

An analysis on the industry 4.0 readiness and the readiness challenges in Iran's machine carpet supply chain

■ Esmail Mazroui Nasrabadi *+ 

Assistant professor, department of business administration, faculty of financial science, management and entrepreneurship, university of Kashan, Kashan, Iran



Receive date: 9 July 2021, Revise date 31 December 2023, & Accept date: 20 January 2024

 [10.22034/jtd.2025.1989175.1828](https://doi.org/10.22034/jtd.2025.1989175.1828)

ABSTRACT

With the emergence of the 4th generation of industry, the competitive pressure on industries has intensified. Considering the performance of competitors, Iran's machine-made carpet needs serious attention to this generation of the industry. The researches that have been done in this field so far have not investigated the challenges of supply chain readiness. As a result, in this research, the evaluation of the readiness of Industry 4.0 and its challenges in Iran's machine-made carpet industry has been investigated. In the first stage, the statistical population of the research is the managers of the machine-made carpet industry and in the second stage, the experts of the Iranian machine-made carpet supply chain. The results of the first stage showed that the readiness of the supply chain is lower than average, and it is higher than average only from the perspective of understanding the competitive pressure. The results of the second stage show 20 challenges that were classified in the categories of knowledge-program challenges, sufficiency challenges, perceptual challenges, support challenges, labor challenges, and financial and facility challenges. The results showed that these challenges cause fear and justification among supply chain managers and ultimately resistance to change. It is suggested to develop knowledge-based activities and strengthen complementary industries, hold empowerment courses for managers and human resources, and create financing mechanisms to improve readiness.

Keywords:

Industry 4.0, readiness, challenge, machine-made carpet.

* Corresponding Author

+ Email: A_sadabadi@sbu.ac.ir

۵۳

شماره پنجاه و هشت، زمستان ۱۴۰۳

فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی

<https://jtd.iranjournals.ir/>

How to cite: Mazroui Nasrabadi, E. (2025), An analysis on the industry 4.0 readiness and the readiness challenges in Iran's machine carpet supply chain, Quarterly journal of Industrial Technology Development, 22(58), 53-62.





تحلیلی بر آمادگی صنعت نسل ۴ و چالش‌های ایجاد آمادگی در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران

■ اسماعیل مزروعی نصرآبادی*

استادیار، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده علوم مالی،

مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۴ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

صفحات: ۶۲-۵۳

[doi:10.22034/jtd.2025.1989175.1828](https://doi.org/10.22034/jtd.2025.1989175.1828)

چکیده

با ظهور صنعت نسل ۴، فشار رقابتی بر صنایع تشدید شده است. صنعت فرش ماشینی ایران نیز با توجه به عملکرد رقیب، نیازمند توجه جدی به این نسل از صنعت است. تحقیقاتی که تاکنون در این حوزه انجام شده‌اند، چالش‌های آمادگی زنجیره تأمین را بررسی نکرده‌اند؛ در نتیجه در این تحقیق ارزیابی میزان آمادگی صنعت ۴،۰ و چالش‌های آن در صنعت فرش ماشینی ایران بررسی شده است. جامعه آماری تحقیق در مرحله اول مدیران صنعت فرش ماشینی و در مرحله دوم خبرگان زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران است. نتایج مرحله اول نشان داد آمادگی زنجیره تأمین کمتر از متوسط است و فقط از منظر درک فشار رقابتی وضعیتی بالاتر از متوسط و از منظر ریسک‌پذیری وضعیتی متوسط دارد. نتایج مرحله دوم نشان دهنده ۲۰ چالش برای آمادگی صنعت نسل ۴ است که در دسته‌های چالش‌های دانشی-برنامه‌ای، چالش بسندگی، چالش‌های ادراکی، چالش‌های حمایتی، چالش‌های کارگری و چالش‌های مالی و امکاناتی طبقه‌بندی گردیدند. نتایج نشان داد که این چالش‌ها باعث بروز ترس و توجیه در بین مدیران زنجیره تأمین و در نهایت مقاومت در برابر تغییر می‌شود. توسعه فعالیت‌های دانش‌بنیان و تقویت صنایع مکمل، برگزاری دوره‌های توانمندسازی مدیران و نیروی انسانی و ایجاد سازوکارهای تأمین مالی برای ارتقاء آمادگی پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: صنعت نسل ۴، آمادگی، چالش، فرش ماشینی.

* عهده دار مکاتبات

+ آدرس پست الکترونیکی: Drmazroui@kashanu.ac.ir

<https://jtd.iranjournals.ir/>

فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی | شماره پنجاه و هشت، زمستان ۱۴۰۳ | ۵۳

نحوه استناددهی به این مقاله: مزروعی نصرآبادی، اسماعیل. (۱۴۰۳). "تحلیلی بر آمادگی صنعت نسل ۴ و چالش‌های ایجاد آمادگی در زنجیره تأمین فرش ماشینی



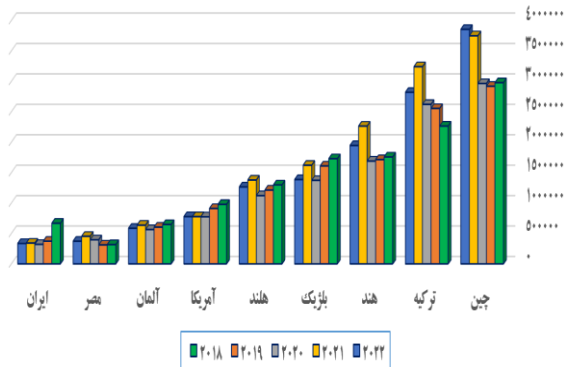
ایران"، ۶۲-۵۳.

ناشر: پژوهشکده توسعه تکنولوژی

۱- مقدمه

فناوری‌ها در بخش‌های سازمانی خود شکست می‌خورند (Hajoary, 2023).

