Industrial Management Studies
Vol. 23, No.78, Fall 2025; P 87-122
jims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jims.2025.86881.2980

ATU PRESS

Original Research
Accepted: 17/9/2025
Revised: 16/9/2025
Received: 13/7/2025
eISSN: 2476-602X
ISSN: 2251/8029

Investigating the Impact of Industry 5.0 Readiness on Sustainable Business Growth with the Mediating Role of Efficiency, Responsiveness, and Competitive Advantage: (Case of Study: Mobarakeh Steel Company)

Maghsoud Amiri — Professor, Department of industrial management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'I University, Tehran, Iran.

Hamidreza Talaie – — Assistant professor, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Arak University, Arak, Iran.

Shahab Bayatzadeh — Master's degree in Industrial Management, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaei University, Tehran, Iran.

Abstract

In an era of intensifying global competition and unprecedented environmental, economic, and technological changes, organizations require a high level of readiness to adopt Industry 5.0-based technologies and business models. This study aims to investigate the impact of Industry 5.0 readiness on sustainable business growth, considering the mediating roles of efficiency, responsiveness, and competitive advantage, with a case study of Mobarakeh Steel Company in Iran. Despite the growing body of research on Industry 5.0, a literature review indicates that the impact of Industry 5.0 readiness on efficiency, responsiveness, competitive advantage, and sustainable business growth has not yet been examined within an integrated framework. The research is applied in nature and follows a

– Corresponding Author: h-talaie@araku.ac.ir

How to Cite: Amiri, M., Talaie, H., & Bayatzadeh, Sh. (2025). Investigating the Impact of Industry 5.0 Readiness on Sustainable Business Growth with the Mediating Role of Efficiency, Responsiveness, and Competitive Advantage: (Case of Study: Mobarakeh Steel Company), *Industrial Management Studies, 23(78)*, 87-122.

descriptive-correlational design. Data were collected using a standardized questionnaire from a purposive sample of 105 employees. The validity of the instrument, including content, convergent, and discriminant validity, as well as its reliability, was confirmed. The data were analyzed using structural equation modeling (SEM). The results revealed that Industry 5.0 readiness significantly enhances organizational efficiency and responsiveness. These two factors, in turn, strengthen competitive advantage and ultimately lead to sustainable business growth. Moreover, efficiency and responsiveness were found to mediate the relationship between Industry 5.0 readiness and competitive advantage. These findings offer practical guidance for industrial managers aiming to strategically transition toward Industry 5.0 and effectively leverage emerging technologies through a human-centric approach to achieve sustainable growth.

Introduction

The growing complexities of global supply chains, the imperative for sustainability, and the limitations of automation-focused paradigms have accelerated the shift toward Industry 5.0. Unlike Industry 4.0, which predominantly emphasizes automation and digitalization, Industry 5.0 integrates human-centricity, resilience, and sustainability as core values. Industry 5.0 readiness promotes a collaborative interface between humans and smart machines to enhance operational performance while considering social and environmental responsibilities. In this context, Industry 5.0 readiness emerges as a critical construct that reflects an organization's capability to adopt, internalize, and benefit from emerging technologies such as artificial intelligence, collaborative robots, digital twins, blockchain, and big data analytics in a manner aligned with human and environmental values. While this concept has gained attention globally, empirical investigations into its impact on business outcomes remain limited. The steel industry, given its scale, energy intensity, and central role in economic development, represents a compelling sector for exploring Industry 5.0 transformation. Among leading firms in this domain, Mobarakeh Steel Company (MSC) in Iran has launched several digital transformation initiatives aligning itself with the broader agenda of Industry 5.0. This study examines the impact of Industry 5.0 readiness on sustainable business growth, considering the mediating roles of

operational efficiency, organizational responsiveness, and competitive advantage. Despite the growing body of research on Industry 5.0, a literature review indicates that the impact of Industry 5.0 readiness on efficiency, responsiveness, competitive advantage, and sustainable business growth has not yet been examined within an integrated framework.

Methodology

This study employed a quantitative, applied, and correlational design to investigate the effect of Industry 5.0 readiness on sustainable business growth, mediated by efficiency, responsiveness, and competitive advantage. The target population comprised employees of Mobarakeh Steel Company, which has undertaken several initiatives aligned with Industry 5.0 principles. A structured questionnaire was designed to capture respondents' perceptions of their organization's readiness for Industry 5.0, its operational and strategic capabilities, and sustainable growth outcomes. The instrument included 17 items distributed across six constructs: Industry 5.0 readiness, efficiency, responsiveness, competitive advantage, and sustainable business growth. All items were measured on a five-point Likert scale, ranging from strongly disagree (1) to strongly agree (5). The sampling strategy was purposive, aimed at selecting employees involved in digital transformation initiatives or operational excellence programs. A total of 105 valid responses were collected. Despite the limitation of not including executive-level policymakers, the selected respondents possessed relevant knowledge of the technological and operational transformations within MSC. To ensure validity and reliability, several procedures were undertaken. Convergent and discriminant validity were assessed through Confirmatory Factor Analysis (CFA) using outer loadings, Average Variance Extracted (AVE), and the Fornell–Larcker criterion. The composite reliability (CR) and Cronbach's alpha values for all constructs exceeded the accepted threshold of 0.7, indicating acceptable internal consistency. The hypothesized relationships were tested using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) via SmartPLS 3.0.

Findings

The analysis of the structural model using PLS-SEM revealed several statistically significant relationships that validate the hypothesized

impact pathways of Industry 5.0 readiness on sustainable business growth. The R^2 values for key endogenous variables, efficiency (0.57), responsiveness (0.54), competitive advantage (0.62), and sustainable business growth (0.66), indicate a good level of explanatory power for the model. The effect sizes (f^2) were also moderate to strong, particularly for the paths from Industry 5.0 readiness to efficiency and responsiveness. The results confirmed that Industry 5.0 readiness has a significant and positive impact on both operational efficiency and organizational responsiveness. This finding aligns with Nazarian and Khan (2024), who demonstrated similar performance outcomes in European manufacturing contexts, and supports the idea that transitioning toward human-machine collaboration and real-time data systems yields operational improvements. In turn, efficiency and responsiveness were found to enhance competitive advantage, highlighting their mediating roles significantly. This corroborates Madhavan et al. (2024), who found that Industry 5.0-oriented capabilities in Thai marine SMEs improved competitive positioning through operational excellence. In the case of MSC, efficiency gains through AI-based predictive maintenance and responsiveness improvements via flexible scheduling systems contributed to a stronger market stance. Moreover, competitive advantage was shown to influence sustainable business growth significantly, suggesting that firms that achieve superior operational and strategic performance are more likely to maintain long-term viability and growth. This is consistent with studies by Alabi et al. (2025) and Bayatzadeh & Talaei (2024), who emphasized the link between technological transformation and long-term sustainability in industrial ecosystems. Importantly, the indirect effects of Industry 5.0 readiness on competitive advantage, through both efficiency and responsiveness, were also significant, confirming the partial mediating roles of these two capabilities. These results suggest that readiness for Industry 5.0 contributes not only to immediate performance benefits but also to longer-term strategic positioning, especially when internal capabilities are leveraged effectively.

Discussion and Conclusion

This study provides a nuanced exploration of how Industry 5.0 readiness contributes to sustainable business growth by enhancing efficiency, responsiveness, and competitive advantage, using the case

of Mobarakeh Steel Company (MSC) in Iran. The study confirms the arguments of Nazarian and Khan (2024) that efficiency and responsiveness are critical conduits for the value generated by Industry 5.0 principles, such as smart automation and AI-human collaboration. It also aligns with the model proposed by Madhavan et al. (2024), showing that Industry 5.0 readiness can trigger significant organizational improvements when accompanied by complementary capabilities. Practically, the research illustrates how Industry 5.0 readiness serves as an enabler of sustainable growth, even in emerging economies where full deployment of Industry 5.0 technologies is not yet widespread. In the case of MSC, evidence from internal reports and strategic documents confirms the the Industry 5.0 readiness. Moreover, the results indicate that efficiency and responsiveness function as effective mediators, reinforcing the notion that performance benefits are not direct consequences of technology adoption, but instead are of the organization's capacity to integrate and leverage such technologies. Looking ahead, these findings suggest that companies aiming to embark on their Industry 5.0 journey should focus not only on acquiring advanced technologies but also on developing internal capabilities, promoting a human-centric culture, and aligning operations with sustainability goals. Future research could explore cross-industry comparisons or longitudinal analyses to assess the evolution of Industry 5.0 readiness and its impact over time.

Keywords: Industry 5.0, Sustainable Business Growth, Efficiency, Responsiveness, Competitive Advantage.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۴/۲۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۶

ISSN: 2251/8029

eISSN: 2476-602X

مطالعات مدیریت صنعتی

سال بیست و سوم، شماره ۷۸، پاییز ۱٤۰٤، ص ۸۷ تا ۱۲۲

jims.atu.ac.ir

DOI: 10.22054/jims.2025.86881.2980

بررسی تأثیر آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر رشد پایدار کسب‌وکار با نقش میانجی کارایی، پاسخگویی و مزیت رقابتی (موردمطالعه: شرکت فولاد مبارکه اصفهان)

مقصود امیری — استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

حمیدرضا طلایی * — استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

شهاب بیات زاده — کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

چکیده

در شرایطی که رقابت جهانی شدت یافته و تغییرات محیطی، اقتصادی و فناوری با سرعتی بی‌سابقه رخ می‌دهد، سازمان‌ها نیازمند سطح بالایی از آمادگی برای پذیرش فناوری‌ها و مدل‌های کسب‌وکار مبتنی بر صنعت ۵,۰ هستند. این پژوهش باهدف بررسی تأثیر آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر رشد پایدار کسب‌وکار، با در نظر گرفتن نقش کارایی، پاسخگویی و مزیت رقابتی، در شرکت فولاد مبارکه اصفهان انجام شده است. علی‌رغم پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه صنعت ۵,۰، مرور ادبیات نشان می‌دهد تاکنون تأثیر آمادگی بر پیاده‌سازی صنعت ۵,۰ بر کارایی، پاسخگویی، مزیت رقابتی و رشد پایدار کسب‌وکار به‌صورت یکپارچه بررسی نشده است. این مطالعه از نوع کاربردی و توصیفی–همبستگی بوده و داده‌ها از طریق پرسشنامه استاندارد از نمونه‌ای شامل ۱۰۵ نفر از کارکنان شرکت که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند، گردآوری شده است. روایی محتوایی، همگرا و واگرا ابزار اندازه‌گیری و همچنین پایایی آن از طریق آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی مورد تأیید قرار گرفته است. داده‌ها با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری تحلیل

* نویسنده مسئول: h-talaie@araku.ac.ir

گردید. نتایج نشان داد که کسب آمادگی برای صنعت ۵,۰ به‌طور معناداری موجب ارتقای کارایی و پاسخگویی می‌شود و این دو عامل نیز مزیت رقابتی را تقویت کرده و درنهایت به رشد پایدار کسب‌وکار منجر می‌گردند. همچنین مشخص شد که کارایی و پاسخگویی نقش میانجی در رابطه بین آمادگی برای صنعت ۰.۵ و مزیت رقابتی ایفا می‌کنند. این یافته‌ها می‌تواند راهنمایی برای مدیران صنایع در جهت حرکت هدفمند به‌سوی صنعت ۵,۰ و بهره‌گیری اثربخش از فناوری‌های نوین با رویکرد انسان‌محور در راستای دستیابی به رشد پایدار باشد.

