

مهار فن آوری های برافکن با پیش بینی شایستگی ها و مهارت های نیروی کار:

یک سمفونی با روش اپرا

احسان چیت ساز^۱

مرضیه بختیاری^{۲*}

مجید احمدی^۳

چکیده

با اوج گرفتن هیجان انگیز فناوری های برافکن، ما در ابتدای دورانی مملو از نوآوری، ظرفیت رشد و افق های بی پایان ایستاده ایم. کسب و کارها فقط شاهد تحول نیستند؛ بلکه بخشی از یک سمفونی در حال تکامل از ابزارها و قابلیت های بی پایان هستند. نت های این سمفونی، مهارت ها و شایستگی های ضروری است که راه را برای نقش های پیشگامانه هموار می کنند و جوامع را وارد قلمرویی از خلاقیت می کنند. این مطالعه به هماهنگی شایستگی های نیروی کار با فناوری برافکن می پردازد. پژوهش حاضر بنیادی و کاربردی بوده و با روش کیفی و رویکرد اپرا انجام شده است. نمونه گیری به صورت هدفمند و اطلاعات محور صورت گرفته و ۳۴ خبره در گردآوری داده ها مشارکت داشته اند. نتایج گسترده تحقیق نشان می دهد که برای طراحی نقشه راه آموزش حرفه ها و مشاغل نوین، ۱۴ خوشه شامل «مهندسان الکترونیک، سازندگان نرم افزار، متخصصان وب و چند رسانه ای، برنامه نویسان، طراحان و مدیران پایگاه داده، تحلیلگران نرم افزار، متخصصان شبکه های رایانه ای، تکنسین های الکترونیک و کنترل فرایندها، واسطه های اوراق بهادار، تکنسین های پشتیبانی فناوری اطلاعات و کاربران وب» نقش آفرینی می کنند. یافته های این تحقیق، نقشه راه آموزش فنی و حرفه ای را ترسیم کرده و ۴۲ عنوان شغلی استخراج شده و درخت تصمیم برای سازمان فنی و حرفه ای کشور ترسیم شده است و پیشنهادهای راهبردی ارائه گردیده است.

واژگان کلیدی: شایستگی، مهارتها، نیروی کار، فناوری برافکن، روش اپرا، درخت تصمیم

^۱. استادیار دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. chitsaz@ut.ac.ir.

^۲. دانش آموخته دکتری کارآفرینی و پژوهشگر، مدرس دانشگاه، دانشجوی دکتری (دوم)، رشته حکمرانی محض، دانشگاه عالی دفاع ملی، مدرسه عالی حکمرانی شهید بهشتی. bakhtiyariM@cfu.ac.ir.

^۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دولتی، گرایش رفتار سازمانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ahmadi.majid@ut.ac.ir.

Taming Disruptive Technologies by Predicting Workforce Competencies and Skills: A Symphony with the OPERA Method

Abstract

As the exhilarating rise of disruptive technologies peaks, we stand at the threshold of an era brimming with innovation, growth potential, and boundless horizons. Businesses are not merely witnessing transformation; they are partaking in an evolving symphony of endless tools and capabilities. The notes of this symphony are the essential skills and competencies that pave the way for pioneering roles and usher societies into a realm of dedicated creativity.

This study delves deeply into the harmonization of workforce competencies in concert with disruptive technologies. The research is fundamental and applied in nature, conducted using a qualitative method and the OPERA approach. Sampling was carried out purposefully and information-oriented. Accordingly, ۳۴ experts participated in data collection. Based on the research findings and to design a roadmap for vocational and occupational training, ۱۴ clusters were identified, comprising: (Electronics Engineers, Software Developers, Web and Multimedia Specialists, Computer Application Programmers, Database Designers and Administrators, Software and Computer Application Developers and Analysts, Database and Computer Network Specialists, Electronics Technicians, Process Control Technicians, Securities and Capital Markets Intermediaries, Information and Communication Technology Operations Support Technicians, Information Technology and Communication User Support Technicians, and Web Technicians).

Our findings delineate a roadmap for technical and vocational training. Furthermore, ۴۶ job titles were also extracted, based on which a decision tree was drawn, and strategic suggestions were provided.

Keywords: Competency, Skills, Workforce, Disruptive Technology, OPERA Method, Decision Tree

