Research Paper

Structural Model in the Analysis of New Components of the Workforce in the Automotive Industry with IIOT Consideration

Maryam Taslimi [1], Abdolhamid Safai Ghadikolaei [*2], Mohammad Valipour Khatir [3]

[1] Master's degree, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.
[2] Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.
[3] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

10.22080/SHRM.2023.4413

Received:
June 15, 2023
Accepted:
September 5, 2023
Available online:
October 16, 2023

Keywords:
Industry 4.0, Workforce in the Industrial Internet of Things, Automobile Industry in Iran, Revised DEMATEL Method, M-TISM

Abstract

Today, due to the importance of establishing the Internet of Things in the industry and the increasing progress of technologies in this field, the use of skilled workforces is necessary for the success of industries. The increasing complexity of technologies requires focusing on the necessary criteria for the skills and attributes of the workforce in the field of industrial Internet of Things. Therefore, in this research, to investigate the efficiency of the workforce in the implementation and acceptance of the Internet of Industrial Things in the automotive industry, the evaluation criteria and the structural relationships between them should be identified and used. For this purpose, after studying the research literature and extracting the criteria, the criteria were localized using expert evaluation and the Fuzzy Delphi Method. In the following, the cause and effect relationships of the criteria were identified using the Revised DEMATEL Method, then the leveling of the criteria was done utilizing the Modified Total Interpretive Structural Model. MATLAB software was used for data analysis. According to the obtained results, the criteria of management support, communication skills, leadership, risk and crisis management, and related work experience are causal, and the criteria of employee performance level, value and belief and work culture, use of digital technology, and flexibility with the change of conditions are effect criteria. Managers and industries should focus on effective criteria for better implementation of the industrial Internet of Things to achieve effective results.

[*]**Corresponding Author:** Abdolhamid Ghadikolaei
Address: Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Economic and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.
Email: ab.safaei@umz.ac.ir

Extended abstract

1. Introduction

The progress and evolution of industrial revolutions led to the technologies such as cyber-physical systems and the Internet of Things, as a result of which Industry 4.0 was introduced (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018). Accordingly, by entering the new industrial revolution, the Industrial Internet of Things has become very popular as one of the technologies of Industry 4.0. The Industrial Internet of Things connects objects to the Internet and establishes interaction between them in the industry (Dijkman et al., 2015). IIOT establishes a digital link between different parts of the factory, and in this way, the management will be able to better monitor employees' performance and efficiency (Javaid et al., 2021). The technologies and transformations caused by the development of Industry 4.0 not only affect the production systems but also have a significant effect on the nature of work. Therefore, it is important to focus on the right skills for the new workforce roles in the IIoT field (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018). Considering the intelligence, digitalization, and increasing complexity of technologies in Industry 4.0, it is necessary to find suitable criteria to express the workforce attributes.

Therefore, this research, in addition to determining the causal and effect relationships of the criteria, tried to determine the hierarchy of the establishment of the criteria, which is an innovation of the present research. For this purpose, first by studying the research literature, the evaluation criteria were extracted and localized by the fuzzy Delphi Method, then the causal and effect relationships of the criteria were determined by the revised Dimtel method, and finally, the hierarchy of standards establishment was provided by the M-TISM method.

2. Research Methods

In order to conduct the present research and collect the needed data, the criteria were extracted with a comprehensive review of the literature and studies and then provided to the experts in the form of a questionnaire. For this reason, 10 experts in the field of the automobile industry were considered with criteria such as degree and field of study, job position, work experience, availability, and willingness to participate. Then the answers of the experts were localized by the Fuzzy Delphi Method and the final criteria were determined. To determine the causal and effect relationships of the criteria, the R-DEMATEL method was used. The M-TISM method was also utilized to establish and determine the hierarchy of criteria.

3. Results

The result of the present study shows that among the 13 criteria extracted from the research literature, 10 criteria have been accepted. According to Dematel's calculations, cause criteria, to which industries should pay attention, include management support criteria (C3), technology coordination and integration (C5), communication skills (C6), leadership (C7), risk and crisis management (C8), and related work experience (C9). Moreover, effect criteria include employee performance level (C1), value and belief and work culture (C2), use of digital technology (C4), and flexibility with changing conditions (C10).

According to the results of the M-TISM, the criteria of communication skills, leadership, risk and crisis management, and related work experience can be regarded as effective criteria.

4. Conclusion

IIOT, as one of the technologies of the fourth industrial revolution, is entering the daily activities of many industries, including the automobile industry; therefore, the workforce, which is one of the success factors in the industry, should be familiar with this technology. For effective implementation of industrial Internet of Things technology, skill improvement, and efficiency of the workforce in the automotive industry, criteria evaluation is needed. Considering causal and effect relationships between criteria, decision-makers can assess the impact of any improvement in a criterion and the overall level of success. For the better implementation of the industrial Internet of Things in the automotive industry and its

acceptance by employees, effective criteria for employee characteristics should be considered and focused on. These criteria have a positive impact and also lead to preparation for future employment in the relevant industry.

Funding:
There is no funding support.

Authors' contribution:
All authors are equally involved in the preparation and writing of the article.

Conflict of interest:
The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments:
The authors of the article appreciate all the scientific consultants of this article. The authors also thank all the employees of the General Directorate of Information Technology of the Tax Affairs Organization for preparing this article.

علمی

مدل ساختاری در تحلیل مؤلفه‌های نوین نیروی کار در صنعت خودرو با ملاحظهٔ اینترنت اشیاء صنعتی

مریم تسلیمی[۱]، عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۲*]، محمد ولی‌پور خطیر[۳]

[۱] کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
[۲] استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ی علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
[۳] استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

10.22080/SHRM.2023.4413

تاریخ دریافت:
۲۵ خرداد ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش:
۱۴ شهریور ۱۴۰۲
تاریخ انتشار:
۲۴ مهر ۱۴۰۲

چکیده

امروزه با توجه به اهمیت استقرار اینترنت اشیا در صنعت و پیشرفت روزافزون فناوری‌ها در این حوزه، بهره‌گیری از نیروی کار ماهر برای موفقیت صنایع ضروری می‌باشد. افزایش پیچیدگی فناوری‌ها مستلزم تمرکز بر معیارهای لازم برای مهارت‌ها و مشخصه‌های نیروی کار در حوزهٔ اینترنت اشیاء صنعتی است؛ لذا در این پژوهش سعی شده جهت بررسی کارآمدی نیروی کار، در اجرا و پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی در صنعت خودرو، به شناسایی و بهره‌گیری از معیارهای ارزیابی و روابط ساختاری بین آن‌ها پرداخته شود. بدین منظور بعد از مطالعه ادبیات تحقیق و استخراج معیارها، با استفاده از ارزیابی خبرگان که ده نفر از مدیران و کارکنان در حوزه صنعت خودرو بوده به وسیله تکنیک دلفی فازی معیارها بومی سازی شده است. در ادامه به‌وسیله تکنیک دیمتل تجدید نظر شده، روابط علی و معلولی معیارها مشخص شده، سپس با به‌کارگیری تکنیک مدل ساختاری تفسیری کل به سطح‌بندی معیارهای پرداخته شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده معیارهای پشتیبانی مدیریت، هماهنگی و یکپارچگی فناوری، مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و بحران و تجربهٔ کاری مرتبط معیارهای علی می‌باشند و معیارهای سطح عملکرد کارکنان، ارزش و باور و فرهنگ کار، استفاده از تکنولوژی دیجیتال و انعطاف‌پذیری با تغییر شرایط، معیارهای معلول می‌باشند؛ بنابراین باید تمرکز لازم به معیارهای اثرگذار از سوی مدیران و صنایع برای پیاده‌سازی بهتر اینترنت اشیاء صنعتی صورت گیرد تا نتایج مؤثری به دست آورند.

کلیدواژه ها:
صنعت نسل ۴؛ نیروی کار در اینترنت اشیاء صنعتی؛ خودرو ایران؛ تکنیک دیمتل تجدید نظرشده؛ مدل ساختاری تفسیری کل.

۱ مقدمه

انقلاب‌های صنعتی در دوره‌های مختلف همواره با پیشرفت‌های تکنولوژی آغاز شده است. در ابتدا با استفاده از بخار و نیروی آب در فرآیندهای صنعتی، سپس استفاده از انرژی الکتریکی و حرکت به سمت تولید انبوه و پس از آن استفاده از فناوری اطلاعات و اتوماسیون مسیر تکامل سه انقلاب صنعتی اول بوده‌اند. در ادامهٔ پیشرفت و تکامل انقلاب‌های صنعتی، فناوری‌هایی از جمله سیستم فیزیکی سایبری[۱] و اینترنت اشیاء[۲]، انقلاب صنعتی جدیدی را رهبری کردند که در نتیجهٔ آن صنعت نسل ۴٫۰[۳] معرفی گردید. (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018). سنسورها و پلتفرم‌های اینترنت

مقالهٔ مستخرج از پایان‌نامه
*** نویسنده مسئول:** عبدالحمید صفایی قادیکلایی
آدرس: استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
ایمیل: ab.safaei@umz.ac.ir

[1] Cyber-Physical Systems(CPS)
[2] Internet of Thing (IOT)
[3] Industry 4

اشیاء، محاسبات لبه[1]، هوش مصنوعی، رباتیک، بلاک چین[2]، تولید افزودنی[3] و واقعیت مجازی/ افزوده[4]، بخشی از فناوری‌های مندرج در صنعت نسل ۴می‌باشند که محیطی حاصلخیز برای اینترنت اشیاء صنعتی[5] ایجاد نمودند (Javaid et al., 2021). بر این اساس با ورود به انقلاب صنعتی جدید، اینترنت اشیاء صنعتی به عنوان یکی از فناوری‌های صنعت نسل ۴ محبوبیت بسیاری پیدا کرده است.

