



Designing the Competency Model of the Workforce in Manufacturing Industries During the Fourth Industrial Revolution

Ali Mirzaei Eslamlou*^{ID}
Majid Bagherzadeh Khajeh**^{ID}
Morteza Mahmoudzadeh***^{ID}
Mojtaba Ramezani****^{ID}

Extended Abstract

Introduction: Despite the technological revolution transforming work processes, digital transformation requires inherent human skills to ensure the usability and efficiency of digital technologies. Accordingly, the labor market must adapt to these related demands. The Fourth Industrial Revolution has significantly impacted the workforce, leading to major shifts in job profiles. The aim of this research is to design a competency model for the workforce during the Fourth Industrial Revolution and to test this model in large manufacturing companies in East Azerbaijan Province.

Methods: This study is classified as applied-developmental research and employs an exploratory mixed-method approach (qualitative-quantitative). In the qualitative phase, the grounded theory method and NVivo software were utilized to determine the structure and components of the workforce competency model in manufacturing industries. In the quantitative phase, structural equation modeling was employed. The statistical population in the qualitative phase included academic experts and industrial managers, while in the quantitative phase, industrial managers formed the population (302 individuals). The qualitative sample was selected based on theoretical saturation, resulting in 17 expert participants for interviews. In the quantitative phase, 90 managers were selected using the rule of thumb sampling method. The study's spatial domain included large manufacturing industries in East Azerbaijan Province, and the temporal domain was the year 1401 (2022-2023). Research tools included semi-structured interviews for the qualitative phase and questionnaires based on qualitative findings for the quantitative phase. Data analysis in the qualitative phase was conducted using open, axial, and selective coding, while structural equation modeling was employed for quantitative analysis.

Received: Aug. 26, 2023; Revised: Nov. 02, 2023; Accepted: Nov. 26, 2024; Published Online: Dec. 12, 2024.

* PhD Student, Department of Industrial Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

** Assistant Professor, Department of Industrial Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Corresponding Author: bagherzadeh@iaut.ac.ir

*** Assistant Professor, Department of Industrial Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

**** Assistant Professor, Department of Business Management, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran.



Results and discussion: The findings indicate that causal, contextual, and intervention conditions directly influence the design of a workforce competency model for the Fourth Industrial Revolution. Causal conditions, such as the dynamic technological environment and the need for new skills, push the workforce towards continuous learning and skill updates. Contextual conditions, including cultural support and infrastructure investment, strengthen learning processes and competency development. Intervention conditions, such as managerial interventions and training programs, enhance workforce capabilities in technical and social domains. These factors contribute to achieving organizational goals and improving job satisfaction by enhancing organizational performance and work quality. The findings underscore the necessity of adopting appropriate strategies to continuously improve workforce competencies, enabling organizations to succeed in today's competitive environment.

Conclusion: The research results highlight the importance of identifying key skills for designing a workforce competency model in the Fourth Industrial Revolution. These skills include mastery of new technologies, social skills and collaboration, adaptability and flexibility, and critical and creative thinking. These competencies are crucial for strengthening workforce capabilities and addressing new workplace challenges. Furthermore, the study emphasizes the need for supportive cultural and governmental infrastructures to facilitate successful implementation. Consistent training and development programs should be employed to enhance employee skills. Ultimately, this competency model supports organizations in increasing productivity, improving work quality, and enhancing job satisfaction and talent retention.

Keywords: workforce competencies, manufacturing industries, Fourth Industrial Revolution, inherent skills, digital technologies.

How to Cite: Mirzaei Eslamlou, Ali; Bagherzadeh Khajeh, Majid; Mahmoudzadeh, Morteza; Ramezani, Mojtaba (2024). Designing the Competency Model of the Workforce in Manufacturing Industries During the Fourth Industrial Revolution. *Ind. Manag. Persp.*, 14(4), 201-222 (In Persian).



طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار صنایع تولیدی در انقلاب صنعتی چهارم

علی میرزائی اسلاملو*^{ID}

مجید باقرزاده خواجه**^{ID}

مرتضی محمودزاده***^{ID}

مجتبی رضانی****^{ID}

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف: با وجود تحولات ناشی از فناوری‌ها در فرآیندهای کاری، دگرگونی دیجیتال مستلزم بهره‌گیری از مهارت‌های انسانی برای تضمین قابلیت استفاده و کارایی فناوری‌های دیجیتال است. در این راستا، بازار کار نیز نیازمند انطباق با تقاضاهای جدید مرتبط با این تغییرات است. انقلاب صنعتی چهارم تأثیر چشمگیری بر نیروی کار داشته و موجب دگرگونی‌های اساسی در پروفایل‌های شغلی شده است. بر همین اساس، این پژوهش با هدف طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم و آزمون آن در شرکت‌های تولیدی بزرگ استان آذربایجان شرقی انجام شده است.

روش‌ها: پژوهش حاضر به لحاظ هدف، در حوزه پژوهش‌های کاربردی- توسعه‌ای قرار دارد و روش تحقیق آمیخته اکتشافی (کیفی- کمی) بوده است که در بخش کیفی بر اساس روش داده بنیاد و استفاده از نرم‌افزار NVivo، سازه و اجزاء الگوی شایستگی‌های نیروی کار در صنایع تولیدی مشخص شده است. همچنین در بخش کمی از معادلات ساختاری استفاده شده است. جامعه آماری در بخش کیفی، خبرگان دانشگاهی و مدیران صنعتی بودند و در بخش کمی، مدیران بخش صنعتی که تعداد ایشان ۳۰۲ نفر بوده است، نمونه‌گیری در بخش کیفی به صورت اشباع نظری انجام گرفته و هفده فرد خبره در مصاحبه‌ها شرکت نموده‌اند. در بخش کمی با استفاده از قاعده سرانگشتی ۹۰ نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند، قلمرو مکانی تحقیق صنایع تولیدی بزرگ استان آذربایجان شرقی و قلمرو زمانی آن سال ۱۴۰۱ بوده است. ابزار پژوهش در بخش کیفی مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و در بخش کمی پرسشنامه بر اساس یافته‌های بخش کیفی بوده و برای تجزیه و تحلیل یافته‌های کیفی از روش کدگذاری باز، محوری و انتخابی و در بخش کمی از معادلات ساختاری استفاده شده است.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۱۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۶، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲.

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

** استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

نویسنده مسئول: bagherzadeh@iaut.ac.ir

*** استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

**** دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران.

یافته‌ها: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌ای به‌طور مستقیم بر طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم تأثیرگذار هستند. در شرایط علی، عواملی مانند پویایی محیط فناوری و نیاز به مهارت‌های جدید، نیروی کار را به سمت یادگیری و به‌روزرسانی مداوم مهارت‌ها سوق می‌دهند. از سوی دیگر، شرایط زمینه‌ای شامل پشتیبانی فرهنگی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها به تقویت فرآیند یادگیری و توسعه شایستگی‌ها کمک می‌کند. همچنین، مداخلات مدیریتی و برنامه‌های آموزشی به‌عنوان شرایط مداخله‌ای، می‌توانند به افزایش توانمندی‌های نیروی کار در زمینه‌های فنی و اجتماعی کمک کنند. این شرایط به‌واسطه ارتقاء عملکرد سازمانی و بهبود کیفیت کار، به تحقق اهداف سازمانی و افزایش رضایت شغلی منجر می‌شوند. در نهایت، این یافته‌ها بر لزوم اتخاذ راهکارهای مناسب برای بهبود مستمر شایستگی‌های نیروی کار تأکید می‌کنند تا سازمان‌ها بتوانند در دنیای رقابتی امروز به موفقیت دست یابند، نتایج حاصل از بخش کمی پژوهش بیانگر آن بود که شرایط علی بر مقوله اصلی و مقوله اصلی بر راهبردها و راهبردها بر پیامدها تأثیر مثبت و معناداری دارد. شرایط مداخله‌گر بر راهبردها و در نهایت شرایط زمینه‌ای بر راهبردها تأثیر مثبت و معناداری دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهند که برای طراحی الگوی شایستگی نیروی کار در دوران انقلاب صنعتی چهارم، نیاز به شناسایی مهارت‌های کلیدی است که شامل تسلط بر فناوری‌های نوین، مهارت‌های اجتماعی و همکاری، سازگاری و انعطاف‌پذیری، و تفکر انتقادی و خلاق می‌شود. این شایستگی‌ها در افزایش توانمندی‌های نیروی کار و پاسخ‌گویی به چالش‌های جدید محیط کار حیاتی هستند. همچنین، پژوهش به ضرورت زیرساخت‌های حمایتی فرهنگی و دولتی برای پیاده‌سازی موفق این الگو اشاره دارد و تأکید می‌کند که آموزش‌های منسجم و برنامه‌های توسعه‌ای باید برای ارتقاء مهارت‌های کارمندان به کار گرفته شوند. در نهایت، این الگوی شایستگی به سازمان‌ها کمک می‌کند تا بهره‌وری را افزایش دهند، کیفیت کار را بهبود بخشند و رضایت شغلی و نگهداری استعدادها را تقویت کنند.

کلید واژه‌ها: شایستگی‌های نیروی کار، صنایع تولیدی، انقلاب صنعتی چهارم، مهارت‌های ذاتی، فناوری‌های دیجیتال.

استناددهی: میرزائی اسلاملو، علی؛ باقرزاده خواجه، مجید؛ محمودزاده، مرتضی؛ رضایی، مجتبی (۱۴۰۳). طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار صنایع تولیدی در انقلاب صنعتی چهارم. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴(۴)، ۲۰۱-۲۲۲.



۱. مقدمه

ساختار اقتصادی در طول زمان به دلیل توسعه فناوری تغییر کرده است. این توسعه با طلوع اولین انقلاب صنعتی (۱۷۶۰-۱۸۴۰) آغاز شد. پس از آن، جهان شاهد دو انقلاب دیگر در پایان قرن نوزدهم و بین دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۹۰ بود [۴۳، ۱۳]. انقلاب صنعتی چهارم که در آغاز هزاره آغاز شده، صنعت ۴۰ نیز نامیده می‌شود و در دهه اخیر شتاب گرفته است. اصطلاح نسل چهارم صنعتی در اصل نشان‌دهنده برنامه‌ای برای دیجیتالی کردن و توسعه استراتژیک صنعت آلمان بوده است [۲۰]. صنعت ۴۰ نشان‌دهنده یک انقلاب تکنولوژیکی بزرگ است که عمدتاً در صنعت، کارخانه‌ها و تولید اتفاق می‌افتد. به همین دلیل است که صنعت ۴۰ و در نتیجه انقلاب صنعتی چهارم اغلب به عنوان «کارخانه هوشمند»، «صنعت هوشمند» یا «تولید پیشرفته» شناخته می‌شوند. استفاده از فناوری‌های نوظهور در صنعت ۴۰ برای برآورده کردن الزامات تولید، باعث تغییر سریع در بازار کار شده است که به عنوان تأثیر دیجیتال بر بازار کار تعریف شده است. نسل چهارم صنعتی بر بسیاری از مشاغل تأثیر گذاشته و ماشین‌ها را جایگزین انسان‌ها کرده است. مطالعات قبلی تأیید کرده است که تنها منابع انسانی با مهارت و ماهر قادر به کنترل فناوری‌های صنعت ۴۰ خواهند بود. فناوری‌های نوظهور صنعت ۴۰ به چیزی بیش از انجام یک کار یا حل یک مشکل در هر زمینه نیاز دارند [۲۳، ۱۵، ۶].

علیرغم انقلاب ناشی از فناوری‌ها در فرآیندهای کاری، دگرگونی دیجیتال نیازمند مهارت‌های ذاتی انسانی برای اطمینان از قابلیت استفاده و کارایی برای کاربرد فناوری‌های دیجیتال است [۳۷، ۳۵، ۳۲، ۳۱، ۲۹، ۱۴، ۱۰]. به این معنا، بازار کار نیاز به انطباق با تقاضاهای مرتبط دارد [۴۰، ۲۲]. زیرا افزایش هوشمندی در سیستم فناوریانه و تولید داده‌های پیچیده به کارگران واجد شرایط بیشتری نیاز دارد تا در زمینه‌های بسیار متفاوت کاری تصمیم بگیرند [۱۹، ۸].

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در رابطه با شایستگی‌های نسل چهارم نیروی کار، تا به حال، الگو و یا مدل‌های خاصی ارائه نشده است [۱۹]. بیشتر مطالعات انجام گرفته در این حوزه به بررسی چالش‌ها و نیازمندی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی توجه نموده‌اند و در آنها مدلی و یا الگوی خاصی برای مشخص نمودن شایستگی‌های نسل چهارم نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم ارائه نشده است. از طرفی نیز بیشتر تحقیقات انجام شده در این حوزه، نگرشی محدود به شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی داشته و این شایستگی‌ها را در چارچوب محدودی بررسی کرده‌اند [۲]. به نظر می‌رسد برای شناخت بهتر شایستگی‌ها و مهارت‌های مورد نیاز نیروی کار متخصص در نسل چهارم صنعتی، نیاز به یک نگرش جامع وجود دارد که این تحقیق به دنبال این موضوع است.

