



Design and Explain the Development Model of Knowledge Workers in the Forth Industrial Revolution

Hamed Abdollahi ¹ | Mahmoud Dehghan Nayeri ^{2*} | Ali Rajabzadeh Ghatari ^{3*} | Khadije Mostafaie Dolat Abad ^{4*}

Research Paper

Received:
2024/05/05
Revised:
2024/10/17
Accepted:
2024/11/11
Published:
2025/06/21

ISSN: 2008-4528
E-ISSN: 2645-5072



Abstract

This research deals with the human capital in the fourth industrial revolution. Worldwide many studies have been done to determine the competencies and skills needed by the workforce to face Industry 4.0. The purpose of this research is that based on the structure of Iranian organizations, the macro political and economic environment of this country and the trends in the development of new technologies, identify, firstly the nature and components of Industry 4.0 and then the competencies, skills and knowledge required by employees to participate successfully and effectively in complex production environments in the fourth industrial revolution era. The methodology of this research is qualitative and its content is free of statistical and mathematical calculations. In this study, theoretical sampling was conducted and data was collected through semi-structured interviews with 18 experts, including academics, business managers, and researchers in the field of human resources, and the “Grounded Theory” methodology was applied to analyze them and design the model. In this methodology, by analyzing the text of the interviews, propositions, concepts, components and key categories are identified and results have been structured in the paradigm model, including the six dimensions of causal and intervening conditions, context and core category, strategies and consequences. According to the findings of the research, along with the evolution of the organizational culture and the educational system, the workforce should strengthen their competences, skills and knowledge in four main categories including personal, social, methodological, and technical for effective employment in future smart factories.

Keywords: Industry 4.0, Skills and Competencies, Human resources Development Model, Grounded Theory.

DOR: 20.1001.1.20084528.1404.17.1.4.6

1. PhD student in Industrial Management; Department of Industrial Management; Faculty of Management and Economics; Tarbiat Modares University; Tehran; Iran.
2. Corresponding Author: Associate Professor; Department of Industrial Management; Faculty of Management and Economics; Tarbiat Modares University; Tehran; Iran. mdnayeri@modares.ac.ir
3. Professor; Department of Industrial Management; Faculty of Management and Economics; Tarbiat Modares University; Tehran; Iran.
4. Assistant Professor; Department of Industrial Management; Faculty of Management and Economics; Tarbiat Modares University; Tehran; Iran.



مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۲/۱۶

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۰۷/۲۶

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۸/۲۱

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۰۳/۳۱

شاپا چاپی: ۴۵۲۸-۳۰۰۸
الکترونیکی: ۵۰۷۲-۳۶۴۵

طراحی و تبیین مدل توسعه‌ی کارکنان دانشی در انقلاب صنعتی چهارم

حامد عبداللہی^۱ | محمود دهقان نیری^۲ | علی رجب زاده قطری^۳ | خدیجه مصطفایی دولت آباد^۴

چکیده

این پژوهش به موضوع سرمایه‌ی انسانی در انقلاب صنعتی چهارم می‌پردازد. مطالعات فراوانی برای تعیین شایستگی‌ها و مهارت‌های مورد نیاز نیروی کار در مواجهه با صنعت ۴،۰، به انجام رسیده است. هدف این تحقیق آن است که بر اساس ساخت و بافت سازمان‌های ایرانی، محیط کلان سیاسی و اقتصادی کشور و روندهای موجود در توسعه‌ی فناوری‌های نو، ابتدا ماهیت و مولفه‌های صنعت ۴،۰ و پس از آن، شایستگی‌ها، مهارت‌ها و دانش مورد نیاز کارکنان را برای حضور موفق و موثر در محیط‌های پیچیده‌ی تولیدی در انقلاب صنعتی چهارم، شناسایی کند. روش انجام این پژوهش، کیفی و محتوای آن عاری از محاسبات آماری و ریاضی است. برای انجام این مطالعه، نمونه‌گیری نظری انجام گرفته و داده‌ها از طریق انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۸ نفر از خبرگان، شامل دانشگاهیان، مدیران کسب و کارها و پژوهش‌گران حوزه‌ی منابع انسانی، جمع‌آوری و برای تجزیه و تحلیل آن‌ها و طراحی مدل، از روش داده‌بنیاد استفاده شده است. در این روش با واکاوی متن مصاحبه‌ها گزاره‌ها، مفاهیم، مولفه‌ها و مقوله‌های محوری شناسایی و نتایج در قالب مدل پارادیمی (شامل ابعاد ۶گانه‌ی شرایط علی، مداخله‌گر، زمینه‌ای و پدیده‌ی محوری، استراتژی‌ها و پیامدها)، ساختار یافته‌اند. بر اساس یافته‌ها، ضمن لزوم ایجاد تحول در فرهنگ سازمانی توسط مدیران کسب و کارها و اعمال تغییر در نظام آموزشی توسط دانشگاهیان، نیروی کار برای اشتغال موثر در کارخانه‌های هوشمند آتی، باید در ۴ محور روش‌شناختی، اجتماعی، فردی و فناورانه به تقویت شایستگی‌ها، مهارت‌ها و دانش خود بپردازد.

کلیدواژه‌ها: صنعت ۴،۰؛ نظریه‌ی داده‌بنیاد؛ شایستگی‌ها و مهارت‌های نیروی انسانی؛ مدل توسعه‌ی سرمایه‌ی انسانی

DOR: 20.1001.1.20084528.1404.17.1.4.6

۱. دانشجوی دوره دکتری مدیریت صنعتی؛ گروه مدیریت صنعتی؛ دانشکده مدیریت و اقتصاد؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران.

۲. نویسنده مسئول؛ دانشیار؛ گروه مدیریت صنعتی؛ دانشکده مدیریت و اقتصاد؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران.
mdnayeri@modares.ac.ir

۳. استاد؛ گروه مدیریت صنعتی؛ دانشکده مدیریت و اقتصاد؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران.

۴. استادیار؛ گروه مدیریت صنعتی؛ دانشکده مدیریت و اقتصاد؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران.

این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز (CC BY-NC) Creative Commons Attribution Non-Commercial

Commercial



توزیع شده است.

مقدمه و بیان مسئله

اصطلاح صنعت ۴,۰، یا انقلاب صنعتی چهارم، به سطح جدیدی از سازمان‌دهی و کنترل زنجیره‌ی ارزش، در تمام طول چرخه‌ی عمر محصولات، اشاره دارد (وایدیا: ۲۰۱۸). باید بدانیم که در پس عبارت صنعت ۴,۰، صرفاً یک مفهوم واحد وجود ندارد. بلکه پیشرفت‌های مستمر فناوری اطلاعات و ارتباطات در ترکیب با رشد تصاعدی قابلیت محاسبه و ظرفیت انتقال و ذخیره‌سازی داده است که ظهور سیستم‌های فناوری قوی و به هم پیوسته را امکان‌پذیر ساخته است (بارتودزیچ، ۲۰۱۷). به صورت کلی می‌توان گفت که این مفهوم، با بکارگیری دستگاه‌های دارای استقلال عملکردی در یک شبکه‌ی همکاری، مشکل از دستگاه‌های هوشمند دیگر، مرتبط است. دستگاه‌های موجود در این شبکه می‌توانند با استفاده از قابلیت به‌روزرسانی‌های لحظه‌ای اطلاعات، عملیات لازم را به انجام برسانند (دالمارکو و دیگران، ۲۰۱۹: ۲).

تغییرات فناورانه به شکل‌گیری پارادایم صنعتی جدیدی، تحت عنوان انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰)، منجر شده است. در این پارادایم جدید فرآیندهای کسب و کار و شیوه‌های تولید به کلی تغییر خواهند کرد. بنابراین لازم است نیروی کار جوان کشور برای اشتغال موثر، ضمن آشنایی با مفاهیم اولیه‌ی صنعت ۴,۰، خود را به مهارت‌ها و شایستگی‌های مورد نیاز این دوره‌ی جدید صنعتی مجهز کند. اهداف این مطالعه عبارتند از: ۱. تعریف اجمالی صنعت ۴,۰؛ ۲. شناسایی شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر پدیده‌ی محوری استقرار انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) و پیامدهای آن در حوزه‌ی اقتصادی؛ ۳. کشف مهارت‌ها، دانش و شایستگی‌های مورد نیاز کارکنان واحدهای تولیدی در انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) و ۴. پیشنهاد مدل آموزش و توسعه‌ی منابع انسانی جوان برای مواجهه‌ی موفق با انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰).

صنعت ۴,۰ پارادایم جدیدی در تولید است که از بکارگیری سیستم‌های سایبر-فیزیکی، اینترنت اشیاء، اینترنت خدمات، رباتیک، کلان‌داده، رایانش ابری و واقعیت افزوده در محیط صنعت حاصل می‌شود (نانس: ۲۰۱۷). فرانک و همکاران (۲۰۱۹: ۱۶) صنعت ۴,۰ را به این شکل تعریف کرده‌اند: این مفهوم یک مرحله‌ی صنعتی جدید در سیستم‌های تولیدی است که با ادغام مجموعه‌ای از فناوری‌های نوظهور و هم‌گرا، باعث ایجاد ارزش در کل

چرخه‌ی عمر محصول می‌شود. این مرحله‌ی صنعتی جدید، مستلزم یک تحول اجتماعی و فنی در نقش انسان در سیستم‌های تولیدی است که در آن کلیه‌ی فعالیت‌های کاری زنجیره ارزش با رویکردهای هوشمند و مبتنی بر فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، انجام می‌شوند.

این فناوری‌ها دیر یا زود به کشور وارد می‌شوند و سیاست‌گذاران بخش عمومی، مدیران کسب و کارها و جوانان آماده‌ی اشتغال، باید به نحوه معقولی با آن روبه‌رو شوند. دانش، شایستگی‌ها و مهارت‌های جدید مورد نیاز جوانان برای فعالیت موثر در محیط‌های آینده صنعتی چیست؟ این مقاله بر اساس نظرگاه متخصصان ایرانی، مدل مهارت‌آموزی جوانان را متناسب با تحولات فناورانه‌ی موجود در انقلاب صنعتی چهارم پیشنهاد، تبیین و تشریح می‌کند.

در این مطالعه تلاش شده است که بر اساس نظرگاه متخصصان ایرانی، مدل توسعه‌ی سرمایه‌ی انسانی، طراحی و پیشنهاد می‌شود. مراد از توسعه در این جا، آموزش و مهارت‌افزایی کارکنان است و مدل توسعه به پیشنهاد یک سازه برای درک ابعاد مسئله‌ی آموزش کارکنان و جنبه‌های مختلف آن اشاره دارد.

سهم‌افزایی نظری (نوآوری) این پژوهش اولاً چهارچوب‌بندی نحوه‌ی تاثیر تحولات فناورانه‌ی صنعت ۴,۰ بر زنجیره‌ی ارزش تولیدات صنعتی و ثانیاً شناسایی دانش، شایستگی و مهارت‌های مورد نیاز سرمایه‌ی انسانی ایرانی متناسب با محیط کلان اقتصادی، سیاسی و فرهنگی سازمان‌های ایرانی است.