اینترنت اشیاء صنعتی درواقع اتصال اشیا به اینترنت و برقراری تعامل میان آن‌ها در صنعت می‌باشد (Dijkman et al., 2015) که تأثیر زیادی بر فناوری اطلاعات، اقلام مصرفی، دستگاه‌های پزشکی، صنعت خودرو و... دارند. از مزایای اینترنت اشیاء صنعتی می‌توان به خودکارسازی، صرفه‌جویی در وقت و هزینه، تصمیم‌گیری، بهبود تجربهٔ مشتری، نظارت بر فعالیت‌ها از راه دور، انتخاب با استفاده از داده‌ها، بهبود بهره‌وری عملیاتی، نصب و راه‌اندازی ماشین-آلات و دارایی‌ها و فرآیندهای صنعتی اشاره نمود. به وسیلهٔ اینترنت اشیاء صنعتی، تولیدکنندگان با شناخت تنگناهای احتمالی، خرابی‌ها و شکاف‌های فرآیند تولید، عملکرد خود را بهبود داده و درک بهتری از عملکرد خطوط تولید خود عرضه می‌نمایند. اینترنت اشیاء صنعتی، پیوند دیجیتالی بین بخش‌های مختلف کارخانه برقرار می‌سازد و به این ترتیب مدیریت قادر خواهد بود تا بر عملکرد کارکنان و کارایی آن‌ها نظارت بهتری اعمال نماید (Javaid et al., 2021).

فناوری‌ها و دگرگونی‌های ناشی از توسعهٔ صنعت نسل ۴، نه‌تنها بر سیستم‌های تولیدی، بلکه بر ماهیت کار نیز تأثیر قابل توجهی دارد (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018) و باعث ایجاد تعاملات جدید بین کارکنان و ماشین‌ها می‌شود (Romero et al., 2016). اینترنت اشیاء در بسیاری از صنایع منجر به تغییر ساختاری در اشتغال خواهد شد و نقش‌های جدید و مهم‌تری در بسیاری از موقعیت‌های کاری برای کارکنان ایجاد می‌کند. تغییراتی که در اثر صنعت نسل ۴ و اجرای اینترنت اشیاء صنعتی ایجاد می‌شود، مشخصات شغلی کارکنان را به دلایل و طرق مختلف تغییر می‌دهد. با توجه به تنوع بالای وظایف در صنعت ۴،۰ برای بسیاری از مهارت‌های جدید و نوظهور الزاماتی وجود خواهد داشت که ممکن است در آموزش قبلی به کارکنان داده نشده باشد و حتی برخی از این مهارت‌های قبلی منسوخ شوند. بنابراین، تمرکز بر مهارت‌های مناسب برای نقش‌های جدید نیروی کار درحوزهٔ اینترنت اشیاء صنعتی مهم می‌باشد. با توجه به هوشمندی، دیجیتالی شدن و افزایش پیچیدگی فناوری‌ها در صنعت نسل ۴ یافتن معیارهای مناسب برای بیان ویژگی‌های نیروی انسانی ضروری می‌باشد (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018).

تاکنون پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ اینترنت اشیاء صنعتی صورت گرفته و این در حالی است که اغلب پژوهش‌های ارائه-شده تنها در زمینهٔ تولید بوده است (Qin et al., 2016; Seetharaman et al., 2019; Deflorin et al., 2021; Lu et al., 2020) و پژوهش‌های اندکی در حوزهٔ نیروی کار در اینترنت اشیاء صنعتی به چشم می‌خورد. از این رو با توجه به افزایش پیچیدگی و هوشمندی فناوری‌ها در صنعت ۴،۰ لزوم تمرکز بر معیارهای لازم برای مهارت‌ها و ویژگی‌های نیروی کار در اینترنت اشیاء صنعتی می‌باشد. همچنین پژوهش‌های انجام‌شده بیشتر به بررسی اهمیت معیارها پرداخته‌اند (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018). بر اساس این در پژوهش حاضر سعی می‌شود تا علاوه بر تعیین روابط علی و معلولی معیارها، به تعیین سلسله مراتب استقرار معیارها پرداخته شود که از نوآوری پژوهش حاضر می‌باشد. بدین منظور در ابتدا با مطالعهٔ ادبیات تحقیق معیارهای ارزیابی استخراج شده سپس به وسیلهٔ تکنیک دلفی فازی[6] بومی‌سازی می‌گردد، در ادامه روابط علی و معلولی معیارها به وسیلهٔ تکنیک دیمتل تجدید نظرشده[7] مشخص و سلسله مراتب استقرار معیارها به وسیلهٔ روش مدل ساختار تفسیری کل[8] ارائه می‌گردد.

در ادامهٔ مقاله، ابتدا مروری بر ادبیات تحقیق صورت گرفته، سپس روش‌شناسی پژوهش و چارچوب پیشنهادی پژوهش ارائه می‌گردد، در نهایت یافته‌ها تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری بیان می‌شود.

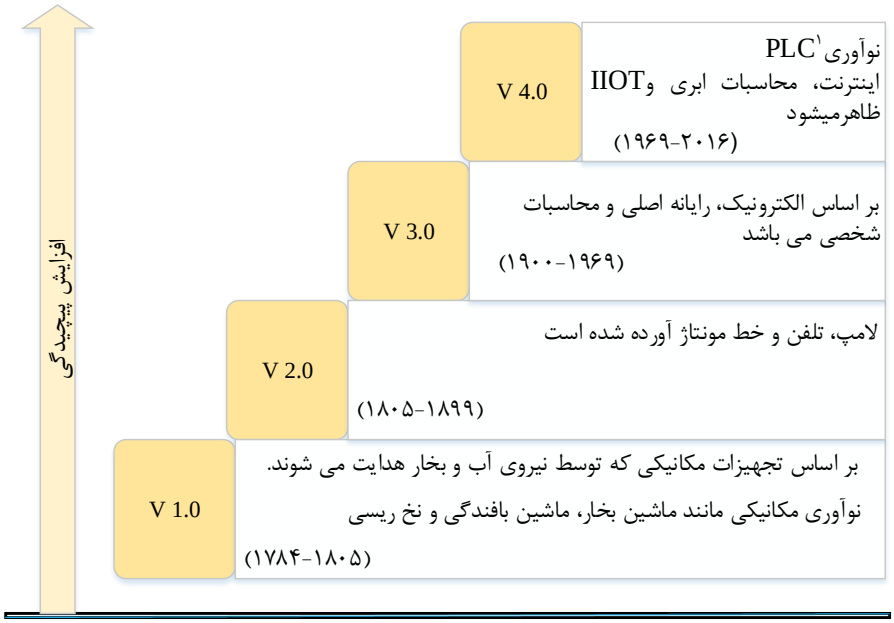
۲ مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

۲،۱ اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء مجموعهٔ وسیعی از اشیاء را با دستگاه‌های حس-گر و فعال که داده‌ها را در سایر اشیا، برنامه‌ها و پلتفرم‌ها جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و به اشتراک می‌گذارند، توصیف می‌کند (Koohang et al., 2022). اینترنت تمام بخش‌های اقتصاد از جمله بزرگ‌ترین صنایع مانند انرژی، برق، نفت، گاز، تولید، و ... را تغییر خواهد داد. درواقع اینترنت اشیا، فرصت‌های جدید و مزیت رقابتی برای بازارهای فعلی و آینده خلق می‌کند (Khodabakhshi & Arshtanai, 2015). هوانگ و همکاران[9] (۲۰۱۶) اینترنت اشیا را به عنوان شبکهٔ جهانی از اشیاء فیزیکی با استفاده از اینترنت به عنوان رسانهٔ ارتباطی تعریف کردند.

در شکل ۱ تکامل اینترنت اشیاء نشان داده شده است (Karmakar et al., 2019).

[1] edge computing
[2] blockchain
[3] additive manufacturing
[4] virtual/augmented reality
[5] Industrial Internet of Thing (IIOT)
[6] Fuzzy Delphi Method
[7] Revised-Decision Making Trial and Evaluation Laboratory(R-DEMATEL)
[8] Modified Total Interpretive Structural Model(M-TISM)
[9] Huang et al.



شکل شمارهٔ یک- تکامل اینترنت اشیا (Karmakar et al., 2019)

۲,۲ اینترنت اشیاء صنعتی

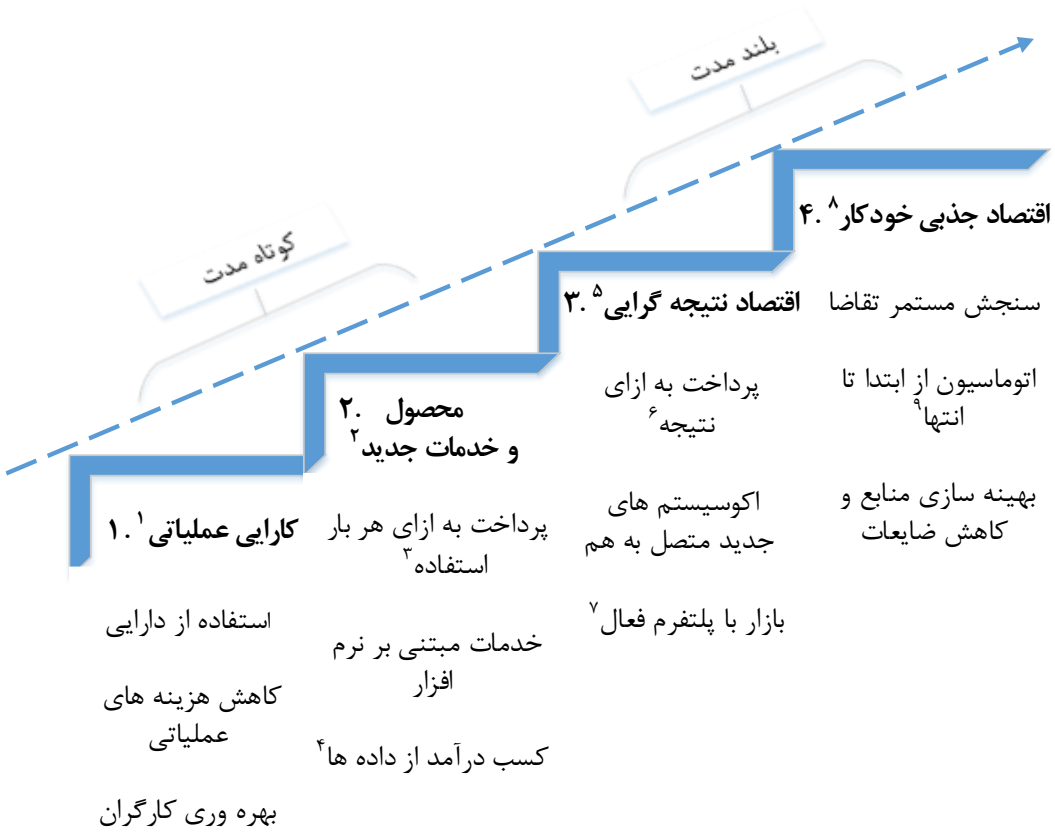
اینترنت اشیاء صنعتی، توسعهٔ اینترنت اشیاء در بخش‌های صنعتی می‌باشد (Serpanos & Wolf, 2018) و ارتباط و هماهنگی داده‌ها یا تجزیه و تحلیل داده‌ها را بین بسیاری از سیستم‌های صنعتی برای بهبود عملکرد سازمانی امکان‌پذیر می‌کند (Malik et al., 2021).[1]

اینترنت اشیاء صنعتی همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، به عنوان انقلابی مطرح شده است که چهرهٔ صنعت را با نگاهی مدبرانه تغییر می‌دهد. درواقع، اینترنت اشیاء صنعتی یک تکامل است که منشأ آن در فناوری‌ها و قابلیت‌های توسعه‌یافته توسط اتوماسیون‌ها می‌باشد. اینترنت اشیاء صنعتی درک روشنی از سرمایه‌گذاری در فناوری و نیروی کار به کاربران نهایی می‌دهد و در عین حال مزایای موجود در فناوری اینترنت اشیاء را به آن‌ها ارائه می‌کند. (Karmakar et al., 2019).