از منظر آماری، بررسی محقق نشان می‌دهد که با توسعه توجه به فناوری‌های نسل چهارم صنعتی از چند سال پیش، محققان اقدام به بررسی جنبه‌ها و ابعاد تأثیرگذاری این پارادایم بر سایر جنبه‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی جوامع نموده‌اند. در این بین با توجه به تأثیرگذاری بیشتر این پارادایم بر نیروی کار به خاطر استفاده از فناوری‌های جدید [۲]، روند مطالعات نیز در این خصوص بیشتر شده و محققان علاقه‌مند به شناخت بیشتر و بهتر مهارت‌ها و شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی شده‌اند. با توجه به اینکه هر فردی دارای شخصیت، ادراک و نگرش منحصر به فردی است، لذا تأثیر فناوری‌های نسل چهارم صنعتی نیز در جوامع مختلف متفاوت خواهد بود که این موضوع سبب گردیده، هر روز تعداد بیشتری از محققان اقدام به مطالعه شایستگی‌های نیروی کار در بافت بومی منحصر به فرد نمایند. بر همین اساس نیز ضرورت دارد تا در داخل کشور نیز به این مسئله توجه گردد.

با توجه به مباحث مطرح شده، به نظر می‌رسد که با توجه به ساختار چند بعدی نسل چهارم صنعتی، تحقیقات انجام شده هنوز در تبیین شایستگی‌های مورد نیاز نیروی کار شاغل در صنعت ۴۰ موفق نبوده‌اند، از طرفی نیز با توجه به جایگاه استان آذربایجان شرقی به عنوان یکی از قطب‌های صنعتی کشور، حفظ این جایگاه و توسعه آن نیازمند استفاده از فناوری‌های جدید در تولید می‌باشد که در قالب نسل چهارم صنعتی مشخص می‌گردد. بنابراین صنایع تولیدی این استان دیر یا زود بایستی الزامات نسل چهارم صنعتی را مورد پذیرش قرار داده و از ابزار و فناوری‌های آن در شرکت‌های خود بهره‌گیری نمایند. بر همین اساس با توجه به تأثیر قابل توجه فناوری‌های نسل چهارم صنعتی بر ماهیت شغل، شایستگی‌ها و مهارت‌های جدیدی نیز برای نیروی کار متخصص این صنایع نیاز خواهد بود. لذا با توجه به اینکه تا به حال تحقیقی در صنایع تولیدی استان در این خصوص انجام نشده است، نیاز است تا با یک بررسی نظامند، به این موضوع توجه گردد

که شایستگی‌های مورد نیاز نیروی کار متخصص در انقلاب صنعتی چهارم، چه شایستگی‌هایی خواهد بود. از این رو مشخص نمودن این شایستگی‌ها در قالب یک مدل می‌تواند به مدیران صنایع تولیدی در جهت نگرش بهتر به پیاده‌سازی الزامات نسل چهارم صنعتی کمک نماید. بر همین اساس، هدف این پژوهش طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم در صنایع تولیدی می‌باشد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

انقلاب صنعتی چهارم

اصطلاح نسل چهارم صنعتی در نمایشگاه هانوفر در سال ۲۰۱۱ ابداع گردید و توضیح می‌دهد که چگونه فناوری‌های دیجیتال زنجیره‌های ارزش جهانی را متحول می‌کند [۲۱]. برخی‌ها شروع استفاده از این اصطلاح را به کاگرم^۱ و همکاران (۲۰۱۱) منتسب می‌دانند که پایه و اساس این پدیده نوظهور را ایجاد کرد. آنها آلمان را به عنوان یک کشور پیشرو در بخش تولید شناسایی کردند که در آن صنعت ۴۰ می‌تواند به بهترین نحو اجرا شود و دنیای واقعی را با دنیای مجازی که در حال ایجاد کارخانه‌های هوشمند هستند، ترکیب کند [۲۰]. در واقع صنعت ۴۰ یک ساختار آینده‌نگر است که تکامل سیستم‌های تولید مستقل را با کاربرد اینترنت اشیا، سیستم‌های فیزیکی سایبری و هوش مصنوعی می‌سازد [۲۴].

انقلاب صنعتی چهارم با ظهور برخی فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیا و سیستم‌های سایبرفیزیکی و استفاده از آن‌ها در صنعت آغاز شد. اتصال تمام ابزارها، ماشین‌ها، فرایندهای تولید و بخش‌های مختلف یک کارخانه از طریق استفاده از فناوری اینترنت اشیا صنعتی و سیستم‌های سایبرفیزیکی یکی از نتایج اصلی انقلاب صنعتی چهارم است. در انقلاب صنعتی چهارم، سرعت تغییرات و پیشرفت‌ها بسیار بالا است و پیش‌بینی می‌شود تحولات ناشی از آن در صنعت، به مراتب فراتر از سطح خودکارسازی‌ای باشد که با ورود فناوری اطلاعات به صنعت پدید آمد [۳]. تأثیر انقلاب صنعتی چهارم بر صنایع، نه تنها معرفی یک کارخانه هوشمند، بلکه معرفی اصطلاح محصول هوشمند بوده تا در عین حفظ بهره‌وری، رضایت مصرف‌کننده را از طریق ادغام دنیای فیزیکی و مجازی در قالب ترکیب روند کلاسیک در فناوری‌های اتوماسیون سازمان به ارمغان بیاورد. بدین منظور، تجزیه و تحلیل اطلاعات بلادرنگ برای بهبود فرایندهای تولید و ایجاد روابط بین سازمان و محیط، سازمان و جوامع، سازمان و زنجیره‌های ارزش و سازمان و انسان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تعریف، بیانگر آن است که تأثیر نسل چهارم صنعتی بر تولید، شامل هدف قرار دادن تمامی فرایندها و عملکردها برای دستیابی به هوشمندی و انعطاف‌پذیری است [۲۶]. در تولید، نسل چهارم صنعتی بر محصولات هوشمند و فرایندهای تولیدی تمرکز دارد. ویژگی‌های اصلی نسل چهارم صنعتی، دیجیتالی کردن، بهینه‌سازی و سفارشی‌سازی، اتوماسیون و سازگاری، تعامل انسان و ماشین، خدمات و مشاغل ارزش افزوده، خودکارسازی داده‌ها و ارتباطات به‌هنگام است [۲۱]. به شکل کلی، ویژگی نسل چهارم صنعتی از ارتباطات، اتصال و تعامل بی‌درنگ بین ماشین‌ها، افراد و محصولات ناشی می‌شود. این شرکت‌ها یک مدل دیجیتال را از طریق تولید هوشمند توسعه می‌دهد تا خواسته‌های مشتری را با انعطاف‌پذیری بسیار بالا برآورده کند [۳۸].

نسل چهارم صنعتی و تأثیر بر مجموعه شایستگی‌های نیروی انسانی

از آنجایی که ابهامات جمعیت‌شناختی، فناوری و اجتماعی-اقتصادی صنایع و مدل‌های کسب و کار را به سرعت تغییر می‌دهد، بسیاری از مدیران کسب و کار مطمئن نیستند که آیا مهارت‌ها و شایستگی‌های کاری مناسب را برای آینده تعیین می‌کنند یا خیر [۱]. هرناندز-دی‌مندز^۲ و همکاران (۲۰۲۰) معتقد هستند که دانش‌آموزان نسل Z (افرادی که از سال ۱۹۹۵ به بعد متولد شده‌اند) اکنون وارد بازار کار شده‌اند. این نسل دارای ویژگی‌های متمایز است که با فناوری‌های نوظهور نسل چهارم صنعتی مطابقت دارد. عادات مصرف رسانه‌ای آنها با نسل‌های قبلی متفاوت است. آن‌ها محصولات «جالب» را به تجربه‌های «جالب» ترجیح می‌دهند، کارآفرین هستند و از فناوری آگاه هستند و می‌خواهند فرهنگ را به صورت مشترک ایجاد کنند [۱۶]. برخی از شایستگی‌هایی که این متخصصان باید داشته باشند عبارتند از: تصمیم‌گیری، مهارت‌های فرهنگی و بین فرهنگی، یادگیری مادام‌العمر، تفکر میان رشته‌ای، حل مسئله [۱۱] و مدیریت فناوری‌های

1. Kagermann

2. Hernandez-de-Menendez

معمولی صنعت ۴۰ [۲۷]. مهرعلی‌زاده^۱ (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان بررسی مهارت‌های بازار کار و آموزش فنی و حرفه‌ای در عصر انقلاب صنعتی چهارم، معتقد است که در انقلاب صنعتی چهارم بایستی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای با محتوای جدید و منطبق با نیازمندی‌های این نسل صنعتی طراحی گردد [۲۵]. برخی از محققان نیز مانند منظمی^۲ (۲۰۲۱) راهکارهای انقلاب صنعتی چهارم را برای مدیریت موثر کارکنان مفید می‌دانند [۲۸].

با این وجود، محققان در حال کار برای تعیین شایستگی‌هایی هستند که متخصصان آینده باید به طور موثر هنگام ورود به نیروی کار با آن سازگار شوند. از طریق مرور ادبیات، گروهی از محققان شایستگی‌هایی را شناسایی کردند که تازه‌واردان به نیروی کار باید برای اجرای صنعت ۴۰ داشته باشند. از طریق توسعه مروری بر ادبیات، گروهی از محققان شایستگی‌هایی را شناسایی کردند که تازه‌واردان به نیروی کار باید برای اجرای صنعت ۴۰ داشته باشند [۱۵، ۵].

دولیت^۳ (۲۰۱۸) و آدا^۴ و همکاران (۲۰۲۱) چهار شایستگی اصلی را برای مدیران منابع انسانی پیشنهاد می‌دهند [۱۲، ۱]. این شایستگی‌ها را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

گروه اول شامل مهارت‌های آمادگی نیروی کار است که به توانایی‌های پایه‌ای اشاره دارد. این مهارت‌ها از سیستم‌های آموزشی سنتی و برنامه‌های توسعه‌ای مانند رزومه‌نویسی، معرفی خود، و مدیریت زمان نشأت می‌گیرند. این مهارت‌های اساسی، هم مهارت‌های شناختی و هم غیرشناختی را در بر می‌گیرند. مهارت‌های غیرشناختی به مهارت‌های رفتاری مربوط می‌شوند که عملکرد شغلی، تعاملات، و نظم کاری فرد را بهبود می‌بخشند [۳۹]. از نظر رایینز و جاج^۵ (۲۰۱۵)، مهارت‌های شناختی شامل توانایی‌هایی مانند حل مسئله و تفکر انتقادی هستند [۳۳].

گروه دوم شامل مهارت‌های ضروری انسانی است که معمولاً به عنوان مهارت‌های نرم از جمله رهبری، ارتباط، همکاری و همدلی نامیده می‌شود. وجود کارکنانی با مهارت‌های بین فردی خوب، احتمالاً محیط کار را دلپذیرتر می‌کند [۳۳]. طبق گفته بوریس^۶ (۲۰۱۲) کارمندانی که می‌دانند چگونه با گفتگوی حمایتی و فعالانه با دیگران به خوبی ارتباط برقرار کنند، ایده‌های خود را بیشتر مورد تأیید قرار می‌دهند و باعث رضایت در محل کار می‌شوند [۷].

گروه سوم، مهارت‌های فنی مانند برنامه‌نویسی کامپیوتر، کدنویسی و مدیریت پروژه و غیره از طراحی‌های شغلی جدید دسته‌بندی می‌شوند. سیستم‌های هوشمند خودمدیریتی نسل چهارم صنعتی، با ویژگی‌های خودمختار، اکوسیستم‌های تولیدی جدیدی را ارائه خواهند داد. بنابراین، فرآیندهای تولیدی و صنعتی پیشرفته با سیستم‌های فیزیکی-سایبری در «کارخانه‌های هوشمند» مدولار، همکاری ماشین-انسان و محصول همزیستی را ایجاد می‌کنند [۴۱]. رومرو^۷ و همکاران (۲۰۱۶) همچنین نشان داد شرکت‌های تولیدی که در آینده نزدیک به آنها «کارخانه‌های هوشمند» با نیروی کار تولیدی مدرن گفته می‌شود، به توانایی‌هایی برای استفاده از فناوری‌های پیشرفته دیجیتال و توانمندسازی صنعتی نیاز دارند. این پیشرفت‌ها به مهارت‌های فنی و آموزش هدفمند بیشتری نیاز دارد [۳۶].