مقدمه

فناوری‌های برافکن که در چرخه حیات فناوری قرار دارند، حاصل پیشرفت‌های متراکم انواع فناوری‌ها در دوره‌های متوالی می‌باشند که در صنایع و جوامع در حال استقرار به صورت همزمان در حال توسعه هستند. این توسعه تدریجی سبب تغییرات شگرف در فرآیندهای تجاری، ساختار و فرهنگ سازمانی آن‌ها خواهد شد. هر چند برخی از فناوری‌های برافکن ممکن است سبب تغییر یا حذف فناوری‌های قبلی شوند، اما این نکته قابل تأمل است که معمولاً همه فناوری‌های برافکن به جایی نمی‌رسند که بتوانند فناوری‌های فعلی را به طور کامل از بین ببرند یا مختل کنند. این نوع از فناوری‌ها بسیاری از مدل‌های کسب و کار سنتی را تغییر داده و حتی در برخی موارد سبب ایجاد یک مدل تجاری کاملاً جدید شده‌اند. از این رو، تحلیل‌گران پیش‌بینی می‌کنند که فناوری‌های برافکن، تأثیر چشمگیری بر بازار کار در دهه‌های آینده خواهند داشت (کوکیر، ۲۰۱۹). شواهد فراوانی نیز وجود دارد مبنی بر اینکه ظهور فناوری‌های پیشرفته به دلیل برهم زدن تقاضای بازار کار در میان گروه‌های شغلی کلیدی، «شکاف» یا «کمبود مهارت‌های موجود» را تشدید می‌کند (بوگین و همکاران، ۲۰۱۸؛ ورمولن و همکاران، ۲۰۱۸؛ جانسن و همکاران، ۲۰۱۹؛ چینوراک و کوریجوا، ۲۰۱۹؛ بلوم و همکاران، ۲۰۲۱). به طوری که نیاز به برخی از مهارت‌ها، مانند مهارت‌های فنی و اجتماعی و عاطفی، افزایش می‌یابد و تقاضا برای مهارت‌های دیگر، از جمله مهارت‌های فیزیکی و دستی کاهش می‌یابد (بوگین و همکاران، ۲۰۱۸). اگرچه دقیقاً مشخص نیست که کدام مهارت‌ها و مشاغل منسوخ می‌شوند، تغییرات فناوری ممکن است قوانین استخدام و الزامات شایستگی‌ها، دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های کارکنان را تغییر دهند (جانسن و همکاران، ۲۰۱۹). بررسی‌ها نیز حاکی از آن است که فناوری‌های برافکن تأثیر ناهموار و پیچیده‌تری بر بازارهای کار خواهند داشت و در عین حال بخش‌های اقتصادی کاملاً جدیدی را ایجاد می‌کند که به طور متوسط فرصت‌های شغلی موجود را برای انسان‌ها گسترش می‌دهد (برینجولفسون و مک آفی، ۲۰۱۴؛ ایوانز-گرین وود و همکاران، ۲۰۱۷؛ هیرشی، ۲۰۱۸). مجمع جهانی اقتصاد^۱ تخمین می‌زند که هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال مرتبط با آن، تقریباً ۷۵ میلیون شغل را از بین می‌برند،

^۱ The World Economic Forum

در حالی که ۱۳۳ میلیون شغل دیگر در سراسر جهان ایجاد می‌کنند. با این حال ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و بهره‌گیری از آنها مستلزم کسب مهارت و مهارت افزایی است. سازمان‌ها نیز باید در مورد نحوه سازماندهی کار در سازمان خود تجدید نظر کنند (کوکیر، ۲۰۱۹). علاوه بر این، نیاز به بهبود سازوکارهایی برای هم‌سان سازی کارفرمایان و جویندگان کار و اجتناب از شیوه‌های ناکارآمد و تبعیض آمیز بازارکار وجود دارد. در این راستا تمرکز بر «فناوری‌های برافکن» و «شکاف‌های مهارتی بازار کار و آموزش» جهت شناسایی روندهای جاری و راه‌حل‌های آینده‌نگر برای انطباق با تقاضاهای در حال تغییر بازارکار ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. با این حال همچنان بسیاری از سازمان‌ها به طور کامل متحول نشده‌اند، اما بازیگران اصلی این حوزه عمیقاً خطر را درک کرده‌اند که با وجود این فناوری‌ها، تغییرات شگرفی در نقشه راه تحول دیجیتال ایجاد خواهد شد (کوکیر، ۲۰۱۹). لذا با توجه به اهمیت این حوزه نیاز است که آموزش به کسب و کارها و مهارت‌های نیروی انسانی به روز گردد. از سوی دیگر باید اذعان داشت برای پیشرفت کردن در عصر اطلاعات که مشخصه آن رقابت شدید در همه زمینه‌ها است، به استعدادها و مهارت‌های زیادی نیاز می‌باشد. به طوری که استعداد و مهارت به عنوان یک عامل کلیدی در توسعه کشور، جامعه، کسب و کار و سازمان‌ها است و تقویت کشور در گرو افزایش استعداد و مهارت است. افزایش استعداد و مهارت در نیروی انسانی منجر به تولید صدها میلیون نیروی کار با کیفیت بالا است که باعث می‌شود از کشوری با جمعیت زیاد به کشوری با منابع انسانی قوی تبدیل شویم. لذا آنچه که در توسعه سازمان‌ها و کسب و کار از اهمیت بسزایی برخوردار است، پیش‌بینی صحیح توسعه منابع انسانی است که به منظور انجام این پیش‌بینی ابتدا به ساکن باید صلاحیت‌ها و شایستگی‌ها متناسب با منابع انسانی یک سازمان و کسب و کار مشخص گردد.