کلیدواژه‌ها: صنعت ۵,۰، رشد پایدار کسب‌وکار، کارایی، پاسخگویی، مزیت رقابتی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

تحول دیجیتال در دهه اخیر موجب شکل‌گیری مفهومی نوین تحت عنوان صنعت ۵,۰ شده است؛ صنعتی که با تأکید بر انسان‌محوری، پایداری و همزیستی هوشمند انسان و ماشین، فراتر از رویکرد خودکارسازی صرف در صنعت ۴,۰ حرکت می‌کند (Gigauri and Janjua,2023). در فضای فناورمحور امروز، تنها سازمان‌هایی قادر به بقا و رشد خواهند بود که سطح بالایی از آمادگی برای پذیرش فناوری‌ها و مدل‌های کسب‌وکار مبتنی بر صنعت ۵,۰ داشته باشند (Alabi,2025). آمادگی برای صنعت ۵,۰، مجموعه‌ای از توانمندی‌های فناورانه، زیرساختی، فرهنگی و مدیریتی را شامل می‌شود که به سازمان‌ها امکان می‌دهد ضمن بهره‌برداری هوشمندانه از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی تعاملی، ربات‌های همکار و اینترنت اشیا، استراتژی‌های کلان خود را بر مبنای توسعه پایدار انسان‌محور بازطراحی کنند (Lachvajderová and Kádárová,2022). بدون کسب آمادگی، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین نمی‌تواند منجر به مزیت رقابتی پایدار شود و حتی ممکن است منابع سازمان را هدر دهد (Brückner et al.,2025). ازاین‌رو، برای کشورهای درحال‌توسعه، کسب آمادگی برای صنعت ۵,۰ اهمیت زیادی دارد (Huy et al.,2024).

سازمانی که برای صنعت ۵,۰ آماده می‌شود، ویژگی‌هایی چون انعطاف‌پذیری بالا، قابلیت همگرایی انسان و فناوری، توان سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و تعهد به پایداری محیطی و اجتماعی را در خود پرورش می‌دهد (Madhavan et al.,2024). کسب آمادگی برای صنعت ۵,۰، یک سرمایه‌گذاری راهبردی است که به سازمان‌ها کمک می‌کند در برابر تغییرات سریع بازار، بحران‌های جهانی و اختلالات زنجیره تأمین مقاوم باشند (Dai et al.,2024). با افزایش رقابت جهانی و سرعت‌بالای تغییرات محیطی، اقتصادی و فناوری، سازمان‌ها نیازمند کسب آمادگی برای پذیرش فناوری‌ها و مدل‌های کسب‌وکار مبتنی بر صنعت ۵,۰ هستند (Romanova et al.,2024). در این میان، شرکت‌های صنعتی بزرگ مانند فولاد مبارکه اصفهان که به‌عنوان یکی از پیشگامان صنعت

فولاد در خاورمیانه شناخته می‌شود، نقش مهمی در هدایت سایر صنایع به سمت چشم‌اندازهای نوین صنعت ۵٫۰ دارند.

شرکت فولاد مبارکه اصفهان برنامه تحول دیجیتال گسترده‌ای را به‌عنوان ستون حرکت به‌سوی صنعت ۵٫۰ آغاز کرده است. مدیران فولاد مبارکه تأکید کرده‌اند که اجرای تحول دیجیتال نه یک فانتزی، بلکه یک ضرورت راهبردی برای آینده فولاد مبارکه در عرصه رقابت جهانی است[1]. استراتژی گروه فولاد مبارکه در سال‌های اخیر گذار از یک بنگاه تولیدی صرف به رهبری یک اکوسیستم صنعتی هوشمند و پایدار با محوریت نوآوری فناورانه، شفافیت در زنجیره تأمین و ارزش‌آفرینی بوده است[2]. به‌استناد گزارش‌های رسمی و مصاحبه‌های مدیران ارشد فولاد مبارکه، پروژه‌هایی نظیر به‌کارگیری هوش مصنوعی در بهینه‌سازی انرژی[3] و لجستیک، توسعه ربات‌های همکار در خطوط تولید[4]، ایجاد زیرساخت‌های دوقلوهای دیجیتال و بلاکچین و ارتقای فرهنگ دیجیتال[5] در سطح منابع انسانی، ازجمله شواهدی است که نشان‌دهنده گام‌های جدی فولاد مبارکه در مسیر گذار به صنعت ۵٫۰ هستند. هرچند نمی‌توان مدعی پیاده‌سازی صنعت ۵٫۰ در فولاد مبارکه بود، اما شواهد حاکی از وجود زمینه‌های بالقوه و اقدامات اولیه برای تحقق آن است. می‌توان گفت فولاد مبارکه در عمل بسیاری از مؤلفه‌های صنعت ۵٫۰ را پیاده‌سازی کرده یا در دست اجرای آزمایشی دارد. روند کلی حرکت فولاد مبارکه اصفهان و سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده نشان می‌دهد فولاد مبارکه عزم خود را برای تبدیل‌شدن به یک کارخانه هوشمند انسان‌محور جزم کرده و از پیشگامان تحول به صنعت ۵٫۰ در ایران به‌شمار می‌رود. هرچند در ادبیات رسمی شرکت بیش‌تر از تحول دیجیتال و صنعت ۴٫۰ نام برده می‌شود و اصطلاح صنعت ۵٫۰ به‌صراحت کمتر به‌کار رفته است، اما جهت‌گیری کلی فولاد مبارکه منطبق بر اهداف صنعت ۵٫۰ یعنی ترکیب هوشمندی فناورانه با محوریت

1 https://www.mojnews.com/
2 https://donya-e-eqtesad.com/
3 https://msc.ir/
4 mehrnews.com
5 irasin.irmsc.ir

نیروی انسانی و توسعه پایدار بوده است.

در استراتژی فولاد مبارکه به‌منظور آماده شدن برای صنعت ۵,۰، تعامل انسان و ماشین و نقش نیروی انسانی مورد غفلت قرار نگرفته است. هرچند برخی ربات‌ها جانشین کارهای تکراری و پرخطر شده‌اند، اما مدیران تحقیق‌وتوسعه شرکت تصریح می‌کنند که تصمیم‌گیری نهایی و خلاقیت انسانی همچنان حیاتی است و رباتیک هرقدر هم توسعه یابد کاملاً بی‌نیاز از انسان نخواهد بود[1] و این دیدگاه همسو با فلسفه صنعت ۵,۰ است که بر انسان‌محوری و همکاری انسان–ربات تأکید دارد. به‌عنوان نمونه، فولاد مبارکه با سرمایه‌گذاری در آموزش‌های رباتیک و هوش مصنوعی (برگزاری همایش‌ها و رویدادهای آموزشی با همکاری دانشگاه‌ها) سعی دارد کارکنان خود را برای کار در کنار سیستم‌های خودکار آماده سازد[2]؛ بنابراین، راهبرد شرکت یک اتوماسیون توأم با درنظرگرفتن نقش تکمیلی نیروی انسانی است تا بهترین ترکیب از توان ماشین و انسان حاصل شود. در فولاد مبارکه، تحول دیجیتال تنها یک تغییر فناورانه نیست، بلکه دگرگونی بنیادین در نگرش مدیریتی و فرهنگ کار سازمان است و مشارکت تمامی واحدها و کارکنان در این مسیر پیچیده ضرورت دارد[3]. همین تغییر نگاه باعث شده فولاد مبارکه به سازمانی یادگیرنده و انسان‌محور بدل شود که ارتقای توانمندی کارکنان را شرط موفقیت تحول دیجیتال می‌داند[4].

درحالی‌که برخی مطالعات پیشین به بررسی آماده شدن برای صنعت ۵,۰ در سازمان‌ها پرداخته‌اند (Lachvajderová and Kádárová,2022, Huy et al.,2024,Madhavan et al.,2024, Dai et al.,2024)، در ادبیات داخلی، هنوز ادبیات نظام‌مندی درباره بررسی آمادگی سازمان‌ها برای ورود به این موج جدید صنعتی وجود ندارد. علی‌رغم پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، مرور ادبیات نشان می‌دهد تاکنون تأثیر آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر کارایی، پاسخگویی، مزیت رقابتی و رشد پایدار کسب‌وکار به‌صورت یکپارچه بررسی

1 akhbaremadan.irakhbaremadan.ir
2 fotuhnews.irmsc.ir
3 msc.ir
4 irasin.irmsc.ir

نشده است. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با تمرکز بر شرکت فولاد مبارکه اصفهان، تأثیر آمادگی برای صنعت ۵٫۰ بر رشد پایدار را با بررسی نقش کارایی، پاسخگویی و مزیت رقابتی تحلیل می‌کند. به‌بیان‌دیگر، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این پرسش است که چگونه کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰ می‌تواند از طریق بهبود کارایی، ارتقای پاسخگویی و ایجاد مزیت رقابتی، رشد پایدارسازمانی را محقق سازد. نتایج این پژوهش می‌تواند به مدیران صنایع، کمک کند تا با کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰، مزیت رقابتی را تقویت کرده و به اهداف پایدار نزدیک شوند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

صنعت ۵٫۰ با تأکید بر ارزش‌های انسانی، پایداری و تاب‌آوری، توسعه صنعتی را با مسئولیت اجتماعی و زیست‌محیطی هم‌راستا می‌کند (Masoomi et al.,2023 Ghobakhloo et al.,2023, Shafique et al.,2024). صنعت ۵٫۰ با ایجاد محیط‌های کاری هوشمند و ایمن، نیروی انسانی را توانمند کرده و فناوری را در خدمت انسان قرار می‌دهد (Leng et al.,2022). کمیسیون اروپا (۲۰۲۱) صنعت ۵٫۰ را با محوریت انسان‌محوری، پایداری و تاب‌آوری معرفی کرده و بر خلق ارزش برای ذی‌نفعان تأکید دارد (Huang et al.,2022). گذار سازمان‌ها به صنعت ۵٫۰ با استفاده از فناوری‌های هوشمند، موجب بازطراحی فرآیندهای تولید و خلق ارزش واقعی می‌شود (Xu et al.,2021، Madhavan et al.,2024). آمادگی برای صنعت ۵٫۰ به معنای توانایی سازمان‌ها، صنایع برای پذیرش و بهره‌برداری کامل از فناوری‌ها و رویکردهای تحول‌آفرین صنعت ۵٫۰ است (Brückner et al.,2025). این مفهوم نشان می‌دهد که یک سازمان یا اکوسیستم صنعتی تا چه اندازه زیرساخت‌ها، فرهنگ، سرمایه انسانی، فناوری‌ها و سیستم‌های مدیریتی خود را برای همگرایی انسان و ماشین‌های هوشمند آماده کرده است (Dai et al.,2024).