شکل ۲ مراحل توسعهٔ اینترنت اشیاء صنعتی را نشان می‌دهد. مراحل ۱ و ۲ شامل اقدامات قابل اجرا است و در برگیرندهٔ فرصت‌های فوری می‌باشد که پذیرش کوتاه‌مدت را هدایت می‌کنند و با کارایی عملیاتی شروع می‌شود. فعالیت‌های ارائه‌شده در حال اجرا است و احتمالاً در دو سال آینده سرعت بیشتری خواهد گرفت. مراحل ۳ و ۴ تغییرات ساختاری بلندمدت است که تقریباً سه سال از پذیرش جریان اصلی فاصله دارد و شامل روندهای پیش‌بینی‌شده، ناشی از تأثیر فزایندهٔ اینترنت اشیاء صنعتی می‌باشد که از آن‌ها به عنوان اقتصاد نتیجه‌گرایی و اقتصاد جذبی خودکار یاد می‌شود. اقتصاد نتیجه-گرایی مبتنی بر قابلیت‌های ناشی از اینترنت اشیاء صنعتی می‌باشد و کسب‌وکارها بر سر توانایی‌شان رقابت می‌کنند برای ارائهٔ نتایج قابل اندازه‌گیری که برای مشتریانشان در مکان و زمان خاصی اهمیت دارد. شرکت‌ها برای به‌دست‌آوردن درک به‌موقع در مورد نیازها و رفتارهای مشتری، به شرکای تجاری، اکوسیستم‌های متصل، تجزیه و تحلیل پیشرفته و جریان داده‌های جدید از محصولات هوشمند نیاز دارند.

همان‌طور که اینترنت صنعتی در هر صنعتی ریشه دوانده است، در نهایت منجر به یک اقتصاد مبتنی بر کشش خواهد شد که مشخصهٔ آن سنجش تقاضا در زمان واقعی و شبکه‌های تولید خودکار و انعطاف‌پذیر است. این توسعه مستلزم استفادهٔ فراگیر از اتوماسیون و ماشین‌های هوشمند برای تکمیل کار نیروی انسانی است. در نتیجه، نقش[2] نیروی کار[3] آینده[4]، همراه[5] با مجموعه[6] مهارت‌های[7] مورد[8] نیاز[9] برای موفقیت در یک اقتصاد خودکار به طور چشمگیری تغییر خواهد کرد (O'Halloran & Kvochko, 2015).

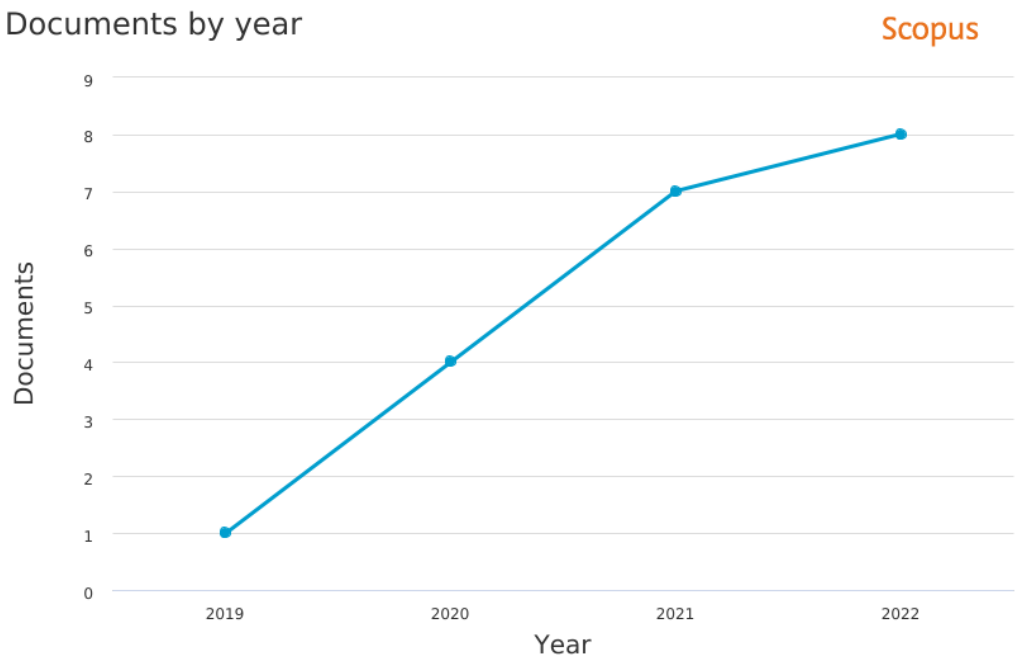
[1] Programmable Logic Controller
[2] Operational Efficiency
[3] New products & services
[4] Pay-per-use
[5] Data monetization
[6] Outcome economy
[7] Pay-per-outcome
[8] Platform-enabled marketplace
[9] Autonomuos,Pull Economy



شکل شمارهٔ دو- مراحل توسعهٔ اینترنت اشیاء صنعتی(O'Halloran & Kvochko, 2015)

۲,۳ پیشینهٔ پژوهش

در شکل ۳ با استفاده از پایگاه اطلاعاتی Scopus روند ارائه مقالات تا پایان سال ۲۰۲۲ قابل مشاهده است. از سال ۲۰۱۹ تا پایان سال ۲۰۲۲ روند پژوهش‌هایی که در این حوزه انجام شد و تعداد مقالاتی که ارائه شده رو به افزایش می‌باشد که بیانگر افزایش اهمیت موضوع می‌باشد. تکنولوژی‌های صنعت نسل ٤ از جمله اینترنت اشیاء صنعتی، علاوه بر تأثیر بر سیستم‌های تولیدی، تأثیر قابل توجهی نیز بر نیروی کار دارد و تمامی تغییرات ایجاد شده در محیط صنعتی بر موقعیت کارکنان تأثیرگذار می‌باشد. در ادامه به بررسی پژوهش‌های متعدد که به طور خاص ارتباط نزدیک با موضوع مطالعهٔ حاضر دارد اشاره می‌شود.



شکل شمارهٔ سه- روند ارائهٔ مقالات

در پژوهشی، موکرجی و همکاران[1] (۲۰۲۳) به بررسی پذیرش اینترنت صنعتی اشیاء در شرکت‌ها و افزایش عملکرد سازمانی می‌پردازد و بیان می‌کند شرکت‌های کوچک و متوسط با استفاده از فناوری، می‌توانند مزیت رقابتی در بازار ایجاد کنند. کین و همکاران[2] (۲۰۱۶) بر روی مفاهیم صنعت ۴/۰ و چشم‌انداز تولید تحت چهار عنوان شامل کارخانه، تجارت، محصولات و مشتری متمرکز شده‌اند. طبق این مطالعه، کارخانه‌های آینده، هوشمند خواهد بود و شبکهٔ کسب‌وکار در صنعت ۴/۰ خود سازمان‌دهی شده و پاسخ‌های بلادرنگ منتقل می‌کند. محصولات دارای حسگرها و پردازنده‌هایی برای حمل اطلاعات مشتریان به سیستم‌های تولیدی بوده و در نهایت به مشتریان این فرصت را می‌دهد که محصولاتی کاملاً مطابق با نیازهای خود سفارش دهند.

سیترمن و همکاران[3] (۲۰۱۹) به بحث در مورد چگونگی تثبیت تغییرات تکنولوژیکی و دسترسی جهان به اینترنت با ظرفیت بیشتر، به‌ویژه برای کنترل دنیای فیزیکی، از جمله ماشین‌آلات و امکانات صنعتی می‌پردازد. از ابزار مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده کرده است. طبق این پژوهش پلت فرم اینترنت اشیاء صنعتی شامل چهار قابلیت اساسی: اتصال، داده‌های بزرگ، تجزیه و تحلیل پیشرفته و توسعه برنامه می‌باشد و پتانسیل برقراری سطح بالایی از همکاری بین چهار بخش تولید یعنی انسان، ماشین، مواد و روش را ایجاد می‌کند. پیامدهای عملی پژوهش به نفع ارائه‌دهندگان خدماتی است که جهت ارائهٔ راهکاری برای کاهش تهدید امنیتی در اینترنت اشیاء صنعتی همکاری می‌کنند و از این رو پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی را تقویت می‌کنند. دفلورین و همکاران[4] (۲۰۲۱) در پژوهش خود ارتباط اینترنت اشیاء صنعتی و هماهنگی شبکه‌های تولیدی را نشان می‌دهد و بیان می‌کند توانمندسازهای اینترنت اشیاء صنعتی (فناوری‌های دیجیتال، اتصال، داده، قابلیت‌ها و مدیریت) به مکانیسم هماهنگی شبکهٔ تولید مرتبط است. یک مصاحبهٔ پژوهشی بین کارکنان ستاد مرکزی و واحدهای تجاری یک شرکت تولیدی در اروپا، نشان می‌دهد که اجرای طرح‌های اینترنت اشیاء صنعتی ممکن است به عنوان محرکی برای انطباق مکانیسم هماهنگی شبکهٔ تولید عمل کند. لو و همکاران[5] (۲۰۲۰) اشاره می‌کنند استفاده از اینترنت اشیاء صنعتی و فناوری‌های مرتبط با آن، تولید را به عصر جدیدی در چهارمین انقلاب صنعتی سوق می‌دهد و تعاملات جدید بین سخت‌افزار، نرم‌افزار و انسان را فراهم می‌کند. با استفاده از قابلیت اینترنت اشیاء صنعتی با ابزارهای هوش مصنوعی، سیستم‌های تولید هوشمند می‌شوند که استانداردهای اتصال و یکپارچه‌سازی از عوامل کلیدی موفقیت آن می‌باشد. استانداردهای فعلی و چشم‌انداز استانداردهای اینترنت اشیاء صنعتی در تولید و برخی از شکاف‌های این استانداردها را نیز شرح می‌دهد. ماتیسین[6] (۲۰۱۹)، در این پژوهشی به ارائهٔ ایده‌ای از محرک‌ها و موانع کلیدی برای شرکت‌ها تأکید و مفهوم نوآوری ارزش را برجسته می‌کند و آن را به چالش‌ها و

[1] Mukherjee et al.
[2] Qin et al.
[3] Seetharaman et al.
[4] Deflorin et al.
[5] Lu et al.
[6] Matthyssens

فرصت‌های اخیر ایجاد شده توسط صنعت ٤/٠ و اینترنت اشیاء صنعتی مرتبط می‌سازد.