در ایران نیز ورود به عرصه صنعت نسل ۴ نیازمند بررسی‌های دقیق است. یکی از مهم‌ترین صنایع غیرنفتی ایران، صنعت فرش ماشینی است که حدود ۱۰ درصد از صادرات غیرنفتی را دربرمی‌گیرد. این صنعت در سال‌های اخیر جایگاه رقابتی خود را از دست داده است. آمارها بیانگر کاهش جایگاه رقابتی ایران در مقایسه با رقبای در بازارهای جهانی است. شکل شماره ۱ بیانگر جایگاه ایران در مقابل رقبای اصلی است:



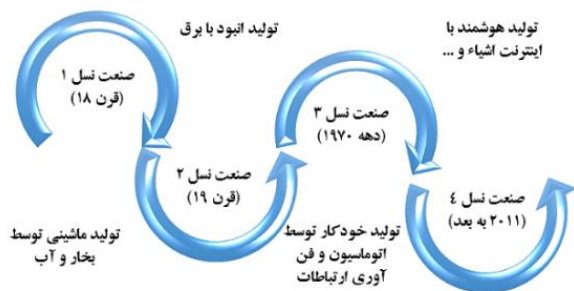
شکل ۱: صادرات فرش کشورها از سال ۲۰۱۸-۲۰۲۲ (Trade statistics for international business development, 2023) همان‌طور که در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است، در سال ۲۰۱۹ افت شدیدی در صادرات فرش ایران رخ داده است و پس از آن نیز افت وجود داشته است. تقریباً در سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ وضعیت ثابتی جود داشته است. اما عملکرد کشورهای دیگر مانند چین و ترکیه بسیار چشمگیر بوده و رشد بسیار زیادی داشته است. این مورد بیانگر کاهش سهم بازار ایران نسبت به رقبای است و لازم است تمهیداتی در این زمینه بکار گرفته شود. از آنجایی که دستیابی به سهم بیشتر بازار نیازمند ایجاد مزیت رقابتی است و یکی از مهم‌ترین محورهای ایجاد این مزیت حرکت به سمت فناوری‌های جدید است؛ در نتیجه لزوم توجه به فناوری‌های پیشرفته در این صنعت بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. فناوری‌های موجود در این صنعت به‌طور عمده، نسل سوم یا حتی پایین‌تر هستند. در نتیجه لازم است با حرکت به سمت فناوری‌های نسل ۴، مزیت رقابتی برای این صنعت ایجاد شود. با توجه به این موارد سوال اول تحقیق عبارتست از: آمادگی زنجیره‌های تامین فرش ماشینی کاشان و آران و بیدگل برای پذیرش صنعت نسل ۴ چقدر است؟ پیاده‌سازی صنعت ۴، برای تبدیل کارخانه‌های سنتی به

جهان در حال تغییر به سمت صنعت جدیدی است که غوطه‌ور شدن در نوآوری، سیستم‌های تعبیه شده، اتوماسیون تولید و هوش مصنوعی، عصر جدیدی به نام صنعت ۴،۰ یا انقلاب صنعتی چهارم را ایجاد کرده است (Ávila Bohórquez & Gil Herrera, 2022). صنعت نسل ۴ از همان آغاز معرفی به یکی از موضوعات مورد بحث در زمینه‌های دانشگاهی و حرفه‌ای تبدیل شده است. تعداد مقالات منتشر شده زیاد و همچنان در حال افزایش است. این مقالات موضوعات، مفاهیم، روش‌ها و فناوری‌های جدیدی را معرفی می‌کند (Lemstra & de Mesquita, 2023). از زمان ظهور این صنعت، اقتصادهای پیشرفته، منابعی را برای بهره‌برداری از مزایای آن با معرفی طرح‌های ملی اختصاص داده‌اند. اخیراً، کشورهای در حال توسعه نیز شروع به تمرکز بر طرح‌های صنعت ۴،۰ برای تقویت اجتماعی و توسعه اقتصادی خود کرده‌اند. با این حال، مفهوم صنعت ۴،۰ در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته نسبتاً نابالغ است، اما با سرعتی سریع در حال رشد است (Tripathi & Gupta, 2021).

فناوری‌های دیجیتال و پیشرفته کنونی مزایای بالقوه‌ای دارند (Virmani et al., 2023) که در این میان صنعت نسل ۴ مزایای قابل توجهی مانند بهبود بهره‌وری (Genest & Gamache, 2020; Trade statistics for international business development, 2023) بهبود چابکی، بهبود رقابت‌پذیری (Genest & Gamache, 2023) تولید پاک‌تر (Bhagwan & Evans, 2023; Bastos et al., 2021) دستیابی به بازارهای جدید و ایجاد مدل‌های تجاری جدید، سفارشی‌سازی محصولات و خدمات (Tortora et al., 2021)، تغییر سبک زندگی و بهبود عملکرد (Dikhanbayeva et al., 2020) محیط ایمن‌تر و پاک‌تر (Bhagwan & Evans, 2023) را دارد.

با وجود این مزایا، پذیرش صنعت ۴،۰ به تلاش‌های جدی برای اجرای موثر نیاز دارد (Virmani et al., 2023). یکی از مهم‌ترین نکاتی که در ادبیات به صنعت نسل ۴ به آن اشاره شده است، ارزیابی آمادگی برای پذیرش صنعت نسل ۴ است. تا حدی که از دیدگاه سومرو و همکاران (۲۰۲۱) ارزیابی آمادگی اولین گام است (Somroo et al., 2021). از دیدگاه هاجواری (۲۰۲۳) شرکت‌های تولیدی به دلیل عدم ارزیابی آمادگی صنعت ۴،۰ از سیستم‌ها، فرآیندها و شیوه‌های موجود، اغلب در ادغام این

نسل دوم (صنعت ۲،۰)، نسل سوم (صنعت ۳،۰) و نسل چهارم (صنعت ۴،۰) طبقه‌بندی می‌شوند. صنعت ۴،۰ که بخشی از روند فعلی دیجیتالی شدن در سراسر جهان است (Simitinger & Bäseler, 2022) و فرصت‌های مختلفی را برای شرکت‌ها فراهم می‌کند (Monsadeh et al., 2023) در قرن بیست و یکم شروع شده و دوره جدیدی در مسابقات فناوری کشورها است (Karatas et al., 2022).