اهمیت این موضوع تا آنجایی است که اگر حرفه‌ای جدید ایجاد شود در وهله اول باید این مهم در نظر گرفته شود و این امر با روش‌های سنتی مدیریت منابع انسانی که تنها به آموزش و تعیین شغل، پاداش، توزیع و سایر موارد بسنده می‌کند، نمی‌تواند به دست آید چرا که استفاده از روش‌های قدیمی مدیریت منابع انسانی منجر به توزیع نابرابر حقوق، ارزیابی عملکرد

ناکارآمد، فرار مغزها و رضایت پایین کارکنان می شود و در نتیجه مدیریت منابع انسانی را در حالت منفعل قرار می دهد.

بر این اساس به منظور برآورده ساختن حرفه‌هایی که جدید هستند باید نیازهای این حرفه‌ها پیش‌بینی شوند و استراتژی مناسب منابع انسانی برای برآورده ساختن این نیازها طراحی شود که اولین گام در برطرف ساختن این نیازها آموزش‌های مهارتی مبتنی بر شغل، شناسایی و طبقه‌بندی مشاغل بازار کار می باشد. این شناسایی توسط سازمان‌های متولی صورت گرفته است که یکی از متولیان اصلی آموزش در این خصوص سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای است. در این راستا سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای، رویکرد شناسایی مشاغل نوین و اعمال تغییرات در فرآیندها، روش‌ها و محتواها را در راستای سازگاری با تحولات فناورانه، تدوین استانداردهای بین‌المللی و ارائه آموزش‌های مشاغل دانش‌بنیان را با همکاری پیشکسوتان و صاحبان ایده به عنوان رویکردهای نوین خود در دستور کار قرار داده است.

از آنجایی که شغل‌های نوظهور و تکنولوژی‌های برافکن که عرضه و تقاضا بازار کار را به صورت مستقیم تحت تأثیر قرار می دهند، سبب خواهد شد تا زندگی افراد تحت تأثیر بسیار زیادی قرار بگیرد به طوری که در آینده با بیکارانی روبرو خواهیم شد که در حال حاضر مشغول به کار هستند (اطلاعات به دست آمده از سازمان فنی و حرفه‌ای کشور، ۱۴۰۱)^۱. لذا در این پژوهش به دنبال بازآرایی شایستگی‌ها و مهارت‌های نیروی کار مبتنی بر فناوری برافکن می باشد. بدین منظور از روش تحقیق اوپرا استفاده شده است. بر این اساس هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و بازآرایی شایستگی‌ها و مهارت‌های نیروی کار به منظور هماهنگی با فناوری‌های برافکن است. این هدف شامل تحلیل نیازهای جدید بازار کار، طراحی نقشه راه آموزشی متناسب با این نیازها، و ارائه استراتژی‌های بهینه برای توسعه و بهبود مهارت‌های نیروی کار می باشد تا به طور مؤثر با تغییرات فناوری و تحولات آینده سازگار شوند.