گرکه و همکاران[1] (۲۰۱۵) انتظارات کارکنان صنعت ۴,۰ را به وسیلهٔ ساختار هرمی شکل ارائه کرده است. در سطح اول ساختار، ابزارها و فناوری‌هایی قرار دارند که کارمند ماهر از آن‌ها استفاده می‌کند و تحت تأثیر قرار می‌گیرد. سطح دوم اشاره به وظایفی دارد که در صنعت ۴,۰، کارمند باید انجام دهد. سطح سوم هستهٔ اصلی مدل در این پژوهش است که به صلاحیت‌ها و مهارت‌هایی اشاره دارد که کارکنان صنعت ۴,۰ برای استفاده از ابزارها و فناوری‌های مناسب و تکمیل وظایف باید داشته باشند. در این پژوهش منطقهٔ متمرکز، اولین ردیف مدل است و شامل مهارت‌ها و شایستگی‌ها می‌شود. مهارت‌ها و صلاحیت‌های نوع جدید کارمند در صنعت ۴,۰ مهم‌ترین نقش را در معیارهای انتخاب پرسنل ایفا می‌کند. کازانکوغلو و اوزکان اوزن[2] (۲۰۱۸) اهداف پژوهش خود را ارائهٔ یک مدل شایستگی ساختاری، توجه به معیارها برای انتخاب نیروی کار در محیط صنعت ۴,۰، کمک به ادبیات مدیریت عملیات با تمرکز بر فرآیند استخدام در محیط صنعت ۴,۰، حمایت از فعالیت‌های منابع انسانی با معیارهای مرتبط با صنعت ۴,۰ و اشاره به یک زمینهٔ تحقیقاتی جدید در صنعت ۴,۰ بیان کرده است. در اجرای این مطالعه از دیمتل فازی استفاده و در یک شرکت با فناوری پیشرفته انجام شده است. در مجموع ۱۱ معیار انتخاب نیروی کاری ارائه شده و سپس توسط کارشناسان از طریق مقیاس زبانی فازی مورد ارزیابی قرار گرفته و ترتیب اهمیت معیارها ارائه شده است. دامبروسکی و واگنر[3] (۲۰۱۴) تفاوت‌های اصلی بین صنایع ۳,۰ و ۴,۰ را بیان نمودند؛ چراکه وظایف کاری فناوری محور در صنعت ۳,۰ به وظایف فرآیندگرا در صنعت ۴,۰ تغییر یافته است و مفهوم تولید یکپارچهٔ کامپیوتری صنعت ۳,۰ جای خود را به ترکیبی از فرآیندهای خودکار واگذار می‌کند.

با توجه به مطالب ارائه‌شده، پژوهش‌های موجود در زمینهٔ اینترنت اشیاء صنعتی بیشتر در حوزهٔ تولید انجام شده است (Seetharaman et al., 2019; Qin et al., 2016; Lu et al., 2020; Deflorin et al., 2021) و به‌ندرت پژوهشی در خصوص نیروی کار در اینترنت اشیاء صنعتی در نظر گرفته شده است. همچنین پژوهش‌هایی دیگر تنها به اهمیت و روابط بین معیارها برای عوامل، پرداخته شده است (Kazancoglu & Ozkan-Ozen, 2018; Grami et al., 2019). از این رو در این پژوهش تلاش می‌شود برای ارتقای کارآمدی نیروی کار در حوزهٔ اینترنت اشیاء صنعتی با شناخت معیارهای ارزیابی، علاوه بر تعیین روابط علی و معلولی، به سطح‌بندی معیارهای لازم برای مهارت‌ها و ویژگی‌های نیروی کار در اینترنت اشیاء صنعتی بپردازد که تلاشی در جهت پر کردن شکاف پژوهشی در این زمینه می‌باشد.

۳ روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی و از حیث ماهیت داده‌ها، کمی و کیفی (ترکیبی) و نحوهٔ گردآوری داده‌ها، تجربی و نظری (ترکیبی) و از طریق پرسش‌نامه بوده است. به منظور نگارش تحقیق حاضر، ابتدا به بررسی پژوهش‌های مرتبط با موضوع اینترنت اشیاء صنعتی و نیروی کار پرداخته، سپس متغیرهای متناسب با پژوهش حاضر از این مقالات شناسایی شده است. بعد از مرور جامع بر ادبیات و مطالعات انجام‌شده، ۱۳ معیار از مقالات استخراج شده و در قالب پرسش‌نامه با طیف زبانی، جهت جمع‌آوری اطلاعات در اختیار خبرگان قرار داده شده است. به این جهت ده نفر از خبرگان در حوزهٔ صنعت خودرو با معیارهایی از جمله مقطع و رشتهٔ تحصیلی، سمت کاری، سابقهٔ کاری و دسترس بودن و تمایل به مشارکت در نظر گرفته شده‌اند. سپس پاسخ خبرگان به وسیلهٔ روش دلفی فازی، بومی‌سازی شده و مقادیر بالای حدآستانه ۰/۷ پذیرفته شده و به این صورت از بین ۱۳ معیار، ۱۰ معیاری‌هایی (جدول ۱) مشخص شده است. در روش دلفی داده‌های ذهنی خبرگان به داده‌های تقریباً عینی تبدیل می‌شود. نقطه قوت این روش، انعطاف‌پذیری آن است که می‌تواند مشکلات مربوط به عدم دقت و صراحت را تحت پوشش قرار دهد. در این روش از متغیرهای زبانی برای خبرگان استفاده می‌شود و خبرگان نظرات خود را در قالب اعداد فازی مثلثی ارائه می‌دهند (Mohammadi et al., 2018).

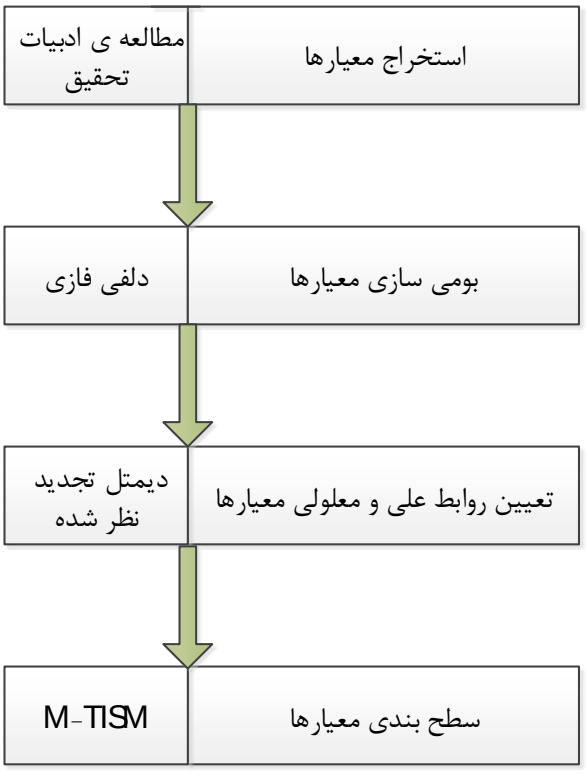
در ادامه به منظور مشخص کردن روابط علی و معلولی معیارها از تکنیک دیمتل تجدید نظر شده استفاده می‌شود. این تکنیک می‌تواند روابط داخلی بین عناصر یک سیستم را از طریق نمودار علی نمایش داده و مقادیر تأثیر را به طور عددی نشان دهد (Tzeng et al., 2010). در این روش معیارها در قالب پرسش‌نامهٔ دیمتل تجدید نظر شده در اختیار خبرگان قرار گرفته و خبرگان مقایسات زوجی را بر اساس طیف بی تأثیر (۰)، تأثیر کم (۱)، تأثیر متوسط (۲)، تأثیر زیاد (۳)، تأثیر خیلی زیاد (۴). انجام می‌دهند. در دیمتل تأثیر کل مؤلفه‌ها با جمع کردن همهٔ ماتریس‌های به توان رسیده بر اساس این فرض که ماتریس با رسیدن به توان بی‌نهایت به صفر همگرا می‌شود، محاسبه خواهد شد. در برخی شرایط کل مؤلفه‌ها با جمع‌کردن همهٔ ماتریس‌های به توان رسیده به صفر همگرا نشود، بنابراین دیمتل اصلی غیر قابل استفاده می‌شود. بر این اساس یک نسخهٔ جدید از دیمتل را به نام دیمتل تجدید نظر شده که تضمین می‌کند، با افزایش توان ماتریس‌ها به توان بی‌نهایت، به صفر همگرا می‌شود و می‌توان به ماتریس کل دست پیدا کرد (Lee, 2013).

سپس به منظور استقرار و تعیین سلسله مراتب معیارها از روش مدل ساختاری تفسیری کل (M-TISM) استفاده می‌گردد. M-TISM یک تکنیک مدل‌سازی کیفی پیشرفته است که به طور گسترده توسط محققان و متخصصان در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی استفاده شده است (Rajan et al.