شکل ۱: تحول نسل‌های صنعت (Gholami et al., 2023)

این صنعت آغاز و پذیرش فناوری‌های نوظهوری مانند هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها، اینترنت اشیاء، رایانش ابری، واقعیت افزوده، شبیه‌سازی، امنیت سایبری، یکپارچه‌سازی سیستم‌ها، ساخت افزودنی و رباتیک و سیستم‌های خودکار توسط سازمان‌ها است (Saleh & Ajaab, 2022). مراحل انطباق با صنعت نسل ۴ از دیدگاه کیروش و همکاران (۲۰۲۲) عبارتند از:



شکل ۲: مراحل انطباق با صنعت نسل ۴ (Quiroga et al., 2022)

وجود دارد. بعضی از مدل‌های بلوغ و آمادگی اختلاط زیادی با یکدیگر دارند و دسته‌بندی دقیقی ندارند. مشکل اصلی، اختلاط مباحث آمادگی و بلوغ است. آمادگی به معنای میزان آماده بودن سازمان برای پذیرش این صنعت و بلوغ به معنای میزان پیاده‌سازی این فناوری است.

مدل‌های زیادی در این زمینه وجود دارد. به‌عنوان مثال مایسیری و وان (۲۰۱۹) ابعاد راهبرد سازمانی، زیرساخت

کارخانه‌های هوشمند زمان زیادی می‌برد و نیاز به منابع زیادی دارد (Rafael et al., 2020). مفهوم صنعت ۴،۰ را نمی‌توان با موفقیت پیاده‌سازی کرد؛ مگر اینکه شرکت‌ها آن را بپذیرند. از طرفی، شرکت‌ها استقبال نخواهند کرد مگر اینکه تمام مزایا و چالش‌های آن شناسایی شود (Tortora et al., 2021). از کمبود منابع مالی، فرهنگ و آموزش دیجیتال داخلی و استعداد ناکافی تا اجرای مدل‌های کسب‌وکار جدید، چالش‌هایی هستند که باید مورد مطالعه قرار گیرند و بهترین راه‌حل شناسایی شود (Tortora et al., 2021). در ادبیات آکادمیک، موانع بالقوه صنعت ۴،۰ قبلاً شناسایی و تحلیل شده است. با این حال، پذیرش آن آسان یا ساده نیست. کارآفرینان نگران پذیرش آن هستند (Virmani et al., 2023)؛ زیرا پذیرش طرح‌های صنعت ۴،۰ به دلیل وجود چالش‌های فراوان چندان آسان نیست (Luthra & Mangla, 2018). در تحقیقات قبلی، چالش‌ها در مرحله پیاده‌سازی صنعت ۴،۰ بررسی شده‌اند؛ اما شناسایی این چالش‌ها در مرحله آمادگی هنوز انجام نشده است، در نتیجه سوال دوم تحقیق عبارتست از:

چالش‌های پیش روی زنجیره‌های تأمین فرش ماشینی ایران به منظور آمادگی صنعت نسل ۴ چیست؟

۲- ادبیات و پیشینه پژوهش

رشد صنعتی در سراسر جهان با اولین انقلاب صنعتی در قرن ۱۸ آغاز شد. صنایع به‌طور کلی به‌عنوان نسل اول (صنعت ۱،۰)،

برای حرکت به سمت صنعت نسل ۴ ابتدا باید میزان آمادگی بررسی شود؛ زیرا عدم آمادگی توسعه فناوری یکی از دلایل شکست و عقب ماندگی صنایع است (طهماسبی، ۱۳۹۷). مدل‌های آمادگی صنعت ۴،۰، روش‌های ارزشمندی برای کمک به سازمان‌های تولیدی در ردیابی توسعه کسب‌وکار و عملیات خود هستند (Monsadeh et al., 2023). مدل‌های مختلفی در ادبیات در قالب مدل‌های ارزیابی آمادگی و بلوغ صنعت نسل ۴

برنامه‌ریزی و اجرا، (۳) همکاری و شبکه‌ها، (۴) مدل‌های کسب‌وکار، (۵) منابع انسانی و (۶) تغییر و رهبری (Schneider, 2018). آنچه از بررسی چالش‌ها مشخص است این است که چالش‌ها روی حوزه پیاده‌سازی صنعت نسل ۴ متمرکز هستند و چالش‌های آمادگی برای پذیرش این صنعت به‌صورت ویژه مورد بررسی قرار نگرفته است. این تحقیق به‌منظور پوشش این خلأ تحقیقاتی انجام شده است.

۳- روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق با رویکرد آمیخته و در ۲ فاز انجام می‌شود. فاز اول در راستای پاسخ به سوال اول تحقیق انجام شده است. در این مرحله جامعه آماری، مدیران شرکت‌های تولیدی فرش ماشینی کاشان و آران و بیدگل هستند. براساس اطلاعات موجود در سایت وزارت صنعت، معدن و تجارت (۱۴۰۱) ۷۴۸ شرکت فعال فرش ماشینی در این دو شهرستان وجود دارد که معادل ۸۸ درصد از کل شرکت‌های فعال در ایران است. به همین جهت، این دو شهرستان جهت ارزیابی انتخاب شدند. حجم نمونه براساس نرم‌افزار جی پاور در سطح خطای ۵ درصد، توان آزمون ۰٫۹۰ و اندازه اثر ۰٫۳ برابر با ۱۰۹ محاسبه گردید. بدین منظور ۱۱۵ پرسشنامه توزیع گردید که ۱۰۳ عدد از آنها به شکل کامل برگشت داده شد. ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه استاندارد سمرو و همکاران (۲۰۲۱) که دارای ۷ سوال است استفاده شده است (Somroo et al., 2021). روایی پرسشنامه به‌صورت صوری و پایایی آن توسط آلفای کرونباخ برابر ۰٫۹۵ محاسبه گردید. به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون‌های رتبه‌های علامت‌دار ویلکاکسون و تی یک نمونه‌ای استفاده گردید.