^۱ . irantvto.ir/ZWMw

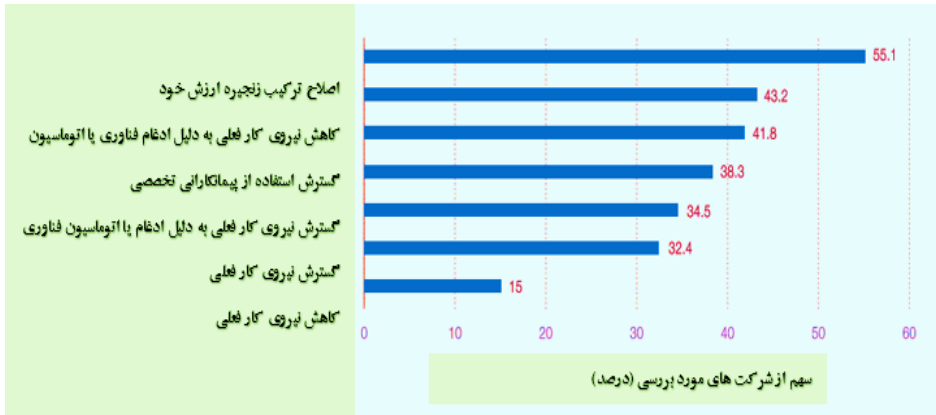
مبانی نظری و پیشینه پژوهش

با عمیق‌تر شدن وابستگی دنیای ما به فناوری‌های نوظهور، نیاز به متخصصان فناوری‌های نوآور نیز تقریباً در هر زمینه‌ای به سرعت در حال افزایش است. حوزه‌های تخصصی مختلفی در زمینه فناوری‌های برافکن وجود دارد و هر کدام نقش‌ها و مسئولیت‌های متفاوتی دارند. برنامه‌نویسی، طراحی و ساخت شبکه‌های ارتباطی داده، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سیستم‌های امنیتی برای محافظت از شبکه‌های کامپیوتری، تحلیل‌گر داده، توسعه دهنده وب، پشتیبان فنی، برخی از عناوین شغلی مرتبط با فناوری‌های نوظهور می‌باشد. با این حال نقش‌ها و مسئولیت‌های متخصصان و مربیان به شدت به زمینه‌های تخصصی، مهارت و تجربه آنها بستگی دارد (خدمات آموزشی جهانی^۱، ۲۰۱۹). از این رو، بسیاری از مطالعات با تمرکز بر این موضوع که چگونه عدم تطابق مهارت‌های موجود ممکن است با افزایش فناوری‌های برافکن تشدید شود، به اهمیت مهارت‌آموزی، پرداخته‌اند. عدم تطابق مهارت‌ها به طور گسترده در مطالعات و گزارش‌های اخیر مورد بحث قرار گرفته است (مک دونالد، ۲۰۲۰). بنابراین اگرچه بازار کار در حال تجربه اجرای فناوری‌های برافکن است، اما بسیاری از کسب‌وکارها همچنان از فناوری‌های قدیمی استفاده می‌کنند. بنابراین تا زمانی که هزینه‌های نیروی کار، ارزان‌تر از فناوری‌ها و تجهیزات مرتبط با آن باشد و صاحبان کسب‌وکار توان رقابت را در بازار داشته باشند، ممکن است تغییرات چندانی رخ ندهد (میشل و همکاران، ۲۰۲۳).

تغییرات فناوری توزیع کار موجود در بخش‌ها را نیز مجدداً پیکربندی و بازآرایی می‌کند (سالیوان، ۲۰۱۷). با تداوم ظهور فناوری‌های نوآورانه، این احتمال وجود دارد که نیاز به کارگران در بخش‌های خاصی کاهش یابد، یعنی حرفه‌هایی که در آنها کارگران وظایف معمولی را انجام می‌دهند؛ به راحتی می‌تواند خودکار شود.

گزارش بررسی آینده مشاغل توسط مجمع جهانی اقتصاد (۲۰۲۰) نیز نشان می‌دهد که شرکت‌ها انتظار دارند نیروی کار خود را در پاسخ به فناوری‌های جدید بازسازی کنند (نگاره ۱).

^۱ World Education Services



نگاره ۱. تغییرات مورد انتظار شرکت‌ها در نیروی کار تا سال ۲۰۲۵

منبع: مجمع جهانی اقتصاد (۲۰۲۰)

بعلاوه نتایج تحقیقات نشان داده است؛ به طور خاص، ۵۵ درصد شرکت‌های مورد بررسی به دنبال تغییر ترکیب زنجیره ارزش خود بوده‌اند. ۴۳ درصد از شرکت‌ها معرفی اتوماسیون بیشتر و کاهش نیروی کار فعلی را مدنظر قرار داده‌اند. ۳۴ درصد از شرکت‌های مورد بررسی توسعه نیروی کار خود در نتیجه یکپارچگی عمیق تر فناوری در دستورکار قرار داده‌اند و ۴۱ درصد برگسترش استفاده از پیمانکاران برای کارهای تخصصی تمرکز نموده‌اند. بر این اساس در این تحقیق بازآرایی شایستگی ها و مهارت‌های نیروی کار مبتنی بر فناوری برافکن مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه به مبانی نظری و مفهوم فناوری های برافکن پرداخته می شود:

نوآوری‌ها و فناوری‌های برافکن^۱

مفهوم نوآوری برافکن و ارتباطات آن با فناوری به مقاله شومپتر ۱۹۴۲، "تخریب خلاقانه"، در سرمایه داری، سوسیالیسم و دموکراسی باز می‌گردد. این پژوهش با اولین کار بر روی هوش مصنوعی به عنوان یک بحث علمی با مقاله تورینگ ۱۹۵۰ بر روی ماشین‌های هوشمند دنبال شد. در این مرحله فناوری در دوران ابتدایی خود بود و با محبوبیت آن در رمان‌های علمی تخیلی و آغاز تلویزیون، بیشتر فانتزی بود تا واقعیت. در اواسط دهه هشتاد نشریات علمی بیشتری در مورد تاثیر فناوری و نوآوری در این زمینه به چاپ رسیدند (فاستر، ۱۹۹۸). در دهه

^۱ Disruptive technologies

۱۹۹۰، کریستنسن یک سری مقالات درباره تاثیر فناوری و بازارها منتشر کرد که منجر به تکامل تئوری نوآوری برافکن کریستنسن در سال ۱۹۹۷ شدند (کریستنسن، ۱۹۹۷). پروفیسور کلایتون کریستنسن، استاد مشهور دانشکده کسب و کار هاروارد، برای اولین بار درباره نوآوری و فناوری برافکن نوشت و آن را به این صورت توصیف کرد که یک فناوری یک فناوری دیگر را جابجا کرده و ماهیت یا ساختار یک صنعت را تغییر می دهد. فناوری های برافکن گرایش به جدید بودن دارند و پیشرفت های تدریجی در این نوع فناوری ها موجود نیستند. استاد دانشگاه فورد هام، میلان زلنی، یک گام فراتر رفت تا بگوید که فناوری های برافکن باید ساختار، سازمان و معماری آنچه که از فناوری موجود پشتیبانی می کند را تغییر دهند (موسسه مالی شرکتی^۱، ۲۰۲۲). تعدادی از محققان در طول سال ها به بخش های مختلف نظریه نوآوری کریستنسن اعتراض کرده اند و این بحث تا به امروز ادامه یافته است. در حالیکه محققان از نظر ساختار، مقوله ها یا ابعاد نظری با کریستنسن مخالفت دارند، نقش فناوری را به عنوان مهم ترین عامل در اختلال و تخریب بازارهای موجود قبول دارند (مارکیدس، ۲۰۰۶)