[1] Gehrke et al.
[2] Kazancoglu and Ozkan-Ozen
[3] Dombrowski and Wagner

2021). این روش یک بسط جدید از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) است(Warfield, 1974)، که برای توسعه ساختار سلسله مراتبی عوامل استفاده می‌شود (Sushil, 2012; Sushil, 2017; Sushil, 2018).

در راستای انجام پژوهش و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار متلب[1] استفاده شده است. مراحل اجرای پژوهش در شکل ۴ مشاهده می‌شود.



شکل شمارهٔ چهار - مراحل اجرای پژوهش

٤ یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر معیارهای استخراج شده از ادبیات تحقیق به وسیلهٔ تکنیک دلفی فازی بومی‌سازی گردید. در این روش از متغیرهای زبانی برای خبرگان استفاده می‌شود و خبرگان نظرات خود را در قالب اعداد فازی مثلثی ارائه می‌دهند (Mohammadi et al., 2018). از بین ۱۳ معیار استخراج شده از ادبیات تحقیق،۱۰ معیار پذیرفته شده که به همراه نام معادلشان در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول شمارهٔ یک- معیار تأییدشده به همراه نام معادلشان

معیارهای تأییدشده	نام معادل	منبع
سطح عملکرد کارکنان	C1	Vinodh & Wankhede, (2020); Flynn et al., (2017)
ارزش و باور و فرهنگ کار	C2	Vinodh & Wankhede, (2020); Flynn et al., (2017)
پشتیبانی مدیریت	C3	Vinodh & Wankhede, (2020)
استفاده از تکنولوژی دیجیتال	C4	Vinodh & Wankhede, (2020)
هماهنگی و یکپارچگی فناوری	C5	Vinodh & Wankhede, (2020)
مهارت ارتباطی	C6	Karabasevic et al., (2018) Ji et al., (2018) Dursun & Karsak, (2010)

[1] MATLAB

		Kelemenis & Askounis, (2010) Karabasevic et al., (2016)
رهبری	C7	Kelemenis & Askounis, (2010) Dursun & Karsak, (2010)
مدیریت ریسک و بحران	C8	Kelemenis & Askounis, (2010)
تجربه کاری مرتبط	C9	Ji et al., (2018) Karabasevic et al., (2018) Kelemenis & Askounis, (2010) Dursun & Karsak, (2010) Karabasevic et al., (2016)
انعطاف‌پذیری و سازگاری با تغییر شرایط	C10	Kazancoglu & Ozkan-Ozen, (2018); Kelemenis & Askounis, (2010)

در ادامهٔ پژوهش، به منظور بررسی روابط ساختاری معیارها، از تکنیک دیمتل تجدید نظر شده استفاده گردید. ابتدا معیارها در قالب پرسش‌نامهٔ دیمتل تجدید نظر شده در اختیار خبرگان قرار گرفته است. پس از جمع‌آوری پاسخ‌های خبرگان، از نظرات آن‌ها میانگین گرفته (Lee, 2013) و ماتریس اولیه تشکیل شده که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ دو- ماتریس اولیه (میانگین نظرات خبرگان)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	جمع سطری
C1	۰	۲	۲/۷	۲/۹	۲/۸	۳/۲	۲/۸	۲/۱	۲/۵	۲/۳	۲۳/۳
C2	۳/۱	۰	۲/۲	۲	۱/۸	۳	۲/۳	۱/۹	۲/۳	۲/٤	۲۱
C3	۲/۷	۲/٦	۰	۲/۹	۳/۱	۲/۸	۲/۹	۲/۹	۲/٤	۲/۷	۲۵
C4	۲/٤	۱/٦	۲/۸	۰	۲/۷	۱/۹	۲	۱/۹	۲/۲	۲/۷	۲۰/۲
C5	۳	۲/۵	۲/۸	۳/۳	۰	۲/۲	۲/۳	۲/۳	۲/۲	۲/۸	۲۳/٤
C6	۳/۱	۳	۲/۷	۲/۷	۲/۳	۰	۲/۸	۳/۲	۲/۸	۳/۱	۲۵/۷
C7	۳/۲	۲/٦	۳/۵	۲/۹	۲/۷	۳/۳	۰	۲/۸	۲/۷	۳/۲	۲٦/۹
C8	۲/۸	۲/۱	۲/۷	۲/۳	۲/۸	۲/٤	۳/۲	۰	۳/۲	۳/۵	۲۵
C9	۳	۲/۵	۲/٤	۲/٦	۲/٤	۲/۷	۲/٦	۳/۱	۰	۲/۸	۲٤/۱
C10	۲/۷	۲/۹	۲/۳	۲/۱	۲/۳	۲/۸	۲/٦	۲/۸	۲/۵	۰	۲۳
جمع ستونی	۲٦	۲۱/۸	۲٤/۱	۲۳/۷	۲۲/۹	۲٤/۳	۲۳/۵	۲۳	۲۲/۸	۲۵/۵	۲٦/۹

در مرحلهٔ بعد ماتریس اولیه باید نرمال شود به این صورت که ابتدا جمع هر سطر و ستون محاسبه می‌شود و سپس بیشترین مقدار جمع سطری و ستونی مشخص می‌شود. در پژوهش حاضر چون بیشترین مقدار مربوط به جمع سطری می‌باشد (۲۶/۹ که در جدول ۲ مشخص شده است) پس تمام مقادیر ماتریس اولیه تقسیم بر ۲۶/۹ می‌شود تا ماتریس نرمال N به دست آید. که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول شمارهٔ سه- ماتریس اولیهٔ نرمال شده

N	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	۰	۰/۰۷٤۳	۰/۱۰۰٤	۰/۱۰۷۸	۰/۱۰٤۱	۰/۱۱۹	۰/۱۰٤۱	۰/۰۷۸۱	۰/۰۹۲۹	۰/۰۸۵۵

C2	۰/۱۱۵۲	۰	۰/۰۸۱۸	۰/۰۷۴۳	۰/۰۶۶۹	۰/۱۱۱۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۷۰۶	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۹۲
C3	۰/۱۰۰۴	۰/۰۹۶۷	۰	۰/۱۰۷۸	۰/۱۱۵۲	۰/۱۰۴۱	۰/۱۰۷۸	۰/۱۰۷۸	۰/۰۸۹۲	۰/۱۰۰۴
C4	۰/۰۸۹۲	۰/۰۵۹۵	۰/۱۰۴۱	۰	۰/۱۰۰۴	۰/۰۷۰۶	۰/۰۷۴۳	۰/۰۷۰۶	۰/۰۸۱۸	۰/۱۰۰۴
C5	۰/۱۱۱۵	۰/۰۹۲۹	۰/۱۰۴۱	۰/۱۲۲۷	۰	۰/۰۸۱۸	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۵۵	۰/۰۸۱۸	۰/۱۰۴۱
C6	۰/۱۱۵۲	۰/۱۱۱۵	۰/۱۰۰۴	۰/۱۰۰۴	۰/۰۸۵۵	۰	۰/۱۰۴۱	۰/۱۱۹	۰/۱۰۴۱	۰/۱۱۵۲
C7	۰/۱۱۹	۰/۰۹۶۷	۰/۱۳۰۱	۰/۱۰۷۸	۰/۱۰۰۴	۰/۱۲۲۷	۰	۰/۱۰۴۱	۰/۱۰۰۴	۰/۱۱۹
C8	۰/۱۰۴۱	۰/۰۷۸۱	۰/۱۰۰۴	۰/۰۸۵۵	۰/۱۰۴۱	۰/۰۸۹۲	۰/۱۱۹	۰	۰/۱۱۹	۰/۱۳۰۱
C9	۰/۱۱۱۵	۰/۰۹۲۹	۰/۰۸۹۲	۰/۰۹۶۷	۰/۰۸۹۲	۰/۱۰۰۴	۰/۰۹۶۷	۰/۱۱۵۲	۰	۰/۱۰۴۱
C10	۰/۱۰۰۴	۰/۱۰۷۸	۰/۰۸۵۵	۰/۰۷۸۱	۰/۰۸۵۵	۰/۱۰۴۱	۰/۰۹۶۷	۰/۱۰۴۱	۰/۰۹۲۹	۰

سپس ماتریس ارتباط کل T از رابطهٔ $N\ (I - N)^{-1}$ به دست می‌آید.

جدول شمارهٔ چهار- ماتریس ارتباط کل

T	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	۰/۷۲۴۴	۰/۶۸۷۶	۰/۷۶۹۱	۰/۷۶۵۸	۰/۷۴۲۳	۰/۷۸۹۴	۰/۷۵۶۶	۰/۷۲۲۶	۰/۷۲۸۶	۰/۷۹۱
C2	۰/۷۶۲۳	۰/۵۶۲۲	۰/۶۹۱۱	۰/۶۷۶	۰/۶۵۱۵	۰/۷۲۲۶	۰/۶۸۱۴	۰/۶۵۷۱	۰/۶۶۴۱	۰/۷۲۵۸
C3	۰/۸۶۲	۰/۷۴۵۶	۰/۷۲۱	۰/۸۰۷۸	۰/۷۹۲۸	۰/۸۲۰۸	۰/۸۰۲۲	۰/۷۸۷۲	۰/۷۶۶۹	۰/۸۴۹
C4	۰/۷۱۵۲	۰/۵۹۷۶	۰/۶۸۶۹	۰/۵۸۴۶	۰/۶۵۸۵	۰/۶۶۳۶	۰/۶۴۹	۰/۶۳۴۷	۰/۶۳۸۳	۰/۷۱۳۷
C5	۰/۸۲۰۸	۰/۶۹۹۳	۰/۷۶۸۳	۰/۷۷۴۲	۰/۶۴۴۹	۰/۷۵۵۳	۰/۷۳۷۸	۰/۷۲۴۳	۰/۷۱۵۸	۰/۸۰۲۲
C6	۰/۸۹۳۵	۰/۷۷۴۵	۰/۸۲۹۶	۰/۸۱۸۴	۰/۷۸۵	۰/۷۴۵۶	۰/۸۱۷۴	۰/۸۱۵	۰/۷۹۶۹	۰/۸۸
C7	۰/۹۳۱۴	۰/۷۹۲۴	۰/۸۸۷۱	۰/۸۵۷۷	۰/۸۲۹۲	۰/۸۸۷۹	۰/۷۵۵۱	۰/۸۳۴۶	۰/۸۲۴۵	۰/۹۱۷۳
C8	۰/۸۶۸۳	۰/۷۳۳۵	۰/۸۱۵	۰/۷۹۲	۰/۷۸۶۴	۰/۸۱۲۴	۰/۸۱۴۸	۰/۶۹۴۹	۰/۷۹۴۶	۰/۸۷۶۶
C9	۰/۸۴۶۲	۰/۷۲۱۱	۰/۷۷۹۲	۰/۷۷۵	۰/۷۴۸۸	۰/۷۹۴۷	۰/۷۷۱	۰/۷۷۲۳	۰/۶۶۳۳	۰/۸۲۷۵
C10	۰/۸۰۷	۰/۷۰۸۲	۰/۷۴۷۵	۰/۷۳۱۳	۰/۷۱۷۹	۰/۷۶۹۶	۰/۷۴۲۹	۰/۷۳۵۹	۰/۷۲۱۳	۰/۷۰۳۲

در مرحلهٔ بعد جمع سطر(R) و ستون (C) هر یک از معیارها در ماتریس ارتباط کل به دست می‌آید، سپس مقادیرR+C و R-C محاسبه می‌شود. محور افقی نمودار R+C، محور اهمیت و محور عمودی R-C، محور وابستگی نامیده می‌شود.