پاسخگویی به توانایی سازمان در واکنش سریع و مؤثر به تغییرات بازار، نیازهای مشتریان و اختلالات زنجیره تأمین اشاره دارد (Motwani and Katatria,2024, Muduli

and Choudhury,2024). در صنعت ۵,۰، پاسخگویی شامل ابعاد شناختی (پیش‌بینی نیازهای بازار)، فناورانه (به‌روزرسانی زیرساخت‌ها) و سازمانی (تصمیم‌گیری چابک) است (Masoomi et al.,2023؛ Gigauri and Janjua,2023). فناوری‌هایی مانند ربات‌های همکار، دوقلوهای دیجیتال و کلان‌داده‌ها با افزایش شفافیت و کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین، پاسخگویی را تقویت می‌کنند (Xu et al.,2021؛ Huang et al.,2022، Zhang and Wang,2025). بااین‌حال، چالش‌هایی مانند مقاومت نیروی انسانی، کمبود مهارت‌های دیجیتال و نارسایی زیرساخت‌ها مانع تحقق کامل پاسخگویی هستند (Jassem,2024,Jaafar et al.,2025).

کارایی به بهره‌برداری بهینه از منابع برای دستیابی به اهداف سازمانی اشاره دارد (Duah et al.,2025,Keskar,2024). در صنعت ۵,۰، کارایی فراتر از نسبت خروجی به ورودی، شامل بهره‌وری فناورانه، انسانی و زیست‌محیطی است (Chib et al.,2024, Romanova et al.,2024, Murugesan,2025). فناوری‌هایی مانند دوقلوهای دیجیتال و هوش مصنوعی با تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی، اتلاف را کاهش داده و بهره‌وری را افزایش می‌دهند (Kasinathan et al.,2022؛ Gigauri and Janjua,2023، Bhima et al.,2023). شاخص‌های کارایی شامل کاهش ضایعات، بهره‌وری انرژی و زمان چرخه تولید هستند (Xu et al.,2021؛ Huang et al.,2022، Naveed et al.,2022). مزیت رقابتی به توانایی سازمان در ارائه ارزش برتر نسبت به رقبا اشاره دارد (Krakowski et al.,2023,Sharma and Gupta,2024). صنعت ۵,۰ با استفاده از فناوری‌های پیشرفته و شخصی‌سازی انبوه، تمایز، چابکی و پایداری را به‌عنوان مزایای رقابتی تقویت می‌کند (Shafique et al.,2024؛ Xu et al.,2021، Dewantara et al.,2024). این مزایا از طریق نوآوری، کیفیت بالاتر و پاسخگویی سریع به بازار به دست می‌آیند (Huang et al.,2022؛ Leng et al.,2022).

رشد پایدار به توسعه متوازن اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی اشاره دارد که سودآوری، نوآوری و مسئولیت‌پذیری را هم‌زمان دنبال می‌کند (Islam and Abd

Wahab,2021). صنعت ۵٫۰ با تلفیق فناوری و انسان‌محوری، امکان نوآوری مستمر، وفاداری مشتریان و پایداری مالی را فراهم می‌کند (Saini and Garg.2023,Blinova et al.,2022). چالش‌هایی مانند مقاومت فرهنگی و کمبود زیرساخت‌های دیجیتال نیازمند برنامه‌ریزی راهبردی و آموزش هستند (Gigauri and Janjua,2023).

جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهش

نویسنده و سال	عنوان پژوهش	روش پژوهش	زمینه کاربردی
بیات‌زاده و طلایی (۱۴۰۳)	شناسایی و ارزیابی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تاب‌آور با توجه به صنعت ۵٫۰	دلفی فازی و بهترین-بدترین فازی	انتخاب تأمین‌کننده در صنعت فولاد
Alabi (2025)	بررسی انتقادی صنعت ۵٫۰ در عملکرد پایدار کسب‌وکارهای کوچک و متوسط	مرور انتقادی ادبیات	SME ها و سیاست‌گذاری در یکپارچه‌سازی صنعت ۵٫۰
Majiwala and Kant (2025)	ارزیابی اهداف توسعه پایدار از طریق اقدامات چرخشی مبتنی بر صنعت ۵٫۰	مدل ترکیبی SF-SWARA و SF-MABAC	صنعت نساجی هند و اهداف توسعه پایدار
Brückner et al. (2025)	ارزیابی آمادگی صنعت ۵٫۰، شاخص دیجیتال جامع برای ارزیابی پایداری، تاب‌آوری و عوامل انسان‌محور	کیفی	چارچوب سنجش ارزیابی آمادگی برای صنعت ۵٫۰
Nazarian and Khan (2024)	تأثیر صنعت ۵٫۰ بر عملکرد زنجیره تأمین	مدل‌سازی معادلات ساختاری	زنجیره تأمین و ابعاد پاسخگویی، شفافیت، کارایی
Huy et al. (2024)	ابعاد ساختاری و اندازه‌گیری آمادگی برای پیاده‌سازی صنعت ۵٫۰	کیفی	چارچوب سنجش ابعاد آمادگی برای صنعت ۵٫۰
Madhavan et al. (2024)	تأثیر آمادگی برای صنعت ۵٫۰ بر رشد پایدار در صنایع غذایی دریایی	مدل‌سازی مفهومی و مدل‌سازی معادلات ساختاری	SME های غذایی دریایی و زنجیره ارزش جهانی
Karan (2024)	آمادگی بنگاه‌ها برای پیاده‌سازی صنعت ۵٫۰: چالش‌ها و نگرانی‌های امنیتی	مرور ادبیات	آمادگی برای صنعت ۵٫۰ در صنایع

نویسنده و سال	عنوان پژوهش	روش پژوهش	زمینه کاربردی
Gigauri and Janjua (2023)	محصولات دیجیتال و پایدار در مسیر حرکت به سمت صنعت ۵,۰	تحلیل مفهومی و مدل‌سازی محصول	محصولات دیجیتال مالی و پایدار در فضای صنعتی نوین
Masoomi et al. (2023)	پاسخ صنعت ۵,۰ به چالش‌های توسعه پایدار در زنجیره تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر	روش ترکیبی بهترین-بدترین فازی و مجموع وزنی فازی	زنجیره تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی)
Ghobakhloo et al. (2023)	رویکردهای تحقق تحول صنعتی پایدار مبتنی بر صنعت ۵,۰: نقشه راه استراتژی	مرور نظام‌مند محتوا و مدل‌سازی ساختاری تفسیری	راهبردهای سیاستی برای تحول پایدار در صنعت

صنعت ۵,۰ با تمرکز بر تعامل انسان-ماشین، کارایی عملیاتی و کیفیت محصولات را ارتقا داده و با کاهش هزینه‌ها و ضایعات، عملکرد زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد (Romanova et al.,2024؛ Gigauri and Janjua,2023؛ Kasinathan et al.,2022). کسب آمادگی برای صنعت ۵,۰ هم‌زمان بهینه‌سازی زمان تحویل، استفاده از ظرفیت تولید و تولید غیرمتمرکز، هزینه‌های حمل‌ونقل را کاهش داده و پایداری زیست‌محیطی را تقویت می‌کنند (Ghobakhloo et al.,2023؛ Shafique et al.,2024؛ Leng et al.,2022). با توجه به اینکه کسب آمادگی صنعت ۵,۰ نیازمند تغییرات اساسی در زیرساخت‌ها، فرهنگ‌سازمانی و فرآیندهای تولید است، احتمال دارد که آمادگی در سطوح مختلف سازمانی ازجمله آمادگی دیجیتال، منابع انسانی، فرآیندهای تولید و پایداری می‌تواند به بهبود قابل‌توجهی در کارایی سازمان منجر شود (Dai et al.,2024)؛ بنابراین، فرضیه زیر مطرح می‌شود:

≠ آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر کارایی فولاد مبارکه اصفهان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

پاسخگویی به‌عنوان مؤلفه‌ای کلیدی در محیط رقابتی، توانایی سازمان در واکنش سریع و مؤثر به تغییرات بازار و نیازهای مشتریان را نشان می‌دهد (Motwani and Katatria,2024؛

Muduli and Choudhury,2024). صنعت ۵٫۰ با هوشمندسازی سیستم‌ها، تحلیل پیشگویانه و استفاده از ربات‌های همکار، پاسخگویی را در زنجیره تأمین و تولید ارتقا داده و پایداری عملکرد را افزایش می‌دهد (Jaafar et al.,2025؛ Jassem,2024؛ Xu et al.,2021). بهره‌گیری از ربات‌های همکار در خطوط تولید و نگهداری، زمان واکنش به اختلالات عملیاتی را کاهش داده و پایداری عملکرد را افزایش می‌دهد (Siddiqui et al.,2025). از این منظر، می‌توان انتظار داشت که کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰ در فولاد مبارکه، منجر به افزایش چشمگیر در سطح پاسخگویی سازمان شود؛ زیرا این گذار فناورانه و انسانی، نه‌تنها بر ساختار عملیاتی و اطلاعاتی شرکت تأثیر می‌گذارد، بلکه الگوهای تصمیم‌گیری و همکاری درون‌سازمانی را نیز بازتعریف می‌کند. چنین تحولی، فولاد مبارکه را قادر می‌سازد تا با سرعت و دقت بیشتری به تغییرات محیطی واکنش نشان دهد و سطح رضایت مشتریان، پایداری زنجیره تأمین و بهره‌وری کل سیستم را ارتقا دهد. بر این اساس، فرضیه زیر تدوین می‌شود:

≠ آمادگی برای صنعت ۵٫۰ بر پاسخگویی فولاد مبارکه اصفهان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