بر این اساس می توان گفت؛ فناوری برافکن، فن آوری است که عملکرد عادی یک بازار یا یک صنعت را تحت تاثیر قرار می دهد، آن ها یک محصول یا فناوری به خوبی تثبیت شده را جابجا می کند و یا یک صنعت یا بازار جدید ایجاد می کند. فناوری های برافکن یک نوع نوآوری هستند که به طور قابل توجهی روش عملکرد مصرف کنندگان، صنایع، یا کسب و کارها را تغییر می دهد. فناوری برافکن به خاطر ویژگی هایی که دارند به طور قابل توجهی برتر هستند و به همین جهت سیستم ها و عادات را از بین می برند یا جایگزین می کند.

به صورت کلی دو دسته بندی اصلی برای فناوری های جدید و نوظهور پیشنهاد شده است: فناوری پایدار و فناوری برافکن. جهان در حال حاضر آماده تجربه استفاده گسترده از این فناوری های به طور بالقوه برافکن است، که روابط انسان با انسان (H^2H)، انسان با شی (H^2T) و شی با شی (T^2T) را تسهیل خواهد کرد و همچنین به تعاملات ما شین به ما شین (M^2M) نیز اشاره دارد (کمیسون کسب و کارهای دانش بنیان، ۱۴۰۰).

^۱ Corporate Finance Institute

فن‌آوری پایدار متکی بر پیشرفت‌های تدریجی برای یک فناوری از قبل ایجاد شده، مانند ارتقا سیستم یا بهبود فن‌آوری موجود، مورد استفاده است. از سوی دیگر، فناوری برافکن اغلب دارای مشکلات اجرایی است زیرا جدید است، برای مخاطبان محدود جذاب است و ممکن است هنوز کاربرد عملی اثبات‌شده‌ای نداشته باشد. از طرفی رشد فن‌آوری و تغییرات جدید در صنایع، در حال ایجاد یک پارادایم و تغییر جدید در صنایع و شیوه‌های برنامه‌ریزی استراتژیک در دنیای کسب و کار است. فناوری‌های برافکن بافت تصمیم‌گیری ما و نحوه ارائه محصولات و خدمات را تغییر می‌دهند. به همین موجب، چهارمین انقلاب صنعتی برپایه انقلاب سوم و انقلاب دیجیتال که از اواسط قرن گذشته رخ داده‌است، در حال شکل گرفتن است. انقلاب چهارم از ظهور اینترنت و فن‌آوری نیرو می‌گیرد و مرزهای بین حوزه‌های فیزیکی، دیجیتال و بیولوژیکی را از بین می‌برد تا صنایع را در سراسر جهان تحت تاثیر قرار دهد. فناوری برافکن به هرگونه نوآوری اطلاق می‌شود که به طور چشمگیری روش عملکرد مصرف‌کنندگان، کسب و کارها و صنایع را تغییر می‌دهد؛ رشد نمایی این تحولات، پتانسیل برهم زدن شدید نظم جهانی سیاسی، اقتصادی و اجتماعی را دارد و وقتی که این فناوری‌ها برای اولین بار توسعه داده می‌شوند، اغلب یک بازار جدید ایجاد می‌کنند و شبکه ارزش خود را توسعه و اغلب به چشم ریسک‌های سنگین در هنگام معرفی دیده می‌شوند. در حالتی دیگر، فناوری‌های برافکن وارد یک بازار ایجاد شده می‌شوند اما به طور اساسی روش مدیریت کسب‌وکار و برآورده شدن نیازها را تغییر می‌دهند. آن‌ها ممکن است در ابتدا قادر به تحقق تقاضاهای بازار پرتقاضا نباشند، اما زمانی که به نظر می‌رسد سودآور باشند، از انتظارات بازار فراتر می‌روند. فناوری‌های برافکن به طور کلی از شرکت‌های نوپا و جوان به جای شرکت‌های سنتی و قدیمی نشأت می‌گیرند (موسسه مالی شرکتی، ۲۰۲۲).^۱ شرکت‌ها و سازمان‌هایی که فناوری‌هایشان مبتنی بر فن‌آوری‌های پایدار طراحی شده‌اند، کسب‌وکارهای بازار خود را می‌شناسند و در تمام مدت با شناختی که از بازار تقاضای خود دارند، به مشتریان خود نزدیک می‌مانند و در این راستا مکانیزم‌هایی را برای توسعه فن‌آوری‌های موجود ارائه می‌کنند. با این حال، همین سازمان‌ها با مشکل سرمایه‌گذاری روی این فناوری‌ها رو به رو هستند و همچنین،