معیارهایی که R-C > 0 باشد در بالای محور X قرار دارند و علی و تأثیر گذار و معیارهایی که R-C < 0 باشد در پایین محور X قرار دارند و معلول و تأثیرپذیر می‌باشند.

جدول شمارهٔ پنج- مقادیر R و C معیارها

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
R	۷/۴۷۷۴	۶/۷۹۶۷	۷/۹۵۶۳	۶/۵۴۲	۷/۴۴۲۸	۸/۱۵۶	۸/۵۱۷۳	۷/۹۸۸۵	۷/۶۹۸۹	۷/۳۸۴۸	

C	۸/۲۳۱	۷/۰۲۲۱	۷/٦۹٤۹	۷/٥۸۲۷	۷/۳٥۷٤	۷/۷٦۱۹	۷/٥۲۷۸	۷/۳۷۹٦	۷/۳۱٤٥	۸/۰۸۹	
R+C	۱٥/۷۰۸٤	۱۳/۸۱۸۸	۱٥/٦٥۱۲	۱٤/۱۲٤۷	۱٤/۸۰۰۲	۱٥/۹۱۷۹	۱٦/۰٤٥۱	۱٥/۳٦۸۱	۱٥/۰۱۳۳	۱٥/٤۷٤	۱٥۱/۹
R-C	-۰/۷٥۳٥	-۰/۲۲٥٤	۰/۲٦۱٤	-۱/۰٤۰۷	۰/۰۸٥٤	۰/۳۹٤۱	۰/۹۸۹٥	۰/٦۰۸۹	۰/۳۸٤٤	-۰/۷۰٤۲	

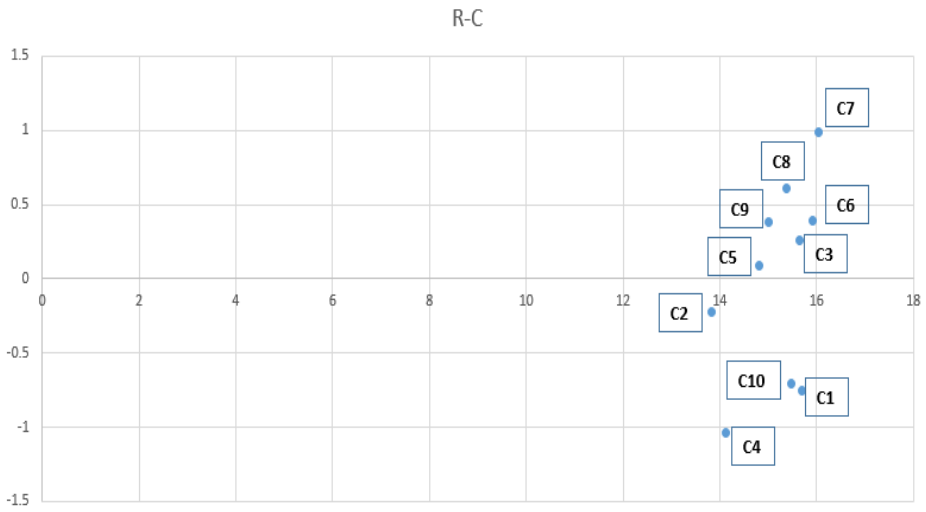
به منظور تعیین روابط ساختاری بین معیارها از رابطه $\mu + 1.5\sigma$ برای تعیین حد آستانه استفاده می‌شود(Apaydin & Aladag, 2022) به این صورت که میانگین و انحراف معیار تمامی مقادیر موجود در ماتریس T محاسبه شده که به ترتیب برابر با ۰/۷٦ و ۰/۰۰۷۲ می باشد و سپس مقدار انحراف معیار در ۱/٥ ضرب و با میانگین جمع می‌شود. که حد آستانه ۰/۷۷۰۸ را ارائه می‌دهد. حال در این جدول، مقادیر بزرگ‌تر و مساوی ۰/۷۷۰۸ را حفظ کرده و مقادیر کمتر از آن را صفر قرار داده می شود. در جدول ٦ مشاهده می‌شود.

در این صورت همهٔ متغیرهای مورد استفاده i و j ، اگر در سلول I، I j هر دو مثبت باشند، پس روابط این متغیرهای دوطرفه خواهد بود. اگر یکی از دو مقدار صفر باشد، رابطهٔ آن دو متغیر یک‌طرفه خواهد شد و اگر دو مقدار صفر باشد یعنی بین این دو متغیر رابطه‌ای برقرار نخواهد بود. مقادیر مثبت در قطر اصلی نیز نشان‌دهندهٔ خودبازتابی متغیرها می‌باشد.

جدول شمارهٔ شش- ماتریس روابط میان معیارها

T	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۷۸۹٤	۰	۰	۰	۰/۷۹۱
C2	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
C3	۰/۸٦۲	۰	۰	۰/۸۰۷۸	۰/۷۹۲۸	۰/۸۲۰۸	۰/۸۰۲۲	۰/۷۸۸۲	۰	۰/۸٤۹
C4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C5	۰/۸۲۰۸	۰	۰	۰/۷۷٤۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۰۲۲
C6	۰/۸۹۳٥	۰/۷۷٤٥	۰/۸۲۹٦	۰/۸۱۸٤	۰/۷۸٥	۰	۰/۸۱۷٤	۰/۸۱٥	۰/۷۹٦۹	۰/۸۸
C7	۰/۹۳۱٤	۰/۷۹۲٤	۰/۸۸۷۱	۰/۸٥۷۷	۰/۸۲۹۲	۰/۸۸۷۹	۰	۰/۸۳٤٦	۰/۸۲٤٥	۰/۹۱۷۳
C8	۰/۸٦۸۳	۰	۰/۸۱٥	۰/۷۹۲	۰/۷۸٦٤	۰/۸۱۲٤	۰/۸۱٤۸	۰	۰/۷۹٤٦	۰/۸۷٦٦
C9	۰/۸٤٦۲	۰	۰/۷۷۹۲	۰/۷۷٥	۰	۰/۷۹٤۷	۰/۷۷۱	۰/۷۷۲۳	۰	۰/۸۲۷٥
C10	۰/۸۰۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

بر اساس محاسبات دیمتل، نمودار علی و معلولی معیارها ترسیم شده است (نمودار ۱). بر اساس این معیارهای پشتیبانی مدیریت (C3)، هماهنگی و یکپارچگی فناوری (C5)، مهارت ارتباطی(C6)، رهبری (C7)، مدیریت ریسک و بحران (C8) و تجربهٔ کاری مرتبط (C9) معیارهای علی بوده و صنایع باید توجه لازم را به آن داشته باشند و معیارهای سطح عملکرد کارکنان (C1)، ارزش و باور و فرهنگ کار (C2)، استفاده از تکنولوژی دیجیتال (C4) و انعطاف‌پذیری با تغییر شرایط (C10) معیارهای معلول در این تحقیق می‌باشند.



شکل شمارهٔ پنج- نمودار علی معیارها

در پژوهش حاضر به منظور سطح‌بندی معیارهای مربوطه از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل استفاده شده است. به این منظور ابتدا ماتریس ارتباط کل به‌دست‌آمده از تکنیک دیمتل به عنوان ورودی ماتریس دسترسی اولیه تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل استفاده گردید. سپس اعدادی که در ماتریس بزرگ‌تر از حد آستانه یعنی ۰/۷۷۰۸ باشد، یک و اگر کمتر باشد، صفر در نظر گرفته می‌شود.

در مرحلهٔ بعد با تعیین ورودی و خروجی برای معیارها و تعیین مجموعه مشترک، سطح‌بندی معیارها انجام می‌شود. مجموعهٔ ورودی شامل متغیرهایی است که تأثیر گذار می‌باشد به این صورت تعیین می‌شود که متغیرهایی که در ستون مربوط به یک متغیر، ۱ قرار گرفته باشد به عنوان متغیر ورودی تعیین می‌شود. مجموعهٔ خروجی شامل متغیرهایی است که تأثیرپذیر می‌باشد به این صورت تعیین می‌شود که متغیرهایی که در ردیف مربوط به یک متغیر، ۱ قرار گرفته باشد، به عنوان متغیر خروجی تعیین می‌شود. از اشتراک مجموعهٔ ورودی و خروجی، مجموعهٔ مشترک به دست می‌آید. متغیرهایی که در مجموعهٔ مشترک با مجموعهٔ خروجی یکی باشد، به عنوان سطح اول اولویت قرار خواهد گرفت و سپس با حذف این معیار و تکرار و ادامه این فرآیند برای باقی متغیرها، سطح سایر متغیرها مشخص می‌گردد.