سوال پژوهش

۱. شرایط علی، مداخله‌گر و زمینه‌ای در ایجاد پدیده‌ی محوری استقرار انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) و پیامدهای آن در حوزه‌ی اقتصادی، کدامند؟
۲. راهبردهای مواجهه با انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) در حوزه‌ی منابع انسانی کدامند؟
۳. مهارت‌ها، دانش و شایستگی‌های مورد نیاز کارکنان واحدهای تولیدی در انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) کدامند؟
۴. برای مواجهه‌ی موفق با انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴,۰) مدل آموزش و توسعه‌ی منابع انسانی چگونه است؟

مبانی نظری پژوهش

تعریف صنعت ۴,۰

این عبارت همانند چتری برای جمع کردن مفاهیم یک پارادایم صنعتی جدید ذیل خود، عمل می‌کند (پیرا، ۲۰۱۷: ۱۲۰۷). پذیرش فناوری‌های دیجیتال برای گردش‌آوری مستمر و آنی داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها و آرایه‌ی اطلاعات مفید به سیستم‌های تولیدی، بخش مهمی از مفهوم صنعت ۴,۰ است (فرانک و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۵). پوسادا و همکاران (۲۰۱۵: ۲۶۲۰) جنبه‌های کلیدی مورد توجه صنعت ۴,۰ را به این شرح خلاصه می‌کنند: ۱. سفارشی‌سازی انبوه محصولات با استفاده از فناوری اطلاعات؛ ۲. انطباق خودکار و انعطاف‌پذیر سیستم‌های تولیدی در زمان تغییر؛ ۳. ردیابی و خودآگاهی قطعات و محصولات و توانایی آن‌ها برای برقراری ارتباط با یکدیگر در محیط خود؛ ۴. ارتقاء رابط کاربری ماشین و انسان، هم‌زیستی اشخاص با ربات‌ها و ظهور روش‌های جدید تعامل و عمل؛ ۵. ارتباطات در داخل کارخانه‌ی هوشمند و بهینه‌سازی فرآیند تولید توسط اینترنت اشیاء و ۶. ظهور خدمات و مدل‌های کسب و کار نو و تاثیرگذاری آن‌ها بر کل زنجیره ارزش. صنعت ۴,۰ برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، افزایش کیفیت محصولات، تقویت روابط میان همه‌ی ذینفعان و آرایه‌ی مدل‌های جدید کسب و کار و روش‌های تازه‌ی عملیات، دارای ظرفیت عظیمی در کل زنجیره ارزش است (فویدل و همکاران: ۲۰۱۶). مارتین و شافر، صنعت ۴,۰ را جریان هوشمند قطعات کار به صورت ماشین به ماشین در یک کارخانه و در بستر ارتباط لحظه‌ای میان ماشین‌آلات، تعریف می‌کنند. در این محیط، با استفاده از سیستم‌های انعطاف‌پذیر و مشارکتی و به منظور حل مشکلات و اتخاذ بهترین تصمیم‌ها، جریان تولید، هوشمند و با یکدیگر سازگار می‌شوند (آلکاسر و همکاران، ۲۰۱۹: ۹۰۰). صنعت ۴,۰ عبارت است از دیجیتالی شدن تمام دارایی‌های فیزیکی و ادغام آن‌ها در اکوسیستم‌های دیجیتال به اتفاق تمام شرکای زنجیره ارزش (بوتا، ۲۰۱۸: ۱۴۹). پیرا ضمن تاکید بر دشوار بودن تعریف این مفهوم، با استفاده از کارهای صاحب‌نظران مختلف، می‌گوید که صنعت ۴,۰ مفهومی است مرتبط با دستگاه‌های دارای استقلال و خودمختاری، که قادرند در یک محیط هوشمند، با سایر ماشین‌آلات ارتباط برقرار کنند و بر اساس اطلاعات دریافت‌شده به تصمیم‌گیری و انجام عملیات بپردازند (پیرا، ۲۰۱۷: ۱۲۰۸). کاناس و دیگران (۲۰۲۱: ۱۵۸) از قول کوهلر و ویز (۲۰۱۶)، نقل

می‌کنند که صنعت ۴,۰ رویکردی برای کنترل فرآیندهای تولید از طریق همگام‌سازی جریان کار و امکان‌پذیر کردن تولید تک‌واحدی و محصولات شخصی‌سازی شده است. هرمان (۲۰۱۶: ۱۱) می‌گوید در کارخانه‌های هوشمند دارای ساختارهای ماژولار، سیستم‌های سایبر-فیزیکی ضمن نظارت بر فرآیندهای کاری، یک کپی مجازی از دنیای عینی ایجاد و تصمیمات غیرمتمرکزی اتخاذ می‌کنند. این سیستم‌ها از طریق اینترنت اشیاء، به صورت لحظه‌ای با یکدیگر و انسان‌ها در تماسند و همکاری می‌کنند.

فناوری‌های پایه

بر روی ماهیت و نام این فناوری‌ها، میان دانشگاهیان و سیاست‌گذاران اجماع کاملی برقرار است. گروه مشاوران بوستون (روبن، ۲۰۱۵)، ساسدو مارتینز و همکاران (۲۰۱۷)، آلكاسر و همکاران (۲۰۱۹)، دالمارکو و همکاران (۲۰۱۹) و آجیت تام جیمز و همکاران (۲۰۱۹)، فناوری‌هایی را به عنوان آجرهای ساختمان صنعت ۴,۰ معرفی می‌کنند. این فناوری‌ها عبارتند از: رایانش ابری، تولید افزودنی، واقعیت افزوده، کلان‌داده و تجزیه و تحلیل آن، ربات‌های مستقل و خودکار، شبیه‌سازی، ادغام عمودی و افقی، اینترنت اشیاء و امنیت سایبری.

فناوری‌های سمت کاربر

سه فناوری مهم سمت کاربر در صنعت ۴,۰ عبارتند از: ۱. تولید هوشمند، ۲. زنجیره تامین هوشمند و ۳. محصول هوشمند. هسته‌ی مرکزی لایه‌ی فناوری سمت کاربر، «تولید هوشمند» است و دو بخش دیگر، از طریق این هسته با یکدیگر مرتبطند (رادزیون و همکاران، ۲۰۱۴).

تولید هوشمند

محیط یک کارخانه‌ی هوشمند از روش‌های جدید ارتباطات متقابل یکپارچه‌ی آنی و لحظه‌ای میان تمامی منابع تولیدی (حس‌گرها، محرک‌ها، نوار نقاله‌ها، ماشین‌ها، ربات‌ها و غیره) تشکیل شده است (پریرا، ۲۰۱۷). در کارخانه‌ی هوشمند، ماشین‌آلات به سیستم‌های سایبر-فیزیکی تبدیل می‌شوند. ماشین‌های هوشمند مستقر در یک کارخانه‌ی هوشمند می‌توانند فرآیندهای تولید را از طریق قابلیت خودبهینه‌سازی و تصمیم‌گیری مستقل، بهبود بخشند (روبلک و همکاران، ۲۰۱۶). ظرفیت‌های کارخانه‌ی هوشمند عبارت است از: ۱. قابلیت

استقلال؛ ۲. فناوری کامل بصری؛ ۳. هماهنگی و سازماندهی مجدد؛ ۴. قابلیت‌های خودآموزی و نگهداری؛ ۵. هم‌زیستی انسان و رایانه (وان و همکاران، ۲۰۱۵).

محصول هوشمند

محصولات هوشمند می‌توانند حجم زیادی از داده‌ها را در خود ذخیره کنند و از این طریق به نوعی خودآگاهی دست یابند و به صورت مستقل با سیستم‌های صنعتی در ارتباط باشند (پریرا و همکاران، ۲۰۱۷). انجام محاسبات، ذخیره‌سازی داده‌ها، ارتباط و تعامل با محیط، از ویژگی‌های کلیدی این محصولات است. این محصولات می‌توانند بدون مداخله‌ی عامل انسانی، محیط پیرامون خود را ادراک و با آن تعامل کنند (کارگرم، ۲۰۱۴).

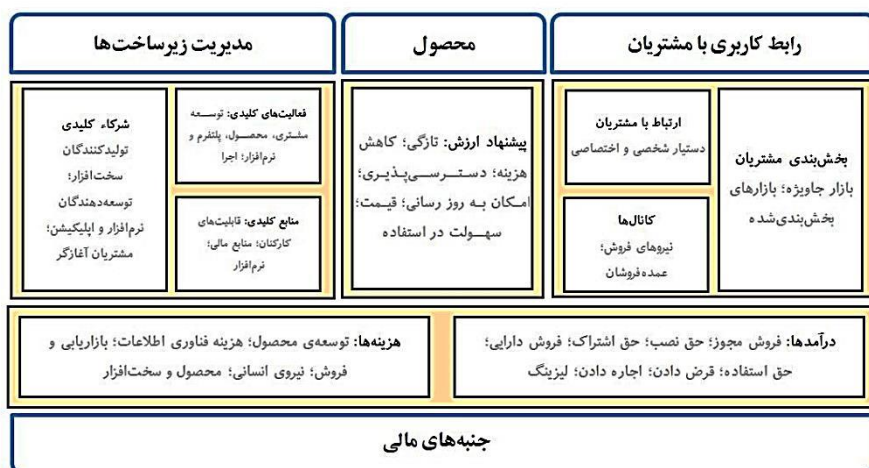
زنجیره تامین هوشمند

توانمندسازها و امکانات کلیدی صنعت ۴،۰، جوهره‌ی زنجیره‌ی تامین را تغییر می‌دهند. اما دیجیتالی کردن زنجیره تامین، تنها در استفاده از ابزارهای فناوری اطلاعات برای انجام بهتر روش‌های فعلی و دیجیتالی کردن جریان اطلاعات و دانش، خلاصه نمی‌شود. برای پاسخ‌گویی به نیاز بازارهای نوظهور و ترغیب مشتریان به خرید محصولات سفارشی‌سازی‌شده، باید کل ساختار، فرآیندها، جریان‌ها و مولفه‌های مدیریتی در زنجیره تامین، تحول یابند. مزیت اساسی زنجیره تامین دیجیتال نسبت به زنجیره‌ی تامین فعلی عبارتند از: افزایش سرعت، سازگاری، هوشمندی، توان گردآوری داده به صورت لحظه‌ای، شفافیت، اتصال جهانی، مقیاس‌پذیری، ابتکار و پایداری (گارای روندرو و همکاران، ۲۰۲۰).

مدل‌های کسب و کار

مارکون و همکاران (۲۰۲۲: ۲۶۰) مدل کسب و کار را این گونه تعریف می‌کنند: یک مدل مفهومی که «معماری» سازمانی و مالی کسب و کار را نشان می‌دهد. این معماری، سیستم فعالیت‌های وابسته به هم یک بنگاه و شرکای آن و سازوکارهای ارتباطی این فعالیت‌ها را با یکدیگر توصیف می‌کند. مدل کسب و کار در بطن خود، دو کارکرد دارد: «خلق» و «جذب» ارزش (متالو و همکاران، ۲۰۱۸). برای تجزیه و تحلیل مدل کسب و کار مطابق چهارچوب مفهومی اوستروالدر و پیگنور (۲۰۱۰) (بوم مدل کسب و کار)، باید ۹ عنصر را، شامل شرکاء،

فعالیت‌ها، منابع، ساختار هزینه، روابط با مشتریان، کانال‌ها، بخش‌بندی مشتریان، ساختار عایدی‌ها و پیشنهاد ارزش، در نظر گرفت (مارکون و همکاران، ۲۰۲۲). متالو و همکاران (۲۰۱۸) اجزاء مدل بوم کسب و کار را به شکل شماره ۱ معرفی کرده‌اند.



شکل شماره ۱. مدل کسب و کار در سازمان‌های صنعت ۴,۰ (متالو و همکاران، ۲۰۱۸)

معرفی چهارچوب مفهومی از فناوری‌های صنعت ۴

در بخش‌های قبلی فناوری‌ها و اصول صنعت ۴,۰ معرفی شدند. با توجه به در هم تنیدگی مفاهیم مربوطه و به منظور تسهیل در شناسایی دقیق این انقلاب صنعتی، مدل مفهومی زیر پیشنهاد می‌شود.