^۱. (Corporate Finance Institute, ۲۰۲۲)

اغلب در مواجهه با فن‌آوری‌های برافکن، ارزش آن‌ها را تا مدت زمانی که به بلوغ برسند، و مخاطبان و سهم بازار به‌خصوصی را به دست آورند و یا وضعیت بازار و وضع اجتماعی موجود را تهدید کند، نادیده می‌گیرند. به طور کل در اقتصاد دیجیتال، یک رقابت مداوم برای یافتن فن‌آوری‌های بهتر، سریع‌تر و کارآمدتر در راستای حمایت از زنجیره ارزش هر سازمان وجود دارد. پلتفرم فن‌آوری اطلاعات باید هم به طور موثر از سازمان حمایت کند و هم به طور همزمان به دنبال فن‌آوری‌های نوآورانه‌ای باشد که به سازمان یک مزیت رقابتی پایدار در یک بازار صنعتی ارائه خاص دهد. با این حال، هنگامی که فناوری‌های برافکن وارد بازار صنعت می‌شوند، پتانسیل تغییر چشم‌انداز کسب‌وکار، افزایش می‌یابد. شرکت‌های رسمی و قدیمی اغلب فاقد انعطاف‌پذیری برای تطبیق سریع با تهدیدهای جدید هستند. این امر به فناوری‌های برافکن این امکان را می‌دهد که در طول زمان به سمت بالا حرکت کنند و بخش‌های مختلف بازار و مشتری‌های بیشتری را از آن خود کنند. آماده شدن برای مقابله با اثرات فن‌آوری‌های برافکن در بازار بسیار دشوار است، چراکه آن‌ها می‌توانند به طور ناگهانی ظاهر شوند و یک قسمت از بازار به‌خصوص را تحت تاثیر شدید قرار دهند.

به صورت کلی، نوآوری‌ها و فناوری‌های برافکن:

جدول شماره ۱. تعاریف نوآوری‌ها و فناوری‌های برافکن

۱	یک فناوری برافکن جایگزین یک فرآیند، محصول، یا عادت قدیمی‌تر می‌شود.
۲	فناوری برافکن یک فناوری است که بر نحوه عملکرد کسب و کارها، مصرف کنندگان یا صنایع تاثیر می‌گذارد.
۳	این فناوری‌ها معمولاً برای پذیرندگان اولیه ویژگی‌های برتری دارند که بلافاصله آشکار می‌شوند.
۴	کسب و کارهای نوپاها در مقایسه با شرکت‌های قدیمی و از پیش تاسیس شده، منابع معمول و قوی‌تری در ارائه فن‌آوری‌های برافکن هستند.
۵	فناوری برافکن به طور کلی مخاطب محدود، مسائل عملکردی و کاربرد عملی اثبات نشده را شامل می‌شود.

منبع: اسمیت (۲۰۲۲)

چشم‌انداز جامعه‌ی اطلاعاتی آینده، کاربردهای بسیاری از فن‌آوری اطلاعات را متصور ساخته است. آموزش از راه دور و تغییر بنیادین در فلسفه و یادگیری انسان‌ها، کتابخانه‌های الکترونیکی، کارت‌های هوشمند شهروندی، دولت الکترونیک، شهرهای اطلاعاتی، ایده‌ی

دهکده‌ی جهانی پژوهش، تجارت الکترونیک، درمان از راه دور و پزشکی الکترونیکی، دفاتر کار قابل حمل، انتشارات و روزنامه‌های الکترونیک نمونه‌هایی از استفاده‌ی خلاق و مبتکرانه از فناوری اطلاعات در قرن آینده است (آکادمی های ملی علوم، فنی و مهندسی^۱، ۲۰۰۳). خلاقیت در فناوری اطلاعات همیشه به معنای تولید محصولات و خدمات کاملاً جدید و ناشناخته نیست. روش خلاقانه مستلزم ارتباط با نحوه عملکرد سایر نرم افزارها، برنامه‌ها و سایر سیستم‌های فناوری است. این ادغام فناوری‌های جدید و قدیم می‌تواند امکانات تقریباً بی‌پایانی برای پیشرفت بیشتر ایجاد کند. این بدان معناست که توسعه دهندگان، تحلیلگران و مهندسان شانس زیادی برای استفاده از خلاقیت خود برای ایجاد کسب‌وکارهای جدید در زمینه فناوری های نوظهور دارند.