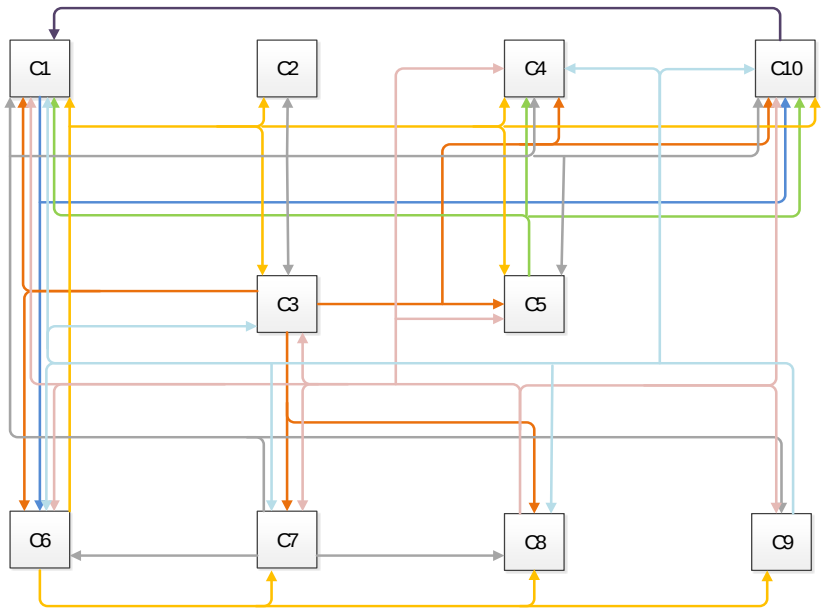
جدول شمارهٔ هفت- ماتریس دسترسی اولیه

T	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱
C2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C3	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱
C4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C5	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
C6	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱
C7	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱
C8	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
C9	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱
C10	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

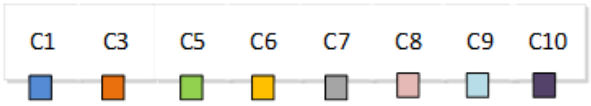
جدول شمارهٔ هشت- سطح‌بندی معیارها

معیار	مجموعهٔ ورودی	مجموعهٔ خروجی	اشتراک	تأیید سطح اول
C1	C3 C5 C6 C7 C8 C9 C10	C6 C10	C6 C10	+
C2	C6 C7	-	-	+
C3	C6 C7 C8 C9	C1 C4 C5 C6 C7 C8 C10	C6 C7 C8	-
C4	C3 C5 C6 C7 C8 C9	-	-	+
C5	C3 C6 C7 C8	C1 C4 C10	-	-
C6	C1 C3 C7 C8 C9	C1 C2 C3 C4 C5 C7 C8 C9 C10	C1 C3 C7 C8 C9	-
C7	C3 C6 C9	C1 C2 C3 C4 C5 C6 C8 C9 C10	C3 C6 C9	-
C8	C3 C6 C7 C9	C1 C3 C4 C5 C6 C7 C9 C10	C3 C6 C7 C9	-
C9	C6 C7 C8	C1 C3 C4 C6 C7 C8 C10	C6 C7 C8	-
C10	C1 C3 C5 C6 C7 C8 C9	C1	C1	+
معیار	مجموعهٔ ورودی	مجموعهٔ خروجی	اشتراک	تأیید سطح دوم
C3	C6 C7 C8 C9	C5 C6 C7 C8	C6 C7 C8	+
C5	C3 C6 C7 C8	-	-	+
C6	C3 C7 C8 C9	C3 C5 C7 C8 C9	C3 C7 C8 C9	-
C7	C3 C6 C8 C9	C3 C5 C6 C8 C9	C3 C6 C8 C9	-
C8	C3 C6 C7 C9	C3 C5 C6 C7 C9	C3 C6 C7 C9	-
C9	C6 C7 C8	C3 C6 C7 C8	C6 C7 C8	-
معیار	مجموعهٔ ورودی	مجموعهٔ خروجی	اشتراک	تأیید سطح سوم
C6	C7 C8 C9	C7 C8 C9	C7 C8 C9	+
C7	C6 C8 C9	C6 C8 C9	C6 C8 C9	+
C8	C6 C7 C9	C6 C7 C9	C6 C7 C9	+
C9	C6 C7 C8	C6 C7 C8	C6 C7 C8	+

با توجه به نتایج در جدول ۸ و نقشهٔ سطح‌بندی در شکل ۶، معیارهای مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و بحران و تجربهٔ کاری مرتبط معیارهای اثر گذار می‌باشد و باید تمرکز لازم به آن‌ها از سوی مدیران و صنایع صورت گیرد.



شکل شمارهٔ شش- نقشهٔ سطح‌بندی معیارها



راهنمای شکل ٦

۵ بحث و نتیجه‌گیری

با ورود با صنعت نسل ۴، تمرکز و استقرار فناوری‌های آن در صنایع قابل توجه می‌باشد و اینترنت اشیاء صنعتی به عنوان یکی از فناوری‌های انقلاب صنعتی چهار، در حال ورود به فعالیت‌های روزمره بسیاری از صنایع از جمله صنعت خودرو می‌باشد. کارکردهای منحصربه‌فرد اینترنت اشیاء، صنایع را به منظور بهره‌گیری از این فناوری نوین ترغیب نموده است. و نیروی کار به عنوان یکی از عوامل موفقیت در صنعت باید با این فناوری آشنا شوند و پذیرش از سوی آن‌ها صورت گیرد. از این رو به منظور اجرای مؤثر فناوری اینترنت اشیاء صنعتی و ارتقای مهارت‌ها و کارآمدی نیروی کار در صنعت خودرو نیازمند معیارهای ارزیابی برای آن می‌باشیم. در پژوهش حاضر بر اساس یافته‌های تحقیق، پاسخ به پرسش تعیین عوامل مؤثر در ارتقای کارآمدی نیروی انسانی در صنعت خودرو با لحاظ مؤلفه‌های اینترنت اشیاء صنعتی همان‌گونه که در جدول یک آمده است عوامل (سطح عملکرد کارکنان، ارزش و باور و فرهنگ کار، پشتیبانی مدیریت، استفاده از تکنولوژی دیجیتال، هماهنگی و یکپارچگی فناوری، مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و بحران، تجربهٔ کاری مرتبط، انعطاف‌پذیری و سازگاری با تغییر شرایط) تأیید شده است. همچنین چگونگی روابط ساختاری عوامل با استفاده از روش دیمتل، ورودی اولیهٔ MTISM برای سطح‌بندی عوامل تعیین شده است و مقادیر جدول ۴ (ماتریس ارتباط کل) با استفاده از مقدار حد آستانه۰/ ۷۷۰۸، در نهایت ماتریس روابط نهایی عوامل مطابق جدول ۷ تأیید شد.

از این رو تحقیق حاضر با مطالعهٔ ادبیات تحقیق، معیارهای ارزیابی استخراج می‌شود سپس به وسیلهٔ تکنیک دلفی فازی به غربال‌گری معیارها می‌پردازد. در ادامه روابط علی معلولی معیارها با به‌کارگیری تکنیک دیمتل تجدید نظرشده، مشخص گردید. در نظر گرفتن روابط علی و معلولی بین معیارها، تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا تأثیر هرگونه پیشرفت در یک معیار و سطح موفقیت کلی را بررسی کند. نتایج دیمتل تجدید نظرشده نشان می‌دهد که معیارهای پشتیبانی مدیریت، هماهنگی و یکپارچگی فناوری، مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و بحران و تجربهٔ کاری مرتبط معیارهای علی می‌باشند و معیارهای سطح عملکرد کارکنان، ارزش و باور و فرهنگ کار، استفاده از تکنولوژی دیجیتال و انعطاف‌پذیری با تغییر شرایط، معیارهای معلول می‌باشند. معیارهای اثر گذار در پژوهش به مسأله کمک می‌کند و در اولویت هدف قرار دارند. این نتایج نشان می‌دهد که موفقیت یا عدم موفقیت صنایع و شرکت‌ها به رعایت این معیار از سوی آن‌ها می‌باشد. تحقیق حاضر با پژوهش ویندوه وانخد (۲۰۲۰) همسو است و معیارهای پشتیبانی مدیریت و هماهنگی و یکپارچگی فناوری در این پژوهش اشاره شده و به عنوان معیاری مهم شناخته شده است. معیارهای مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و

بحران و تجربهٔ کاری مرتبط در پژوهش کلمنیس و آسکونیس (۲۰۱۰) نیز مطرح شده است.

سپس به منظور سطح‌بندی معیارها از مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل استفاده شده است. با توجه به نتایج حاصل از مدل ساختاری تفسیری کل و نقشه ۲، معیار مهارت ارتباطی، رهبری، مدیریت ریسک و بحران و تجربهٔ کاری نقش کلیدی را دارند و تأثیرگذار می‌باشند و باید در راستای بهبود ویژگی‌های نیروی کار به این معیارها توجه نمود.

در مقایسهٔ تحقیق حاضر با کار کاراباسویک و همکاران (۲۰۱۶) باید بیان کرد آن‌ها از تکنیک سوارا و آراس به منظور مناسب‌ترین نیروی کار استفاده کردند که بدون در نظر گرفتن روابط داخلی میان متغیرها به تعیین وزن و اولویت‌بندی گزینه‌ها می‌پردازد. درحالی‌که پژوهش حاضر از تکنیک دیمتل تجدید نظرشده استفاده کرده است که قادر به ارائهٔ نمودار علی و معلولی می‌باشد و همچنین با روش M-TISM به سطح‌بندی معیارها پرداخته که اطلاعات مفیدی را برای مدیران و تصمیم-گیرندگان فراهم می‌کند. چن لیو و همکاران (۲۰۱۴) از تکنیک ویکور به منظور انتخاب نیروی کار استفاده کردند اما تحقیق حاضر از روش دیمتل تجدید نظرشده و مدل ساختاری تفسیری کل استفاده شده که می‌تواند معیارهای علی و مؤثر را برای ویژگی‌ها و مهارت‌های نیروی کار مشخص کند. تفاوت پژوهش حاضر با کار کازانکوغلو و اوزکان اوزن (۲۰۱۸) این است که آن‌ها با استفاده از دیمتل فازی وزن معیارها را به دست آوردند، درحالی‌که پژوهش حاضر علاوه بر تکنیک دیمتل تجدید نظرشده از مدل ساختاری تفسیری کل استفاده کرده است.