کارایی با کاهش هزینه‌های تولید، بهبود زمان تحویل و بهینه‌سازی منابع، به ایجاد مزیت رقابتی از طریق قیمت‌گذاری رقابتی، کیفیت بالاتر و چابکی سازمانی کمک می‌کند (Duah et al.,2025؛ Krakowski et al.,2023؛ Murugesan,2025). رابطه میان کارایی و مزیت رقابتی در فولاد مبارکه اصفهان را می‌توان از چند زاویه تحلیل کرد. نخست، افزایش کارایی عملیاتی منجر به کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تولید می‌شود که این امر شرکت را قادر می‌سازد محصولات خود را با قیمت رقابتی‌تری وارد بازار کند، بدون آن‌که از کیفیت کاسته شود. دوم، ارتقاء کارایی فرآیندی، امکان پاسخ‌دهی سریع‌تر به سفارش‌ها، کاهش زمان تحویل و بهبود تجربه مشتری را فراهم می‌سازد که همگی از عوامل مؤثر بر مزیت رقابتی هستند. سوم، کارایی منابع انسانی و اطلاعاتی باعث افزایش چابکی سازمان در تصمیم‌گیری و نوآوری می‌شود که در بازارهای ناپایدار امروز یک

مزیت استراتژیک محسوب می‌شود. افزون بر این، کارایی در صنعت فولاد می‌تواند به‌صورت غیرمستقیم نیز به تقویت برند و مشروعیت اجتماعی سازمان منجر شود. کاهش ضایعات، مصرف انرژی و آلایندگی‌های زیست‌محیطی، نه‌تنها ازنظر اقتصادی سودمند است بلکه تصویری مسئولانه و پایدار از شرکت در ذهن ذی‌نفعان شکل می‌دهد که این نیز به افزایش ارزش برند و تمایز در بازار منجر خواهد شد. وقتی سازمانی بتواند با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته صنعت ۵,۰، مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و رباتیک، کارایی خود را بهبود بخشد، قادر خواهد بود به‌طور مؤثرتری به نیازهای بازار پاسخ دهد و در رقابت با سایر شرکت‌ها پیشتاز شود. در این رابطه، آمادگی فولاد مبارکه برای پذیرش فناوری‌های صنعت ۵,۰ به‌عنوان یک پیش‌نیاز ضروری در نظر گرفته می‌شود، چراکه پیاده‌سازی این فناوری‌ها بدون آمادگی کافی می‌تواند منجر به عدم بهره‌برداری بهینه از ظرفیت‌های موجود و درنتیجه کاهش مزیت رقابتی شود. لذا فرضیه زیر مطرح می‌شود:

≠ کارایی بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

پاسخگویی با بهبود تحویل به‌موقع، انعطاف‌پذیری در تولید و تعامل مؤثر با مشتریان، مزیت رقابتی را از طریق افزایش رضایت مشتری و سهم بازار تقویت می‌کند (Motwani and Katatria,2024؛ Jassem,2024). پاسخگویی می‌تواند از طریق برنامه‌ریزی منعطف تولید، تحویل به‌موقع سفارش‌های خاص و تعامل مؤثر با مشتریان، به تمایز در بازار منجر شود که این تمایز در قالب بهبود کیفیت خدمات، افزایش رضایت مشتری و کاهش زمان واکنش به تقاضا، خود را نشان می‌دهد و درنهایت به افزایش سهم بازار، وفاداری مشتریان و ارتقای برند منجر خواهد شد (Jassem,2024). آمادگی برای صنعت ۵,۰ موجب تسهیل در استفاده از داده‌های بلادرنگ، بهبود فرآیندهای تولید و افزایش انعطاف‌پذیری سازمان می‌شود (Huy et al.,2024)؛ بنابراین، می‌توان انتظار داشت که افزایش پاسخگویی در فرآیندها و تعاملات سازمانی، مزیت رقابتی شرکت را به‌طور معناداری تقویت کند؛ بنابراین، فرضیه زیر پیشنهاد می‌شود:

≠ پاسخگویی بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان تأثیر مثبت و معناداری

دارد.

مزیت رقابتی پایدار با افزایش کیفیت، تولید مقرون‌به‌صرفه و نوآوری، به رشد پایدار اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کمک می‌کند (Krakowski et al.,2023؛ Sharma and Gupta,2024). مزیت رقابتی، زمینه‌ساز افزایش فروش، جذب سرمایه‌گذاری، حفظ نیروی انسانی متخصص و اجرای پروژه‌های زیست‌محیطی می‌شود؛ عواملی که همگی مؤلفه‌های اصلی در تحقق رشد پایدار سازمان هستند (Kahveci,2025). بر این اساس، انتظار می‌رود که مزیت رقابتی، زمینه‌ساز و شتاب‌دهنده‌ای برای رشد پایدار فولاد مبارکه اصفهان باشد؛ رشدی که نه‌تنها به ارتقای شاخص‌های اقتصادی منجر می‌شود، بلکه در بعد اجتماعی و زیست‌محیطی نیز تداوم‌پذیر خواهد بود. با فرض آمادگی فولاد مبارکه برای پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت ۵٫۰، مزیت رقابتی می‌تواند از طریق بهبود بهره‌وری، نوآوری مستمر و افزایش انعطاف‌پذیری در پاسخ به تغییرات بازار و چالش‌های اقتصادی تقویت شود. لذا فرضیه زیر مطرح می‌شود:

≠ مزیت رقابتی بر رشد پایدار فولاد مبارکه اصفهان تأثیر مثبت و معناداری دارد.

صنعت ۵٫۰ با دیجیتالی‌سازی و هوشمندسازی فرآیندها و مشارکت انسان-ماشین، کارایی را بهبود بخشیده و از طریق کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت و انعطاف‌پذیری، مزیت رقابتی را تقویت می‌کند (Gigauri and Janjua,2023؛ Masoomi et al.,2023؛ Duah et al.,2025). ارتقای کارایی، زمینه‌ساز دستیابی به مزیت‌هایی همچون کاهش هزینه‌های تولید، تحویل سریع‌تر، کیفیت بالاتر و توان پاسخ‌گویی منعطف‌تر به سفارش‌های خاص مشتریان شده است؛ که همه این موارد به‌طور مستقیم به تقویت مزیت رقابتی سازمان منجر می‌شوند (Duah et al.,2025). ازاین‌رو، فرض بر آن است که کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰ با بهبود کارایی، مسیر دستیابی به مزیت رقابتی را برای فولاد مبارکه هموار می‌سازد و کارایی به‌عنوان یک متغیر میانجی، رابطه بین این دو سازه را توضیح می‌دهد؛ بنابراین، فرضیه زیر تدوین می‌شود:

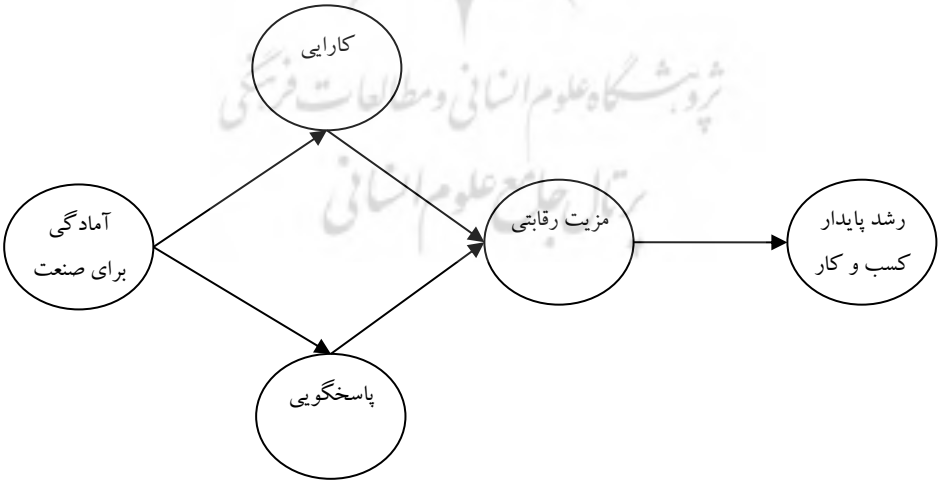
≠ آمادگی برای صنعت ۵٫۰ بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان از طریق نقش

میانجی کارایی تأثیر مثبت و معناداری دارد.

حرکت سازمان‌ها به صنعت ۵,۰ با افزایش پاسخگویی از طریق فناوری‌های هوشمند و تعامل انسان‌ماشین، رقابت‌پذیری را ارتقا می‌دهد (Ghobakhloo et al.,2023؛ Leng et al.,2022؛ Shafique et al.,2024)، پاسخگویی نقش مهمی در انتقال اثر تحول دیجیتال به سطح مزیت‌های بازارمحور دارد. سازمان‌هایی که در مسیر دیجیتالی‌شدن پیشرو هستند، تنها زمانی به مزیت رقابتی واقعی دست می‌یابند که توانایی تطبیق سریع با شرایط بازار و پاسخ‌گویی مؤثر به نیاز مشتریان را نیز هم‌زمان ارتقاء دهند (Motwani and Katatria,2024)؛ بنابراین، وجود یک متغیر میانجی مانند پاسخگویی، در تبیین اثربخشی سیاست‌های تحول دیجیتال و صنعتی، ضروری به نظر می‌رسد. بر همین اساس، در پژوهش حاضر، این رابطه میان آمادگی برای صنعت ۵,۰ و مزیت رقابتی، با در نظر گرفتن نقش میانجی پاسخگویی، در زمینه شرکت فولاد مبارکه اصفهان مورد آزمون قرار می‌گیرد. لذا فرضیه زیر پیشنهاد می‌شود:

≠ آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان از طریق نقش میانجی پاسخگویی تأثیر مثبت و معناداری دارد.

شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش

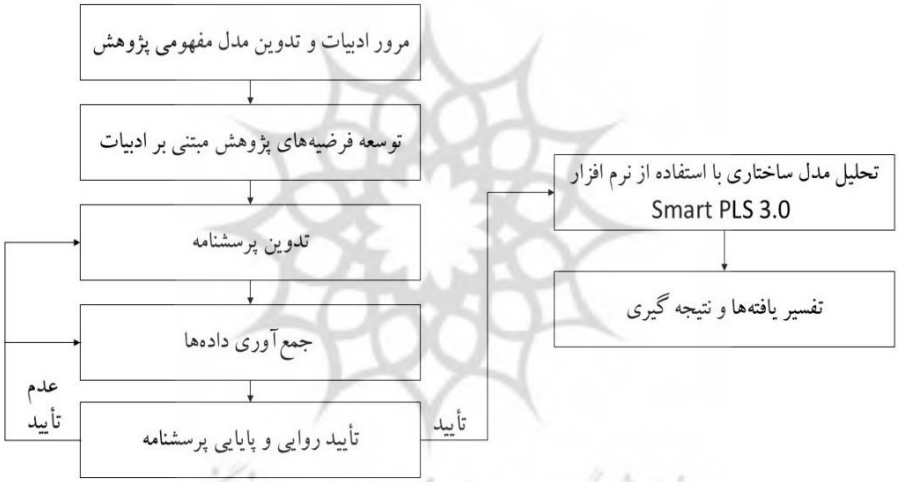


بر اساس فرضیه‌های فوق، مدل مفهومی پژوهش در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است.