فاز دوم به‌منظور پاسخگویی به سوال دوم تحقیق انجام شده است. جامعه آماری این مرحله عبارتند از: ۱- خبرگان زنجیره تامین فرش ماشینی ایران که دارای حداقل ۵ سال سابقه مدیریتی و تحصیلات دانشگاهی باشند؛ ۲- اساتید دانشگاهی که دارای تحقیقات در زمینه فرش ماشینی هستند. شیوه نمونه‌گیری به‌صورت قضاوتی و حجم نمونه براساس اشباع نظری تعیین گردید. شیوه گردآوری داده‌ها به‌صورت میدانی و ابزار گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته است. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل تماتیک استفاده گردید. برای ارزیابی استحکام یافته‌ها از معیارهای گوبا و لینکلن (۱۹۸۲) استفاده گردید (Guba & Lincoln, 1982). بدین منظور محقق علاوه بر درگیری طولانی مدت، استفاده از سایر ابزارهای گردآوری

سازمانی، عملیات هوشمند، محصول هوشمند، خدمات داده محور و کارکنان را برای ارزیابی استفاده کردند (Maiser & van Dijk, 2019). سونی و نایک (۲۰۲۰) ابعاد مشارکت و تعهد مدیریت ارشد، انطباق کارکنان، آمادگی راهبرد سازمانی، سطح هوشمندی محصولات و خدمات، سطح دیجیتال‌سازی در زنجیره تامین و سطح دیجیتال بودن سازمان را ذکر کردند (Soni & Naik, 2020). منشی‌زاده و همکاران (۲۰۲۳) نیز ابعاد آمادگی عملیاتی، آمادگی سازمانی و آمادگی فناوریانه را ذکر کردند (Monsadeh et al., 2023). نکته مهم در مدل‌های موجود، پیچیدگی ابزار سنجش ارائه شده برای مدیران صنعتی است. زیرا بسیاری از واژه‌های استفاده شده برای مدیران صنعت غیر قابل درک است. در ضمن، تداخلی بین بلوغ و آمادگی در آنها دیده می‌شود و سوالاتی که مطرح می‌شوند، سوالاتی هستند که به نوعی بعد از پیاده‌سازی صنعت نسل ۴ در سازمان دیده می‌شود. با توجه به این موارد در این تحقیق از پرسشنامه سومرو و همکاران (۲۰۲۱) به علت قابل درک بودن سوالات و همچنین عدم تداخل مراحل آمادگی و پیاده‌سازی استفاده شده است.

تحقیقاتی که به بررسی چالش‌های صنعت نسل ۴ پرداخته‌اند، بر چالش‌های پیاده‌سازی این صنعت متمرکز بوده‌اند؛ مانند تحقیق نوذری و همکاران (۱۴۰۰) که چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیا را در زنجیره تأمین بررسی کردند. آنها ۱۰ چالش را با مرور ادبیات بدست آوردند و در قالب سه دسته چالش‌های «تکنیکی»، «تکنولوژیکی» و «محیطی، مالی و فرهنگی» بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که چالش‌های عدم وجود زیرساخت‌ها و مسائل امنیتی مهم‌ترین چالش‌ها هستند. همچنین حامدی و زمانی بابه‌گهری (۱۳۹۸) به ارزیابی چالش‌های پیاده‌سازی صنعت نسل ۴ پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد زیرساخت‌های فناوریانه مناسب با اهمیت‌ترین و راهبردهای متناسب با صنعت نسل ۴ کم اهمیت‌ترین چالش‌ها هستند. در مطالعات خارجی نیز تحقیقاتی مانند لوسرا و مانگلا (۲۰۱۸) وجود دارد که چالش‌های کلیدی برای ابتکارات صنعت ۴٫۰ و تجزیه و تحلیل چالش‌های کلیدی شناسایی شده را در هند انجام دادند. یافته‌های این تحقیق بیانگر ۱۸ چالش است که چالش‌های سازمانی بیشترین اهمیت را دارند. پس از آن چالش‌های فناوری، چالش‌های راهبردی و مسائل حقوقی و اخلاقی قرار دارند (Masoud & Zontag, 2020). همچنین تحقیق اشنايدر (۲۰۱۸) که ۱۸ چالش مدیریتی صنعت ۴٫۰ را شناسایی و در شش خوشه مرتبط بهم قرار دادند: (۱) راهبرد و تجزیه و تحلیل، (۲)



شکل ۳: نمودار رادار آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی

همان‌طور که از نمودار مشخص است، از سوی بازار فشاری بر این صنعت به‌منظور پذیرش صنعت نسل ۴ وجود دارد و این موضوع در کلیت صنعت نیز قابل درک است. میزان ریسک‌پذیری برای پذیرش صنعت نسل ۴ متوسط است اما در سایر جنبه‌ها، آمادگی پایین یا خیلی پایینی وجود دارد. جدول ۳: شاخص آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی بیانگر شاخص کلی آمادگی است:

جدول ۳: شاخص آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی

متغیر	مقایسه با ۲		مقایسه با ۳		مقایسه با ۴					
	حدود	sig	حدود	sig	حدود	sig				
آمادگی	بین ۲ و ۳	۰.۳۹	۰.۵۴	۰	-۰.۶۳	-۰.۴۶	۰	-۱.۶	-۱.۵	۰

از بررسی میانگین آمادگی مشخص است که میزان آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی از متوسط کمتر است. این سطح از آمادگی در کنار اهمیت بالایی که صنعت نسل ۴ دارد و فشاری که از بازار بر این صنعت وارد است، بیانگر اهمیت پرداختن به آماده‌سازی زنجیره تامین در راستای تحقیق صنعت نسل ۴ است. به‌منظور شناسایی چالش‌های آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با خبرگان انجام شد. در طول مصاحبه‌ها، تلاش گردید تا با ارتباط موثر با پاسخ‌دهنده، چالش‌های آمادگی از منظرهای مختلف شناسایی شود. متوسط زمان هر مصاحبه ۴۲ دقیقه بود. نمونه‌ای از کدگذاری انجام شده در جدول شماره ۴ آورده شده است:

جدول ۴: نمونه فرایند کدگذاری

مقوله	کد	نمونه‌ای از گزاره کلامی
چالش‌های دانشی-برنامه‌ای	نبود برنامه بلندمدت	وقتی برنامه راهبردی وجود ندارد نمی‌توان ... (P1)
	نبود تفکرات راهبردی در سازمان	... مدیران اصلاً تفکر برنامه‌های بلندمدت ندارند (P2) چندتا مدیر میتونید پیدا کنید که تفکر راهبردی داشته باشن؟ (P9)
	نبود دانش لازم در مدیران	... باید ببینیم که اکثر مدیران با این فناوری آشنایی ندارند (P1) من فکر نمی‌کنم مدیران ما دانش لازم رو داشته باشن ... (P7)
چالش بسندگی	قناعت پیشگی	آخرش که چی ... مادیات تا اندازه‌ای خوب است... (P2)
	بی‌انگیزه بودن	کی حال و حوصله این بحث‌ها را داره (P3)

داده مانند مشاهده و مستندات و برگشت یافته‌ها به خبرگان جهت تأیید، از کدگذار ثانویه نیز بهره گرفت. ضریب کاپا برابر با ۰٫۹۲ محاسبه گردید که عددی قابل قبول است.

۴- یافته‌ها

در مرحله اول تحقیق ۱۰۳ پرسشنامه به‌طور کامل دریافت شد. در مرحله دوم تحقیق نیز مصاحبه‌ها در نفر ۱۰ ام به اشباع رسید و جهت اطمینان تا نفر ۱۳ ام ادامه یافت. در جدول ۱: آمار توصیفی خبرگان آمار توصیفی خبرگان مرحله اول و دوم تحقیق نمایش داده شده است:

جدول ۱: آمار توصیفی خبرگان

متغیر	طبقه	فاز		متغیر	طبقه	فاز	
		اول	دوم			اول	دوم
تحصیلات	کارشناسی	۰٫۶۸	۰٫۳۱	سابقه کاری	۱۰-۱۵	۰٫۴۸	۰٫۴۶
	ارشد	۰٫۳۲	۰٫۳۱		۱۵-۲۰	۰٫۴۸	۰٫۳۸
	دکتری	۰	۰٫۳۸		<۱۵	۰٫۰۴	۰٫۱۶
سن	۲۰-۳۰	۰٫۱۹	۰٫۱۵	جنسیت	مرد	۰٫۹۷	۰٫۹۲
	۳۰-۴۰	۰٫۶۸	۰٫۴۶		زن	۰٫۰۳	۰٫۰۸
	>۴۰	۰٫۱۳	۰٫۳۹				

به‌منظور ارزیابی وضعیت آمادگی زنجیره تامین بر اساس هر یک از سؤالات پرسشنامه از آزمون میان رتبه‌های علامت‌دار ویلکاکسون استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲: بررسی می‌انه سؤالات آمادگی آورده شده است:

جدول ۲: بررسی میان سؤالات آمادگی

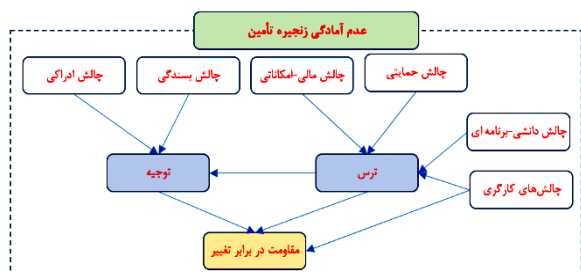
تفسیر	میان برابر با						سؤال
	۱٫۵	۲	۲٫۵	۳	۳٫۵	۴	
فشار زیاد بازار	۰	۰	۰	۰	۰٫۵۵	۰٫۱۴	فشار بازار
ریسک‌پذیری	۰	۰	۰	۰٫۵۳	۰	۰	ریسک‌پذیری
وجود دانش لازم	۰	۰٫۰۶	۰	۰	۰	۰	وجود دانش لازم
حمایت مدیران	۰	۰	۰٫۸۹	۰	۰	۰	حمایت مدیران
وجود شایستگی‌های لازم	۰٫۰۹	۰	۰	۰	۰	۰	وجود شایستگی‌های لازم
وجود انگیزه	۰	۰٫۹۰	۰	۰	۰	۰	وجود انگیزه
آزادی عمل	۰	۰٫۳۰	۰	۰	۰	۰	آزادی عمل

نمودار رادار (شکل ۳: نمودار رادار آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی) بیانگر وضعیت کلی زنجیره‌های تامین فرش ماشینی از منظر آمادگی پذیرش صنعت نسل ۴ است:

		توی این شرایط واقعاً جای این بحث‌ها نیست... (p12)
چالش‌های ادراکی	عدم درک فشار مشتری	... یعنی شما میگی مشتری دنبال اینا میگردد؟ (p7)
	نگاه کوتاه‌مدت در مدیران	... من دنبال فردام میگرم نه سال دیگه ... (p5) ... حالا وقت زیاده عجله نکنید فعلاً که داریم می‌باقیم (p6)
	عدم درک فشار رقابتی	رقبا هم کاری نمیکنن که بگیرم خیلی شرایط حیاتیه ... (p9) ... تو داخل که خبری نیست و همه مثل هم هستیم (p11)
چالش‌های حمایتی	عدم همکاری در زنجیره تأمین	... فرض کن من رفتم مابقی شرکا میان؟ (p2) مشکل ما اینکه که همه یکدست نیستیم و تهش اینه که فقط یک شرکت ... (p7)
	عدم حمایت دولت	وقتی دولت کاری نمیکنه منم نمیتونم ... (p3)
چالش‌های کارگری	کارگران بی تفاوت	واقعاً کارگران به دنبال این مسئله‌ها نیستند (p2) ... بیشتر کارگرها دنبال زندگی روزمره هستند (p5)
	مقاومت در برابر تغییر	همه صداشون در میاد، یه تغییر کوچک هم نمیشه انجام داد ... (p3)
	نبود دانش لازم در کارگران	منطقاً نیروی کارگری دانش لازم را نداره (p4) از کارگران ما که کسی چیزی از این فناوری سر در نیاره و مهارت هاشو نداره (p5)
	نبود انگیزه	کارگرها انگیزه لازم را ندارند (p9)
	نارضایتی	با این حقوق و دستمزد کارگرها راضی نیستند و دنبال این موارد نمیرن (p1)
چالش‌های مالی و امکاناتی	حس عدم حمایت	بیشترشون فکر میکنن اگر فناوری بیاد ما حمایت نمی‌کنیم و ... (p7) ... اکثر شرکت‌ها نمی‌تونن تأمین مالی این صنعت را انجام بدن (p1) این صنعت خیلی سرمایه‌گذاری سنگینی می‌خواد ... (p2)
	هزینه‌بر بودن	... فناوری موجود در شرکت ما نمیتونه با این فناوری همگام بشه (p6) حالا فرض کنید این فناوری اومد، زیرساخت‌های دولتی اجازه کار میده؟ (p9)
	زیرساخت‌های سازمانی	ما تو تأمین قطعات معمولی هم به علت محدودیت‌های وارداتی موندم چطوری بریم
	زیرساخت‌های کشور	فناوری پیشرفته وارد کنیم ... (p2)
	محدودیت‌های وارداتی	اگر به مشکلی برخوردیم و خرابی پیش اومد قطعاًش داخل کشور نیست ... (p3)
نبود صنایع مکمل		

اکثر مدیران یا توجیه میارن یا میترسن به سمت این صنعت برن در نتیجه مقاومت میکنن (p2)

با توجه به جدول ۵: نمونه گزارهای بی‌انگر روابط علی مدل مفهومی زیر ترسیم و جهت اعتبارسنجی به خبرگان داده شد و تاییدیه خبرگان گرفته شد:



شکل ۴: مدل مفهومی چالش‌های آمادگی زنجیره تأمین فرش ماشینی برای پذیرش صنعت نسل ۴

۵- نتیجه گیری

با توجه به تحولات جهانی و به‌روز صنعت نسل ۴، صنایع با فشار رقابتی مضاعفی روبرو هستند. صنعت فرش ماشینی ایران نیز با توجه به تضعیف جایگاه رقابتی خود باید توجه ویژه‌ای به

آنچه از مصاحبه‌ها و در قالب روابط فی‌مابین چالش‌ها شناسایی گردید، آن است که این چالش‌ها باعث ایجاد «ترس»، «توجیه» و «مقاومت در برابر تغییر» می‌شوند که خروجی آن «عدم آمادگی» خواهد بود. براساس متون مصاحبه‌ها و نمونه جملات (جدول ۵: نمونه گزارهای بی‌انگر روابط علی) می‌توان مدل مفهومی بین چالش‌ها (شکل شماره ۳) را ترسیم کرد:

جدول ۵: نمونه گزارهای بی‌انگر روابط علی

رابطه علی	گزاره
تأثیر چالش‌های «مالی و کارگری» بر ایجاد ترس	وقتی کسی همکاری نمیکنه و محدودیت‌های مالی هم هست مدیران میترسن سمت این صنعت برن (p2) وقتی کارگرها آماده نباشن کسی ریسک نمیکنه (p5) خیلی از مدیران دانش ندارند و میترسن ... (p10)
تأثیر چالش‌های «بسنده‌گی» و «ادراکی» بر ایجاد توجیه	وقتی میگیرم شرایط خوبه دیگه هزارتا توجیه هم میاریم (p2) وقتی فشاری روی ما نباشه میگیرم شرایط خوبه (p3)
تأثیر چالش‌های «کارگری»، «ترس» و «توجیه» بر مقاومت در برابر تغییر	وقتی کارگر آماده نباشه مقاومت میکنه (p9)

چالش‌ها باید سطح علمی و مهارتی مدیران صنعت فرش ماشینی ارتقاء یابد. اکثر شرکت‌ها به‌صورت مالک-مدیر اداره می‌شوند و مالکان نیز تحصیلات مناسبی ندارند. نکته مهم‌تر از آن عدم احساس نیاز اکثر مدیران به دانش است. فرش ماشینی حاشیه سود مناسبی دارد و عموماً به فروش می‌رسد؛ در نتیجه مدیران از عملکرد خود راضی هستند. تمامی این موارد زمانی قابل‌رفع خواهد بود که با بررسی تحولات بازارهای جهانی، مدیران این صنعت متوجه نفوذ گسترده کشورهای همسایه در بازار فرش و کاهش نسبی سهم ایران شوند؛ در نتیجه برگزاری دوره‌های توجیهی برای مدیران، موکول کردن مجوز کسب‌وکار به پشت سر گذاشتن دوره‌های توانمندی و مهارت‌افزایی و همچنین ایجاد مشوق‌هایی برای شرکت‌های پیشرو در این زمینه ضروری است. چالش مهم دیگر چالش‌های کارگری است. شرکت‌های فرش ماشینی نیازمند کارگران ساده تا نیمه ماهر هستند و با توجه به روند روبه رشد تحصیلات دانشگاهی، کارگر ساده در منطقه به مقدار کمتری وجود دارد. این موضوع باعث بالارفتن قدرت چانه‌زنی کارگران و عدم تمایل نسبت به موارد چالشی (مثل تحول فناوری) شده است. برون‌رفت از این وضعیت دو راهکار اصلی دارد: ۱- سرمایه‌برتر کردن فناوری مورد استفاده در صنعت فرش ماشینی و کاهش نیروی انسانی ۲- تغییر مشوق‌ها برای کارگران (تغییر شرایط راندمان کاری) از مترژ بافت و تعداد فرش رفو شده به میزان اثربخشی سازمانی (البته باید شیوه سنجش این رویکرد نیز مشخص گردد). چالش‌های «حمایتی» و «مالی امکاناتی» نیز جایگاه مهمی در مدل دارند و باید دولت برنامه مشخصی برای توسعه دانش‌بنیان در این زمینه، ارتقاء زیرساخت‌های لازم برای توسعه صنعت ۴,۰ و رفع محدودیت‌های وارداتی داشته باشد. در نهایت، چالش‌های «بسندگی» و «ادراکی» وجود دارند که به‌طور عمده ناشی از شرایط مطلوب فروش در بازار فرش و حاشیه سود مناسبی است که این محصول دارد. حلقه مشترک اکثر چالش‌ها، عدم مهارت و توان مدیریتی است. در نتیجه لازم است اتاق بازرگانی و وزارت صنعت، معدن و تجارت برنامه‌های مدونی در این زمینه داشته باشد. باید سازوکارهایی در این زمینه اتخاذ شود؛ مواردی مانند وابستگی اعطای تسهیلات به گذراندن دوره‌های خاص می‌تواند تا حدی راهگشا باشد. در غیر این صورت اکثر سرمایه‌داران رغبتی برای این موضوع نخواهد داشت و نتیجه آن عدم درک اهمیت موضوع خواهد بود.