گروه چهارم شامل مهارت‌های کارآفرینی از جمله فرصت‌های جستجو و ایجاد راه‌حل‌های مختلف در محیط کار در مورد وظایف مرتبط با شغل مانند نوآوری، خلاقیت، سخت‌کوشی و ریسک‌پذیری. چوانگ^۸ (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که مهارت‌های رهبری جهانی مهم‌تر برای افزایش رقابت و کارایی نیروی کار امروزی مورد نیاز است [۹].

شایستگی‌های عرضی شامل مهارت‌های حل مسئله، شایستگی‌های نرم (شخصی)، تفکر سیستمی، تفکر تجاری و سواد تکنولوژیکی است [۴۴]. شایستگی‌های عرضی را می‌توان در حوزه‌های مختلف اعمال کرد. آنها را می‌توان به عنوان شایستگی‌های اولیه، متوسط (ساخته شده بر اساس پایه) و بالا (ساخته شده بر اساس متوسط) طبقه‌بندی کرد. همه این شایستگی‌ها به هم مرتبط و همراه هستند. شایستگی‌های

1. Mehralizadeh
2. Monazami
3. Deloitte
4. Ada
5. Robbins & Judge
6. Burris
7. Romero
8. Chuang

حل مسئله برای رویکرد نسل چهارم صنعتی حیاتی هستند. این شایستگی‌ها در علوم بنیادی، علوم کاربردی و نگرش حل مسئله است [۱۶]. سواد تکنولوژیکی و فرآیندهای علمی به درک و حل مشکلات کمک می‌کند. توسعه فرآیندهای تفکر گاهی از طریق آزمایش خلاق رخ می‌دهد. شایستگی‌های نرم به افراد اجازه می‌دهد در تیم‌های چند رشته‌ای کار کنند و شامل رهبری، شبکه‌سازی، ارتباطات (کتبی و شفاهی) و قاطعیت هستند. توسعه خودشناسی مستلزم ویژگی‌های شخصی اراده، انگیزه، خودراهبری، خودتنظیمی، خود قضاوتی، خودآگاهی و خودتنظیمی است که همگی یادگیری مادام‌العمر را غنی می‌کنند [۳۰]. دومی، یادگیری مداوم، با گشودگی به تغییر و بهبود و یادگیری چیزهای جدید از حوزه دانشگاهی همراه است [۴۲]. تفکر سیستمی به معنای درک کامل فرآیند است. اخلاق و توسعه پایدار منجر به تصمیم‌گیری بهتر می‌شود. نوآوری اجتماعی در نسل چهارم صنعتی بر مزایای فناوری و نیاز به دیدگاه‌های متفاوت افراد علاقه‌مند متکی است. تفکر تجاری امکان تجزیه و تحلیل جنبه تجاری محصولات و خدمات را فراهم می‌کند. در نهایت، دانش ابزارهای مهندسی ضروری، نحوه عملکرد و نحوه استفاده از آنها، تعریف سواد فناوری است. سایر محققان مانند بنسووا و توپا^۱ (۲۰۱۷) بر این باورند که متخصصان فناوری اطلاعات بیش از هر زمان دیگری در شرکت‌ها انتقاد خواهند کرد [۴]. مشاغل فناوری اطلاعات برای نسل چهارم صنعتی شامل متخصصان انفورماتیک، برنامه‌نویسان PLC، برنامه نویسان ربات، مهندسان نرم‌افزار، تحلیلگران داده و متخصصان امنیت سایبری است. از جمله شایستگی‌های مورد نیاز در این حرفه‌ها می‌توان به مهارت‌های زبانی، مسئولیت‌پذیری، انعطاف‌پذیری، تفکر تحلیلی و منطقی و حل مسئله اشاره کرد. در نسل چهارم صنعتی نیز نیاز زیادی به افراد با توانایی‌های مدیریتی وجود خواهد داشت. اینها افرادی هستند که تصمیمات تجاری می‌گیرند و دیگران را رهبری می‌کنند [۲۴].

هیبت‌اله‌پور^۲ و همکاران (۲۰۲۱) معتقدند که الگوی پارادایمی توسعه منابع انسانی در عصر انقلاب صنعتی چهارم شامل میل به توسعه طلبی فردی شاغلین به عنوان عوامل علی، شرایط زمینه‌ای توسعه منابع انسانی در عصر انقلاب صنعتی چهارم شامل وضعیت اقتصادی و توری اقتصاد و شرایط مالی و هزینه‌ای شرکت‌ها، شرایط مداخله‌گر شامل توانمندی و مهارت‌های کارکنان، راهبردهای توسعه منابع انسانی شامل طراحی نظام راهبردی توسعه منابع انسانی شرکت و پیامدهای توسعه منابع انسانی در عصر انقلاب صنعتی چهارم شامل انطباق نیروی کار با نیازهای روز فناوری شناسایی شدند. در حقیقت این محققان در الگوی پارادایمی خود به دنبال نشان دادن ضرورت و راهکارهای انطباق کارکنان با شایستگی‌های مورد نیاز انقلاب صنعتی چهارم بوده‌اند [۱۷].

جاکوب^۳ (۲۰۱۷) معتقد است که صنعت تولید برای شایستگی‌های دیجیتالی مانند تجزیه و تحلیل و تشخیص دیجیتال، مهارت‌های ساخت افزودنی و توانایی‌های برنامه‌نویسی/کدگذاری ارزش زیادی قائل است. قابل ذکر است که در آینده، این بخش به افرادی با مهارت‌های ترکیبی نیاز خواهد داشت که بتوانند مهارت‌ها و دانش فنی، دیجیتالی و شخصی را در طیف وسیعی از زمینه‌ها و کاربردها به کار گیرند [۱۸]. یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۲۲) مهارت‌های انتقادی، مهارت هوش هیجانی مهارت مسئولیت‌پذیری و خلاقیت را به عنوان مهارت‌های غیر فنی افراد در رشته‌های مهندسی در انقلاب صنعتی چهارم می‌دانند [۴۵]. به شکل کلی، شایستگی‌های تعریف شده مورد نیاز برای انطباق با صنعت ۴.۰ گزارش شده توسط پروژه‌های تحقیقاتی مختلف و نظرسنجی‌های مختلف بخش صنعتی در بین خود کمی متفاوت است. با این حال، موارد مشترک عمدتاً به توانایی استفاده و تعامل با فن‌آوری‌های نسل چهارم صنعتی (به عنوان مثال، ربات‌ها و هوش مصنوعی)، انجام تجزیه و تحلیل داده‌ها، استفاده از دانش فنی و استفاده از مهارت‌های نرم و شخصی برای مزیت مربوط می‌شوند. فهرست شایستگی‌ها و مهارت‌ها می‌تواند جامع باشد و برای هیچ حرفه‌ای آینده غیرممکن است که همه آنها را به دست آورد. با این حال، شایستگی حیاتی برای همه حرفه‌های آینده صنعت ۴.۰، توانایی به کارگیری دانشی است که به صورت مشترک در حوزه‌های مختلف رشته‌ای ارزش می‌افزاید [۱۶].

1. Benešová & Tupa
2. Heybatollahpour
3. Jacob

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف، در حوزه پژوهش‌های کاربردی-توسعه‌ای قرار دارد چرا که در پی طراحی الگوی دستیار هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی برای یادگیری شخصی‌سازی شده در آموزش عالی می‌باشد؛ این پژوهش از منظر روش انجام کار آمیخته اکتشافی محسوب می‌گردد.

در بخش کیفی، با بهره‌گیری از رویکرد کیفی و به‌کارگیری راهبرد نظریه داده‌بنیاد انجام شده است. انتخاب این روش به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد صنایع تولیدی از نظر مدیریت، ساختار، فرهنگ و فضای حاکم بر آن صورت گرفته است. زیرا مبانی نظری که از پیشینه پژوهش‌های مشابه در سایر کشورها استخراج شده، لزوماً با بافت خاص صنایع تولیدی ایران هماهنگی ندارد. نظریه داده‌بنیاد به‌عنوان یک راهبرد کیفی، برای توسعه مجموعه‌ای از مفاهیم منسجم طراحی شده است که از طریق مطالعه پدیده‌ای محوری، مانند شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم، تبیین کاملی از تئوری مربوطه ارائه می‌دهد. در این پژوهش، از روش سیستماتیک اشتراوس و کوربین برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است که به دلیل رویکرد گام‌به‌گام و منظم خود برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های کیفی بسیار مناسب است. نرم‌افزار مورد استفاده در این بخش NVivo بوده است. برای انتخاب مشارکت‌کنندگان، از نمونه‌گیری هدفمند و راهبرد نظری بهره گرفته شد و در مجموع با ۱۷ نفر از این افراد مصاحبه به عمل آمد. جمع‌آوری اطلاعات تا زمانی که اشباع نظری حاصل شد، ادامه یافت. برای انتخاب خبرگان، دو معیار اصلی در نظر گرفته شد: الف) مدیران صنایع تولیدی با سابقه مدیریت بالای ۲۰ سال و آشنا به مباحث نسل چهارم صنعتی با مدرک کارشناسی ارشد مهندسی صنایع و مدیریت صنعتی ب) اساتید دانشگاه با سابقه تدریس و تدوین مقاله در زمینه نسل چهارم صنعتی.

مصاحبه‌ها توسط یکی از پژوهشگران به‌صورت حضوری انجام شد و به‌طور میانگین هر مصاحبه ۵۰ دقیقه به طول انجامید. شمای کلی مصاحبه‌ها شامل پنج بخش بود: ۱) مشخصات فردی مصاحبه‌شونده؛ ۲) زمان و تاریخ مصاحبه؛ ۳) مکان مصاحبه؛ ۴) اطلاعات مربوط به مصاحبه‌شونده و ۵) مشخصات مصاحبه‌کننده. اگرچه پروتکل مصاحبه‌ها پیش از آغاز طراحی شده بود، اما روند گفت‌وگو با هر مصاحبه‌شونده بر اساس پاسخ‌ها و مفاهیمی که در طول مصاحبه ظهور می‌کرد، به‌صورت انعطاف‌پذیر تنظیم شد. تمامی مصاحبه‌ها ضبط و سپس به‌طور کامل پیاده‌سازی شدند. همچنین، بخشی از مصاحبه‌ها به دلیل بعد مسافت از طریق ویدئو کنفرانس یا تماس‌های صوتی و تصویری انجام شد. در مجموع، هفده خبره این پژوهش ۶ نفر استاد دانشگاه و ۱۱ نفر مدیر صنایع تولیدی به شرح جدول ۱ بوده است.

جدول ۱. تعداد افراد نمونه در مصاحبه کیفی به تفکیک ویژگی‌های جمعیت‌شناسی

عوامل جمعیت‌شناختی	زیر مولفه‌ها	تعداد
موقعیت شغلی و سازمانی	اعضای هیئت علمی	۶
	مدیران صنایع تولیدی	۱۱
سابقه کار	کمتر از ۱۰ سال	۲
	۱۰ الی ۲۰ سال	۳
	بیشتر ۲۰ سال	۱۲

در این پژوهش، با توجه به نظریه مفهوم‌سازی بنیادی، از روش‌های کدگذاری باز و کدگذاری انتخابی برای تحلیل و تفسیر یافته‌ها استفاده شده است. در مرحله کدگذاری باز، کدهای اولیه استخراج‌شده از مصاحبه‌ها (کدگذاری نکات کلیدی) مورد بررسی قرار گرفتند. در این مرحله، کدهایی که به وضوعات مشترک اشاره داشتند، دسته‌بندی شده و مفاهیم شکل گرفتند. سپس، از طریق مقایسه و طبقه‌بندی این مفاهیم، مقوله‌های اصلی شناسایی شدند.