روش

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است. به منظور انجام پژوهش حاضر به دلیل ماهیت مسأله، از روش پیمایشی استفاده گردید. از منظر روش پژوهش، پژوهش حاضر کمی است. همچنین، ماهیت پژوهش حاضر توصیفی-همبستگی است. گام‌های اجرای پژوهش در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱. گام‌های اجرای پژوهش



در گام اول، ادبیات مرتبط با صنعت ۵٫۰، رشد پایدار کسب‌وکار، کارایی، پاسخگویی و مزیت رقابتی بررسی می‌شود. با استفاده از یافته‌های مرور ادبیات، شکاف و نوآوری پژوهش شناسایی و مدل مفهومی طراحی می‌شود. مدل مفهومی، روابط بین متغیرهای مستقل، میانجی و وابسته را مشخص کرده و مبنای آزمون فرضیه‌ها قرار می‌گیرد. در گام دوم، فرضیه‌های پژوهش بر اساس یافته‌های بخش مرور ادبیات توسعه داده می‌شوند. در این مرحله، مبانی علمی هر فرضیه موردبحث قرار می‌گیرد. در گام سوم، پرسشنامه با استفاده از پرسشنامه‌های استاندارد تدوین می‌شود. سؤالات پرسشنامه با استفاده از مقیاس

لیکرت پنج‌درجه‌ای طراحی می‌شوند. این مرحله شامل طراحی اولیه پرسشنامه، ترجمه سؤالات و تأیید خبرگان برای ارزیابی روایی محتوا است. در گام چهارم، با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند، داده‌ها از جامعه آماری (کارکنان شرکت فولاد مبارکه اصفهان) گردآوری می‌شوند. در گام پنجم، روایی همگرا و واگرا و پایایی پرسشنامه بر اساس داده-های جمع‌آوری‌شده بررسی می‌شود. پس از آماده‌سازی داده‌ها، در گام ششم، مدل ساختاری با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی و نرم‌افزار Smart PLS 3.0 بررسی می‌شود. در این مرحله، مسیرهای بین متغیرها، ضرایب بار عاملی، شاخص‌های برازش مدل و اثرات میانجی تحلیل‌شده و فرضیه‌ها آزمون می‌شوند. در گام پایانی، نتایج تحلیل مدل ساختاری تفسیر می‌شوند و با یافته‌های تحقیقات پیشین مقایسه می‌شوند. سپس پیامدهای نظری، کاربردی و پیشنهادها برای تحقیقات آینده ارائه می‌شود

جامعه‌آماری این پژوهش کارمندان شرکت فولاد مبارکه اصفهان هستند. باتوجه به اینکه در مطالعات مربوط به مدل‌سازی معادلات ساختاری برای محاسبه حجم نمونه معمولاً از رابطه $5q<n<15q$ استفاده می‌شود که در فرمول فوق q تعداد سؤالات پرسشنامه و n اندازه نمونه است (Hair Jr et al.,2014,2021). تعداد سؤالات پرسشنامه تحقیق ۱۷ سؤال بوده است و حداقل حجم نمونه کافی ۸۵ نفر می‌باشد. در پژوهش حاضر نیز از رابطه فوق برای محاسبه حجم نمونه استفاده می‌شود و ۱۰۵ نفر به‌عنوان نمونه‌آماری و بر اساس نمونه گیری هدفمند نمونه‌گیری هدفمند از میان کارکنان دارای ارتباط با حوزه‌های فناوری، سیستم‌های دیجیتال و توسعه نوآوری در نظر گرفته می‌شوند. نمونه آماری پژوهش از میان کارکنان واحدهای تولیدی، فناوری اطلاعات، مهندسی فرآیند و پشتیبانی تکنولوژی شرکت فولاد مبارکه اصفهان بوده‌اند که به‌صورت هدفمند و بر اساس تجربه شغلی، سابقه و نقش عملیاتی در پروژه‌های تحول دیجیتال انتخاب شدند. در جدول ۲ ساختار پرسشنامه ارائه شده است.

جدول ۲. خلاصه ساختار پرسشنامه

ابعاد	شماره سؤالات	منبع
آمادگی برای صنعت ۵٫۰	۱-۴	Madhavan et al. (2024), Huy et al. (2024)
کارایی	۵-۸	Nazarian and Khan (2024)
پاسخگویی	۹-۱۱	Nazarian and Khan (2024)
مزیت رقابتی	۱۲-۱۴	Madhavan et al. (2024)
رشد پایدار کسب‌وکار	۱۵-۱۷	Madhavan et al. (2024)

یافته‌ها

در پژوهش انجام‌شده، از ۱۰۵ پاسخ‌دهنده به پرسشنامه، ۴۷ درصد (۴۹ نفر) در بازه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، ۳۱ درصد (۳۳ نفر) در بازه سنی ۳۱ تا ۴۰ سال و ۲۲ درصد (۲۳ نفر) در بازه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال قرار داشتند. ازنظر تحصیلات، ۱۱ درصد (۱۲ نفر) دارای مدرک دیپلم و زیر دیپلم، ۵۲ درصد (۵۵ نفر) دارای مدرک کارشناسی و ۳۷ درصد (۳۹ نفر) دارای مدرک کارشناسی ارشد و بالاتر بودند. همچنین، ۸۱ درصد (۸۵ نفر) از پاسخ‌دهندگان مرد و ۱۹ درصد (۲۰ نفر) زن بودند. خلاصه تحلیل توصیفی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل توصیفی

متغیر	دسته‌بندی	فراوانی	درصد فراوانی
سن	۲۰ تا ۳۰ سال	۴۹	۴۷
	۳۱ تا ۴۰ سال	۳۳	۳۱
	۴۱ تا ۵۰ سال	۲۳	۲۲
تحصیلات	دیپلم و زیر دیپلم	۱۲	۱۱
	کارشناسی	۵۵	۵۲
	کارشناسی ارشد و بالاتر	۳۹	۳۷
جنسیت	مرد	۸۵	۸۱
	زن	۲۰	۱۹

در روش مدل‌سازی معادلات ساختاری، سه سطح مدل بیرونی (روایی و پایایی)، مدل درونی (مدل ساختاری) و برازش کلی مدل ارزیابی می‌گردد. در این پژوهش، به‌منظور

بررسی روایی، از روایی همگرا به معنی همبستگی سؤالات مرتبط با یک متغیر با همان متغیر استفاده‌شده که با سه معیار ضرایب بار عاملی (حد قابل‌قبول ۰/۴)، میانگین واریانس به اشتراک گذاشته‌شده (AVE) (حد قابل‌قبول ۰/۵) و آماره عامل تورم واریانس (VIF) سنجیده می‌گردد. آماره عامل تورم واریانس (VIF) برای ارزیابی هم‌خطی بین شاخص‌های اندازه‌گیری یک سازه استفاده می‌شود. این معیار نشان می‌دهد که آیا شاخص‌های یک سازه دارای همبستگی هستند یا نه. اگر مقدار VIF بیرونی یک شاخص بیشتر از ۵ باشد، نشان‌دهنده هم‌خطی چندگانه قابل‌توجهی است و ممکن است نیاز به بازنگری یا حذف شاخص‌های مشکل‌دار باشد. هدف اصلی از ارزیابی VIF بیرونی، تضمین این است که شاخص‌های اندازه‌گیری یک سازه مستقل از هم بوده و به‌صورت معتبر سازه را اندازه‌گیری می‌کنند (Hair JR et al.,2021). جدول ۴ بار عاملی سؤالات پرسشنامه پژوهش را نشان می‌دهد. تمامی سؤالات ضرایب بالاتر از ۰/۴ دارند که نشان از روایی مناسب پرسشنامه این پژوهش دارد. همچنین، مطابق جدول ۴، ضریب VIF برای تمام سؤالات پرسشنامه زیر ۵ و مطلوب است و بین شاخص‌های اندازه‌گیری هر متغیر همبستگی بالایی وجود ندارد.

جدول ٤. ضرایب بار عاملی و VIF

	رشد پایدار	آمادگی صنعت ۵,۰	مزیت رقابتی	پاسخگویی	کارایی	VIF
q_1		۰/۹۶۸				۳/۴۵
q_2		۰/۹۴۵				۴/۶۲
q_3		۰/۸۵۶				۲/۴۷۲
q_4		۰/۸۹۹				۳/۱۷۴
q_5					۰/۸۷۲	۲/۴۰۸
q_6					۰/۹۰۰	۲/۹۳۴
q_7					۰/۷۵۲	۱/۵۶۸
q_8					۰/۸۳۳	۲/۱۱
q_9				۰/۸۵۹		۲/۲۴۴

	رشد پایدار	آمادگی صنعت ۵,۰	مزیت رقابتی	پاسخگویی	کارایی	VIF
q_{10}				۰/۹۷۳		۴/۱۴
q_{11}				۰/۹۵۴		۴/۱۲
q_{12}			۰/۸۹۱			۲/۳۱۶
q_{13}			۰/۸۷۲			۲/۱۱
q_{14}			۰/۸۷۵			۱/۷۹۳
q_{15}	۰/۹۲۳					۳/۰۵۳
q_{16}	۰/۸۷۱					۲/۲۱۸
q_{17}	۰/۹۱۸					۲/۸۲

آلفای کرونباخ نشانگر همبستگی یک سازه و شاخص‌های مربوط به آن است و پایایی ترکیبی، پایایی سازه‌ها را نه به‌صورت مطلق بلکه با توجه به همبستگی سازه‌هایشان باهم محاسبه می‌کند. درصورتی‌که مقدار پایایی ترکیبی برای هر سازه بالای ۰/۷ شود، نشان از پایایی درونی مناسب برای مدل‌های اندازه‌گیری دارد و مقدار کم‌تر از ۰/۶ عدم وجود پایایی را نشان می‌دهد. در مورد AVE، مقدار بحرانی عدد ۰/۵ است؛ بدین معنی که مقدار AVE بالای ۰/۵ روایی همگرای قابل‌قبول را نشان می‌دهند (Hair JR et al.,2021). مقادیر AVE، پایایی و پایایی ترکیبی تمام متغیرها در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. مقادیر AVE، پایایی و پایایی ترکیبی

متغیرها	پایایی	پایایی ترکیبی	AVE
رشد پایدار	۰/۸۸۹	۰/۹۳۱	۰/۸۱۸
آمادگی برای صنعت ۵,۰	۰/۹۳۷	۰/۹۵۵	۰/۸۴۲
مزیت رقابتی	۰/۸۵۳	۰/۹۱۱	۰/۷۷۳
پاسخگویی	۰/۹۲۰	۰/۹۵۰	۰/۸۶۵
کارایی	۰/۸۶۱	۰/۹۰۶	۰/۷۰۸

روایی واگرا در سطح متغیر پنهان توسط ماتریس فورنل و لارکر قابل‌تشخیص است. فورنل و لارکر برای بررسی روایی واگرا ماتریسی را پیشنهاد می‌دهند که قطر اصلی این ماتریس جذر مقادیر AVE مربوط به هر یک از متغیرها است (Hair JR et al.,2021).