شکل شماره ۲. مدل مفهومی تأثیرات فناوری‌های نو بر نظام‌های تولید و توزیع

پیشینه‌ی پژوهش

پژوهش‌های متفاوتی در خصوص تأثیرات انقلاب صنعتی چهارم بر نیروی انسانی و شایستگی‌های مورد نیاز آن انجام شده است. موارد بررسی شده توسط محقق در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

جدول شماره ۱. خلاصه‌ی پیشینه‌ی پژوهش

سال	نویسندگان	نام مقاله/ فصل کتاب
۲۰۱۷	فری ^۱ و دیگران	آینده شغلی: مشاغل تا چه اندازه مستعد کامپیوتری شدن هستند؟
۲۰۱۶	بکر ^۲ و دیگران	روندهای آینده در طراحی محیط کار انسانی برای سیستم‌های تولید سایبر-فیزیکی
۲۰۱۹	رچوتا ^۳ و دیگران	آمادگی منابع انسانی برای صنعت ۴,۰
۲۰۱۸	گالاسکه ^۴ و دیگران	مدیریت نیروی کار ۴,۰ - ارزیابی آمادگی عوامل انسانی برای تولید دیجیتال
۲۰۲۲	آسربی ^۵ و دیگران	شناسایی و ارزیابی مهارت‌های مورد نیاز صنعت ۴,۰ برای نیروی کار شرکت‌های تولیدی
۲۰۱۷	پینزون ^۱ و دیگران	مشاغل و مهارت‌ها در صنعت ۴,۰: یک تحقیق اکتشافی

1. Frey
2. Becker
3. Vrchota
4. Galaske
5. Acerbi

جدول شماره ۱. خلاصه‌ی پیشینه‌ی پژوهش

سال	نویسندگان	نام مقاله/ فصل کتاب
۲۰۱۷	بنسووا ^۲ و دیگران	الزامات تحصیلات و صلاحیت افراد در صنعت ۴,۰
۲۰۲۰	پجیک بچ ^۳ و دیگران	متن‌کاوی صنعت ۴,۰: آگهی‌های استخدامی
۲۰۱۸	مورتزیز ^۴	توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌ها در تولید به سمت آموزش ۴,۰: رویکرد کارخانه آموزشی
۲۰۲	چاکا ^۵	مهارت‌ها، شایستگی‌ها و سواد متناسب به صنعت ۴,۰: بررسی محدوده
۲۰۲۲	جیمز ^۶ و دیگران	تجزیه و تحلیل چالش‌های مدیریت منابع انسانی در اجرای صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو هند
۲۰۲۲	الحلول ^۷	صنعت ۴,۰ به عنوان چالشی برای مهارت‌ها و شایستگی‌های نیروی کار: بررسی کتابخانه‌ای و نظرسنجی
۲۰۲۱	بی‌بلیون ^۸ و دیگران	برای کار در صنعت ۴,۰ آماده‌اید؟ مدل‌سازی سیستم فعالیت هدف و پنج بعد آمادگی کارگر
۲۰۲۰	فارری ^۹ و دیگران	تخمین تأثیر صنعت ۴,۰ بر پروفایل‌های شغلی و مهارت‌ها با استفاده از متن‌کاوی
۲۰۱۹	فلورس ^{۱۰} و دیگران	سرمایه انسانی ۴,۰: گونه‌شناسی شایستگی نیروی کار برای صنعت ۴,۰
۲۰۱۶	هکلاو ^{۱۱} و دیگران	رویکرد کل‌نگر برای مدیریت منابع انسانی در صنعت ۴,۰
۲۰۱۸	هکلاو و دیگران	مدیریت منابع انسانی: فرا مطالعه - تحلیل شایستگی‌های آینده در صنعت ۴,۰
۲۰۱۹	میسیری ^{۱۲} و دیگران	بررسی الزامات مهارت‌های صنعت ۴,۰
۲۰۱۷	پریفیتی ^{۱۳} و دیگران	مدل شایستگی برای کارکنان صنعت ۴,۰

1. Pinzone
2. Benesova
3. Pejic-Bach
4. Mourtzis
5. Chaka
6. James
7. al Hloul
8. Blayone
9. Fareri
10. Flores
11. Hecklau
12. Maisiri
13. Prifti

جدول شماره‌ی ۱. خلاصه‌ی پیشینه‌ی پژوهش

سال	نویسندگان	نام مقاله/ فصل کتاب
۲۰۲۲	سریواستاوا ^۱ و دیگران	شایستگی‌های منابع انسانی هوشمند و کاربرد آن‌ها در صنعت ۴,۰
۲۰۲۱	نومن ^۲ و دیگران	صنعت ۴,۰ و عامل انسانی - چارچوب سیستمی و روش تجزیه و تحلیل برای توسعه موفق
۲۰۲۱	پنا - جیمنز ^۳ و دیگران	بررسی الزامات مهارت برای صنعت ۴,۰: رویکرد کارگرمحور
۱۴۰۲	مزورعی نصرآبادی	شایستگی‌های منابع انسانی برای چهارمین نسل صنعت
۲۰۲۲	دا سیلوا ^۴ و دیگران	مدیریت منابع انسانی ۴,۰: بررسی ادبیات و روندها

در همه‌ی پژوهش‌های بررسی‌شده، محققان تلاش کرده‌اند که مسایل مختلف نیروی کار را در دوران انقلاب صنعتی چهارم بررسی کنند.

مارکون و همکاران (۲۰۲۱) در خصوص تأثیرات استفاده از فناوری‌های صنعت ۴,۰ بر نیروی انسانی چنین اظهارنظر می‌کنند: ۱. هر چه میزان بکارگیری فناوری‌های صنعت ۴,۰ در سازمان بیش‌تر باشد، سیستم تولید خودمختاری (استقلال) و گستردگی شغلی بیش‌تری از کارکنان مطالبه دارد؛ ۲. نحوه‌ی ادراک صنعت ۴,۰ توسط کارکنان مهم است. می‌توان استقرار فناوری‌های نو را تهدیدی علیه امنیت شغلی کارکنان تفسیر کرد؛ یا پدیده‌ای مفید، برای رها شدن ایشان از انجام وظایف تکراری، بدنی و ساده و همزمان مشارکت در کارهای پیچیده، نیازمند خلاقیت و دارای ارزش افزوده‌ی بیش‌تر. این کارهای جدید، به سطح بالاتری از مهارت‌های فنی، اجتماعی و روان‌شناختی نیاز دارند؛ به گونه‌ای که امروزه مفهوم «سرمایه‌ی انسانی ۴,۰» یا «کارکردن هوشمند» نیز توسعه یافته و شایستگی‌ها، تحصیلات، سلامت و بهروزی نیروی کار را تحت تأثیر قرار داده است (فلورس و همکاران، ۲۰۲۰).

پیش‌بینی‌هایی برای وضعیت نیروی انسانی در آینده وجود دارد: ۱. با ظهور صنعت ۴,۰، انسان از کارخانه‌های آینده حذف نخواهد شد؛ ۲. وظایف و فعالیت‌های جدید، پیچیده‌تر می‌شوند.

1. Srivastava
2. Neumann
3. Pena-Jimenez
4. da Silva

این وظایف به سطح بالاتری از انتزاع، توانمندی حل مسئله، استقلال و ارتباطات بسیار فراگیرتر، نیاز دارد؛ ۳. وظایف و فعالیت‌های آتی به طرز فزاینده‌ای به دستگاه‌های کامپیوتری مرتبط خواهند بود؛ ۴. کارهای ساده و تکراری، مکانیزه می‌شوند و ۵. توانایی‌های منحصر به فرد انسانی، نقش بیش‌تری در فعالیت‌های کاری آتی ایفا خواهند کرد (بِکِر و اِسترن؛ ۲۰۱۶). علی‌رغم دیجیتالی شدن اقتصاد، نیروی انسانی هنوز بسیار پراهمیت است. این نیرو باید بر اساس فناوری‌های نو، فرم‌های سازمان و جریان کار، الزامات جدیدی کسب کند (گالاسکه و همکاران؛ ۲۰۱۸: ۱۰۶-۱۰۷).

کار در دنیای صنعت ۴،۰ نیازمند کسب مهارت‌های خاصی است. نیروی انسانی علاوه بر مهارت‌ها، تحصیلات و شایستگی‌های عمومی مورد نیاز مشاغل، باید خود را به مهارت‌ها و شایستگی‌های جدیدی مجهز کند. تجزیه و تحلیل داده‌ها، مهارت‌های محاسباتی، برنامه‌نویسی، کدنویسی، تصمیم‌گیری افقی، تفکر بین‌رشته‌ای و تحمل ابهام، از این دسته‌اند (چاکا، ۲۰۲۰). مزورعی نصرآبادی در پژوهشی تحت عنوان «شایستگی‌های منابع انسانی برای چهارمین نسل صنعت» به بررسی شایستگی‌های مورد نیاز منابع انسانی در صنعت ۴،۰ برای صنعت فرش کشور پرداخته است (مزروعی، ۱۴۰۲).

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش در پارادایم نمادین - تفسیری و با رویکرد استقرایی به انجام رسیده و با توجه به ماهیت اکتشافی (نظریه‌سازی به جای نظریه‌آزمایی) و جوهره‌ی پرسش‌های آن، برای تحلیل داده‌ها و ساخت مدل از روش کیفی نظریه‌پردازی داده‌بنیاد (خوانش کوربین و اشتراوس) بهره گرفته شده است. در این روش با استفاده از مفاهیم مشتق‌شده و توسعه‌یافته از داده‌ها و ادغام آن‌ها با یکدیگر، نظریه ساخته می‌شود (کوربین و اشتراوس، ۲۰۱۴).

جامعه‌ی آماری این مطالعه را تمامی صاحب‌نظران در موضوعات مدیریت سرمایه‌ی انسانی و فناوری‌های سازنده‌ی انقلاب صنعتی چهارم، تشکیل می‌دهند. نمونه‌گیری به روش نظری تا آن جا ادامه پیدا کرد که کفایت نظری و یا اشباع در ظهور داده‌های جدید، حاصل شد. داده‌ها در بازه‌ی زمانی زمستان ۱۴۰۱ تا پاییز ۱۴۰۲ جمع‌آوری شده‌اند. مصاحبه‌شوندگان (نمونه‌ها) حداقل یکی

از شرایط زیر را دارا بودند: ۱. تسلط بر مفاهیم مدیریت سرمایه‌ی انسانی؛ ۲. دارا بودن سابقه‌ی مدیریت در حوزه‌ی صنعت یا تجربه‌ی انجام پژوهش‌های تخصصی و ارایه‌ی مشاوره‌ی مدیریت؛ ۳. آشنایی با مفاهیم صنعت ۴,۰ و شاغل بودن در سازمان‌های دارای فناوری‌های برتر. برای جمع‌آوری داده‌ها جمعاً ۱۸ مصاحبه، ۱۳ مورد به صورت حضوری و ۵ مورد به دلیل بُعد مسافت در بستر اینترنت و از طریق نرم‌افزار «اسکایپ»، انجام شد. ۴ نفر مدیر، ۸ نفر مشاور مدیریت در حوزه‌ی صنعت و منابع انسانی و ۶ نفر عضو هیات علمی دانشگاه و مدرس مدارس کسب و کار، مصاحبه‌شوندگان را تشکیل می‌دادند. ۱۵ نفر از آن‌ها دارای درجه‌ی دکتری و ۳ نفر از آن‌ها دارای درجه‌ی کارشناسی ارشد بودند. مصاحبه‌شوندگان حداقل یکی از شرایط زیر را دارا بودند: ۱. تسلط بر مفاهیم مدیریت سرمایه‌ی انسانی؛ ۲. دارا بودن سابقه‌ی مدیریت در حوزه‌ی صنعت یا تجربه‌ی انجام پژوهش‌های تخصصی و ارایه‌ی مشاوره‌ی مدیریت؛ ۳. آشنایی با مفاهیم صنعت ۴,۰ و شاغل بودن در سازمان‌های دارای فناوری‌های برتر. نمونه‌های این پژوهش به روش نظری انتخاب و داده‌ها در بازه‌ی زمانی زمستان ۱۴۰۱ تا تابستان ۱۴۰۲ جمع‌آوری شده‌اند. نمونه‌گیری تا آن جا ادامه پیدا کرد که کفایت نظری و یا اشباع در ظهور داده‌های جدید، حاصل گردید. مشخصات مشارکت‌کنندگان در پژوهش در جدول شماره‌ی ۲ خلاصه شده است.