در مرحله کدگذاری محوری، با استفاده از الگوی پارادایمی، مقوله‌های اصلی به مقوله‌های فرعی مرتبط شدند. این الگو به شناسایی عناصر کلیدی کدگذاری محوری مانند شرایط علی، پدیده محوری، شرایط مداخله‌گر، عوامل زمینه‌ای، راهبردها و پیامدها کمک می‌کند. در نهایت، از طریق کدگذاری انتخابی، و با توجه به الگوهای ارتباطی میان مقوله‌ها، نتایج پژوهش تبیین شدند و به‌طور جامع ساختار نهایی

نظریه تدوین شد، در این پژوهش، از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته به‌عنوان ابزار جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد. برای اطمینان از اعتبار داده‌ها، از روش بازخورد مشارکت‌کننده بهره گرفته شد. همچنین، برای سنجش پایایی به روش بازآزمون، سه مصاحبه از میان مصاحبه‌های انجام‌شده انتخاب شد. هر یک از این مصاحبه‌ها توسط پژوهشگر، طی دو نوبت در بازه زمانی ۱۴ روزه کدگذاری گردید. نتایج به‌دست‌آمده از این کدگذاری‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. محاسبه پایایی بازآزمون

ردیف	کد مصاحبه شونده	مجموع کدها در دو مرحله	تعداد کدهای مورد توافق	تعداد کدهای ناموافق	پایایی باز آزمون (درصد)
۱	۵ م	۱۲۸	۵۸	۱۲	۹۰٪
۲	۸ م	۱۳۷	۶۲	۱۱	۹۰٪
۳	۱۱ م	۱۱۲	۵۲	۱۰	۹۳٪
۴	۱۵ م	۱۰۵	۵۰	۸	۹۵٪
	مجموع	۴۸۲	۲۲۲	۴۱	۹۳٪

نتایج حاصل از پایایی مصاحبه با روش توافق درون موضوعی دو کدگذار، در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. محاسبه پایایی بین دو کدگذار

ردیف	کد مصاحبه شونده	مجموع کدها در دو مرحله	تعداد کدهای مورد توافق	تعداد کدهای ناموافق	پایایی باز آزمون (درصد)
۱	۲ م	۱۳۲	۶۱	۱۴	۹۳٪
۲	۱۱ م	۱۳۴	۶۱	۱۴	۹۱٪
۳	۱۲ م	۱۱۱	۵۲	۱۰	۹۳٪
۴	۱۷ م	۱۰۶	۴۸	۱۸	۹۰٪
	مجموع	۴۸۳	۲۲۲	۵۶	۹۳٪

در بخش کمی، پرسشنامه‌ای بر اساس یافته‌های مرحله کیفی تدوین شد. برای ارزیابی روایی محتوایی پرسشنامه، از شاخص روایی محتوایی و نسبت روایی محتوایی استفاده شد و از خبرگان خواسته شد میزان مرتبط بودن هر گویه را بر اساس طیفی چهارقسمتی تعیین کنند. جهت محاسبه نسبت روایی محتوایی، پرسشنامه به ۲۶ نفر از متخصصان این حوزه ارائه شد و مقدار قابل قبول ۰.۳۷ برای آن در نظر گرفته شد. پس از محاسبه، مقدار نسبت روایی محتوایی ۰.۴۴ به دست آمد که نشان‌دهنده اعتبار لازم برای تمامی سؤالات پرسشنامه است. برای بررسی شاخص روایی محتوایی نیز از روش والتز و باسل بهره گرفته شد؛ به این منظور پرسشنامه به ۱۰ نفر از متخصصان ارائه و پس از محاسبه، مشخص شد که تمامی گویه‌های پرسشنامه مقدار قابل قبول ۰.۷۹ را کسب کردند.

روایی سازه پرسشنامه از طریق تحلیل عاملی تأییدی و روایی همگرا از طریق میانگین واریانس استخراج شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که همبستگی بین بارهای عاملی گویه‌ها بیش از ۰.۵ است. همچنین برای ارزیابی پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار به‌دست‌آمده برای تمام متغیرها بیش از مقدار قابل قبول بود و نشان‌دهنده پایایی مناسب ابعاد پرسشنامه است. علاوه بر ضریب آلفای کرونباخ، از معیار پایایی ترکیبی نیز استفاده شد که نتایج حاصل آن نیز مطلوب بود.

جامعه آماری این پژوهش که به آزمون مدل مفهومی بر اساس داده‌های تجربی پرداخته می‌شود، جامعه آماری شامل مدیران شرکت‌های تولیدی بزرگ (با بیش از ۵۰ نفر شاغل طبق تعریف سازمان صنعت، معدن و تجارت) در استان آذربایجان شرقی است. طبق آمار موجود، در این استان ۳۰۲ واحد تولیدی بزرگ فعالیت می‌کنند؛ بنابراین جامعه آماری پژوهش شامل ۳۰۲ مدیر این شرکت‌ها خواهد بود. برای تعیین حجم نمونه، از قاعده سرانگشتی استفاده می‌شود. بر اساس این قاعده، برای هر متغیر اصلی در یک مطالعه، حداقل ۱۰ تا ۱۵ نمونه لازم است. در این پژوهش، تعداد متغیرهای اصلی ۷ است. بنابراین، با توجه به قاعده سرانگشتی، حداقل حجم نمونه مورد نیاز به صورت زیر

محاسبه می‌شود: حداقل حجم نمونه برابر با تعداد متغیرها ضربدر ۱۰ (حداقل تعداد نمونه برای هر متغیر) است که برای این پژوهش به عدد ۷۰ نفر می‌رسد. با این حال، برای افزایش دقت نتایج و کاهش احتمال خطا در نتایج، حجم نمونه بیشتر از حداقل مورد نیاز در نظر گرفته شد. در این پژوهش، برای اطمینان بیشتر و اعتبار بالاتر نتایج، تعداد ۹۰ پرسشنامه به‌طور فعال توزیع شد. روش نمونه‌گیری به‌کار رفته در این پژوهش به‌صورت تصادفی نسبی انتخاب شده است که این روش به تضمین نمایندگی و جامعیت نمونه کمک می‌کند و به محققان این امکان را می‌دهد که به نتایج کلی‌تری دست یابند.

برای تحلیل داده‌های مرحله کمی، از روش تحلیل عاملی تأییدی (مرحله اول و دوم) و مدل معادلات ساختاری با استفاده از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس بهره گرفته شد. لازم به ذکر است که شاخص‌های برازش این مدل در سطح مطلوبی قرار دارند. شاخص‌هایی مانند کای اسکور نرمال شده (X^2/df)، نیکویی برازش، نیکویی برازش تعدیل شده، و ریشه خطای میانگین مجزورات تقریب، نشان می‌دهند که الگو بدون حذف هیچ‌یک از شاخص‌ها تأیید شده است. نتایج به‌دست‌آمده در بخش کمی نیز کاملاً بخش کیفی را تأیید می‌کند.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

تحلیل داده‌های این پژوهش بر مبنای سه مرحله کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی، مطابق با نظریه اشتراوس و کوربین، انجام شده است. در مرحله کدگذاری باز، داده‌ها به اجزای کوچکتر تقسیم، مقایسه، مفهوم‌پردازی و مقوله‌بندی می‌شوند. این مرحله با شناسایی مفاهیم آغاز شده و در نهایت به کشف مقوله‌ها ختم می‌شود. مفاهیم، برچسب‌هایی ذهنی هستند که پژوهشگر به وقایع، حوادث و پدیده‌ها اختصاص می‌دهد، در حالی که مقوله‌ها مفهیمی انتزاعی‌تر و کلی‌تر هستند که از گروه‌بندی مفاهیم به دست می‌آیند. در این پژوهش، تحلیل داده‌های حاصل از ۱۷ مصاحبه عمیق در مرحله کدگذاری باز منجر به شناسایی ۵۲۸ کد باز و ۷۰ مقوله فرعی شد.

در مرحله کدگذاری محوری، پژوهشگر ارتباطات جدیدی میان مقوله‌ها برقرار می‌کند. این مرحله با استفاده از یک الگوی پارادایمی که شامل شرایط علی، پدیده محوری، زمینه، شرایط مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهاست، صورت می‌گیرد. شرایط علی به رخدادها و عواملی اشاره دارند که به وقوع یا توسعه پدیده‌ای منجر می‌شوند. پدیده محوری همان حادثه یا اتفاقی است که راهبردها برای کنترل یا مدیریت آن تنظیم می‌شوند و به عنوان محور اصلی فرآیند شناخته می‌شود. زمینه به محیط و شرایط وقوع پدیده اشاره دارد، در حالی که شرایط مداخله‌گر می‌توانند تسهیل‌کننده یا محدودکننده راهبردها باشند. راهبردها شامل استراتژی‌ها و اقداماتی هستند که برای کنترل و مدیریت پدیده اتخاذ می‌شوند، و در نهایت، پیامدها نتیجه کنش‌ها و اقدامات انجام شده در مقابله با یا مدیریت پدیده هستند.

در این پژوهش، مفاهیم، مقوله‌های فرعی و مقوله‌های اصلی به ترتیب در پاسخ به سوالات تحقیق ارائه شده‌اند. به عنوان نمونه، در پاسخ به سوال اول، مقوله محوری این مطالعه درباره الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم، شامل دو مقوله اصلی "مهارت‌های یادگیری و رشد و آگاهی و تسلط بر فناوری‌های جدید" شناسایی و معرفی شده‌اند که در جدول ۴ به بررسی مقوله اصلی، در جدول ۵ به شرایط علی، در جدول ۶ شرایط مداخله‌ای، در جدول ۷ شرایط زمینه‌ای، در جدول ۸ راهبردها و در جدول ۹ به پیامدهای مدل پرداخته شده است.

جدول ۴ مقوله اصلی مدل

مقوله اصلی	مقوله‌های جزئی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
مهارت‌های یادگیری و رشد	یادگیری مداوم و خودآموزی	ضرورت دارد که کارکنانی در اختیار داشته باشیم که توانایی یادگیری مستمر و به‌روزرسانی مهارت‌های خود را داشته باشند.
	خلاقیت و نوآوری	کارکنان باید دارای خلاقیت بوده و توانایی ارائه راه‌حل‌های نوآورانه در مواجهه با چالش‌های جدید را داشته باشند.
	انعطاف‌پذیری و سازگاری	توانایی مدیریت تغییرات در فضای دیجیتال از جمله مهارت‌های حیاتی برای نیروی کار در عصر مدرن به شمار می‌رود.
	تحلیل داده و پردازش اطلاعات	مهارت کار با داده‌ها و تحلیل آن‌ها به منظور اتخاذ تصمیم‌های مؤثر، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مقوله اصلی	مقوله‌های جزئی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
آگاهی و تسلط بر فناوری‌های جدید	دانش فناوری‌های نوین اخلاق دیجیتال و امنیت داده	درک و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نظیر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، از الزامات کلیدی در این دوران محسوب می‌شود. مسئولیت‌پذیری در محیط دیجیتال و توجه به حفظ امنیت داده‌ها باید در اولویت‌های اصلی کارکنان قرار گیرد.

جدول ۵. شرایط علی مدل

مقوله اصلی	مقوله فرعی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
تسلط بر فناوری‌های نوین	تحلیل داده‌ها	برای اتخاذ تصمیمات مؤثر، ضروری است کارکنان توانایی تحلیل داده‌ها و استخراج اطلاعات مفید از آن‌ها را داشته باشند.
	کار با کلان‌داده	با توجه به حجم انبوه داده‌ها، انتظار می‌رود کارکنان قادر به مدیریت و تفسیر دقیق داده‌های پیچیده باشند.
مهارت‌های اجتماعی و همکاری	آشنایی با فناوری ابری	تمامی اعضای تیم باید توانایی کار به صورت مجازی و استفاده از پلتفرم‌های ابری را داشته باشند، چرا که اکثر پروژه‌ها به صورت دورکاری انجام می‌شود.
	ارتباط بین فرهنگی و همکاری مجازی	همکاری با همکاران بین‌المللی مستلزم درک تفاوت‌های فرهنگی و برقراری ارتباط مؤثر و محترمانه است. توانایی استفاده مؤثر از ابزارهای ارتباطی آنلاین، برای کار در تیم‌های مجازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
سازگاری و انعطاف‌پذیری	تعامل در محیط‌های چندفرهنگی	کارکنان باید توانایی تطبیق سریع با فناوری‌های نوین را داشته باشند، چرا که سازمان به طور مداوم با فناوری‌های جدید روبه‌رو است.
	پذیرش تغییرات	در محیط کاری پویای ما، یادگیری مستمر از الزامات اساسی برای حفظ و ارتقای عملکرد فردی و سازمانی است. توانایی سازگاری با تغییرات سازمانی و شرایط جدید از مهارت‌های ضروری برای کارکنان محسوب می‌شود.
تخصص در سیستم‌های خودکار	آشنایی با رباتیک	داشتن دانش پایه‌ای در زمینه رباتیک به دلیل تعامل مستقیم سیستم‌های خودکار با فناوری‌های رباتیکی الزامی است.
	نگهداری سیستم‌های خودکار	کارکنان باید مهارت تنظیم سیستم‌های خودکار را برای بهره‌برداری بهینه از آن‌ها دارا باشند. انجام وظایف نگهداری اولیه از سیستم‌های خودکار نیازمند آشنایی کارکنان با نحوه کار این سیستم‌ها است.
مهارت‌های تفکر انتقادی و خلاق	حل مسئله	توانایی تجزیه و تحلیل مسائل و ارائه راه‌حل‌های سریع و کارآمد از مهارت‌های کلیدی مورد انتظار در سازمان است.
	ایده‌پردازی	ارائه ایده‌های نوآورانه و خلاقیت در حل مسائل، عامل موفقیت کارکنان در این محیط کاری است.
مهارت‌های مدیریتی شخصی	تحلیل و ارزیابی ایده‌ها	تحلیل ایده‌ها و انتخاب بهترین گزینه‌ها برای پیشبرد اهداف سازمانی از اهمیت بالایی برخوردار است.
	مدیریت زمان	عدم توانایی در زمان‌بندی مناسب وظایف می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری سازمان شود؛ بنابراین این مهارت ضروری است.
مسئولیت‌پذیری دیجیتال	خودکارآمدی	استقلال در انجام وظایف و عدم نیاز به نظارت مداوم، از ویژگی‌های مورد انتظار کارکنان در سازمان است.
	اولویت‌بندی وظایف	توانایی اولویت‌بندی وظایف در مواجهه با چندین کار هم‌زمان از الزامات اصلی محیط کاری است.
	حفظ حریم خصوصی	رعایت حریم خصوصی اطلاعات و آشنایی با اصول مدیریت داده‌ها از کارکنان انتظار می‌رود.
	اخلاق در فضای مجازی	رعایت اصول اخلاقی در فضای مجازی نیز به اندازه محیط فیزیکی کار از اهمیت برخوردار است.
	آگاهی از قوانین دیجیتال	آشنایی با قوانین سایبری و رعایت آن‌ها برای پیشگیری از مشکلات حقوقی و حفظ امنیت سازمان ضروری است.