صنعت ۴,۰ داشته باشد. در صورتی که روند فعلی ادامه پیدا کند کاهش بیشتر سهم بازار ایران بسیار محتمل است. زیرا یکی از مزیت‌های فرش ایرانی، طرح و نقش خلاقانه است که در سال‌های اخیر کشورهای رقیب با جذب طراحان ایرانی و حتی کپی کردن طرح‌های ایرانی، سهم بازار ایران را گرفته‌اند و قدرت این مزیت را کم‌رنگ کرده‌اند. اگر در کنار این مزیت، سایر مزیت‌ها تقویت نشود، کاهش بیشتر سهم بازار برای ایران محتمل خواهد بود. یکی از مهم‌ترین راه‌های ایجاد مزیت (کاهش هزینه، سرعت عمل، تنوع محصول و ...) به کارگیری فناوری‌های پیشرفته است. با توجه به این موارد در این تحقیق آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی برای پذیرش نسل چهارم صنعت ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که آمادگی کلی زنجیره تامین پایین است و فقط در قسمت‌های درک فشار بازار وضعیتی خوب و در ریسک‌پذیری وضعیتی متوسط دارند. برخی از مشکلات در صنعت ۴,۰ در اثر نبود روشی برای اندازه‌گیری سطح فعلی ظرفیت شرکت‌ها و شناسایی راهبردی مناطقی که نیاز به بهبود دارند تشدید می‌شوند (Vasconcellos et al., 2021). با توجه به اهمیت این موضوع، باید چالش‌های آمادگی زنجیره تامین فرش ماشینی برای پذیرش صنعت نسل ۴ شناسایی گردد تا راهی برای بهبود آنها ایجاد گردد.

نتایج مرحله دوم بیانگر ۲۰ چالش هستند که در دسته‌های چالش‌های دانشی-برنامه‌ای، چالش بسندگی، چالش‌های ادراکی، چالش‌های حمایتی، چالش‌های کارگری و چالش‌های مالی و امکاناتی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که این چالش‌ها باعث بروز ترس و توجیه در بین مدیران زنجیره تامین و در نهایت مقاومت در برابر تغییر می‌شود. از منظر چالش‌های شناسایی شده، بعضی از آنها با چالش‌هایی که در تحقیقات قبلی مشاهده شده‌اند اشتراک دارد مانند چالش همکاری و هماهنگی (Bause et al., 2019)، نبود دانش و مهارت لازم (Ougra, 2019)، هزینه‌های اجرا (Oh, 2020; Masoud & Zontag, 2020)، زیرساخت‌ها (Oh, 2021)، نبود برنامه‌های بلند مدت، مشکلات زیرساختی و عدم حمایت دولتی (Luthra & Mangla, 2018). سایر چالش‌ها در تحقیقات بررسی شده مشاهده نگردید.

با توجه به اینکه صنعت فرش ماشینی نقش مهمی در صادرات غیرنفتی ایران دارد، باید توجه ویژه‌ای به این صنعت شود. مدل ارائه شده بیانگر نقش مهم و اساسی چالش‌های «دانشی-برنامه‌ای» و «چالش‌های کارگری» است. برای رفع این