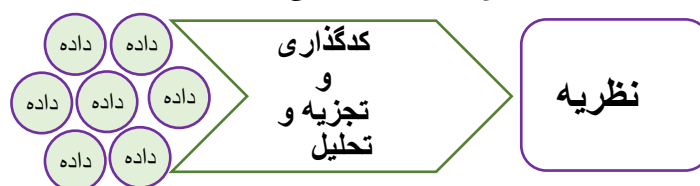
جدول شماره‌ی ۲. اطلاعات مصاحبه‌شوندگان

کد	تحصیلات	زمینه‌ی کاری	جنسیت	سابقه کار
۱	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	آقا	۱۰
۲	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	خانم	۸
۳	کارشناسی ارشد	مدیر منابع انسانی	خانم	۱۸
۴	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۲۰
۵	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۱۵
۶	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	خانم	۱۱
۷	کارشناسی ارشد	مدیر منابع انسانی	آقا	۱۲
۸	کارشناسی ارشد	مدیر منابع انسانی	خانم	۱۰
۹	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۱۴
۱۰	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	آقا	۱۳

۱۱	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	خانم	۱۲
۱۲	دکتری	مدیر منابع انسانی	آقا	۱۴
۱۳	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۱۰
۱۴	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۱۲
۱۵	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۸
۱۶	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۵
۱۷	دکتری	محقق و مشاور مدیریت	آقا	۱۲
۱۸	دکتری	عضو هیات علمی دانشگاه	خانم	۱۲

داده‌ها با عملیات «مقایسه مستمر»^۱ تجزیه و تحلیل شدند. در این فرآیند، داده‌ها به قطعات کوچک‌تر تقسیم و قطعات برای یافتن شباهت‌ها و تفاوت‌ها مقایسه و داده‌های مشابه (به لحاظ مفهومی و نه تکرار یک عمل یا حادثه) ذیل یک مفهوم یکسان، دسته‌بندی گردیدند. در ادامه با تلفیق مفاهیم توسط محقق، دسته‌های بزرگ‌تر شکل گرفت. با ادامه‌ی این روند، گروه‌بندی‌های مختلف حول مقوله یا پدیده‌ی مرکزی یک‌پارچه شدند.

پیش از آغاز مصاحبه‌ها، پروتکل مصاحبه بر اساس پرسش‌های پژوهش و با کاربرست توصیه‌های موجود در ادبیات موضوع، طراحی و سپس با استفاده از روش کاستیلو - مونتویا^۲ (۲۰۱۶)، اعتبارسنجی شد. این روش در ۴ جنبه به تقویت و ساخت‌دهی به پرسش‌های پروتکل کمک می‌کند. این چهار مرحله عبارت است از: ۱. حصول اطمینان از همسویی پرسش‌های مصاحبه با سؤالات تحقیق؛ ۲. شکل‌دهی به یک گفت‌وگوی مبتنی بر پرس‌وجو؛ ۳. دریافت بازخورد در خصوص پروتکل طراحی شده و ۴. اجرای آزمایشی پروتکل مصاحبه. شکل شماره‌ی ۳ شیوه‌ی تولید نظریه به روش داده‌بنیاد را نشان می‌دهد.



شکل شماره‌ی ۳. فرایند استقراء در نظریه‌پردازی داده‌بنیاد

1. Constant Comparision
2. Castillo-Montoya

اعتبارسنجی پژوهش

گلیسر و اشتراوس ترجیح می‌دهند که در پژوهش‌های کیفی به جای واژه «روایی» و «پایایی» از کلمه‌ی «اعتبار» استفاده کنند (گلیسر و اشتراوس، ۱۹۶۸؛ لینکلن و گوبا، ۱۹۸۵). این کلمه برای ایشان بیش از «معتبر»، به معنای «باورپذیر» است. در این مطالعه از دو روش برای اعتبارسنجی پژوهش استفاده شده است: ۱. روش توافق دو کدگذار و ۲. روش پیشنهادی گلیسر و اشتراوس.

۱. برای محاسبه پایایی مصاحبه با روش توافق دو کدگذار، از یک دانشجوی مقطع دکتری مدیریت درخواست شد تا به عنوان کدگذار همکار در پژوهش مشارکت کند. آموزش‌های لازم برای کدگذاری مصاحبه‌ها به ایشان ارائه شد. تعداد سه مصاحبه توسط محقق و همکار پژوهش کدگذاری و درصد توافق میان کدگذاران از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$\text{"درصد توافق"} = \frac{(\text{"۲"} \times \text{"تعداد توافقات"})}{\text{"تعداد کل کدها"} \times 100}$$

تعداد کل کدهای ثبت شده توسط محقق و همکار برابر ۱۹۸ مورد، تعداد کل توافقات بین این کدها ۸۱ و تعداد کل عدم توافقات بین این کدها برابر ۳۶ بود. پایایی بین کدگذاران در مصاحبه‌های انجام شده با استفاده از فرمول فوق‌الذکر برابر ۸۲ درصد است. با توجه به بالاتر بودن این درصد از عدد ۶۰ قابلیت اعتماد کدگذاری‌ها مورد تأیید است (کواله، ۱۹۹۶) و می‌توان ادعا کرد که میزان پایایی تحلیل مصاحبه‌ها مناسب است.

۲. گلیسر و اشتراوس شاخص‌هایی را برای تعیین میزان «اعتبار» پژوهش‌های مبتنی بر نظریه‌ی داده‌بنیاد پیشنهاد کرده‌اند. این شاخص‌ها عبارتند از: ۱. پژوهش به میزان قابل قبولی حاوی جزئیات و توصیفات باشد تا خوانندگان احساس کنند که آن‌ها نیز جزئی از فرآیند مطالعه بوده‌اند و بر اساس داده‌های موجود، می‌توانند رأساً نتایج را ارزیابی و نسبت به آن‌ها قضاوت کنند؛ ۲. در تحقیق شواهد کافی از شیوه‌ی گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها وجود داشته باشد، به گونه‌ای که خواننده بر ارزیابی و اظهار نظر در خصوص چگونگی دستیابی به نتایج توسط پژوهش‌گر توانا باشد؛ ۳. موجود بودن چندین گروه مقایسه و ۴. تعیین کردن دقیق نوع داده‌های مورد استفاده در مطالعه. در طول پژوهش تلاش شد تا حد امکان شاخص‌های فوق‌الذکر در محتوای مطالعه لحاظ و رعایت شوند (گلیسر و اشتراوس، ۱۹۶۷).

جدول شماره ۳. بررسی اعتبارسنجی پژوهش انجام شده

معیار	شاخص	توضیحات
اعتبار روایی پایایی	وجود توصیفات و جزئیات کافی	متن کامل تمامی مصاحبه‌ها موجود و قابل ارایه است.
	تشریح شیوه‌ی گردآوری و تحلیل داده‌ها	متن کامل تمامی مصاحبه‌ها موجود و قابل ارایه است. نمونه‌ی نحوه‌ی شکل‌گیری هر یک از گزاره‌ها، مفاهیم، زیرمقولات و مقولات محوری، در متن مقاله موجود و شرح مفصل شکل‌گیری این موارد در متن رساله آمده است.
	وجود چندین گروه مقایسه	مصاحبه‌ها با افراد متفاوت از گروه‌های مختلف (صنعت، دانشگاه، مشاوره‌ی مدیریت و...) انجام شد و داده‌ها حاصل اخذ نظر از طیف گسترده‌ای از مراجع مختلف است. ارایه‌ی نتایج تحلیل داده‌ها به تعدادی از مصاحبه‌شوندگان از گروه‌های دارای خاستگاه‌های متفاوت، عرضه و از ایشان در خصوص کیفیت خروجی‌های پژوهش، تاییدیه اخذ شد.
	تعیین نوع داده‌های مورد استفاده	داده‌ها، متنی و حاصل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و یادداشت‌های محقق است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این بخش، مراحل کدگذاری‌ها، مفاهیم کشف‌شده، مقولات دسته‌بندی شده و مدل نهایی پژوهش، تشریح می‌شوند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از دستورالعمل استراوس و کوربین، شامل سه مرحله‌ی اصلی «کدگذاری باز»، «کدگذاری محوری» و «کدگذاری انتخابی» پیروی شده است.

کدگذاری باز

برای کدگذاری باز، پژوهش‌گر با لحاظ کردن حساسیت نظری و در نظر داشتن سئوالات پژوهش و پروتکل مصاحبه، به میدان تحلیل متن گام گذاشت. در ابتدا فایل صوتی مصاحبه‌ها به متن مکتوب، تبدیل و پس از مرور کلی، این متن‌ها پاراگراف‌بندی و شماره‌ی سؤال مربوطه در حاشیه‌ی آن یادداشت شد. سپس هر پاراگراف به صورت جداگانه در سلول‌های مشخص

1. Open Coding
2. Axial Coding
3. Selective Coding

جدولی از پیش طراحی شده، وارد و با مطالعه‌ی دقیق و تحلیل کلمه‌به‌کلمه و خط‌به‌خط آن، کوچک‌ترین واحد معنایی مرتبط با پاسخ پرسش‌ها، شناسایی و در سلول مقابل پارگراف در جدول مذکور، درج گردید. جدول شماره‌ی ۴ نشان‌دهنده‌ی برشی از نتایج کدگذاری باز است.