جدول ۶. شرایط مداخله‌ای مدل

مقوله اصلی	مقوله‌های جزئی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
آموزش و توسعه	دوره‌های آموزشی تخصصی	"برگزاری دوره‌های آموزشی متناسب با نیازهای روز، باعث افزایش توانمندی‌های کارکنان می‌شود."
	برنامه‌های مشاوره	"توسعه برنامه‌های مشاوره و راهنمایی برای کارکنان، به افزایش توانمندی‌های فردی آنها کمک می‌کند."
	زیرساخت‌های آموزشی	"ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای یادگیری و توسعه، از جمله فضاهای کارگاه و مراکز آموزشی، ضروری است."

مقوله اصلی	مقوله‌های جزئی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
مدیریت منابع انسانی	بهبود فرآیندهای منابع انسانی	"مدیریت مؤثر منابع انسانی می‌تواند به جذب و نگهداری کارکنان با مهارت‌های بالا کمک کند."
	تنوع در فرصت‌های شغلی	"ایجاد فرصت‌های شغلی متنوع و جذاب، موجب انگیزه بیشتر برای یادگیری و رشد کارکنان می‌شود."
نوآوری در آموزش	ارتقاء فرهنگ همکاری	"تشویق به کار گروهی و همکاری بین‌فردی می‌تواند به ایجاد محیطی مثبت و خلاق کمک کند."
	فناوری‌های آموزشی	"استفاده از فناوری‌های نوین در آموزش و یادگیری، می‌تواند به بهبود کیفیت آموزش کمک کند."
مدیریت عملکرد	برنامه‌های انگیزشی	"ایجاد برنامه‌های انگیزشی برای کارکنان، می‌تواند به افزایش انگیزه و بهره‌وری آنها منجر شود."
	ارزیابی عملکرد و بازخورد	"ارزیابی مداوم عملکرد کارکنان و ارائه بازخورد سازنده، به توسعه شایستگی‌های آنها کمک می‌کند."
	مشارکت در تصمیم‌گیری	"مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها، به افزایش تعهد و انگیزه آنها کمک می‌کند."

جدول ۷. شرایط زمینه‌ای مدل

مقوله اصلی	مقوله‌های جزئی	نمونه از گزاره‌های مفهومی
پویایی محیط فناوری	سرعت تغییرات فناوری	"تغییرات سریع فناوری ایجاد می‌کند که کارکنان همواره به‌روز باشند و مهارت‌های جدیدی یاد بگیرند."
	رقابت جهانی	"در دنیای امروز، رقابت جهانی باعث شده که سازمان‌ها نیازمند کارکنان با مهارت‌های نوآورانه و انعطاف‌پذیر باشند."
پشتیبانی فرهنگی	فشارهای بازار برای نوآوری	"فشارهای رقابتی بازار باعث شده که نیاز به نوآوری و خلاقیت در سازمان‌ها بیش از پیش احساس شود."
	حمایت فرهنگ سازمانی از یادگیری	"فرهنگ سازمانی ما به‌گونه‌ای است که یادگیری و نوآوری را تشویق می‌کند، که این امر به کارکنان انگیزه می‌دهد."
توسعه فردی کارکنان	تاکید بر فرهنگ تیمی و همکاری	"فرهنگ تیمی و همکاری در سازمان ما باعث شده کارکنان راحت‌تر با هم تعامل کنند و تجربیات خود را به اشتراک بگذارند."
	توسعه فردی کارکنان	"سازمان ما به توسعه فردی کارکنان اهمیت می‌دهد و محیطی فراهم کرده که در آن کارکنان انگیزه برای رشد دارند."
حمایت دولتی	سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آموزشی	"دولت به‌دنبال فراهم کردن زیرساخت‌های لازم برای بهبود سیستم‌های آموزشی و ارتقای مهارت‌های نیروی کار است."
	همکاری بین دانشگاه و صنعت	"توسعه فناوری‌های نوین نیازمند همکاری بین دانشگاه‌ها و صنعت برای تربیت نیروی کار ماهر است."
محیط اجتماعی	نیاز به نیروی کار متخصص	"روندهای جهانی نشان می‌دهد که کشورها برای جلب سرمایه‌گذاری‌های خارجی باید نیروی کار متخصص داشته باشند."
	تأثیر مسائل اجتماعی	"مسائل اجتماعی و فرهنگی در محیط کار به توانمندی کارکنان و انگیزه آنها برای یادگیری و توسعه تأثیرگذار است."
تنوع فرهنگی	تنوع فرهنگی	"تنوع فرهنگی در محیط کار می‌تواند منجر به خلاقیت و نوآوری بیشتری در سازمان شود."
	بهبود کیفیت زندگی	"توجه به بهبود کیفیت زندگی کارکنان باعث افزایش بهره‌وری و تمایل آنها به یادگیری می‌شود."

جدول ۸. راهبردهای مدل

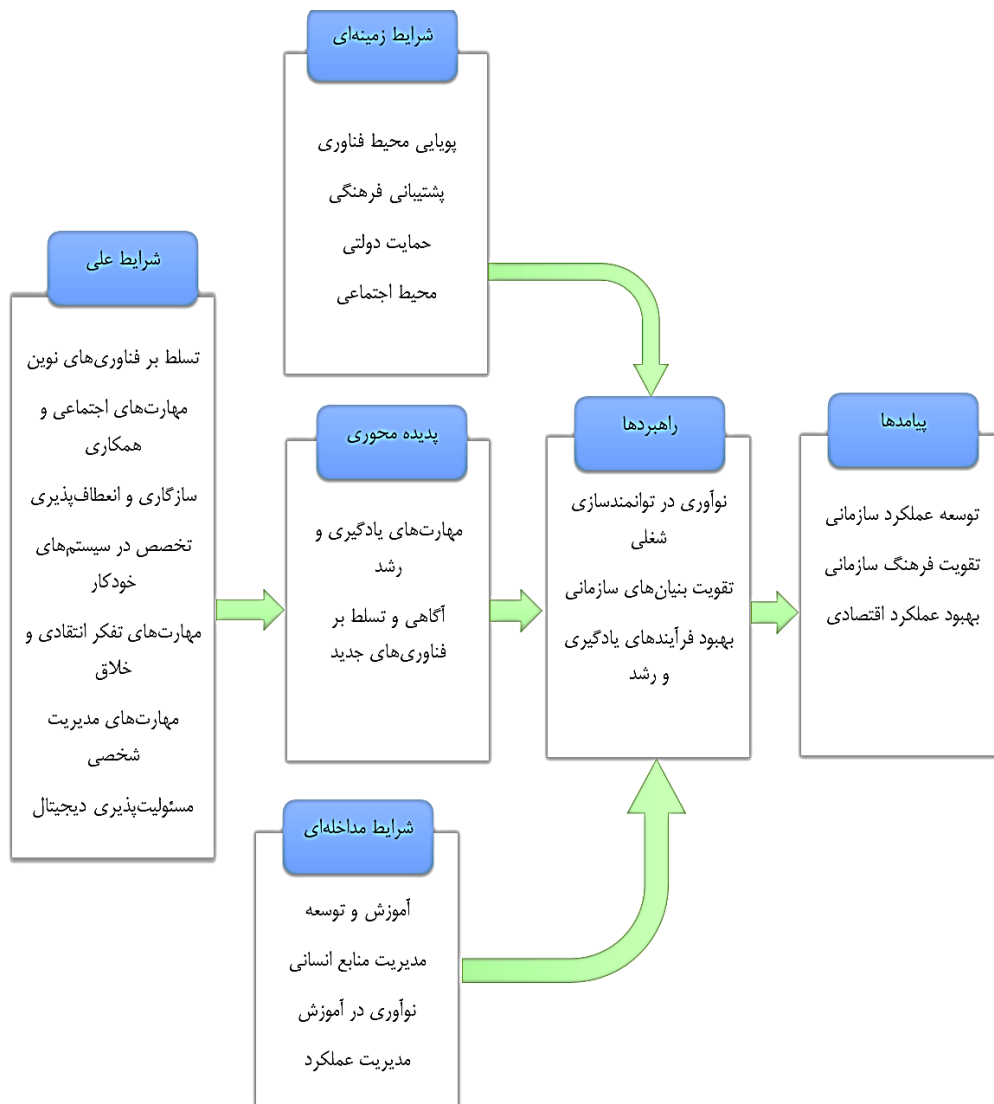
مقوله اصلی	مقوله فرعی	نمونه گزاره
نوآوری در توانمندسازی شغلی	مهارت‌های داده‌محور	"کارکنان باید توانایی کار با داده‌های حجیم و تحلیل اطلاعات را داشته باشند."
	مهارت‌های اجتماعی و همکاری	"توانایی همکاری در تیم‌های چندفرهنگی و مجازی برای موفقیت در پروژه‌ها ضروری است."
تقویت بنیان‌های سازمانی	انعطاف‌پذیری در یادگیری	"کارکنان باید بتوانند سریع خود را با فناوری‌های جدید وفق دهند و یادگیری مداوم را در نظر بگیرند."
	فرهنگ سازمانی	"ایجاد محیطی حمایتی برای یادگیری و نوآوری در سازمان می‌تواند به بهبود عملکرد کارکنان کمک کند."
بهبود فرآیندهای یادگیری و رشد	سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	"فراهم کردن فضاهای مناسب برای یادگیری، از جمله کارگاه‌ها و مراکز آموزشی، ضروری است."
	تنوع فرهنگی	"تشویق به تنوع و آگاهی نسبت به فرهنگ‌های مختلف می‌تواند به محیط کار دوستانه‌تر کمک کند."
	فناوری‌های آموزشی	"استفاده از سامانه‌های یادگیری الکترونیکی می‌تواند به تسهیل یادگیری و افزایش مشارکت کمک کند."

مقوله اصلی	مقوله فرعی	نمونه گزاره
	ارزیابی عملکرد	"توسعه سیستم‌های ارزیابی که بر بازخورد مستمر و ارتقاء شایستگی‌ها تمرکز دارند، الزامی است".
	برنامه‌های مشاوره	"ایجاد برنامه‌های مشاوره شغلی برای کارکنان می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و نیازهای توسعه‌ای کمک کند".

جدول ۹. پیامدهای مدل

مقوله اصلی	مقوله فرعی	نمونه گزاره
توسعه عملکرد سازمانی	افزایش بهره‌وری	"بهبود شایستگی‌های کارکنان منجر به افزایش قابل توجهی در بهره‌وری و کارایی سازمان می‌شود".
	ارتقاء کیفیت کار	"توسعه مهارت‌های جدید به افزایش کیفیت کار و محصولات نهایی کمک می‌کند".
	بهبود رضایت شغلی	"فرصت‌های یادگیری و رشد مهارت‌ها موجب افزایش رضایت و تعهد کارکنان به سازمان می‌شود".
	افزایش توانایی نوآوری	"توسعه شایستگی‌های خلاقیت و تفکر انتقادی به ارتقاء نوآوری و بهبود فرآیندها کمک می‌کند".
تقویت فرهنگ سازمانی	بهبود روحیه تیمی	"افزایش همکاری و تعامل در بین کارکنان منجر به بهبود روحیه تیمی و کار گروهی می‌شود".
	جذب و نگهداری استعدادها	"فراهم کردن فرصت‌های آموزشی و توسعه‌ای موجب جذب و نگهداری استعدادهای برتر در سازمان می‌شود".
	تقویت حس مسئولیت‌پذیری	"آموزش‌های مداوم به کارکنان احساس مسئولیت بیشتری در قبال وظایف خود می‌دهد".
بهبود عملکرد اقتصادی	تقویت فرهنگ یادگیری	"توسعه شایستگی‌ها به تقویت فرهنگ یادگیری مستمر در سازمان کمک می‌کند".
	کاهش هزینه‌های عملیاتی	"افزایش مهارت‌ها و بهره‌وری می‌تواند به کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش سودآوری منجر شود".
	بهبود موقعیت رقابتی	"سازمان‌هایی با نیروی کار ماهر می‌توانند در بازار رقابتی بهتر عمل کنند و سهم بیشتری از بازار را به دست آورند".