جدول ٦. ماتریس فورنل و لارکر

	رشد پایدار	آمادگی صنعت ۵,۰	مزیت رقابتی	پاسخگویی	کارایی
رشد پایدار	۰/۹۰۴				
آمادگی برای صنعت ۵,۰	۰/۸۶۴	۰/۹۷۰			
مزیت رقابتی	۰/۸۶۹	۰/۸۷۴	۰/۸۷۹		
پاسخگویی	۰/۸۵۷	۰/۹۱۲	۰/۸۴۹	۰/۹۳۰	
کارایی	۰/۸۵۱	۰/۹۱۸	۰/۸۶۷	۰/۸۷۱	۰/۸۴۱

مطابق جدول ۶، همبستگی یک متغیر با خود (قطر اصلی) در مقایسه با سایر متغیرها بیشتر است که نشان از روایی واگرا قابل‌قبول پرسشنامه پژوهش دارد.

برای سنجش برازش مدل درونی از معیارهای Q^2 و R^2 استفاده‌شده است. معیار Q^2 قدرت پیش‌بینی مدل را مشخص می‌سازد. یک مقدار Q^2 بزرگ‌تر از صفر برای یک متغیر پنهان درون‌زا نشان می‌دهد که مدل مسیر دارای ارتباط پیش‌بینی‌کننده برای این سازه است. معیار R^2 برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل‌سازی معادلات ساختاری به‌کار می‌رود و نشان از تأثیری دارد که یک متغیر مستقل بر یک متغیر وابسته می‌گذارد. معیار R^2 تنها برای سازه‌های وابسته مدل محاسبه می‌گردد و در مورد سازه‌های برون‌زا (مستقل) مقدار این معیار صفر است. مقدار این شاخص بین صفر تا یک می‌باشد و اگر از ۰/۶ بیشتر باشد نشان می‌دهد، متغیرهای مستقل تا حد زیادی توانسته‌اند تغییرات متغیر وابسته را تبیین کنند. هر چه مقدار R^2 مربوط به سازه‌های درون‌زای یک مدل بیشتر باشد، نشان از برازش بهتر مدل است. بر اساس جدول ۷، مقادیر Q^2 و R^2 برای متغیرهای وابسته مدل محاسبه‌شده است. بر اساس مقادیر جدول ۷، برازش ساختاری مورد تائید قرار گرفته است (Hair JR et al.,2021). همچنین، متغیرهای درون‌زا مدل مفهومی پژوهش از مقدار R^2 مطلوبی برخوردارند که نشان از این موضوع دارد که متغیرهای وابسته به‌خوبی

توسط متغیرهای مسائل پژوهش تبیین شده است.

جدول ۷. معیارهای مرتبط با برازش مدل ساختاری

ردیف	مسیر	R^2	Q^2
۱	رشد پایدار	۰/۷۵۵	۰/۵۸۰
۲	مزیت رقابتی	۰/۷۸۸	۰/۵۶۷
۳	پاسخگویی	۰/۹۴۲	۰/۷۶۵
۴	کارایی	۰/۸۳۲	۰/۵۴۶

برای محاسبه اندازه اثر از میزان ضریب تعیین استفاده می‌شود. بر اساس نظر کوهن (۱۹۸۸)، سه مقدار ۰/۰۲، ۰/۱۵ و ۰/۳۵ به ترتیب نشان‌دهنده اندازه تأثیر کوچک، متوسط و بزرگ است. مطابق جدول ۸، اندازه اثر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته قابل‌قبول است.

جدول ۸. اندازه اثر F^2

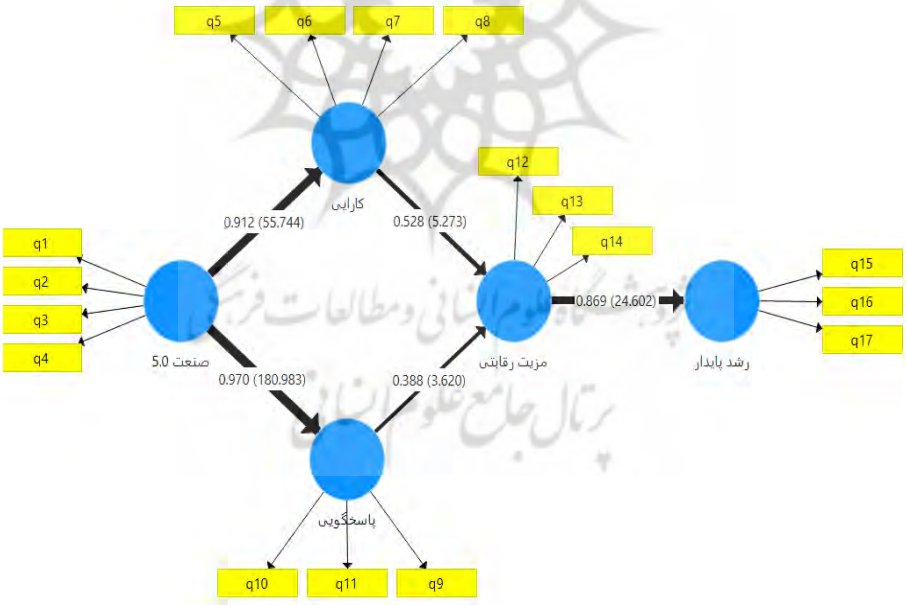
	رشد پایدار	صنعت ۵,۰	مزیت رقابتی	پاسخگویی	کارایی
رشد پایدار					
آمادگی برای صنعت ۵,۰				۱۶/۱۰۵	۴/۹۳۹
مزیت رقابتی	۳/۰۸۸				
پاسخگویی			۰/۱۷۱		
کارایی			۰/۳۱۶		

برازش کلی مدل با شاخص ریشه میانگین مربعات باقیمانده استاندارد (SRMR) سنجیده شد. شاخص SRMR بین صفر تا یک است و هرقدر که کوچک‌تر باشد بیانگر برازش بیشتر کل مدل است. چنانچه SRMR ۸٪ یا کمتر باشد بیانگر برازش کلی بالای مدل است (Hair JR et al.,2021). در تحلیل برازش مدل، مقدار SRMR برابر با ۰/۰۶۷ به‌دست‌آمده است که نشان از برازش مناسب کلی مدل پژوهش دارد. در جدول ۹ و شکل ۳ مقادیر ضرایب مسیر و آماره تی نشان داده شده است. طبق نتایج، مقادیر آماره تی برای تمامی مسیرها در سطح معناداری ۰/۹۵ بالاتر از قدر مطلق ۱/۹۶ است که نشان از تائید تمامی فرضیه‌ها دارد.

جدول ۹. نتایج آزمون فرضیه‌ها

	مسیر	آماره تی	ضریب مسیر	نتیجه
۱	آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر کارایی فولاد مبارکه اصفهان	۵۵/۷۴۴	۰/۹۱۲	تأیید
۲	آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر پاسخگویی فولاد مبارکه اصفهان	۱۸۰/۹۸۳	۰/۹۷۰	تأیید
۳	کارایی بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان	۰/۲۷۳	۰/۵۲۸	تأیید
۴	پاسخگویی بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان	۳/۶۲۰	۰/۳۸۸	تأیید
۵	مزیت رقابتی بر رشد پایدار فولاد مبارکه اصفهان	۲۴/۶۰۲	۰/۸۶۹	تأیید
۶	نقش میانجی کارایی در آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان	۵/۰۲۲	۰/۴۸۲	تأیید
۷	نقش میانجی پاسخگویی در آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه اصفهان	۳/۶۱۲	۰/۳۷۷	تأیید

شکل ۳. مدل ساختاری پژوهش



بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با نتایج پژوهش، آمادگی برای صنعت ۵,۰ در شرکت فولاد مبارکه اصفهان

به‌طور مستقیم کارایی و پاسخگویی را بهبود می‌بخشد و از طریق این متغیرها، مزیت رقابتی و رشد پایدار سازمان را تقویت کرده است. بر اساس نتایج فرضیه‌های پژوهش، آمادگی برای صنعت ۵٫۰ تأثیر معناداری بر ارتقای کارایی در شرکت فولاد مبارکه دارد. این یافته با نتایج پژوهش Nazarian and Khan (۲۰۲۴) هم‌راستا است که در آن بر اثرات مستقیم آمادگی صنعت ۵٫۰ بر کارایی و شفافیت زنجیره تأمین تأکید شده است. همچنین مطالعه بیات‌زاده و طلایی (۱۴۰۳) ضمن بررسی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده، به نقش فناوری‌های صنعت ۵٫۰ در بهبود کارایی زنجیره تأمین صنعت فولاد اشاره داشته است. منطبق بر این نتیجه، مدیران فولاد مبارکه می‌توانند از بازطراحی فرایندهای تولید با رویکرد انسان‌محور بهره بگیرند تا مسیر حرکت به‌سوی کارا شدن سازمان هموارتر شود. همچنین، سرمایه‌گذاری در مهارت‌افزایی کارکنان برای کار با سیستم‌های دیجیتال توصیه می‌شود. مدیران می‌توانند سیستم‌های طراحی خطوط تولید را به‌گونه‌ای تغییر دهند که خلاقیت انسانی و تصمیم‌گیری انسانی محوریت داشته باشند. از سوی دیگر، یافته‌ها بیانگر آن است که آمادگی برای صنعت ۵٫۰ نقش مؤثری در بهبود پاسخگویی فولاد مبارکه ایفا کرده است. کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰ با فراهم‌سازی زیرساخت‌هایی چون تولید انعطاف‌پذیر، پردازش بلادرنگ داده‌ها و برقراری ارتباط دوسویه میان انسان و ماشین، بستری را فراهم می‌آورد که در آن سازمان‌ها بتوانند چابک‌تر و دقیق‌تر پاسخ دهند. یافته حاضر با مطالعات Nazarian and Khan (۲۰۲۴) و Madhavan et al. (۲۰۲۴) هم‌خوانی دارد. همچنین Masoomi et al. (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای درباره زنجیره انرژی‌های تجدیدپذیر، پاسخگویی را یکی از مزیت‌های کلیدی صنعت ۵٫۰ معرفی کرده‌اند. بر اساس این یافته، استفاده از سیستم‌های هشدار سریع برای مدیریت ریسک، به‌کارگیری فناوری دیجیتال در ردیابی سفارش‌ها و پیاده‌سازی خطوط تولید قابل تنظیم بر اساس تغییرات تقاضا برای ارتقای پاسخگویی سازمانی در مسیر گذار به صنعت ۵٫۰ توصیه می‌شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود دوقلوهای دیجیتال برای شبیه‌سازی عملیات و پیش‌بینی

اختلالات پیاده‌سازی شوند. علاوه بر این، استفاده از اینترنت اشیا و حسگرهای هوشمند برای پایش لحظه‌ای شرایط زنجیره تأمین و واکنش سریع‌تر به تغییرات بازار ضروری است. لازم به ذکر است در تمامی این اقدامات آموزش نیروی انسانی برای تعامل با سیستم‌های هوشمند و دیجیتال ضروری است.