با توجه به یافته‌های پژوهش و شکل پنج و شش، پیشنهاد می‌شود که در صنعت خودرو برای استقرار اینترنت اشیاء صنعتی و پذیرش آن از سوی نیروی کار، معیارهای مؤثر از جمله تجربهٔ کاری مرتبط، مهارت ارتباطی، رهبری و مدیریت ریسک و بحران را برای ویژگی‌های کارکنان در نظر گرفته و تمرکز بیشتری روی آن‌ها صورت گیرد. این معیارها رویکردی سازنده را به دنبال دارد و همین طور منجر به آماده-سازی نیروی کار برای پذیرش جایگاه و موقعیت شغلی جدید در صنعت مربوطه می‌شود. همچنین معیار پشتیبانی مدیریت باعث ارتباط مؤثر بین کارکنان و مدیران شده و کارکنان در تصمیم‌ها بیشتر درگیر می‌شوند و در نهایت منجر به انجام بهتر وظایف از سوی کارکنان می‌شود. شرکت‌ها با در نظر گرفتن این معیارها برای نیروی کار می‌توانند در صورت استفاده از فناوری‌ها به مزیت رقابتی دست یابند.

بنابراین به مدیران پیشنهاد می‌شود به معیارهای مهمی که در این مدل شناسایی شده است، توجه نموده و بستر ایجاد و بهبود مهارت‌ها و ویژگی‌های مورد نیاز نیروی کار در تمامی جنبه‌ها و فعالیت‌ها را در صنایع فراهم سازند و جهت ارتقای موقعیت کارکنان، مدیران صنایع باید با ایجاد سازوکار لازم برای مهارت‌های نوین مورد نیاز نیروی کار، زمینهٔ ارتقای آن‌ها را فراهم آورند و آن را بخشی از اهداف مهم سازمان در نظر بگیرند. همچنین نیروی کار و فضای صنایع باید در واکنش به تغییر محیط و فناوری‌ها منعطف بوده، مدیران نیز تا حد امکان، حامی و تسهیل‌کنندهٔ این شرایط باشند و به نیروی کار پاداش داده تا انگیزهٔ لازم برای آن‌ها ایجاد شود. مدیریت با ایجاد فضای مثبت در پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی باعث افزایش کارایی کارکنان می‌شود.

به‌طورکلی پذیرش فناوری‌ها، مقاومتی از جانب نیروی کار در پی خواهد داشت. بنابراین، مدیران باید مشکلاتی را که کارکنان در فرآیند پذیرش با آن مواجه هستند، مورد بحث و بررسی قرار داده و نسبت به رفع آن‌ها برنامه‌ریزی نمایند. در این‌جا نقش مدیران ضروری می‌شود زیرا آن‌ها باید، اهمیت اینترنت اشیاء صنعتی و تغییرات ناشی از پذیرش آن را برای کارکنان بیان نموده و برنامه‌های آموزشی و توسعهٔ مهارت‌ها را برای کارکنان سازمان‌دهی کنند. مدیران باید به نیازهای نیروی کار برای پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی توجه نموده و از طریق جلسات آموزشی، به تقویت مشخصه‌ها و مهارت‌های نیروی کار پرداخته و محیط مساعدی را برای پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی از سوی کارکنان ایجاد کنند.

این مطالعه از آن جهت برای مدیران حائز اهمیت است که آن‌ها را در مورد چالش‌های مربوط به پذیرش فناوری از سوی کارکنان آگاه می‌سازد؛ علاوه بر این شرکت‌هایی را که سازمان‌های خود را مطابق با صنعت ۴/۰ تغییر می‌دهند راهنمایی می‌کند و تصویر روشنی از پذیرش اینترنت اشیاء صنعتی ارائه می‌دهد. به محققین آینده پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی به بررسی معیارهای بیشتر بپردازند. همچنین از سایر روش‌ها و مدل‌ها بهره‌گیری شود. پژوهش حاضر در حوزهٔ صنعت خودروی ایران بوده؛ می‌توان در تحقیقات بعدی، بررسی مسألهٔ پژوهش حاضر را به سایر صنایع تعمیم داده و نتایج صنایع مختلف را با هم مقایسه کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از تمامی افرادی که در تهیهٔ مقاله مشارکت داشتند تشکر و قدردانی می‌نماید.

سهم نویسندگان

همهٔ نویسندگان به طور یکسان در تهیه و نگارش مقاله مشارکت دارند.

تضاد منافع

هیچ تضاد منافع بین نویسندگان بیان نشده است.

منابع

Apaydın, O., & Aladağ, Z. (2022). Ranking the evaluation criteria of Hi-Fi audio systems and constricted information space: A novel method for determining the DEMATEL threshold value. *Applied Acoustics*, 190, 108584.

Dombrowski, U., & Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *Procedia Cirp*, 17, 100-105..

Deflorin, P., Scherrer, M., & Schillo, K. (2021). The influence of IIoT on manufacturing network coordination. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), 1144-1166.

Dursun, M., & Karsak, E. E. (2010). A fuzzy MCDM approach for personnel selection. *Expert Systems with applications*, 37(6), 4324-4330.

Dijkman, R. M., Sprenkels, B., Peeters, T., & Janssen, A. (2015). Business models for the Internet of Things. *International Journal of Information Management*, 35(6), 672-678.

Flynn, J., Dance, S., & Schaefer, D. (2017). Industry 4.0 and its potential impact on employment demographics in the UK. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, *6*, 239-244.

Gehrke, L., Kühn, A. T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S., ... & Standley, M. (2015). A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: A German and American perspective. *VDI/ASME Industry*, *4*(1), 1-28.

Grami, M., Drashkar Yaqouti, B., & Reza Panah, M. (2019). Prioritizing capabilities of industrial Internet of Things in improving organizational processes. *Scientific Andisheh Amad*, 19(74), 57-86. (In Persian)

Huang, X., Craig, P., Lin, H., & Yan, Z. (2016). SecIoT: a security framework for the Internet of Things. *Security and communication networks*, 9(16), 3083-3094.

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2021). Upgrading the manufacturing sector via applications of Industrial Internet of Things (IIoT). *Sensors International*, 2, 1-8.

Ji, P., Zhang, H. Y., & Wang, J. Q. (2018). A projection-based TODIM method under multi-valued neutrosophic environments and its application in personnel selection. *Neural Computing and Applications*, 29(1), 221-234.

Kazancoglu, Y., & Ozkan-Ozen, Y. D. (2018). Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. *Journal of enterprise information management*, 31(6), 891-907.

Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Stanujkic, D., Popovic, G., & Brzakovic, M. (2018). An approach to personnel selection in the IT industry based on the EDAS method. *Transformations in Business & Economics*, 17, 54-65.

Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Stanujkic, D. (2016). The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica*, 27(1), 49-65.

Karmakar, A., Dey, N., Baral, T., Chowdhury, M., & Rehan, M. (2019). Industrial internet of things: A review. *international conference on opto-electronics and applied optics (optronix)* (pp. 1-6). IEEE.

Kelemenis, A., & Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert systems with applications*, 37(7), 4999-5008.

Khodabakhshi, M., & Mutlaq Arshtanabi, K. (2015). Development of supply chain management through the use of automation technology (automation)

internet identification of objects in organizations and institutions. *Scientific Andisheh Amad*, 15(56), 107-125. (In Persian)

Koohang, A., Sargent, C. S., Nord, J. H., & Paliszkiewicz, J. (2022). Internet of Things (IoT): From awareness to continued use. *International Journal of Information Management*, 62. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102442

Lee, H. S., Tzeng, G. H., Yeih, W., Wang, Y. J., & Yang, S. C. (2013). Revised DEMATEL: resolving the infeasibility of DEMATEL. *Applied Mathematical Modelling*, 37(10-11), 6746-6757.

Liu, H. C., Qin, J. T., Mao, L. X., & Zhang, Z. Y. (2015). Personnel selection using interval 2- tuple linguistic VIKOR method. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 25(3), 370-384.

Lu, Y., Witherell, P., & Jones, A. (2020). Standard connections for IIoT empowered smart manufacturing. *Manufacturing letters*, 26, 17-20.

Malik, P. K., Sharma, R., Singh, R., Gehlot, A., Satapathy, S. C., Alnumay, W. S., ... & Nayak, J. (2021). Industrial Internet of Things and its applications in industry 4.0: State of the art. *Computer Communications*, 166, 125-139.

Matthyssens, P. (2019). Reconceptualizing value innovation for Industry 4.0 and the Industrial Internet of Things. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 34(6), 1203-1209.

Mohammadi A, Beheshtifar M, Kazemi H. (2018). Designing an effective leadership model in AJA based on fuzzy Delphi technique. *Military Management Quarterly*, 19(76), 127-162. (In Persian)

Mukherjee, S., Baral, M. M., Chittipaka, V., Nagariya, R., & Patel, B. S. (2023). Achieving organizational performance by integrating industrial Internet of things in the SMEs: a developing country perspective. *The TQM Journal*, 36(1), 265-287.

O'Halloran, D., & Kvochko, E. (2015). Industrial internet of things: unleashing the potential of connected products and services. *White Paper, in Collaboration with Accenture*, 34.

Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia cirp*, 52, 173-178.

Rajan, R., Rana, N. P., Parameswar, N., Dhir, S., & Dwivedi, Y. K. (2021). Developing a modified total interpretive structural model (M-TISM) for organizational strategic cybersecurity management. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120872.

Romero, D., Bernus, P., Noran, O., Stahre, J., & Fast-Berglund, Å. (2016). The operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems. *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, Springer*, pp. 677-686.

Seetharaman, A., Patwa, N., Saravanan, A. S., & Sharma, A. (2019). Customer expectation from industrial internet of things (IIOT). *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(8), 1161-1178.

Serpanos, D., & Wolf, M. (2018). Industrial internet of things. *Internet-of-Things (IoT) Systems: Architectures, Algorithms, Methodologies*, 37-54. doi.org/10.1007/978-3-319-69715-4_5

Sushil, S. (2012). Interpreting the interpretive structural model. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 13(2), 87-106.

Sushil, A. (2017). Modified ISM/TISM process with simultaneous transitivity checks for reduced direct pair comparisons. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 18(4), 331-351.

Sushil. (2018). Incorporating polarity of relationships in ISM and TISM for theory building in information and organization management. *International Journal of Information Management*, 43, 38-51.

Tzeng, G. H., Chen, W. H., Yu, R., & Shih, M. L. (2010). Fuzzy decision maps: a generalization of the DEMATEL methods. *Soft Computing*, 14(11), 1141-1150.

Vinodh, S., & Wankhede, V. A. (2020). Application of fuzzy DEMATEL and fuzzy CODAS for analysis of workforce attributes pertaining to Industry 4.0: a case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*,38(8),1695-1721.

Warfield, J. N. (1974). Toward interpretation of complex structural models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, (5), 405-417.