مرحله نهایی کدگذاری به تئوری‌پردازی اختصاص دارد. تئوری به مجموعه‌ای از مفاهیم و روابط بین آن‌ها اشاره دارد که برای تبیین و توضیح پدیده مورد بررسی طراحی شده است. در این مرحله، روند ساخت تئوری شامل انتخاب منظم (سیستماتیک) یک مقوله اصلی و برقراری ارتباط آن با سایر مقوله‌ها است. مقوله اصلی باید به گونه‌ای باشد که مانند خورشید، در یک رابطه منظم و سیستماتیک با سیاره‌های خود مرتبط باشد. هر گونه ارتباط مقوله‌ها با مقوله اصلی (محوری) نیز از طریق پارادایم‌ها - شامل شرایط، زمینه، راهبردها و پیامدها - برقرار می‌شود. بر این اساس، با استفاده از نتایج کدگذاری باز و محوری، الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم بر اساس پارادایم شش‌گانه به شکل ۱ خواهد بود.



شکل ۱. مدل پارادایمی نتایج کدگذاری محوری شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم

در بخش کمی، مدل مفهومی برآمده از مدل داده‌بنیاد با استفاده از مدل‌سازی مسیری ساختاری در نرم‌افزار PLS آزمون شده است. در مدل‌های مسیری ساختاری، قبل از بررسی مدل ساختاری، بایستی از روایی و پایایی مدل‌های اندازه‌گیری و برازش مدل اطمینان نمود. برای ارزیابی و برازش مدل از معیار R^2 استفاده می‌شود. چین (۱۹۹۸) سه مقدار $0/19$ ، $0/33$ ، و $0/67$ را به ترتیب به عنوان سطح ضعیف، متوسط و قوی بودن مدل تعیین کرده است. مقدار R^2 برای سازه‌های مدل در این پژوهش $0/482$ بوده که در شکل مشخص شده است (مقوله‌هایی نظیر اصل، راهبردها و پیامدها). با توجه به این سه مقدار ملاک، برازش مدل ساختاری تأیید می‌شود. این معیار به بخش کلی مدل‌های معادلات ساختاری مربوط است. وتزلز و همکاران (۲۰۰۹) نیز سه مقدار $0/01$ ، $0/25$ ، و $0/36$ را به ترتیب به عنوان سطح ضعیف، متوسط و قوی برای شاخص نیکویی برازش (GOF) معرفی کرده‌اند. مقدار به دست آمده در این پژوهش معادل $0/590$ است که بر اساس GOF، مدل تأیید می‌شود.

در جدول ۱۰ روایی همگرایی مدل نیز با استفاده از میانگین واریانس استخراج شده (AVE) و پایایی ترکیبی (CR) محاسبه شده است. مقدار آلفای کرونباخ برای تمام متغیرها بیش از ۰/۷ بوده، بنابراین از نظر پایایی تأیید می‌شود. مقدار AVE نیز همواره بیشتر از ۰/۵ است که تأییدکننده روایی همگرایی مدل است. پایایی ترکیبی (CR) نیز همواره بزرگ‌تر از AVE است.

در جدول ۱۱ روایی واگرا، که یکی از معیارهای بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری است، با استفاده از روش فورنل و لارکر محاسبه شده است. این نوع روایی زمانی در سطح قابل قبول قرار دارد که مقدار AVE برای هر سازه بیشتر از واریانس اشتراکی آن سازه با سازه‌های دیگر (یعنی مربع مقدار ضرایب همبستگی بین سازه‌ها) باشد.

در جدول ۱۲ کیفیت مدل ساختاری با شاخص افزونگی نیز سنجیده می‌شود. شاخص Q^2 استون-گاینر، شناخته‌شده‌ترین معیار برای این اندازه‌گیری است. براساس این معیار، مدل باید توانایی پیش‌بینی نشانگرهای متغیرهای مکنون درون‌زای انعکاسی را داشته باشد. مقادیر Q^2 بیشتر از صفر نشان‌دهنده بازسازی خوب مقادیر مشاهده شده و وجود توانایی پیش‌بینی در مدل است.

جدول ۱۰. روایی همگرا و پایایی متغیرهای تحقیق

متغیر	آلفای کرونباخ	AVE	CR
شرایط علی	۰/۷۹۵	۰/۶۱۱	۰/۷۴۵
مقوله اصلی	۰/۷۴۵	۰/۶۳۳	۰/۷۹۵
شرایط زمینه‌ای	۰/۷۶۲	۰/۶۶۷	۰/۷۰۳
شرایط مداخله‌گر	۰/۷۴۴	۰/۶۲۳	۰/۷۲۵
راهبردها	۰/۷۶۳	۰/۶۷۸	۰/۷۶۵
پیامدها	۰/۷۵۱	۰/۶۳۰	۰/۷۹۹

جدول ۱۱. روش فورنل و لارکر

متغیر	شرایط علی	مقوله اصلی	شرایط زمینه‌ای	شرایط مداخله‌گر	راهبردها	پیامدها
شرایط علی	۰/۷۸۱					
مقوله اصلی	۰/۵۳۳	۰/۷۹۶				
شرایط زمینه‌ای	۰/۴۲۶	۰/۶۸۰	۰/۸۱۶			
شرایط مداخله‌گر	۰/۶۰۱	۰/۶۴۰	۰/۸۰۱	۰/۷۸۲		
راهبردها	۰/۵۳۴	۰/۵۲۸	۰/۷۶۳	۰/۵۳۶	۰/۸۲۰	
پیامدها	۰/۴۲۹	۰/۵۱۰	۰/۶۴۵	۰/۴۱۸	۰/۶۱۲	۰/۷۰۲

جدول ۱۲. مقادیر Q^2

متغیر	شرایط علی	مقوله اصلی	شرایط زمینه‌ای	شرایط مداخله‌گر	راهبردها	پیامدها
Q^2	۰/۲۲۷	۰/۴۴۶	۰/۵۲۰	۰/۱۱۰	۰/۱۳۲	۰/۱۶۳

مدل ساختاری برآورد شده شامل اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرها است. در این بخش، اثرات مستقیم مقوله‌های مدل گزارش شده و معناداری ضرایب با استفاده از آماره t بررسی شده است. برای محاسبه اثرات غیرمستقیم متغیرها، مجموع ضرایب غیرمستقیم که بر متغیر وابسته اثر دارند، محاسبه می‌شود؛ سپس جمع این اثرات با اثر مستقیم، اثر کل متغیر را نشان می‌دهد. بر اساس مدل طراحی شده، فرضیه‌های اصلی پژوهش در جدول ۱۳ بررسی شده‌اند.

جدول ۱۳. نتایج حاصل از برآورد معادلات ساختاری

روابط	بار عاملی	آماره t	نتیجه آزمون
شرایط علی بر مقوله اصلی	۰/۴۱۴	۸/۷۱۷	تایید
مقوله اصلی بر راهبردها	۰/۶۵۶	۳/۱۱۱	تایید
شرایط مداخله‌گر بر راهبردها	۰/۵۶۵	۸/۵۲۳	تایید
شرایط زمینه‌ای بر راهبردها	۰/۶۱۵	۷/۴۲۲	تایید
راهبردها بر پیامدها	۰/۵۲۰	۳/۹۰۹	تایید

نتایج برآورد معادلات ساختاری نشان می‌دهد که شرایط علی با بار عاملی ۰/۴۱۴ و آماره تی ۸/۷۱۷ تأثیری مستقیم و معنادار بر مقوله اصلی دارد؛ بنابراین، شرایط علی اثر مثبت و معناداری بر مقوله اصلی دارد. مقوله اصلی نیز با بار عاملی ۰/۶۵۶ و آماره تی ۳/۱۱۱ تأثیری مستقیم و معنادار بر راهبردها نشان می‌دهد. همچنین، راهبردها با بار عاملی ۰/۵۲۰ بر پیامدها تأثیر مثبت و معناداری دارند. شرایط مداخله‌گر نیز با بار عاملی ۰/۵۶۵ تأثیر مستقیمی بر راهبردها دارد، که نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار شرایط مداخله‌گر بر راهبردها است. در نهایت، شرایط بستر با بار عاملی ۰/۶۱۵ تأثیر مستقیم و مثبتی بر راهبردها دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش به دنبال طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم در صنایع تولیدی استان آذربایجان شرقی بوده است. برای این منظور از روش داده‌بنیاد استفاده گردید. نتایج در تحلیل داده‌بنیاد نشان داد که شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی را می‌توان در ۶۹ مقوله فرعی و ۲۳ مولفه اصلی طبقه‌بندی نمود. تسلط بر فناوری‌های نوین به عنوان پایه و اساس شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود. این مهارت به کارمندان اجازه می‌دهد تا با استفاده از ابزارها و تکنولوژی‌های پیشرفته بهینه عمل کنند. در ادامه، مهارت‌های اجتماعی و همکاری به عنوان مکمل‌های اساسی این تسلط، به ایجاد ارتباطات مؤثر و همکاری‌های تیمی کمک می‌کنند. توانایی در برقراری روابط قوی و حل مسائل به صورت گروهی، نه تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه جو مثبت‌تری در محیط کار ایجاد می‌کند. با توجه به تحولات سریع در دنیای کار، سازگاری و انعطاف‌پذیری به عنوان نیازهای کلیدی نیروی کار مطرح می‌شود. این شایستگی‌ها به کارمندان این امکان را می‌دهند که به تغییرات ناگهانی پاسخ دهند و به صورت سریع با چالش‌ها سازگار شوند. در این راستا، تخصص در سیستم‌های خودکار، به عنوان یک مهارت ضروری دیگر، نیروی کار را در بهره‌برداری از فناوری‌های نوین و اتوماسیون یاری می‌کند و از این طریق کارایی را در فرآیندهای تولیدی افزایش می‌دهد. علاوه بر این، مهارت‌های تفکر انتقادی و خلاق به کارمندان کمک می‌کند تا در مواجهه با مسائل پیچیده و چالش‌ها، راه‌حل‌های نوآورانه پیدا کنند. این توانایی نه تنها در بهبود فرآیندهای تصمیم‌گیری مؤثر است، بلکه موجب می‌شود تا کارکنان بتوانند به شکل موثرتری با تغییرات محیطی کنار بیایند و ایده‌های جدیدی را ارائه دهند. در کنار این مهارت‌ها، مهارت‌های مدیریت شخصی به کارکنان کمک می‌کند تا زمان و منابع خود را به بهترین نحو مدیریت کنند. این مهارت‌ها شامل تنظیم اولویت‌ها و حفظ تعادل بین کار و زندگی شخصی است که در نهایت به افزایش بهره‌وری و رضایت شغلی منجر می‌شود.

