://doi.org/10.1002/bse.3008>
- Müller, J. M. (2019). Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 2189-2194. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.530>
- Nah, E. H., Cho, S., Kim, S., Cho, H. I., Stingu, C. S., Eschrich, K., & Friedberg, R. C. (2017). International organization for standardization (ISO) 15189. *Annals of Laboratory Medicine*, 37(5), 365-370. <https://doi.org/10.3343/alm.2017.37.5.365>
- Noor, M. F., Kumar, A., Tripathi, S., & Gupta, V. (2024). Challenges in Adopting Industry 4.0 for Indian Automobile Industries: A Key Experts' Perspective. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, 57(1). <https://doi.org/10.18280/jesa.570123>
- Olawale, O., Ajayi, F. A., Udeh, C. A., & Odejide, O. A. (2024). Risk management and HR practices in supply chains: Preparing for the Future. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 238-255. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.10.2.0065>
- Ozkan-Ozen, Y. D., & Kazancoglu, Y. (2022). Analysing workforce development challenges in the Industry 4.0. *International Journal of Manpower*, 43(2), 310-333. <https://doi.org/10.1108/IJM-03-2021-0167>
- Popescu, S., Santa, R., Teleaba, F., & Ilesan, H. (2020). A structured framework for identifying risks sources related to human resources in a 4.0 working environment perspective. *Human Systems Management*, 39(4), 511-527. <https://doi.org/10.3233/HSM-201034>
- Priyanka, R., Ravindran, K., Sankaranarayanan, B., & Ali, S. M. (2023). A fuzzy DEMATEL decision modeling framework for identifying key human resources challenges in start-up companies: Implications for sustainable development. *Decision Analytics Journal*, 6, 100192. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100192>
- Puhovichova, D., & Jankelova, N. (2020). Changes of human resource management in the context of impact of the fourth industrial revolution. *Industry 4.0*, 5(3), 138-141. https://www.researchgate.net/publication/361567418_Changes_of_human_resource_management_in_the_context_of_impact_of_the_fourth_industrial_revolution
- Ramadhani, W., Khuzaini, K., & Shaddiq, S. (2024). Resistance to Change: Human Resources Issues in the Implementation of Industry 4.0 Technology. Proceeding: Islamic University of Kalimantan,
- Salvadorinho, J., Ferreira, C., & Teixeira, L. (2024). A technology-based framework to foster the lean human resource 4.0 and prevent the great resignation: The talent management lift. *Technology in Society*, 77, 102510. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102510>
- Shakur, M. S., Lubaba, M., Debnath, B., Bari, A. M., & Rahman, M. A. (2024). Exploring the Challenges of Industry 4.0 Adoption in the FMCG Sector: Implications for Resilient Supply Chain in Emerging Economy. *Logistics*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.3390/logistics8010027>
- Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0-how industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, 26(4), 7-11. <https://doi.org/10.1108/HRMID-04-2018-0059>
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Critical factors for the successful implementation of Industry 4.0: a review and future research direction. *Production Planning & Control*, 31(10), 799-815. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1691278>
- Tikhonov, A. (2020). Modern approaches to the integrated assessment of personnel risks of an industrial enterprise. *Research in World Economy*, 11(3), 99-107. <https://doi.org/10.5430/rwe.v11n3p99>
- Vishwakarma, L. P., & Singh, R. K. (2023). An analysis of the challenges to human resource in implementing artificial intelligence. In *The Adoption and Effect of Artificial Intelligence on Human Resources Management, Part B* (pp. 81-109). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80455-662-720230006>
- Vuksanović Herceg, I., Kuč, V., Mijušković, V. M., & Herceg, T. (2020). Challenges and driving forces for industry 4.0 implementation. *Sustainability*, 12(10), 4208. <https://doi.org/10.3390/su12104208>
- Whysall, Z., Owtram, M., & Brittain, S. (2019). The new talent management challenges of Industry 4.0. *Journal of Management Development*, 38(2), 118-129. <https://doi.org/10.1108/JMD-06-2018-0181>
- Xu, L. D. (2020). The contribution of systems science to Industry 4.0. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(4), 618-631. <https://doi.org/10.1002/sres.2705>