جدول شماره‌ی ۴. برشی از فرآیند و نتایج کدگذاری باز

مصاحبه	برشی از متن مصاحبه	گزاره
۳	الگوریتم‌ها این قدر پیشرفته و پیچیده شده‌اند که در آینده، همه‌ی کارهای تحلیلی و فکری بدون انسان قابل انجام است. تنها کار و شغل مردم، تبدیل کردن خواسته‌هاشون به زبان‌های برنامه‌نویسیه. الگوریتم‌ها، تجهیزات مکانیکی و سخت‌افزارها رو مدیریت می‌کنند. همه چیز می‌شه کدهای کامپیوتری	اهمیت یادگیری زبان‌های برنامه‌نویسی در مشاغل
۶	حتی امروز در ایران هم بسیاری از مشاغل داره از بین می‌ره. دیگه خیلی از فروشگاه‌ها صندوق‌دار ندارند. روند ماشینی کردن کارهای روتین و ساده که خیلی وقته شروع شده ولی روندها نشون می‌دن، کارهای پیچیده‌تر رو هم می‌شه با هوش مصنوعی ماشینی کرد.	شدت گرفتن میزان حذف مشاغل
۹	الان که تحریمم، نمی‌تونیم دستگاه و تجهیزات وارد کنیم، ولی نرم‌افزار و کد کامپیوتری به اون معنا، قابل تحریم کردن نیست. اصلاً برنامه‌نویس رو از هر جای دنیا می‌تونیم بیاریم ایران یا خدماتش رو از راه دور بخریم. شاید این انقلاب صنعتی دنیا رو برای جهان سوم بهتر کنه.	کم‌تأثیر بودن تحریم‌ها در روند ورود امواج انقلاب صنعتی به ایران
۱۱	همین الان هم گاهی تو سامانه‌های دولتی اشکال ایجاد می‌شه یا سیستم‌ها رو هک می‌کنند. درسته که مردم دچار مشکل و سردرگمی می‌شن ولی بالاخره به جوری سیستم رو از حالت دیجیتالی خارج می‌کنند و روی حالت دستی می‌ذارند و کار راه می‌وفته. حالا فرض کنید که همه چیز بر مبنای هوش مصنوعی و برنامه‌های کامپیوتری باشه. اگه سیستم‌ها هک بشه یا به هر دلیل از کار بیافته عملاً بحران درست می‌شه. همیشه هکرها یا دشمن یا رقبا انگیزه دارند که به کامپیوترهای دیگه وارد بشن.	حیاتی شدن امنیت داده و شبکه در زندگی روزمره

جدول شماره ۴. برشی از فرآیند و نتایج کدگذاری باز

مصاحبه	برشی از متن مصاحبه	گزاره
۱۳	صنعت ۴۰ فقط در یک فناوری خلاصه نمی‌شود. در حقیقت جمع و ستنز چند تا فناوری و تاثیرش در فرآیندهای کسب و کارهاست که پدیده‌ای رو ایجاد کرده که اسمش رو بذارند انقلاب صنعتی چهارم. اینترنت اشیاء، واقعیت مجازی، تکنولوژی ابر، کلان داده‌ها و چند تا فناوری دیگه.	ظهور فناوری‌های نو (اینترنت اشیاء، کلان داده، رایانش ابری و...)
۱۶	عوض کردن قالب، ست آپ دستگاه، برنامه‌ریزی تولید و... همه کامپیوتری می‌شن. الان خیلی از محدودیت‌ها مربوط به توانایی‌های حفظ و کسب اطلاعات توسط انسان. بعداً خود سیستم‌ها برنامه‌ریزی می‌کنند، قالب‌ها رو تغییر می‌دن، تولید می‌کنند، متوقف می‌شن و...	سرعت بیش‌تر تولید

از تحلیل و کدگذاریِ متن مصاحبه‌های انجام‌شده، ۱۸۳ گزاره استخراج شد و به واحدهای معنادر برآمده از مصاحبه‌ها، مفهومی اختصاص یافت. مفهوم‌سازی یا به تعبیر دیگر، برجسب‌گذاری معنایی بر روی محتوای تولیدشده از مصاحبه‌ها، به ظهور و کشف ۱۰۸ مفهوم منجر گردید.

جدول شماره ۵. برشی از کشف مفاهیم از گزاره‌های بیان‌شده

گزاره‌ها	فراوانی	مفاهیم
وجود حس‌گرها در همه جا	۷	وصول داده‌ها به صورت لحظه‌ای از همه جا
ارزان‌شدن سنسورها	۳	
ارسال دائم داده‌ها به پردازش‌گر مرکزی	۶	
ظهور مشاغل بسیار پیچیده	۱۱	دوقطبی شدن مشاغل
شدت گرفتن روند از بین رفتن مشاغل دارای سطوح متوسط پیچیدگی	۱۰	
تداوم نیاز به انسان در کارهای ساده‌ی خدماتی	۶	
پدید آمدن گروه‌های همکاری چندفرهنگی و گروه‌های کاری بین‌المللی	۹	انطباق‌پذیری فرهنگی
اهمیت یافتن مهارت‌های ارتباطی، مصالحه و مدیریت تحول	۸	
همکاری نزدیک میان سازمان‌های مختلف در طول زنجیره‌ی	۳	ادغام افقی

جدول شماره‌ی ۵. برشی از کشف مفاهیم از گزاره‌های بیان‌شده

مفاهیم	فراوانی	گزاره‌ها
		ارزش
	۶	به اشتراک گذاشته شدن گسترده‌ی اطلاعات میان سازمان‌های همکار
	۶	دیجیتالی شدن تمامی فرآیندهای درون و بین سازمانی
همکاری‌های بین‌عاملی	۱۲	همکاری نزدیک انسان و ماشین
	۱۲	اتحاد استراتژیک میان رقبا
	۱۱	اکوسیستمی شدن فعالیت‌ها
افزایش آموزش‌های غیررسمی	۹	یادگیری از طریق جستجو
	۱۰	یادگیری حین اقدام و عمل
ارتقاء قابلیت‌های شناختی	۱۲	توانایی تحلیل و حل مسئله
	۶	خلاقیت در استفاده از فناوری
حیاتی شدن مهارت‌های ارتباطی	۱۳	تعامل و به اشتراک‌گذاری از طریق فناوری‌های دیجیتال
	۹	رشد شبکه‌سازی
	۸	مدیریت هویت دیجیتال
امنیت سایبری	۱۱	حفاظت از دیوایس‌ها و تجهیزات
	۱۶	حیاتی شدن امنیت داده و شبکه در زندگی روزمره
	۱۳	لزوم محافظت از حریم شخصی شهروندان
تأمین زیرساخت‌ها	۶	کاهش بهای استفاده از اینترنت
	۸	افزایش پهنای باند
	۱۱	میزان هزینه‌های توسعه‌ی زیرساخت‌های لازم

کدگذاری محوری و انتخابی

در این مرحله با تأمل بر مفاهیم و مولفه‌های حاصل‌شده در مرحله‌ی قبل، داده‌ها متراکم و در هم ادغام شدند. بنابراین بر اساس اشتراکات یا معنای مشابه، مفاهیم در کنار هم قرار گرفتند. از تجمع کدهای باز (مفاهیم)، مقولات (مفاهیم سطح بالاتر) ایجاد شد. به این صورت که محقق کدهای شبیه و مرتبط با یکدیگر را در کنار هم قرار داد و در سطح بالاتری از انتزاع، عنوانی

(برچسب) برای آن‌ها برگزید. در جدول شماره‌ی ۶ نمونه‌ای از کنار هم قرار گرفتن مفاهیم برای تشکیل مولفه‌ها نشان داده شده است.

جدول شماره‌ی ۶. برشی از کشف مولفه‌ها (مقوله‌ها) از مفاهیم ساخته شده

مولفه‌ها	مفاهیم
دریافت و پردازش داده‌ها به صورت لحظه‌ای	ایصال داده‌ها به صورت لحظه‌ای از همه جا
	امکان ذخیره داده‌ها در حجم بالا
	امکان تجزیه و تحلیل داده‌ها با سرعت بالا و هزینه‌ی پایین
اضافه شدن مهارت‌های نرم به سرفصل‌های آموزشی رسمی	وجود تعداد نیروی انسانی متخصص برای ورود به صنعت ۴۰
	توسعه‌ی رشته‌های مرتبط با آی تی در دانشگاه‌ها
	تعریف پروژه‌های کلان ملی برای جذاب‌تر شدن بخش آی تی
هویت‌مند شدن محصولات	فراگیر شدن اینترنت خدمات
	فراتر رفتن خدمات از مرزهای کارخانه
	عاملیت یافتن محصولات
ادغام (یک‌پارچگی)	ادغام افقی
	ادغام عمومی
	ادغام پایان به پایان
تحول فرهنگ سازمانی	گشودگی روانی به تغییر
	ارتقاء فرهنگ کار تیمی
	افزایش انطباق‌پذیری فرهنگ سازمانی
مادام‌العمر شدن یادگیری	افزایش آموزش‌های غیررسمی
	آموزش‌های باز، فراگیر و آنلاین
لزوم ارتقاء مهارت‌های فنی	ارتقاء دانش نوین
	فراگیر شدن الزام دارا بودن مهارت کدنویسی رایانه‌ای
	ادراک امنیت فناوری اطلاعات
انعطاف‌پذیری تولید	تولید محصولات اختصاصی شده برای مشتریان
	افزایش سرعت تولید و تحویل محصول به مشتری
ظهور و گسترش فناوری‌های پایه	شبیه‌سازی
	کلان‌داده و رایانش ابری

جدول شماره‌ی ۶. برشی از کشف مولفه‌ها (مقوله‌ها) از مفاهیم ساخته‌شده

مفاهیم	مولفه‌ها
ایترنت اشیا و ربات‌های مستقل	
برقرار بودن ارتباط تولیدکننده با محصول تا پایان چرخه‌ی عمر	اقتصاد چرخه‌ای
مهندسی چرخه‌ی عمر محصول	
امکان بازیافت با تعبیه‌ی حس‌گر و فرستنده در محصولات	

دسته‌های مختلفِ ایجادشده، ادغام و برای ساخت مدل پارادایمی، پدیده‌ی محوری، شرایط علی، مداخله‌گر و زمینه‌ای، استراتژی‌ها و پیامدها تعیین شدند. مدل پارادایمی یک ابزار تحلیلی در انجام کدگذاری محوری است. محققان می‌توانند در استفاده از این ابزار، با طرح سؤالات متعدد و تامل بر پاسخ آن‌ها، پیوندها و ارتباطات احتمالی میان مفاهیم را کشف کنند (کوربین و اشتراوس، ۲۰۱۴). پدیده‌ی محوری، تغییرات آتی در فرآیندهای صنعتی و شرایط علی آن‌ها، تحولات فناورانه بودند. از میان تمام استراتژی‌های قابل شناسایی، این پژوهش بر اقدامات و عملیات مربوط به سرمایه‌ی انسانی متمرکز بود. پروتکل مصاحبه پس از شناسایی پدیده‌ی محوری و علل آن، به تبیین استراتژی‌های مواجهه، شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر آن و پیامدهای نهایی، می‌پرداخت. جدول شماره‌ی ۷ هر یک از مقوله‌ها را بر اساس تقسیم‌بندی ۶ گانه‌ی مدل پارادایمی، ارایه کرده است.