در نهایت، مسئولیت‌پذیری دیجیتال به عنوان یک اصل کلیدی در دنیای فناوری مطرح می‌شود. این شایستگی شامل آگاهی از مسائل اخلاقی و امنیت اطلاعات است که به ایجاد اعتماد در محیط کار کمک می‌کند و موجب می‌شود که کارکنان در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با فناوری مسئولانه عمل کنند. به طور کلی، این متغیرها به صورت یک سیستم یکپارچه عمل می‌کنند که توانایی‌های نیروی کار را در عصر چهارم صنعتی تقویت می‌کنند و به موفقیت سازمان‌ها کمک می‌نمایند. که این شرایط را می‌توان سنگ بنای توسعه شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی دانست. مطالعات هرناندز-دی‌مندوز و همکاران (۲۰۲۰) و برمودز و خوارز (۲۰۱۷) نیز نشان می‌دهد که

مهارت‌های دیجیتالی به عنوان یکی از مهمترین شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم بوده است. پویایی محیط فناوری به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی، محیطی متغیر و رو به تغییر را ایجاد می‌کند که نیروی کار را ملزم به یادگیری مداوم و به‌روزرسانی مهارت‌ها می‌کند. این پویایی، نه‌تنها به‌واسطه ظهور فناوری‌های جدید، بلکه از طریق تغییرات در فرایندهای کاری و نیازهای بازار نیز احساس می‌شود. به همین دلیل، نیروی کار نیاز دارد که به مهارت‌های فناوری جدید تسلط یابد تا بتواند به‌خوبی در این محیط پویا عمل کند. پشتیبانی فرهنگی به‌عنوان عامل دیگری در این زمینه عمل می‌کند که بر نیروی کار تأثیر می‌گذارد. فرهنگ سازمانی و اجتماعی می‌تواند به ایجاد فضایی حمایتی و تشویق‌کننده برای یادگیری و همکاری کمک کند. فرهنگی که ترویج‌دهنده ارزش‌های نوآوری و یادگیری مستمر باشد، می‌تواند نیروی کار را به سمت انطباق بهتر با تغییرات فناورانه هدایت کند. در نتیجه، وجود یک فرهنگ قوی و مثبت، به نیروی کار اجازه می‌دهد که از فرصت‌های جدید بهره‌برداری کند و مهارت‌های اجتماعی و همکاری خود را تقویت نماید؛ حمایت دولتی به‌عنوان یکی دیگر از عوامل حیاتی در این فرآیند عمل می‌کند. سیاست‌های دولتی که به آموزش و پرورش، تحقیق و توسعه، و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها توجه دارند، می‌توانند به بهبود شایستگی‌های نیروی کار و توانمندسازی آنها کمک کنند. حمایت‌های دولتی قوی به نیروی کار این امکان را می‌دهد که با اعتماد به نفس بیشتری به سمت مهارت‌های جدید حرکت کند و در عین حال بر چالش‌های محیط کار غلبه کند؛ محیط اجتماعی نیز بر توسعه شایستگی‌های نیروی کار تأثیر می‌گذارد. شبکه‌های اجتماعی و ارتباطات میان‌فردی می‌توانند به تبادل دانش و تجربیات بین افراد کمک کنند. یک محیط اجتماعی مثبت و تعامل‌محور می‌تواند روحیه تیمی را تقویت کند و مهارت‌های ارتباطی و همکاری را در میان اعضای تیم بهبود بخشد. در این راستا، همکاری و همفکری در گروه‌ها می‌تواند به افزایش توانایی نوآوری و خلاقیت در نیروی کار منجر شود، به‌طور کلی، این چهار عامل زمینه‌ای به‌صورت پیوسته با یکدیگر تعامل دارند و بر تقویت شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم تأثیرگذار هستند. این تعاملات، نیروی کار را به سمت یادگیری مستمر، انطباق با تغییرات فناورانه، و همکاری مؤثر سوق می‌دهد و در نتیجه به موفقیت سازمان‌ها در محیط‌های پیچیده و متغیر کمک می‌کند، در این راستا مطالعات دلویت (۲۰۱۸)، یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۲۲) و هیبت‌اله پور و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که محیط شناختی می‌تواند نیروی کار را برای کسب سایر شایستگی‌های مورد نیاز آماده نمایند. به عبارتی بر اساس نظر این محققان، توانایی‌های شناخت محیطی می‌تواند نقش پیش‌نیاز را برای سایر شایستگی‌ها بر عهده داشته باشد. آموزش و توسعه به‌عنوان یکی از عناصر اساسی، پایه‌گذار فرآیند یادگیری و بهبود مستمر نیروی کار است. این متغیر شامل برنامه‌های آموزشی مستمر و فراگیر است که به نیروی کار کمک می‌کند تا مهارت‌های جدید را کسب کرده و مهارت‌های موجود خود را به‌روز کند. به همین دلیل، آموزش و توسعه نه‌تنها به بهبود توانایی‌های فردی می‌انجامد، بلکه به تقویت قابلیت‌های گروهی و سازمانی نیز کمک می‌کند و نیروی کار را در مواجهه با چالش‌های جدید تجهیز می‌کند. مدیریت منابع انسانی به‌عنوان عامل دیگری در این زمینه عمل می‌کند. فرآیندهای مدیریت منابع انسانی که شامل جذب، پرورش و نگهداری استعدادها می‌باشد، نقش مهمی در شکل‌دهی به شایستگی‌های نیروی کار دارد. مدیریت منابع انسانی به‌طور مؤثر می‌تواند به ارتقای فرهنگ یادگیری، تنوع فرهنگی، و مسئولیت‌پذیری دیجیتال کمک کند. در نتیجه، یک مدیریت منابع انسانی کارآمد می‌تواند به ایجاد یک نیروی کار انعطاف‌پذیر و آماده برای تغییرات کمک نماید. نوآوری در آموزش به‌عنوان یک عامل کلیدی دیگر، ضرورت انطباق روش‌های آموزشی با نیازهای متغیر بازار کار را مطرح می‌کند. این نوآوری می‌تواند شامل استفاده از فناوری‌های نوین، یادگیری مبتنی بر پروژه، و مدل‌های آموزشی مشارکتی باشد که به تقویت مهارت‌های خلاقیت و تفکر انتقادی در نیروی کار کمک می‌کند. بنابراین، نوآوری در آموزش باعث افزایش بهره‌وری و انگیزه نیروی کار می‌شود و آنان را برای یادگیری و به‌کارگیری مهارت‌های جدید تشویق می‌کند. مدیریت عملکرد نیز به‌عنوان یک متغیر مداخله‌گر مهم شناخته می‌شود که به ارزیابی و بهبود عملکرد نیروی کار می‌پردازد. سیستم‌های مدیریت عملکرد مؤثر می‌توانند به شناسایی نقاط قوت و ضعف افراد کمک کرده و در نهایت به بهبود کلی کارایی و شایستگی‌های نیروی کار منجر شوند. با توجه به این‌که ارزیابی مستمر و بازخورد سازنده از اهمیت بالایی برخوردار است، مدیریت عملکرد می‌تواند نیروی کار را در جهت یادگیری و بهبود مهارت‌ها هدایت کند. به‌طور کلی، این چهار عامل مداخله‌گر به‌صورت پیوسته و در تعامل با یکدیگر، به تقویت شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم کمک می‌کنند و شرایطی را فراهم می‌آورند که نیروی کار بتواند به‌خوبی با چالش‌های جدید مواجه شود و در محیط‌های پویا و رقابتی

موفق عمل کند. آموزش و توسعه بر اساس نظر دلویت (۲۰۱۸) می‌تواند شامل مهارت‌های تحلیلی باشد که باعث تقویت قوه ادراک کارکنان در سازمان می‌گردد. این در این چارچوب هیئت‌اله پور و همکاران (۲۰۲۱) خلاقیت را یکی از ده مهارت برتر در حوزه توانایی‌های شناختی و شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی می‌دانند. مهارت‌های نرم از جمله دیگر شایستگی‌هایی هستند که به عنوان حلقه ارتباطی در الگوی ارائه شده تلقی می‌گردند. در رابطه با مهارت‌های نرم، مطالعات آدا و همکاران (۲۰۲۱) و بوریس^۱ (۲۰۱۲) بر اهمیت مدیریت عملکرد تأکید نموده‌اند.

در عصر انقلاب صنعتی چهارم، که به‌عنوان دوره‌ای از تحول سریع فناوری و تغییرات شگرف در دنیای کار شناخته می‌شود، سه عامل کلیدی به‌عنوان متغیرهای مؤثر در توانمندسازی شغلی نیروی کار شناسایی شده‌اند که به‌طور مداوم و در تعامل با یکدیگر بر هم تأثیر می‌گذارند. این عوامل عبارتند از نوآوری در توانمندسازی شغلی، تحولات فناوری و توسعه مهارت‌های جدید. نوآوری در توانمندسازی شغلی به‌عنوان یکی از عوامل اساسی، به‌معنای به‌کارگیری روش‌های جدید و کارآمد برای آموزش و ارتقاء مهارت‌های نیروی کار است. این نوآوری می‌تواند شامل استفاده از فناوری‌های نوین مانند یادگیری آنلاین، پلتفرم‌های آموزش از راه دور، و رویکردهای مبتنی بر پروژه باشد که به کارکنان این امکان را می‌دهد تا مهارت‌های جدید را سریع‌تر و مؤثرتر یاد بگیرند و به‌کار گیرند. این نوع آموزش‌ها معمولاً با استفاده از دوره‌های آنلاین یا آموزش‌های مبتنی بر تعامل و حل مسئله ارائه می‌شوند که به کارکنان اجازه می‌دهد با تکنولوژی‌های جدید و روش‌های کاری پیشرفته‌تر آشنا شوند و در این راستا مهارت‌های خود را به‌روز نگه دارند. این نوآوری‌ها در فرآیند توانمندسازی شغلی به‌ویژه در محیط‌های کاری پویا و متغیر که نیاز به انطباق سریع با تغییرات فناوری دارند، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کنند. در چنین محیط‌هایی، نیروی کار باید قادر باشد به‌سرعت خود را با تغییرات همگام سازد و مهارت‌هایی را کسب کند که نه تنها به آن‌ها در انجام وظایف فعلی کمک کند، بلکه زمینه‌ساز انطباق با وظایف آینده نیز باشد؛ در این راستا، فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، رایانش ابری، و اتوماسیون تأثیر عمیقی بر نوع آموزش و مهارت‌های مورد نیاز در نیروی کار دارند. به‌عنوان مثال، با استفاده از پلتفرم‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی، سازمان‌ها قادرند محتوای آموزشی را متناسب با نیازها و سبک‌های یادگیری مختلف کارکنان ارائه دهند. این قابلیت باعث می‌شود که نیروی کار بتواند به‌صورت فردی و با سرعت خود، مهارت‌های جدید را فرا بگیرد و خود را برای چالش‌های شغلی آینده آماده سازد. علاوه بر این، یادگیری آنلاین به کارکنان این فرصت را می‌دهد که در هر زمان و مکانی به منابع آموزشی دسترسی پیدا کنند و به‌طور مداوم مهارت‌های خود را به‌روز کنند. این امر به‌ویژه برای افرادی که در مناطق دورافتاده یا برای کسانی که مشغول به کار هستند، مفید واقع می‌شود. به‌طور کلی، نوآوری در توانمندسازی شغلی نه‌تنها به‌عنوان یک فرآیند آموزشی، بلکه به‌عنوان یک عامل کلیدی در تقویت پایداری شغلی و رقابت‌پذیری سازمان‌ها در دوران تغییرات سریع فناوری مطرح است. به‌ویژه در دنیای امروز که نیاز به مهارت‌های فنی و دیجیتال در حال افزایش است، نوآوری در توانمندسازی شغلی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار استراتژیک در توسعه نیروی کار و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در سازمان‌ها و کشورها عمل کند. تقویت بنیان‌های سازمانی به‌عنوان عامل دیگری در توانمندسازی شغلی، به ایجاد یک فرهنگ سازمانی پایدار و حمایت‌گر اشاره دارد. سازمان‌هایی که بر ارزش‌های مشترک، شفافیت، و حمایت از کارکنان تأکید دارند، می‌توانند محیطی مناسب برای رشد و یادگیری فراهم آورند. این تقویت بنیان‌ها نه‌تنها به افزایش رضایت شغلی و تعهد نیروی کار منجر می‌شود، بلکه احساس تعلق و مسئولیت‌پذیری را در کارکنان تقویت می‌کند.

در نهایت، بهبود فرآیندهای یادگیری و رشد به‌عنوان سومین عامل کلیدی، به ایجاد سازوکارهای مؤثر برای یادگیری مداوم و رشد شغلی اشاره دارد. این شامل برنامه‌های آموزشی منظم، ارزیابی عملکرد، و ایجاد فرصت‌های پیشرفت شغلی می‌شود که به کارکنان امکان می‌دهد مهارت‌های خود را تقویت کرده و به‌طور مداوم در مسیر توسعه قرار گیرند. به‌طور کلی، این سه عامل به‌صورت پیوسته و در تعامل با یکدیگر، به توانمندسازی شغلی نیروی کار کمک می‌کنند و شرایطی را فراهم می‌آورند که افراد بتوانند در محیط‌های رقابتی و در حال تغییر به‌طور مؤثری عمل کنند و به موفقیت‌های شغلی دست یابند. به‌گفته شورت و کِلر-بل^۲ (۲۰۱۹) فرآیندهای یادگیری و رشد را می‌توان به‌عنوان ایجاد یا بهبود نتایج بدست آمده برای راهبردها با نتایج مطالعات شورت و کِلر-بل (۲۰۱۹) در خارج و یزدان‌پناه و همکاران

1. Burris

2. Short & Keller-Bell

(۲۰۲۲) و هیئت‌اله پور و همکاران (۲۰۲۱) در داخل همسو بوده است. توسعه عملکرد سازمانی به فرآیندهای بهبود کارایی و اثربخشی در فعالیت‌های سازمان اشاره دارد که شامل بهینه‌سازی ساختارهای سازمانی، ایجاد رویکردهای نوین مدیریتی و بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته است. این توسعه نه تنها به افزایش بهره‌وری نیروی کار کمک می‌کند، بلکه موجب بهبود کیفیت خدمات و محصولات نیز می‌شود، تقویت فرهنگ سازمانی به‌عنوان عامل دوم، به ایجاد و ترویج ارزش‌ها و باورهای مشترک در سازمان می‌پردازد. فرهنگی قوی و حمایت‌کننده می‌تواند محیطی انگیزشی برای کارکنان فراهم آورد و باعث افزایش تعامل و همکاری میان آنها شود. سازمان‌هایی که بر ارزش‌های احترام، همکاری و نوآوری تأکید دارند، معمولاً از عملکرد بالاتری برخوردارند، زیرا کارکنان به‌طور فعال در تلاش برای دستیابی به اهداف سازمان شرکت می‌کنند؛ در نهایت، بهبود عملکرد اقتصادی به ارتقاء سودآوری و کارایی مالی سازمان‌ها اشاره دارد. این بهبود می‌تواند از طریق کاهش هزینه‌ها، افزایش فروش و بهره‌وری عملیاتی محقق شود. در یک محیط رقابتی، سازمان‌هایی که توانایی مدیریت منابع مالی و بهینه‌سازی فرآیندهای اقتصادی خود را دارند، قادرند به مزیت رقابتی دست یابند و در نتیجه پایداری و رشد اقتصادی خود را تضمین کنند. به‌طور کلی، این سه عامل به‌طور پیوسته در تعامل با یکدیگر قرار دارند و نقش حیاتی در موفقیت و رشد سازمان‌ها در دوران انقلاب صنعتی چهارم ایفا می‌کنند، نتایج بدست آمده برای این پیامدها با نتایج مطالعات هکلاثو و همکاران (۲۰۱۶) و بوهرلر و همکاران (۲۰۲۲) و یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۲۲) همسو بوده است.