نتایج تحلیل مدل نشان داد که کارایی و پاسخگویی هر دو به‌عنوان پیش‌ران‌هایی مؤثر بر مزیت رقابتی فولاد مبارکه عمل کرده‌اند. در شرکت فولاد مبارکه، این موضوع به شکل ارتقای کیفیت، کاهش هزینه‌ها، تسریع در تحویل سفارش‌ها و بهبود تعامل با مشتریان متجلی شده است. یافته‌ها با نتایج پژوهش Madhavan et al. (۲۰۲۴) سازگاری دارد که ارتقای رقابت‌پذیری را پیامد ارتقای فرآیندهای داخلی در SMEs معرفی می‌کند. همچنین Alabi(۲۰۲۵) در مرور انتقادی خود تأکید دارند که مزیت رقابتی در بستر صنعت ۵,۰ تنها زمانی حاصل می‌شود که سازمان‌ها به‌صورت هم‌زمان کارایی و پاسخگویی خود را توسعه دهند. فولاد مبارکه برای تقویت مزیت رقابتی و رشد پایدار باید به‌جای تمرکز صرف بر کاهش هزینه، به ایجاد تجربه مثبت مشتری از راه‌های دیجیتال، به‌کارگیری نوآوری‌های مشترک با تأمین‌کنندگان در حوزه صنعت ۵,۰ و انعطاف‌پذیری در خدمات دیجیتال بپردازند. همچنین، بهره‌گیری از هوش مصنوعی و همراه کردن نیروی انسانی با استفاده از آن، برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی توصیه می‌گردد.

از سوی دیگر، نتایج نشان داد که مزیت رقابتی نقش کلیدی در تقویت رشد پایدار کسب‌وکار ایفا می‌کند. این یافته با نتایج مطالعات Majiwala و Kant (۲۰۲۵) که بر پیوند میان صنعت ۵,۰ و اهداف توسعه پایدار در صنایع تولیدی تأکید داشتند، هم‌راستا است. توسعه اقدامات زیست‌محیطی در کنار افزایش راندمان تولید پایدار، پیاده‌سازی سامانه‌های مدیریت انرژی هوشمند و ترویج برنامه‌های مشارکت کارکنان در حوزه فناوری‌های نوین می‌تواند مسیر رشد پایدار را برای فولاد مبارکه تسهیل نماید. همچنین، توسعه و استمرار شبکه‌های مشارکت با دانشگاه‌ها و استارتاپ‌های

هوشمند برای توسعه فناوری‌های پیشرفته صنعت فولاد در بستر صنعت ۵٫۰ می‌تواند مفید باشد.

نتایج پژوهش نشان داد که کارایی و پاسخگویی به‌عنوان متغیرهای میانجی، ارتباط میان آمادگی برای صنعت ۵٫۰ و مزیت رقابتی را تسهیل می‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، صرف آمادگی فناورانه نمی‌تواند مزیت رقابتی ایجاد کند، مگر آنکه به بهبود عملکرد منجر شود. این نکته با رویکرد Ghobakhloo et al. (۲۰۲۳) که بر طراحی مسیرهای استراتژیک تحول صنعتی تأکید دارند، همخوانی دارد. در پژوهش آن‌ها نیز تأکید شده که بینش فناورانه باید به بهبود فرآیندهای عملیاتی و انسانی ختم شود. طراحی مسیرهای تحول فناورانه در سازمان‌ها باید با نقشه راهی همراه باشد که شامل پروژه‌های مشخص در حوزه ارتقای پاسخگویی و کارایی و نه صرفاً خرید فناوری یا پیاده‌سازی ابزارهای پیشرفته باشد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که آمادگی برای صنعت ۵٫۰ به‌تنهایی کافی نیست، بلکه باید با بازآرایی درونی فرآیندها، ارتقای سطح پاسخگویی و افزایش انعطاف‌پذیری همراه شود تا بتواند به مزیت رقابتی و درنهایت رشد پایدار منجر شود. این نتایج با ادبیات موجود هم‌راستا بوده و از منظر بومی‌سازی، گام مؤثری در تحلیل نقش کسب آمادگی برای صنعت ۵٫۰ در صنایع بزرگ کشور محسوب می‌شود. به‌منظور دستیابی به مزیت رقابتی و رشد پایدار، فولاد مبارکه باید از قابلیت‌های صنعت ۵٫۰ برای ایجاد تمایز و نوآوری بهره ببرد. توسعه سیستم‌های هوشمند مبتنی بر بلاکچین برای خدمات پس از فروش، با ارائه پشتیبانی سریع و شفاف، می‌تواند رضایت مشتریان را افزایش می‌دهد. همچنین، تدوین نقشه‌راه بومی صنعت ۵٫۰ که شامل مراحل دیجیتالی‌سازی، انسان‌محوری و پایداری است، توصیه می‌شود. این نقشه راه دربرگیرنده مسیر گذار از صنعت ۵٫۰ و پیاده‌سازی آن در ایجاد مزیت رقابتی و رشد پایدار است. علاوه بر این، پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی ریسک‌های زنجیره تأمین، مانند کمبود مواد اولیه یا مشکلات لجستیکی و آمادگی پرسنل برای مقابله به‌هنگام نیز توصیه می‌گردد. شبیه‌سازی

هوشمند زنجیره تولید برای رصد لحظه‌ای عملکرد و اتخاذ تصمیمات سریع مدیران نیز می‌تواند مفید باشد. این اقدامات، با محوریت کسب آمادگی برای صنعت ۵,۰، نه‌تنها مزیت رقابتی فولاد مبارکه را از طریق کیفیت، نوآوری و پایداری تقویت می‌کنند، بلکه رشد پایدار را تضمین می‌کنند.

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مواجه است که در تعمیم نتایج آن باید احتیاط شود. این مطالعه در بازه زمانی مشخصی انجام‌شده و داده‌های جمع‌آوری‌شده ممکن است تحت تأثیر متغیرهای خارجی ناخواسته یا تغییرات زمانی قرار گیرند، بنابراین تحلیل مجدد در دوره‌های زمانی دیگر ضروری است. تمرکز پژوهش بر شرکت فولاد مبارکه اصفهان، تعمیم‌پذیری نتایج به سایر سازمان‌ها یا صنایع را محدود می‌کند. این پژوهش اثرات بلندمدت آمادگی برای صنعت ۵,۰ را به‌طور کامل بررسی نکرده و استفاده صرف از روش‌های کمی ممکن است جنبه‌های کیفی، مانند ادراکات کارکنان و مدیران را نادیده گرفته باشد. علاوه بر این، نمونه‌گیری محدود به گروه خاصی از پاسخ‌دهندگان و عدم توجه کافی به عوامل فرهنگی و سازمانی، مانند مقاومت در برابر فناوری‌های جدید، می‌تواند بر نتایج اثر گذاشته و تعمیم‌پذیری را کاهش دهد. جهت توسعه پژوهش‌های آینده، پیشنهاد می‌شود تأثیر آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنایع استراتژیک مانند پتروشیمی، خودروسازی و سیمان بررسی شود. همچنین، تحلیل نقش متغیرهای تعدیل‌گر مانند فرهنگ‌سازمانی، زیرساخت‌های دیجیتال و استراتژی‌های رقابتی در رابطه بین آمادگی برای صنعت ۵,۰ و عملکرد پایدار می‌تواند به غنای ادبیات مدیریت کمک کند. مطالعات تطبیقی بین صنایع ایرانی و بین‌المللی برای شناسایی تفاوت‌های صنعت ۵,۰ توصیه می‌شود. علاوه بر این، استفاده از روش‌های ترکیبی (کمی و کیفی) و تحلیل داده‌های کلان با هوش مصنوعی می‌تواند بینش‌های عمیق‌تری ارائه دهد. بررسی چالش‌های بومی مانند تحریم‌ها، محدودیت‌های زیرساختی و کمبود مهارت‌های دیجیتال، همراه با مطالعات طولی برای تحلیل اثرات بلندمدت آمادگی برای صنعت ۵,۰، از دیگر پیشنهادها است.