جدول شماره‌ی ۷. اجزاء مدل پارادایمی پژوهش

بعد	مولفه‌ی محوری	مولفه‌ها
شرایط علی	ظهور فناوری‌های آشفته‌ساز	ظهور و گسترش فناوری‌های پایه
		ظهور و گسترش فناوری‌های سمت کاربر
	ارتقاء رقابت‌پذیری اقتصاد ملی	خلق ارزش به روش‌های جدید
		لزوم آمادگی برای همکاری‌های اقتصادی بین‌المللی
پدیده‌ی محوری	قابلیت آنی‌کاری	انطباق با پارادایم‌های جدید کسب و کار
		دریافت و پردازش داده‌ها به صورت آنی
		فراگیری بی‌سابقه‌ی حس‌گرها در محیط و تجهیزات
		دوقلوی مجازی عاملیت‌ها

جدول شماره‌ی ۷. اجزاء مدل پارادایمی پژوهش

مؤلفه‌های محوری	مؤلفه‌ها	بعد
تولید هوشمند	کاهش ضایعات	
	انعطاف‌پذیری تولید	
	لزوم پاسخ‌گویی به تقاضای مشتریان برای محصولات منفرد	
تمرکززدایی از فرآیند تصمیم‌گیری	یاری‌رسانی پردازش‌گرها در تصمیم‌گیری‌ها	
	وجود ردیاب در محصولات و ذخیره‌سازی برنامه‌ی تولید در آن	
	ادغام عمومی؛ افقی و ادغام انتها به انتها ^۱	
هم‌کنش‌پذیری	ظهور گسترده‌ی سیستم‌های سایبر - فیزیکی	
	استانداردسازی ارتباطات، عملیات و فرآیندها	
	یک‌پارچه شدن زنجیره‌ی ارزش	
دنیای متصل	محو شدن مرزهای سازمانی و ملی	
	اتصال متقابل عاملیت‌ها	
	نبود مقاومت در خصوص حفظ سلسله مراتب اداری سنتی	
گشودگی روانی به تغییر و تحول	نزدیک شدن ساختارهای صف و ستاد	شرایط مداخله‌گر
	رشد بی‌سابقه‌ی تیم‌های کاری	
	فشار جهانی و نخبگان برای مراقبت از محیط زیست	
حفظ محیط زیست	حساسیت عموم مردم نسبت به تغییرات اقلیمی	
	تأمین زیرساخت‌ها به قیمتی ارزان	
	توان مقابله با حمله‌های سایبری	
وجود و کفایت زیرساخت‌های فنی	توانایی شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در ارائه خدمات لازم	شرایط زمینه‌ای
	تخصیص منابع لازم برای توسعه‌ی زیرساخت‌های صنعت ۴,۰	
	میزان سرمایه‌گذاری نهادهای نظامی، امنیتی و اقتصادی بر فناوری‌ها مربوطه	
ادراک تحول‌های پیش رو توسط نخبگان	خوش‌بینی سیاست‌گذاران به ارتقاء فناورانه	
	امکان همکاری عملیاتی با کشورهای بلوک شرق	
	همکاری مجلس برای تصویب قوانین مساعد	
تعدیل ساختارهای حقوقی،	تصویب قوانین جدید متناسب با صنعت ۴,۰	

1. End to End Integration

پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین (علیه‌السلام)

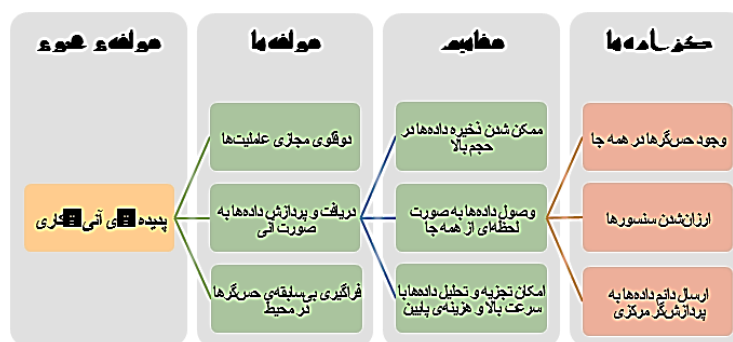
جدول شماره‌ی ۷. اجزاء مدل پارادایمی پژوهش

مؤلفه‌ها	مؤلفه‌ی محوری	بعد
به رسمیت شمرده شدن وجوه حقوقی فناوری‌های آشفته‌ساز	قوانین و مقررات	
قرار گرفتن صنعت ۴,۰ در متن برنامه‌های توسعه‌ی کشور		
اضافه شدن مهارت‌های نرم به سرفصل‌های آموزشی رسمی	تحول در نظام آموزشی	
ارزان و مادام‌العمر شدن یادگیری		
گسترده‌تر شدن دایره و افزایش تنوع آموزش‌های دانشگاهی	ارتقاء شایستگی‌های اجتماعی	
مهارت‌های بین‌فرهنگی		
تسلط به زبان‌های خارجی		
کار تیمی و شبکه‌سازی		
مهارت‌های ارتباطی، مصالحه و سازش	ارتقاء شایستگی‌های روش‌شناختی ^۱	
خلاقیت و توانایی‌های تحلیلی		
تفکر کارآفرینانه		
مدیریت تعارض		
توانایی‌های حل مسائل پیچیده		
توانایی تصمیم‌گیری	ارتقاء شایستگی‌های فردی	
افزایش انعطاف و انطباق پذیری		
افزایش میل به یادگیری		
تحمل ابهام و توانایی کار در فشار		
دنبال کردن فناوری روز و دانش‌های جدید	ارتقاء شایستگی‌های فناوریانه	
تسلط به امنیت دیجیتال		
لزوم ارتقاء مهارت‌های فنی		
کدنویسی		
ادراک فرآیندها		
توانایی کار با ابزار و تجهیزات پیشرفته	تحول فرهنگ سازمانی	
گشودگی روانی به تغییر		
ارتقاء فرهنگ کار گروهی		
انطباق‌پذیری فرهنگ سازمانی		

جدول شماره‌ی ۷. اجزاء مدل پارادایمی پژوهش

مؤلفه‌ها	مؤلفه‌ی محوری	بعد
ارتباط تولیدکننده با محصول تا پایان چرخه عمر محصول	اقتصاد چرخه‌ای	پیامدها
مهندسی چرخه‌ی محصول		
شبیه‌سازی محیطی		
امکان بازیافت با تعبیه‌ی حس‌گر و فرستنده در محصولات		
مرگ بروکرایی و تولد هولوکرایی	تحول در ساختار کار و محیط‌های کاری	
دوقطبی‌شدن مشاغل		
حذف برخی مشاغل و ظهور مشاغل جدید		
پایان شغل‌سپاری		
توسعه‌ی سیستم‌های محصول - خدمت	تحول در مدل‌های کسب و کار	
کم‌رنگ شدن مرزهای سازمان و شبکه‌ای شدن تعاملات		
شکل‌گیری اکوسیستم‌ها و شبکه‌های ارزش جدید		
خودمختاری و استقلال در تصمیم و عمل	رسوخ آگاهی در اجزاء صنعت	
انطباق‌پذیری و سازگاری		
خودآگاهی و خودبهبودسازی عاملیت‌ها		
خودپیکربندی‌کننده		

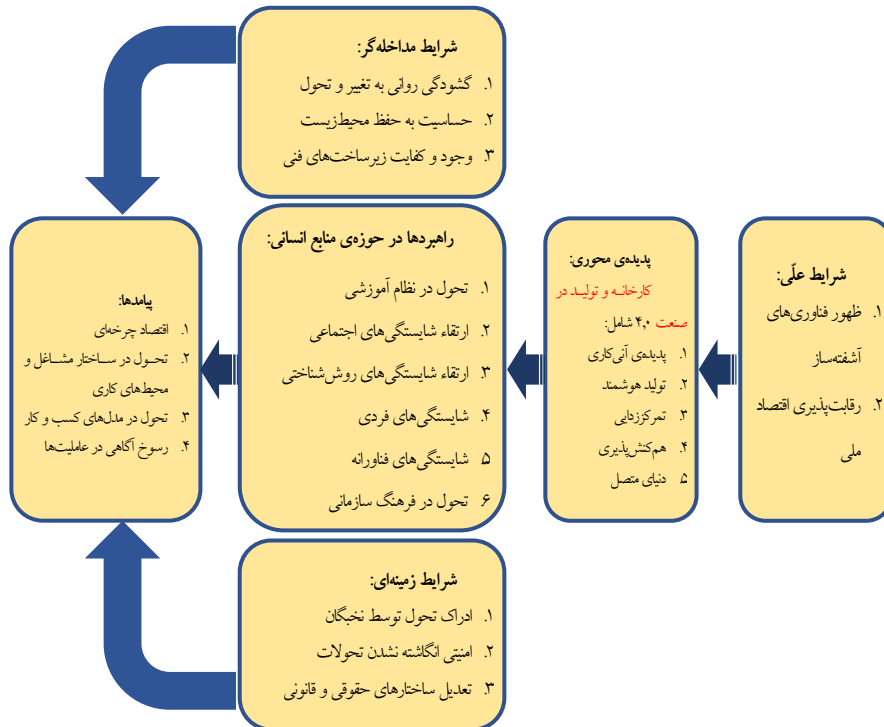
شکل‌گیری یکی از اجزاء مقوله‌ی محوری



شکل شماره ۴: نمای از شکل‌گیری یک مولفه مرکزی

شکل شماره ۴. نمایی از شکل‌گیری یک مولفه مرکزی

در بخش‌های قبلی، فرآیند تولید مدل پارادایمی تشریح شد. برای بررسی برش طولی نظریه، در این بخش به مراحل شکل‌گیری مقوله‌ی محوری «آنی‌کاری» پرداخته شده است. همان گونه که در شکل شماره ۴ قابل مشاهده است، گزاره‌های «وجود حس گرها در همه جا»، «ارزان شدن حس گرها» و «ارسال مستمر داده‌ها به پردازشگر مرکزی»، به مفهوم «وصول داده‌ها به صورت لحظه‌ای از همه جا» منجر و این مفهوم در کنار ۲ مفهوم دیگر به مولفه‌ی «پردازش داده‌های دریافتی به صورت آنی» منتهی و این مولفه در کنار دو مولفه‌ی دیگر به تولید مولفه‌ی محوری «آنی‌کاری» منتج شده است.



شکل شماره ۵. مدل پارادایمی تحقیق

شرایط علی^۱

«ظهور فناوری‌های نو» و تلاش جوامع برای «رقابت‌پذیر شدن اقتصاد ملی»، از علل مهم استقرار انقلاب صنعتی چهارم شمرده می‌شوند. فناوری‌های پایه (شامل اینترنت اشیاء، کلان‌داده‌ها، رایانش ابری، تولید افزایشی، واقعیت افزوده و...) به تحول در فناوری‌های سمت کاربر (شیوه‌های تولید، محصولات و زنجیره‌ی تامین هوشمند) و تغییر اساسی در پارادایم‌های تولید منتهی می‌گردند.

پدیده محوری^۲

بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها، می‌توان دریافت که انقلاب صنعتی چهارم به ظهور روش‌های تولیدی و کارخانه‌های جدید می‌انجامد. این شیوه‌ی تولید و این

1. Causal Conditions
2. Core Category

نوع کارخانه‌ها، در پنج جزء از روش‌های تولید و محیط‌های صنعتی پیشین، متمایز می‌شوند. این پنج جزء عبارتند از: «آنی کاری»، «تولید هوشمند»، «تمرکززدایی از فرآیند تصمیم‌گیری»، «هم‌کنش‌پذیری» و «دنیای متصل». تمامی این پدیده‌ها بر محیط تولید و صنعت متمرکزند. پدیده‌ی «آنی کاری» از گزاره‌ها و مفاهیم دریافت و تجزیه و تحلیل داده‌های سیستم‌ها به صورت لحظه‌ای، ایجاد دوقلوی مجازی از نظام‌های عینی، پیش‌بینی شکست‌ها و فرآیند تصمیم‌گیری مستقل و خودمختار، حاصل می‌شود. با توجه به پیچیده شدن فرآیندهای تولید و افزایش انعطاف‌پذیری و وجود ماشین‌ها و پردازش‌گرهای دستیار برای نیروی انسانی، بسیاری از تصمیمات در صنایع مختلف در لحظه و توسط کارکنان مرتبط (بدون نیاز به کسب تکلیف از سطوح بالاتر سلسله مراتب سازمانی) اتخاذ خواهند شد.

شرایط مداخله‌گر^۱

شرایطی بر سرعت و سهولت پیامدها موثرند. «گشودگی روانی به تغییر»، «میزان حساسیت به حفظ محیط‌زیست» و «وجود و کفایت زیرساخت‌های فنی» به عنوان عناصر شدت‌بخش یا کاهش‌دهنده‌ی (شرایط مداخله‌گر) پدیده‌ی محوری شناخته شده‌اند.