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که شایستگی‌های نیروی کار در نسل چهارم صنعتی، علاوه بر مهارت‌هایی که سال‌ها در سازمان‌ها مطرح بوده و به‌عنوان نیازهای اساسی برای موفقیت در محیط رقابتی شناخته می‌شوند، شامل مهارت‌های نوین دیگری نیز می‌باشد. به‌ویژه مهارت‌هایی نظیر تصمیم‌گیری و تطبیق‌پذیری که برای انطباق با چالش‌ها و فرصت‌های جدید بسیار حیاتی هستند. به‌علاوه، نیروی کار باید توانایی کار با ابزارهای دیجیتال را داشته باشد؛ این شامل مهارت‌هایی چون برنامه‌نویسی و کدگذاری است که برای سازگاری با ویژگی‌های محیط رقابتی جدید ضروری می‌باشند. بر این اساس، به مدیران صنایع تولیدی توصیه می‌شود که به آموزش‌های مرتبط با ابزارهای دیجیتال برای نیروی کار فعلی خود توجه ویژه‌ای داشته باشند و در فرآیند استخدام نیروی کار جدید، به ارزیابی و بررسی توانمندی‌های مهارتی آنها در این حوزه بپردازند. این رویکرد می‌تواند به افزایش بهره‌وری و توانایی‌های نیروی کار کمک کند و در نهایت منجر به تقویت عملکرد سازمانی در دوران انقلاب صنعتی چهارم شود.

این پژوهش نیز مانند بسیاری از پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه علوم انسانی دارای یکسری محدودیت‌ها بوده است که از جمله آن می‌توان به محدود بودن قلمرو مکانی پژوهش به شرکت‌های تولیدی بزرگ در استان آذربایجان شرقی اشاره نمود. بر همین اساس نیز به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد تا در تحقیقات بعدی، شایستگی‌های نیروی کار در صنایع کوچک و متوسط را بررسی و مقایسه‌ای بین شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم در بین شرکت‌های تولیدی بزرگ و کوچک و متوسط انجام دهند. محدودیت بعدی پژوهش، محدودیت در طراحی الگو به مفروضات روش مدلسازی ساختاری-تفسیری و استفاده از آن در طراحی الگوی شایستگی‌های نیروی کار در انقلاب صنعتی چهارم بوده است. بر همین اساس به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد تا در پژوهش‌های خود از روش‌هایی مانند دیمتل در جهت طراحی الگو استفاده و نتایج را با نتایج این پژوهش مقایسه نمایند. همچنین پیشنهاد می‌گردد تا الگوی طراحی شده در سازمان‌های مختلف بررسی و آزمون شده و اگر نیاز به اصلاح و یا توسعه مدل باشد، این موضوع بر اساس مدل ارائه شده در این تحقیق انجام گیرد.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به‌عنوان شاهدهی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

منابع

1. Ada, N., Ilic, D., Sagnak, M. (2021). A framework for new workforce skills in the era of industry 4.0. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 6(3), 771.
2. Alhloul, A., Kiss, E. (2022). Industry 4.0 as a Challenge for the Skills and Competencies of the Labor Force: A Bibliometric Review and a Survey. *Sci*, 4(3), 34. <https://doi.org/10.3390/sci4030034>
3. Bahrami, M. R., Hashemzadeh, G. R., Shahmansouri, A., Fathi Hefeshjani, K. (2023). Analyzing Effective Components in Industry 4.0 Readiness Assessments. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(2), 267-298. (In Persian).
4. Benešová, A., Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia manufacturing*, 11, 2195-2202.
5. Ansari, I., Barati, M., Sadeghi Moghadam, M.R., and Ghobakhloo, M. (2023), An Industry 4.0 readiness model for new technology exploitation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2022-0331>.
6. Blayone, T. J., & VanOostveen, R. (2021). Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 34(1), 1-19.
7. Burris, E.R. (2012). The risks and rewards of speaking up: Managerial responses to employee voice. *Academy of management journal*, 55(4), 851-875.
8. Cagliano, R., Canterino, F., Longoni, A., Bartezzaghi, E. (2019). The interplay between smart manufacturing technologies and work organization: The role of technological complexity. *International Journal of Operations and Production Management*, 39, 913-934.
9. Chuang, S.F. (2013). Essential skills for leadership effectiveness in diverse workplace development. *Online Journal for workforce education and development*, 6(1), 5.
10. Cimini, C., Pirola, F., Pinto, R., Cavalieri, S. (2020). A human-in-the-loop manufacturing control architecture for the next generation of production systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 54, 258-271.
11. Coşkun, S., Kayıkçı, Y., Gençay, E. (2019). Adapting engineering education to industry 4.0 vision. *Technologies*, 7(1), 10.
12. Deloitte, A. E. (2018). Preparing Tomorrow's Workforce For The Fourth Industrial Revolution. For business: A framework for action. *Recuperado em*, 13,74-98.
13. Mesri, G., Sameri, M. Keyhan, J. (2023). The relationship between active work behaviors, work values, transformational and interactive leadership style, and work engagement: the mediating role of innovation culture and autonomous motivation. *Curr Psychol*, 43, 23916-23930.
14. Galati, F., Bigliardi, B. (2019). Industry 4.0: Emerging themes and future research avenues using a text mining approach. *Computers in Industry*, 109, 100-113.
15. Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 1-6.
16. Hernandez-de-Menendez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., McGovern, M. (2020). Competencies for industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14, 1511-1524.
17. heybatallahpour, Z., barkat, G., nasiri, M. (2021). Modeling of Human Resource Development Strategies in the Era of the Fourth Industrial Revolution in Chemical Companies Based in Ahwaz Industrial Towns. *Journal of Educational Planning Studies*, 8(16), 177-202. (In Persian).
18. Jacob, D. (2017). *Quality 4.0 impact and strategy handbook: getting digitally connected to transform quality management*. LNS Research: Cambridge, MA, USA.
19. Jerman, A., Pejić Bach, M., Aleksić, A. (2020). Transformation towards smart factory system: Examining new job profiles and competencies. *Systems Research and Behavioral Science*, 37(2), 388-402.
20. Kagermann, H., Lukas, W. D., Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*, 13(1), 2-3.
21. Kiani, M., Andalib Ardakani, D., Mirfakhredini, S. H., Zare Ahmadabadi, H. (2023). An analysis of the Barriers to the implementation of the circular economy and Industry 4.0 in the supply chain: the Meta-Synthesis approach and Fuzzy DANP. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(4), 9-45. (In Persian).
22. Liboni, L. B., Cezarino, L. O., Jabbour, C. J. C., Oliveira, B. G., Stefanelli, N. O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: Implications for SCM. *Supply Chain Management*, 24(1), 124-146.
23. Longo, F., Nicoletti, L., & Padovano, A. (2017). Smart operators in industry 4.0: A human-centered approach to enhance operators' capabilities and competencies within the new smart factory context. *Computers & industrial engineering*, 113, 144-159.

24. Łupicka, A., Grzybowska, K. (2018). Key managerial competencies for industry 4.0-practitioners', researchers' and students' opinions. *Logistics and Transport*, 39(1), 61-72.
25. Mehralizadeh, Y. (2022). Investigating the skills of labor market and technical and vocational education in the era of the fourth industrial revolution: with an analysis of Iran's technical and vocational education system. *Journal of Skill Training*, 11(41), 139-164. (In Persian).
26. Mohaghar, A., Ghasemian Sahebi, I., Sadeghpour Firouzabad, A. (2023). Modeling Organizational Readiness Factors for Smart Statistical Process Control in The Era of Industry 4.0 with Fuzzy Interpretative Structural Modeling. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(4), 85-107. (In Persian).
27. Mohamed, M. (2018). Challenges and benefits of industry 4.0: An overview. *International Journal of Supply and Operations Management*, 5(3), 256-265.
28. Monazami, H. (2021). The solutions of the fourth industrial revolution and blockchain technology for the effective management of employees. *Brandafarin Journal*, 2(20), 1-15. (In Persian).
29. Pacaux-Lemoine, M.-P., Trentesaux, D., Rey, G. Z., Millot, P. (2017). Designing intelligent manufacturing systems through human-machine cooperation principles: A human-centered approach. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 581-595.
30. Passow, H. J., Passow, C. H. (2017). What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 475-526.
31. Pontes, J., Geraldés, C. A. S., Fernandes, F. P., Sakurada, L., Rasmussen, A. L., Christiansen, L., Hafner-Zimmermann, S., Delaney, K., Leitao, P. (2021). Relationship between Trends, Job Profiles, Skills and Training Programs in the Factory of the Future. *2021 22nd IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, 1, 1240-1245.
32. Ramzi, N., Ahmad, H., Zakaria, N. (2019). A conceptual model on people approaches and smart manufacturing. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 1102-1107.
33. Robbins, S.P., Judge, T.A. (2015). *Organizational behavior*. Pearson Higher Education, UK.
34. Rokneddini, S. A., Andalib Ardakani, D., Zare Ahmadabadi, H., Hosseini Bamkan, S. M. (2023). Modeling the Enablers of Industry 4.0 in the Implementation of a Sustainable Supply Chain with Fuzzy DEMATEL-ANP. *Journal of Industrial Management Perspective*, 13(1), 141-172. (In Persian).
35. Romero, D., Stahre, J., & Taisch, M. (2020). The Operator 4.0: Towards socially sustainable factories of the future. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106128.
36. Romero, D., Stahre, J., Wuest, T., Noran, O., Bernus, P., Fast-Berglund, Å., Gorecky, D. (2016, October). *Towards an operator 4.0 typology: a human-centric perspective on the fourth industrial revolution technologies*. In proceedings of the international conference on computers and industrial engineering (CIE46), Tianjin, China, 29-31.
37. Sakurada, L., Geraldés, C. A. S., Fernandes, F. P., Pontes, J., Leitao, P. (2020). Analysis of new job profiles for the factory of the future. *International Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing*, 262-273.
38. Schwab, K. (2015). *The Fourth Industrial Revolution*. What It Means and How to Respond/Schwab Klaus. Foreign Affairs, December, 12.
39. Short, M. N., Keller-Bell, Y. (2019). *Essential skills for the 21st century workforce*. In Handbook of research on promoting higher-order skills and global competencies in life and work, 134-147. IGI Global.
40. Stachová, K., Papula, J., Stacho, Z., Kohnová, L. (2019). External partnerships in employee education and development as the key to facing industry 4.0 challenges. *Sustainability*, 11(2), 345.
41. Javad Keyhan, Sanaz Hossengholizadeh. (2024). Review of the Content of Elementary School Science Books in Iran Based on Cognitive Load Theory. *Evolutionary Studies In Imaginative Culture*, 1026-1034. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1935>
42. Bühler, M. M., Jelinek, T., Nübel, K. (2022). Training and preparing tomorrow's workforce for the fourth industrial revolution. *Education Sciences*, 12(11), 782.
43. Winter, J. (2020). The evolutionary and disruptive potential of Industrie 4.0. *Hungarian Geographical Bulletin*, 69(2), 83-97.
44. Xu, J., Huang, E., Hsieh, L., Lee, L. H., Jia, Q. S., Chen, C. H. (2016). Simulation optimization in the era of Industrial 4.0 and the Industrial Internet. *Journal of Simulation*, 10(4), 310-320.
45. Yazdanpanah, M., hassani, M., Galavandi, H. (2022). Assessing the status and prioritization of non-technical skills of engineering graduates in the fourth industrial revolution from the perspective of employers and graduates. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(93), 3-26. (In Persian).