فهرست منابع

- حامدی، مهدیه، زمانی بابگهری، علی. (۱۳۹۸). "ارزیابی چالش‌های اجرای Industry 4.0 در شرکت‌های تولیدی با استفاده از تکنیک بهترین بدترین فازی (FBWM)". چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی.
- طهماسبی، حمزه. (۱۳۹۷). "شناسایی و تعیین عوامل اصلی توسعه تکنولوژی با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) مطالعه موردی: بنگاه‌های کوچک و متوسط استان گیلان"، فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۱۶(۳۴)، ۳۸-۲۵.
- نوذری، حامد، صادقی، محمدابراهیم، قهرمانی نهر، جاوید، نجفی، سیداسماعیل. (۱۴۰۰). "تحلیل کمی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره تأمین دیجیتال مبتنی بر فناوری اینترنت اشیا (زنجیره تأمین ۴.۰)"، مدیریت استاندارد و کیفیت، ۱۱(۳)، ۹۴-۶۳.
- Ávila Bohórquez, J. H., Gil Herrera, R. D. J. (2022). "Proposal and validation of an industry 4.0 maturity model for SMEs", Journal of Industrial Engineering and Management, 15(3), pp. 433-454.
- Bastos, A., De Andrade, M. L. S. C., Yoshino, R. T., Santos, M. M. D. (2021). "Industry 4.0 readiness assessment method based on RAMI 4.0 standards", IEEE Access, 9, pp. 119778-119799.
- Bause, M., Esfahani, B. K., Forbes, H., Schaefer, D. (2019). "Design for health 4.0: Exploration of a new area", In Proceedings of the design society: international conference on engineering design, Cambridge University Press, 1(1), pp. 887-896.
- Bhagwan, N., Evans, M. (2023). "A review of industry 4.0 technologies used in the production of energy in China", Germany, and South Africa. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 173, 113075.
- Dikhanbayeva, D., Shaikholla, S., Suleiman, Z., Turkyilmaz, A. (2020). "Assessment of industry 4.0 maturity models by design principles", Sustainability, 12(23), 9927.
- Genest, M. C., Gamache, S. (2020). "Prerequisites for the implementation of Industry 4.0 in manufacturing SMEs", Procedia Manufacturing, 51, pp. 1215-1220.
- Gholami, H., Abu, F., Lee, J. K. Y., Abdul-Nour, G. (2023). "An analysis of the literature on Industry 4.0 and the major technologies", In Sustainable manufacturing in Industry 4.0, pp. 19-39.
- Guba, E. G., Lincoln, Y. S. (1982). "Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry", ECTJ, 30(4), pp. 233-252.
- Hajoary, P. K. (2023). "Industry 4.0 Maturity and Readiness: A case of a Steel Manufacturing Organization", Procedia Computer Science, 217, pp. 614-619.
- Karatas, M., Eriskin, L., Deveci, M., Pamucar, D., Garg, H. (2022). "Big data for healthcare Industry 4.0: Applications, challenges, and future perspectives", Expert Systems with Applications, 116912.
- Lemstra, M. A. M. S., de Mesquita, M. A. (2023). "Industry 4.0: A tertiary literature review", Technological Forecasting and Social Change, 186, 122204.
- Luthra, S., Mangla, S. K. (2018). "Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies", Process Safety and Environmental Protection, 117, 168-179.
- Maiseri, W., van Dijk, L. (2019). "Evaluating Industry 4.0 readiness for South African manufacturing industries", South African Journal of Industrial Engineering, 30(3), pp. 134-148.
- Masoud, T., Zontag, P. (2020). "Industry 4.0 adoption: Challenges and benefits for SMEs", Computers in Industry, 121, 103261.
- Monsadeh, F., Moghadami, M. R. S., Mansoori, T., Kumar, M. (2023). "Developing an industry 4.0 readiness model using fuzzy cognitive maps approach", International Journal of Production Economics, 255, 108658.
- Oh, J. (2021). "The future of healthcare in Singapore: Challenges and benefits of integrating the use of Industry 4.0 technologies and public and institutional acceptance", Retrieved from SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3957676>.
- Ougra, F. (2019). "Revisiting Industry 4.0: A new definition", In Intelligent Computing: Proceedings of the 2018 Computing Conference, pp. 1156-1162, Springer International Publishing.
- Quiroga, M. M., Fuso Wamba, S., Chiappa Jabor, S. J., Lopes de Souza Jabor, A. B., Machado, M. J. (2022). "Industry 4.0 technology adoption by organizations: from a maturity levels perspective", Annals of Operations Research, 1-27.
- Rafael, L. D., Jiménez, G. E., Cristina, L., Ibón, S. L. (2020). "A maturity model for industry 4.0 in machine tool companies", Technological Forecasting and Social Change, 159, 120203.
- Saleh, N. E., Ajaab, M. T. (2022). "Industry 4.0 readiness assessment (IR4.0) among industry players: A systematic literature review", In Artificial Intelligence and Applications. <https://doi.org/10.47852/bonviewAIA2202336>.
- Schneider, P. (2018). "Managerial challenges of Industry 4.0: An empirical research agenda for an emerging field", Management Review, 12(3), pp. 803-848.
- Simitinger, F., Basel, J. (2022). "A pilot study: Assessing manufacturing SMEs with a new industry 4.0 maturity model for manufacturing SMEs (I4MMSME)", Procedia Computer Science, 200, pp. 1068-1077.
- Somroo, M. A., Hizam-Hanafiah, M., Abdullah, N. L., Ali, M. H., Josoh, M. S. (2021). "Industry 4.0 readiness of technology companies: A pilot study from Malaysia", Administrative Sciences, 11(2), 56.

- Soni, M., & Naik, S. (2020). "Necessary materials for evaluating industry 4.0 readiness for organizations: A literature review", benchmarking: An International Journal, 27(7), pp. 2213-2232.
- Tortora, A. M., Maria, A., Iannone, R., Pianese, C. (2021). "A survey study on Industry 4.0 readiness level of Italian small and medium enterprises", Procedia Computer Science, 180, pp. 744-753.
- Trade statistics for international business development. (2023). *Carpet and other textile floor coverings*, Retrieved 01/04/2024 from: https://www.trademap.org/
- Tripathi, S., Gupta, M. (2021). "Indian supply chain ecosystem readiness assessment for Industry 4.0. International", Journal of Emerging Markets. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-08-2020-0983>.
- Vasconcellos, L. R., Junior, P. G., Rodrigues, F. (2021). "An Industry 4.0 maturity model applied to the automotive supply chain", Revista Gestão & Tecnologia, 21(4), pp. 230-258.
- Virmani, N., Sharma, S., Kumar, A., Luthra, S. (2023). "Adoption of Industry 4.0 evidence in emerging economy: Behavioral reasoning theory perspective", Technological Forecasting and Social Change, 188, 122317.

Reference (In Persian)

- Amin Tahmasebi, H. (2018). "Identifying the main factors of technology development using interpretive structural modeling (ISM)", Journal of Industrial Technology Development,
- Hamed, M., Zamani Babgohari, A. (2019). "Assessing the challenges of implementing Industry 4.0 in manufacturing companies using the Fuzzy Best-Worst Method (FBWM) technique", Fourth International Industrial Management Conference.
- Nozari, H., Sadeghi, M. E., Ghahremani Nahr, J., Najafi, S. E. (2021). "Quantitative Analysis of Implementation Challenges of IoT-Based Digital Supply Chain (Supply Chain 0/4)", Journal of Quality & Standard Management (JQSM), 11(3), pp. 63-94.