شرایط زمینه‌ای^۲

تمامی این رویدادها در بستر نظامات سیاسی، اجتماعی، حقوقی و اقتصادی جامعه‌ی ایرانی رخ خواهند داد. بر اساس این مطالعه، «ماهیت ادراک تحول توسط نخبگان»، «جاسوسی و امنیتی انگاشته نشدن تحولات» و «تعدیل ساختارهای حقوقی و قانونی» شرایط زمینه‌ای وضعیت کلان مرتبط با موضوع را در بر دارند. سرعت درک تحولات، ضروری انگاشته شدن تطبیق نظامات تولید و توزیع محصولات با نتایج بکارگیری فناوری‌های نو توسط نخبگان صنعتی، دانشگاهی، دولتی و... می‌تواند بر استفاده و چگونگی مواجهه با این پدیده‌ها نقشی اساسی بازی کند. با توجه به وضعیت نظام سیاسی ایران در عرصه‌ی بین‌الملل گشوده‌نظری، ابزار جاسوسی انگاشته نشدن و خوش‌بینی به فناوری‌های نو و موافقت با استقرار آن‌ها در انواع صنایع، بر جایگاه رقابتی ایران در این انقلاب صنعتی، موثرند.

1. Intervening Conditions

2. Context

راهبردها^۱

با توجه به تمرکز پژوهش بر موضوع شایستگی‌ها، مهارت‌ها و ویژگی‌های سرمایه‌ی انسانی در صنعت ۴،۰، از میان تمامی استراتژی‌های مواجهه با این انقلاب صنعتی، بر آمادگی نیروی انسانی تمرکز شد. سئوالات پروتکل به گونه‌ای بود که پس از بررسی ابعاد موضوع صنعت ۴،۰، بتوان ملاحظات را در حوزه‌ی سرمایه‌ی انسانی شناسایی کرد. یکی از مهم‌ترین استراتژی‌ها برای مواجهه‌ی صحیح با موج جدید فناوری، آمادگی کارکنان و مجهز شدن به مهارت‌های مورد نیاز برای کار در محیط انقلاب صنعتی چهارم است. «ایجاد تحول در نظام آموزشی»، «ارتقاء شایستگی‌های اجتماعی»، «ارتقاء شایستگی‌های روش‌شناختی»، «ارتقاء شایستگی‌های فردی»، «ارتقاء شایستگی‌های فناورانه» و «تحول در فرهنگ سازمانی» به عنوان استراتژی‌های مواجهه با انقلاب صنعتی چهارم در موضوع منابع انسانی معرفی شده‌اند.

پیامدها^۲

در نهایت پیامدهای کلان ظهور و استقرار فناوری‌های نو «اقتصاد چرخه‌ای»، «تحول در ساختار مشاغل و محیط‌های کاری»، «تحول در مدل‌های کسب و کار» و «رسوخ آگاهی در عاملیت‌های تولید» خواهد بود. تعیین‌ی حس‌گرها در محصولات، توان رهگیری آن‌ها در طول زمان استفاده، فراخوانی آن‌ها در پایان چرخه‌ی عمر، بازیافت و از بین بردن اصولی آن‌ها، به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌انجامد. علاوه بر این، امکان رهگیری قطعات و تعریف برنامه‌ی تولید در هر یک از آن‌ها، به کاهش ضایعات صنعتی منجر می‌شود. با استقرار صنعت ۴،۰ تحولات زیادی در ساختار مشاغل و محیط‌های کاری ایجاد می‌گردد. بروکراسی به معنی امروز آن دیگر کارایی لازم را ندارد و سیستم‌های کلان اداره به شیوه‌های جدیدی رخ می‌نمایند. مشاغل کاملاً دوقطبی خواهند شد. تنها ۱. مشاغل خدماتی ساده‌ای که صرفاً توسط انسان قابل انجام است و ۲. مشاغل بسیار پیچیده‌ی نیازمند توانایی‌های بالای شناختی، خلاقیت، مفهوم‌سازی، استراتژی‌پردازی، ابداع، هوش اجتماعی و نظایر آن، باقی خواهند ماند. به عبارت دیگر بسیاری از کارکنان نیمه‌ماهر شاغل در بازه‌ی میانی این طیف، از بازار کار ناپدید می‌شوند. کارهای مربوط به این مشاغل در بستر فناوری‌های نو و توسط ماشین‌ها و رایانه‌های مستقل و خودمختار

1. Strategies
2. Consequences

به انجام خواهند رسید. از سوی دیگر مشاغل جدیدی همچون تحلیل‌گری داده‌ها و هماهنگ‌کننده‌ی ربات‌ها در کارخانه‌های هوشمند، نمایان می‌شوند. متخصصان جدید داده‌ها را استخراج، آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل می‌کنند و یافته‌های خود را برای بهبود محصولات یا فرآیند تولید، به کار می‌گیرند. در صحن کارخانه هماهنگ‌کننده‌ی ربات‌ها نقش ناظر را برای این تجهیزات ایفا می‌کند و باید خطاها یا عملکرد نامناسب آن‌ها را اصلاح چاره‌اندیشی نماید. با توجه به هوشمند شدن تولید، مشاغل کارگر محور منتقل شده به کشورهای جهان سوم، به کشورهای اصلی خود باز می‌گردند. بی‌نیازی به نیروی کار ارزان و غیرماهر کشورهای فقیر و انجام کارهای بدنی و تکراری توسط ربات‌ها، باعث می‌شود که کشورهای پیشرفته‌ی طراح محصول، مجدداً کارخانه‌ها را در خاک کشور خود دایر کنند و بالا بودن میانگین سنی نیروی کار کشورهای پیشرفته، دیگر مانعی برای تولید در خاک آن کشورها به حساب نخواهد آمد. در کارخانه‌های هوشمند، همکاری انسان و ماشین بسیار گسترده خواهد شد و سیستم‌های رایانه‌ای عملاً نقش دستیار و تسهیل‌گر تصمیم‌گیری و اقدام را برای انسان‌ها بازی می‌کنند. کمک گرفتن از الگوریتم‌های متصل به کلان‌داده‌ها و بهره‌گیری از هوش مصنوعی در نوشتن لوایح حقوقی، تشخیص پزشکی، برنامه‌ریزی و نظارت بر تعمیرات و نگهداری دستگاه‌ها، هواپیماها، ژنراتورها، خطوط لوله، سدها و... از مصادیق این همکاری خواهند بود.

بحث، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همان گونه که پیش‌تر نیز اشاره شد، هدف این پژوهش شناسایی شایستگی‌های مورد نیاز نیروی انسانی برای مواجهه‌ی صحیح و موثر با انقلاب صنعتی چهارم است. بر همین اساس از میان تمامی مولفه‌ها، مسایل نیروی انسانی به عنوان استراتژی، انتخاب شدند. مهارت‌ها و شایستگی‌های شناسایی شده از فرآیند پژوهش فهرست^۱ و بر اساس شباهت‌ها و تفاوت‌های شان، به چهار دسته‌ی فردی^۱، اجتماعی^۲، روش‌شناختی^۳ و فنی^۴ تقسیم شدند. شایستگی‌های شخصی شامل انگیزه‌ها، نگرش‌ها و ارزش‌های اجتماعی کارکنان است. شایستگی‌های اجتماعی به نگرش‌ها،

1. Personal
2. Social
3. Methodological
4. Domain or Technical

توانایی‌ها و مهارت‌های مورد نیاز برای ایجاد روابط اجتماعی و همکاری و ارتباط با دیگران اشاره دارد. شایستگی‌های روش‌شناختی عبارتند از توانایی‌ها و مهارت‌های لازم برای حل مسئله و تصمیم‌گیری. این شایستگی‌ها به کارکنان اجازه می‌دهند که مسایل جدید و پیچیده را با کمک روش‌های تفکر و آزمون، به صورت مستقل حل کنند. شایستگی‌های فنی دانش و مهارت‌هایی را در بر دارد که از طریق مطالعه و تمرین آموخته می‌شوند (فابیان هِکلاو^۱ و همکاران ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸، مارتا پینزون^۲ و همکاران ۲۰۱۷ و آندری جرمن^۳ و همکاران ۲۰۲۰).

اجزاء شایستگی‌ها و تغییرات مرتبط با نیروی انسانی در این موج جدید جهانی به شرح جدول شماره ۸ خلاصه و مدل نهایی توسعه‌ی نیروی انسانی در قالب شکل شماره ۶ آمده است.

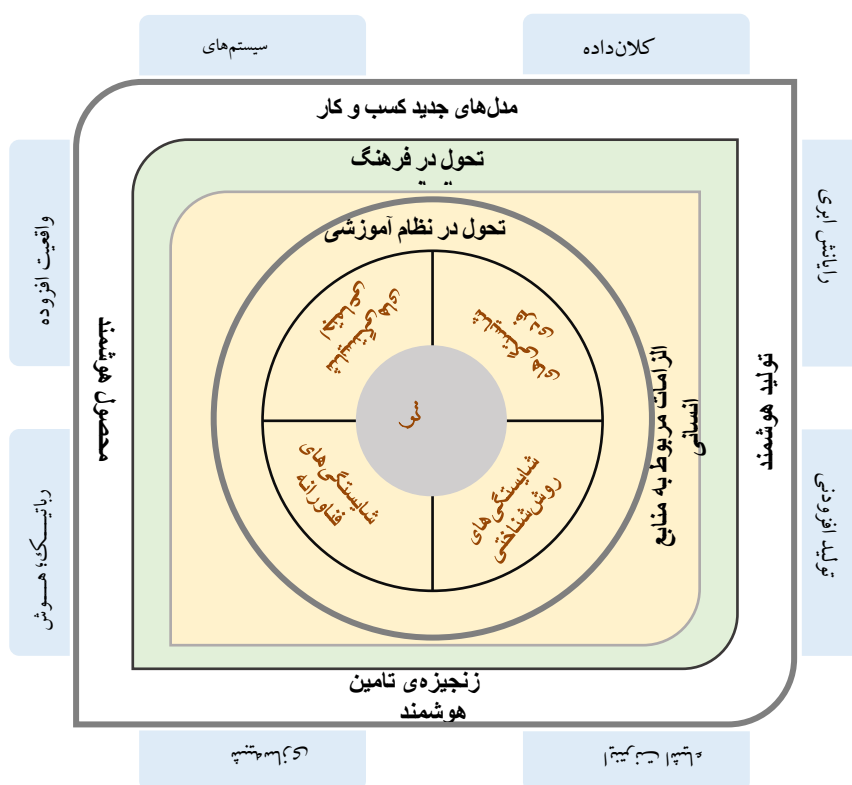
جدول شماره ۸. تشریح استراتژی‌های آماده‌سازی نیروی انسانی برای صنعت ۴،۰

ردیف	استراتژی‌ها	توضیحات
۱	تحول در نظام آموزشی	گسترده شدن مجموعه‌ی مهارت‌های موجود در سرفصل‌های آموزشی؛ برای آماده شدن سرمایه‌ی انسانی با انقلاب صنعتی چهارم باید مهارت‌های نرمی همچون حل مسئله، مدیریت تعارض، مدیریت ارتباطات و همکاری‌های بین فردی و میان‌سازمانی، پذیرش ماشین‌ها به عنوان دستیار، تفکر سیستمی، انطباق‌پذیری به سرفصل‌های آموزش رسمی اضافه خواهد شد. یادگیری مادام‌العمر و از طریق دوره‌های آنلاین، یادگیری از طریق جستجو (سرچ) و در حین اقدام و عمل پیوست شدن آموزش‌های فناوری اطلاعات به رشته‌های کسب و کار و شناسایی و تحلیل فرآیند، ارتباطات، حل مسئله و... به رشته‌های مهندسی افزایش ظرفیت دانشگاه‌ها در رشته‌های مهندسی کامپیوتر، نرم‌افزار و الکترونیک
۲	ارتقاء شایستگی‌های اجتماعی	مهارت‌های بین‌فرهنگی؛ تسلط بر زبان‌های دیگر؛ مهارت‌های شبکه‌سازی؛ مهارت‌های ارتباطی؛ مصالحه و سازش؛ توانایی انتقال