گزارش مجمع جهانی اقتصاد در سال ۲۰۱۶ نشان داد که تا سال ۲۰۲۰، در ۱۵ اقتصاد بزرگ توسعه یافته و نوظهور، انتظار می‌رود مشاغل کامپیوتری و ریاضی یکی از محرک‌های اصلی رشد اشتغال باشند و ۴۰۵۰۰۰ شغل جدید را تنها در حوزه فناوری ارتباطات اطلاعات ایجاد کنند (لمب و دوپل، ۲۰۱۷). همچنین صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT^۲)، طیف وسیعی از صنایع، از جمله خدمات مالی، رسانه و سرگرمی را در برخواهد گرفت و انتظار می‌رود این رشد عمده‌تاً توسط تحلیلگران داده و توسعه‌دهندگان نرم افزار انجام شود.

نگاه به آینده برای درک اینکه چگونه و چرا فناوری اطلاعات فرصت‌های شغلی جدیدی ایجاد می‌کند و چگونه می‌توان از فرصت‌های پیش‌رو بهره برد، نیازمند تحلیل و پیش‌بینی دقیق زمینه‌های ایجاد مشاغل مرتبط با فناوری های اطلاعاتی پیشرفته و درک مهارت‌ها و صلاحیت‌های مرتبط با هریک از مسئولیت‌های شغلی است.

در این راستا در ادامه به بررسی برخی پژوهش های مرتبط پرداخته شده است:

کالج فناوری اطلاعات در دانشگاه بحرین نیازهای بازار کار فناوری اطلاعات را طی سال‌های (۲۰۲۰-۲۰۱۹) بررسی کرد. در این مطالعه ۱۲ رشته مورد نیاز بازار کار جهانی فناوری اطلاعات مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد زمینه کاری مرتبط با سیستم‌های

^۱. National Academies of Sciences, Engineering

^۲. Information and communications technology

فناوری اطلاعات و مدیریت پروژه‌ها، امنیت و تجزیه و تحلیل سیستم، طراحی و توسعه؛ بیشترین تقاضا را در آینده خواهند داشت. بعلاوه؛ مدیر پروژه فناوری اطلاعات، مدیر سیستم اطلاعات و مشاور فناوری اطلاعات، توسعه دهنده امنیت، تحلیلگر و مهندس امنیت سایبری، متخصص امنیت شبکه و مدیر امنیت شبکه، برنامه‌نویس، طراح و توسعه دهنده وب و موبایل، تحلیلگر پایگاه داده، طراح و توسعه دهنده بازی، مهندس نرم افزار و تحلیلگر سیستم، به عنوان مهم‌ترین نقش‌های شغلی مرتبط با حوزه فناوری‌های نوظهور شناخته شدند (الموسوی و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین برنامه‌نویسی، طراحی و ساخت شبکه‌های ارتباطی داده، برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی سیستم‌های امنیتی برای محافظت از شبکه‌های کامپیوتری، تحلیل‌گر داده، توسعه دهنده وب، پشتیبان فنی، برخی از عناوین شغلی مرتبط با فناوری‌های نوظهور می‌باشد (خدمات آموزشی جهانی^۱، ۲۰۱۹).

در این راستا دانکرلی (۲۰۲۲) اذعان داشته است؛ در بین محرک‌های مختلف و متعدد، محیط داخلی و سیاسی، تنظیمات سیاست جهانی، رشد اقتصادی، وضعیت مالی، جمعیت سالخورده، مهاجرت، سرعت تغییرات فناوری، مکان و سازمان کار، تغییر آب و هوایی، کیفیت کار، نابرابری و تغییرات در ارائه آموزش و پرورش از محرک‌ها و روندهای کلیدی مؤثر بر بازار کار و تقاضای مهارت در آینده هستند. در این پژوهش دانکرلی؛ با استفاده از یک رویکرد ساختاریافته برای انعکاس عدم قطعیت در اقتصاد، محیط زیست، فناوری و چشم‌انداز اجتماعی، سیاسی و حقوقی، پنج سناریو کیفی برای بازار کار در ۱۵ تا ۲۰ سال آینده را مطرح کرده است. روایت‌های سناریوها بر بخش‌های خاصی تمرکز نمی‌کنند، اما با توجه به محرک‌های کلیدی سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری و زیست‌محیطی، دیدگاهی در سطح بالا از بازار کار ارائه می‌دهند. با این حال، پیامدهای هر سناریو برای هر ۶ بخش (ساخت و ساز، عمده فروشی و خرده فروشی، آموزش عالی، حمل و نقل و لجستیک، بهداشت و مراقبت‌های اجتماعی و انرژی) مشخص شده است. در مجموع انتظار می‌رود در آینده تقاضا برای مهارت‌های تحلیلی داده‌ها، مهارت‌های برنامه‌نویسی، مهارت‌ها و دانش تجارت الکترونیک، مدیریت، ارتباطات، امنیت اطلاعات، مهارت‌های ICT و مهارت‌های فنی در

^۱. World Education Services

راه‌اندازی و نگهداری تجهیزات ICT، تجارت الکترونیک، دانش انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر، افزایش یابد. مهارت‌های ICT برای آینده اکثر مشاغل با ظهور حوزه‌های مهارتی تخصصی، مانند مهارت‌های سایبری، مهارت‌های هوش مصنوعی، مهارت‌های داده‌های مکانی، تجزیه و تحلیل فناوری اطلاعات و مهارت‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها، حیاتی هستند. در حالی که مهارت‌های فنی و حرفه‌ای برافکن برای مشاغل آینده مهم هستند، همچنین توافق گسترده‌ای در بین مطالعات و گزارش‌های مختلف وجود دارد که نظام آموزشی نیز به آموزش مفاهیم گسترده‌تر و مهارت‌های عمومی یا پایه (مانند مهارت‌های ارتباطی، مذاکره و شبکه، حل مسئله، فرآیندهای درک، کار تیمی و همکاری، مهارت‌های رهبری و مدیریت نیاز دارد).