سپاسگزاری

از پرسنل و مدیریت شرکت فولاد مبارکه اصفهان به دلیل همکاری صمیمانه و ارائه اطلاعات ارزشمند در انجام این پژوهش کمال تشکر را داریم. حمایت‌های بی‌وقفه ایشان نقش کلیدی در موفقیت این مطالعه ایفا کرد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

ORCID

Maghsoud Amiri **https://orcid.org/0000-0002-0650-2584**
Hamidreza Talaie **https://orcid.org/0000-0002-2532-8702**
Shahab Bayatzadeh **https://orcid.org/0009-0001-3611-2106**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. بیات زاده، شهاب و طلایی، حمیدرضا. (۱۴۰۳). شناسایی و ارزیابی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تاب‌آور با توجه به مفاهیم صنعت ۵,۰ (موردمطالعه: صنعت فولاد). تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۹(۴)، ۱۰۴۵-۱۰۶۳. https://doi.org/10.22105/dmor.2025.498734.1904

References

2. Alabi, A. T. (2025). A Critical Exploration of Industry 5.0 in Sustainable Business Performance of SMEs: A Framework for i5. 0 Integration. In *The Future of Small Business in Industry 5.0* (pp. 85-114). IGI Global Scientific Publishing.http://doi.org/10.4018/979-8-3693-7362-0.ch004
3. Bhima, B., Zahra, A. R. A., Nurtino, T., & Firli, M. Z. (2023). Enhancing organizational efficiency through the integration of artificial intelligence in management information systems. *APTISI Transactions on Management*, *7*(3), 282-289.https://doi.org/10.33050/atm.v7i3.2146
4. Blinova, E., Ponomarenko, T., & Knysh, V. (2022). Analyzing the concept of corporate sustainability in the context of sustainable business development in the mining sector with elements of circular economy. *Sustainability*, *14*(13), 8163.https://doi.org/10.3390/su14138163
5. Brückner, A., Wölke, M., Hein-Pensel, F., Schero, E., Winkler, H., & Jabs, I. (2025). Assessing industry 5.0 readiness—Prototype of a holistic digital index to evaluate sustainability, resilience and human-centered factors. *International Journal of Information Management Data Insights*, *5*(1), 100329.https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2025.100329
6. Chib, S., Raj, S., Reddy, Y. M., Lakhanpal, S., & Kulkarni, A. D. (2024). Using Big Data Analytics to Supply Chain Management to Unlock Organizational Efficiency. In *2024 International Conference on Communication, Computer Sciences and Engineering (IC3SE)* (pp. 1542-1546). IEEE.https://doi.org/10.1109/IC3SE62002.2024.10593470
7. Dai, N. H. P., Giang, P. P., & Kiet, T. H. V. T. (2024). Readiness of enterprises to implement Industry 5.0: Challenges and security concerns. In *Modern Technologies and Tools Supporting the Development of Industry 5.0* (pp. 408-443). CRC Press.https://doi.org/10.1201/9781003489269

8. Dewantara, H., Hafish, M., & Pranata, M. A. (2024). The Impact of Innovation Strategies on Competitive Advantage: The Role of Students in the Digital Creative Industry during Industry 5.0. *Journal of Economics, Entrepreneurship, Management Business and Accounting*, *2*(2), 77-83.https://doi.org/10.61255/jeemba.v2i2.358
9. Duah, E., Pakmoni, L., & Appiah-Kubi, E. (2025). Green human resource management and organizational efficiency among local assemblies: role of process innovation and knowledge sharing. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*, *12*(1), 168-190.https://doi.org/10.1108/JOEPP-11-2023-0511
10. Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Morales, M. E., Nilashi, M., & Amran, A. (2023). Actions and approaches for enabling Industry 5.0 driven sustainable industrial transformation: A strategy roadmap. *Corporate social responsibility and environmental management*, *30*(3), 1473-1494.https://doi.org/10.1002/csr.2431
11. Gigauri, I., & Janjua, L. R. (2023). Digital and sustainable products to achieve sustainable business goals along the path to industry 5.0. In *Digitalization, sustainable development, and industry 5.0: An organizational model for twin transitions* (pp. 25-40). Emerald Publishing Limited.https://doi.org/10.1108/978-1-83753-190-520231003
12. Hair, J. F., Henseler, J., Dijkstra, T. K., & Sarstedt, M. (2014). Common beliefs and reality about partial least squares: comments on Rönkkö and Evermann.https://doi.org/10.1177/1094428114526928
13. Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., Ray, S., ... & Ray, S. (2021). An introduction to structural equation modeling. *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: a workbook*, 1-29.https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7_1
14. Huang, S., Wang, B., Li, X., Zheng, P., Mourtzis, D., & Wang, L. (2022). Industry 5.0 and Society 5.0—Comparison, complementation and co-evolution. *Journal of manufacturing systems*, *64*, 424-428.https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.07.010
15. Huy, P. Q., & Phuc, M. V. K. (2024). Structural dimensions and measurement of readiness for Industry 5.0 implementation: A fresher insight from SMEs in developing country. In *Modern Technologies and Tools Supporting the Development of Industry 5.0* (pp. 75-106). CRC Press.https://doi.org/10.1201/9781003489269
16. Islam, A., & Abd Wahab, S. (2021). The intervention of strategic innovation practices in between regulations and sustainable business growth: a holistic perspective for Malaysian SMEs. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, *17*(3),

396-421.https://doi.org/10.1108/WJEMSD-04-2020-0035
17.Jaafar, M., Khan, K. N., & Salman, A. (2025). A systematic review and framework for organizational agility antecedents towards industry 4.0. *Management Review Quarterly*, 1-26.https://doi.org/10.1007/s11301-025-00489-6
18.Jassem, S. (2024). Artificial Intelligence in Accounting Practices in the Industry 5.0 Era from a Dynamic Capabilities Perspective: Role of Strategic Foresight, Agility, and Flexibility. In *Opportunities and Risks in AI for Business Development: Volume 1* (pp. 149-160). Cham: Springer Nature Switzerland.https://doi.org/10.1007/978-3-031-65203-5_14
19.Kahveci, E. (2025). Digital transformation in SMEs: enablers, interconnections, and a framework for sustainable competitive advantage. *Administrative Sciences*, *15*(3), 107.https://doi.org/10.3390/admsci15030107
20.Kasinathan, P., Pugazhendhi, R., Elavarasan, R. M., Ramachandaramurthy, V. K., Ramanathan, V., Subramanian, S., ... & Alsharif, M. H. (2022). Realization of sustainable development goals with disruptive technologies by integrating industry 5.0, society 5.0, smart cities and villages. *Sustainability*, *14*(22), 15258.https://doi.org/10.3390/su142215258
21.Keskar, A. (2024). Driving operational excellence in manufacturing through generative AI: Transformative approaches for efficiency, innovation, and scalability. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, *11*, 245-261.https://doi.org/10.6084/m9.doi.one.IJRAR24A3611
22.Krakowski, S., Luger, J., & Raisch, S. (2023). Artificial intelligence and the changing sources of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, *44*(6), 1425-1452.https://doi.org/10.1002/smj.3387
23.Lachvajderová, L., & Kádárová, J. (2022). Industry 4.0 implementation and Industry 5.0 readiness in industrial enterprises. *Management and Production Engineering Review*, *13*.http://dx.doi.org/10.24425/mper.2022.142387
24.Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., ... & Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, *65*, 279-295.https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.09.017
25.Madhavan, M., Sharafuddin, M. A., & Wangtueai, S. (2024). Impact of Industry 5.0 Readiness on Sustainable Business Growth of Marine Food Processing SMEs in Thailand. *Administrative Sciences*, *14*(6), 110.https://doi.org/10.3390/admsci14060110
26.Madhavan, M., Sharafuddin, M. A., & Wangtueai, S. (2024). Measuring

the Industry 5.0-readiness level of SMEs using Industry 1.0–5.0 practices: The case of the seafood processing industry. *Sustainability*, *16*(5), 2205.https://doi.org/10.3390/su16052205

27. Majiwala, H., & Kant, R. (2025). Evaluating Sustainable Development Goals Achieved Through Industry 5.0 Enabled Circular Practices. *Environmental Quality Management*, *34*(3), e70069.https://doi.org/10.1002/tqem.70069
28. Masoomi, B., Sahebi, I. G., Ghobakhloo, M., & Mosayebi, A. (2023). Do industry 5.0 advantages address the sustainable development challenges of the renewable energy supply chain? *Sustainable Production and Consumption*, *43*, 94-112.https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.10.018
29. Motwani, J., & Katatria, A. (2024). Organization agility: a literature review and research agenda. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *73*(9), 2709-2754.https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2023-0383
30. Ashutosh Muduli, Anuva Choudhury; Exploring the role of workforce agility on digital transformation: a systematic literature review. Benchmarking: An International Journal 19 February 2025; 32 (2): 492–512.https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2023-0108
31. Murugesan, B. (2025). Strategic Integration of IoT and AI: Optimizing Techno Management for Enhanced Organizational Efficiency. In *2025 First International Conference on Advances in Computer Science, Electrical, Electronics, and Communication Technologies (CE2CT)* (pp. 966-969). IEEE.https://doi.org/10.1109/CE2CT64011.2025.10940007
32. Naveed, R. T., Alhaidan, H., Al Halbusi, H., & Al-Swidi, A. K. (2022). Do organizations really evolve? The critical link between organizational culture and organizational innovation toward organizational effectiveness: Pivotal role of organizational resistance. *Journal of Innovation & Knowledge*, *7*(2), 100178.https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100178
33. Nazarian, H., & Khan, S. A. (2024). The impact of industry 5.0 on supply chain performance. *International Journal of Engineering Business Management*, *16*, 18479790241297022.https://doi.org/10.1177/18479790241297022
34. Romanova, O. A., & Sirotin, D. V. (2024). From Industry 4.0 to Industry 5.0: Problems and Opportunities for the Metal Industry Development in Russia. *Steel in Translation*, *54*(2), 120-126.https://doi.org/10.3103/S0967091224700438
35. Saini, A., & Garg, V. (Eds.). (2023). *Transformation for sustainable*

business and management practices: exploring the spectrum of industry 5.0. Emerald Publishing Limited.https://doi.org/10.1108/978-1-80262-277-520231023

36. Shafique, M. N., Adeel, U., & Rashid, A. (2024). The Synergy Between Industry 5.0 and Circular Economy for Sustainable Performance in the Chinese Manufacturing Industry. *Sustainability*, *16*(22), 9952.https://doi.org/10.3390/su16229952
37. Sharma, R., & Gupta, H. (2024). Harmonizing sustainability in industry 5.0 era: Transformative strategies for cleaner production and sustainable competitive advantage. *Journal of Cleaner Production*, *445*, 141118.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141118
38. Siddiqui, A. F., Paul, A. J., Mishra, S., & Balamurugan, S. (2025). Cobots for Industry 5.0 Transformation. *Intelligent Robots and Cobots: Industry 5.0 Applications*, 1-17.https://doi.org/10.1002/9781394198252.ch1
39. Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of manufacturing systems*, *61*, 530-535.https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006
40. Zhang, M., Wang, Y., & Wang, W. (2025). Big data analytics managerial skills and organizational agility: a moderated mediation model. *Industrial Management & Data Systems*, *125*(1), 168-191.https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2024-0053

References (In Persian)

1. Bayatzadeh, S. and Talaie, H. (2024). Identifying and evaluating of sustainable and resilient supplier selection criteria according to industry 5.0 concepts (case study: steel industry). *Journal of Decisions and Operations Research*, 9(4), 1045-1063.https://doi.org/10.22105/dmor.2025.498734.1904 (In Persian)

استناد به این مقاله: امیری، مقصود.، طلایی، حمیدرضا.، بیات زاده، شهاب. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر آمادگی برای صنعت ۵,۰ بر رشد پایدار کسب‌وکار با نقش میانجی کارایی، پاسخگویی و مزیت رقابتی (موردمطالعه: شرکت فولاد مبارکه اصفهان)، *مدیریت صنعتی*، *۲۳(۷۸)*، ۸۷-۱۲۲. DOI: 10.22054/jims.2025.86881.2980

Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.