1. Fabian Hecklau
2. Marta Pinzone
3. Andrej Jerman

جدول شماره‌ی ۸. تشریح استراتژی‌های آماده‌سازی نیروی انسانی برای صنعت ۴,۰

ردیف	استراتژی‌ها	توضیحات
		دانش و آرایه‌ی مطلب
۳	ارتقاء شایستگی‌های روش‌شناختی	خلاقیت؛ تفکر کارآفرینانه؛ مهارت حل مسئله؛ مدیریت تعارض؛ تصمیم‌گیری؛ جستجوی اینترنتی و استحصال اطلاعات از آن؛ کار تیمی
۴	شایستگی‌های فردی	انعطاف و انطباق‌پذیری؛ تحمل ابهام؛ انگیزش برای یادگیری مستمر؛ توانایی کار تحت فشار روانی؛
۵	شایستگی‌های فناورانه	دنبال کردن دانش روز؛ مهارت‌های فنی؛ ادارک و تحلیل فرآیند؛ مهارت‌های استفاده و تحلیل شبکه‌های اجتماعی؛ کدنویسی؛ تسلط بر امنیت سایبری؛ توانایی کار با ابزار پیشرفته
۶	تحول در فرهنگ سازمانی	گشودگی روانی به تغییر؛ اتخاذ دید مثبت نسبت به سایر نژادها و عادی‌سازی کار با گروه‌های بین‌المللی؛ ارتقاء فرهنگ کار تیمی؛ انطباق‌پذیر کردن فرهنگ سازمانی



شکل شماره ۶. مدل توسعه‌ی نیروی انسانی برای مواجهه‌ی موثر با انقلاب صنعتی چهارم

فهرست منابع

- مزروعی نصرآبادی، اسماعیل (۱۴۰۲). شایستگی‌های منابع انسانی برای چهارمین نسل صنعت، پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی، ۱۵ (۴)، ۷۰-۴۹. 20.1001.1.20084528.1402.15.4.5.9
- تیموری، نازنین؛ رنگریز، حسن؛ عبداللهی، بیژن و زین‌آبادی، حسن‌رضا. (۱۳۹۷). اولویت‌بندی عوامل موثر بر جذب نیروی انسانی و آرایه الگوی مناسب مبتنی بر نظام شایستگی. پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی، ۱۰ (۲)، ۲۰۷-۲۳۰. 20.1001.1.82548002.1397.10.2.9.4
- Acerbi, F., Rossi, M., & Terzi, S. (2022). Identifying and Assessing the Required I 4.0 Skills for Manufacturing Companies' Workforce. *Frontiers in Manufacturing Technology*, 2, 921445. <https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.921445>
- Alcacer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering science and technology, an international journal*, 22(3), 899-919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Bartodziej, C. J. (2017). The concept industry 4.0. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-16502-4_3
- Becker, T., & Stern, H. (2016). Future trends in human work area design for cyber-physical production systems. *Procedia Cirp*, 57, 404-409. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.070>
- Benesova, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia manufacturing*, 11, 2195-2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- 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. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1836677>
- Botha, A. P. (2018). Rapidly arriving futures: future readiness for Industry 4.0. *South African journal of industrial engineering*, 29(3), 148-160. <https://doi.org/10.7166/29-3-2056>
- Canas, H., Mula, J., Diaz-Madronero, M., & Campuzano-Bolarin, F. (2021). Implementing industry 4.0 principles. *Computers & industrial engineering*, 158, 107379. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107379>
- Castillo-Montoya, M. (2016). Preparing for interview research: The interview protocol refinement framework. *Qualitative report*, 21(5). DOI: 10.46743/2160-3715/2016.2337
- Chaka, C. (2020). Skills, competencies and literacies attributed to 4IR/Industry 4.0: Scoping review. *IFLA journal*, 46(4), 369-399. <https://doi.org/10.1177/0340035219896376>
- Corbin, J., & Strauss, A. (2014). Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory. Sage publications.
- da Silva, L. B. P., Soltovski, R., Pontes, J., Treinta, F. T., Leitao, P., Mosconi, E., ... & Yoshino, R. T. (2022). Human resources management 4.0: Literature review and trends. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108111. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108111>
- Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L. (2019). Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. *The journal of high technology management research*, 30(2), 100355. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2019.100355>

- Erol, S., Jager, A., Hold, P., Ott, K., & Sihm, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. **Procedia CiRp**, 54, 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>
- Fareri, S., Fantoni, G., Chiarello, F., Coli, E., & Binda, A. (2020). Estimating Industry 4.0 impact on job profiles and skills using text mining. **Computers in industry**, 118, 103222. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103222>
- Flores, E., Xu, X., & Lu, Y. (2019). Human Capital 4.0: a workforce competence typology for Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 31(4), 687-703. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0309>
- Foidl, H., & Felderer, M. (2016). Research challenges of industry 4.0 for quality management. In *Innovations in Enterprise Information Systems Management and Engineering: 4th International Conference, ERP Future 2015-Research*, Munich, Germany, November 16-17, 2015, Revised Papers 4 (pp. 121-137). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32799-0_10
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International journal of production economics**, 210, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? **Technological forecasting and social change**, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Galaske, N., Arndt, A., Friedrich, H., Bettenhausen, K. D., & Anderl, R. (2018). Workforce management 4.0-assessment of human factors readiness towards digital manufacturing. In *Advances in Ergonomics of Manufacturing: Managing the Enterprise of the Future: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Aspects of Advanced Manufacturing*, July 17-21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA 8 (pp. 106-115). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60474-9_10
- Garay-Rondero, C. L., Martinez-Flores, J. L., Smith, N. R., Morales, S. O. C., & Aldrette-Malacara, A. (2020). Digital supply chain model in Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 31(5), 887-933. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>
- Glaser, B. G., Strauss, A. L., & Strutzel, E. (1968). **The discovery of grounded theory; strategies for qualitative research**. *Nursing research*, 17(4), and 364. <https://doi.org/10.4324/9780203793206>
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia Cirp**, 54, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- Hecklau, F., Orth, R., Kischun, F., & Kohl, H. (2017, December). Human resources management: Meta-study-analysis of future competences in Industry 4.0. In **Proceedings of the International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organizational Learning** (pp. 163-174).
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)** (pp. 3928-3937). IEEE. DOI: 10.1109/HICSS.2016.488 https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Downloads/_Publikation/rami40-an-introduction.html
- James, A. T., Kumar, G., Tayal, P., Chauhan, A., Wadhawa, C., & Panchal, J. (2022). Analysis of human resource management challenges in implementation of industry 4.0 in

- Indian automobile industry. **Technological Forecasting and Social Change**, 176, 121483. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121483>
- Jerman, A., Bertoncelj, A., Dominici, G., Bach, M. P., & Trnavcevic, A. (2020). Conceptual key competency model for smart factories in production processes. *Organizacija*, 53(1), 68-79.
- Kagermann, H. et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. DOI: <https://doi.org/10.2478/orga-2020-0005>
- Kvale, S. (1996). *InterViews: an introduction to qualitative research interviewing*. Sage.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). **Naturalistic inquiry**. Sage.
- Maisiri, W., Darwish, H., & Van Dyk, L. (2019). An investigation of industry 4.0 skills requirements. **South African Journal of Industrial Engineering**, 30(3), 90-105. DOI: 10.7166/30-3-2230
- Marcon, E., Soliman, M., Gerstlberger, W., & Frank, A. G. (2022). Sociotechnical factors and Industry 4.0: an integrative perspective for the adoption of smart manufacturing technologies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 33(2), 259-286. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0017>
- Metallo, C., Agrifoglio, R., Schiavone, F., & Mueller, J. (2018). Understanding business model in the Internet of Things industry. **Technological Forecasting and Social Change**, 136, 298-306. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.020>
- Mourtzis, D. (2018). Development of skills and competences in manufacturing towards education 4.0: A teaching factory approach. In **Proceedings of 3rd International Conference on the Industry 4.0 Model for Advanced Manufacturing: AMP 2018 3** (pp. 194-210). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89563-5_15
- Neumann, W. P., Winkelhaus, S., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2021). Industry 4.0 and the human factor-A systems framework and analysis methodology for successful development. **International journal of production economics**, 233, 107992. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107992>
- Nunes, M. L., Pereira, A. C., & Alves, A. C. (2017). Smart products development approaches for Industry 4.0. **Procedia manufacturing**, 13, 1215-1222. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.035>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Pejic-Bach, M., Bertoncel, T., Mesko, M., & Krstic, Z. (2020). Text mining of industry 4.0 job advertisements. **International journal of information management**, 50, 416-431. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.014>
- Pena-Jimenez, M., Battistelli, A., Odoardi, C., & Antino, M. (2021). Exploring skill requirements for the Industry 4.0: A worker-oriented approach. **Anales de Psicología**, 37, 577-588. 10.6018/analesps.444311. DOI: 10.6018/analesps.444311
- Pereira, A. C., & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia manufacturing**, 13, 1206-1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
- Pinzone, M., Fantini, P., Perini, S., Garavaglia, S., Taisch, M., & Miragliotta, G. (2017). Jobs and skills in Industry 4.0: an exploratory research. In *Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2017*, Hamburg, Germany, September 3-7, 2017, Proceedings, Part I (pp. 282-288). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66923-6_33

- Posada, J., Toro, C., Barandiaran, I., Oyarzun, D., Stricker, D., De Amicis, R., & Vallarino, I. (2015). Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet. **IEEE computer graphics and applications**, 35(2), 26-40. DOI: 10.1109/MCG.2015.45
- Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H., & Krcmar, H. (2017). A competency model for "Industrie 4.0" employees. **Proceedings der 13. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2017)**, St. Gallen, S. 46-60
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. **Procedia engineering**, 69, 1184-1190.
- Roblek, V., Mesko, M., & Krapez, A. (2016). A complex view of industry 4.0. **Sage open**, 6(2), 2158244016653987. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.108>
- Rubmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. **Boston consulting group**, 9(1), 54-89.
- Saucedo-Martinez, J. A., Perez-Lara, M., Marmolejo-Saucedo, J. A., Salais-Fierro, T. E., & Vasant, P. (2018). Industry 4.0 framework for management and operations: a review. **Journal of ambient intelligence and humanized computing**, 9, 789-801. <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>
- Srivastava, Y., Ganguli, S., Suman Rajest, S., & Regin, R. (2022). Smart HR Competencies and Their Applications in Industry 4.0. **A Fusion of Artificial Intelligence and Internet of Things for Emerging Cyber Systems**, 293-315. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76653-5_16
- Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. **Procedia manufacturing**, 20, 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.034>
- Vrchota, J., Marikova, M., Rehor, P., Rolinek, L., & Tousek, R. (2019). Human resources readiness for industry 4.0. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, 6(1), 3. <https://doi.org/10.3390/joitmc6010003>
- Wan, J., Cai, H., & Zhou, K. (2015, January). Industrie 4.0: enabling technologies. In **Proceedings of 2015 international conference on intelligent computing and internet of things** (pp. 135-140). IEEE. DOI: 10.1109/ICAOT.2015.7111555