برخی دیگر از محققان نیز تأثیر فناوری مخرب را به دو بخش تقسیم کرده‌اند، موضع محتاطانه که در آن تأثیر کمی رخ می‌دهد و موضع باز که در آن تأثیر قابل توجهی رخ می‌دهد. بسیاری از مطالعات حاکی از آن است که سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف به سبب آنکه نیروی کار جایگزین ارزان‌تری نسبت به سرمایه مورد نیاز برای ترکیب و حفظ فناوری است، بیشتر تمایل دارند نیروی کار را به عنوان راه حلی به جای فناوری انتخاب کنند. بنابراین اگرچه بازار کار در حال تجربه اجرای فناوری‌های برافکن است، اما بسیاری از کسب‌وکارها همچنان از فناوری‌های قدیمی استفاده می‌کنند. (میشل و همکاران، ۲۰۲۳).

در مجموع به نظر می‌رسد موجی از فناوری‌های جدید در حال ظهور باشد که تغییرات جدی در بازار کار ایجاد خواهد کرد. با این حال آینده کار برای مشاغل، مهارت‌ها و صلاحیت‌های مورد نیاز نیروی کار در عصری که با پیشرفت سریع فناوری اطلاعات مشخص شده است، مستلزم تحقیق و بررسی است. همچنین از آنجایی که برخی از نوآوری‌های فناوری می‌توانند ارزش و وضعیت موجود افراد را در عرصه‌های تجاری و اجتماعی تغییر دهند، کشورها باید بتوانند دامنه فناوری‌های جدید و تأثیری که قرار است بر زندگی مردم بگذارند را شناسایی کرده و بر اساس آن آماده شوند (گوهر و همکاران، ۲۰۲۱).

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش پیش‌رو از نوع پژوهش‌های کاربردی است که با روش کیفی و رویکرد اوپرا انجام شده است. اوپرا در عباراتی چون تفکر خود، هماهنگی آراء، پیشنهادها، توجیه، رتبه‌بندی و صف‌آرایی خلاصه می‌شود. این روش پژوهشی ابزاری است که برای ایجاد خلاقیت، ایده‌های نو، انرژی و تعهد توسعه یافته و به طور کلی بر پایه این عقیده استوار است که مشارکت، نیروهای نوآور را در هر گروهی به عرصه ظهور می‌رساند. این روش به مثابه تفکری متفاوت از اکثر اشکال سنتی جلسات، بسیار مفید است و ضمن انتخاب روش‌های جدید در تصور موضوعات شخصی، یک فرایند برنامه‌ریزی ابتکاری‌تری را فعال می‌کند. یکی از جنبه‌های مهم روش اوپرا این است که کسانی که تحت تأثیر سوال قرار دارند را درگیر می‌کند. این روش یک رویکرد مشارکتی مهم است تا مردم بتوانند خود را به نتیجه فرایند متعهد سازند. در ادامه به مراحل انجام تحقیق با روش اوپرا اشاره می‌شود:

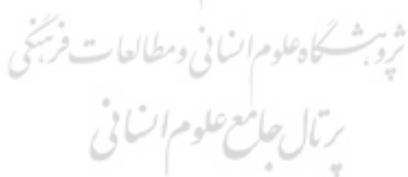
طراحی پژوهش اوپرا: در این بخش، انتخاب موضوع، بیان مسئله، اهداف و سوالات، انتخاب طرح پژوهش اوپرا و توجیه آن و نمونه‌گیری از افراد و وقایع مشخص می‌شود.

گردآوری داده‌ها در پژوهش اوپرا: روش گردآوری اطلاعات در پژوهش اوپرا «نشست اوپرا» می‌باشد. هر چند در روش اوپرا عقیده‌ها یا اندیشه‌های نوآورانه بسیار مهم هستند و در آن تلاش می‌شود عقاید نوآورانه از درون اعضا استخراج گردند، باید توجه داشت که مشارکت‌کنندگان ممکن است نسبت به عقیده و اندیشه‌ای متعصب باشند که در این بخش نقش پژوهشگر/تسهیلگر بسیار مهم است. بعلاوه، دریافت عقیده‌های نهفته و پنهان نیز توسط تسهیلگر انجام می‌شود. فرایند اوپرا باید به گونه‌ای اعمال شود که به همه مشارکت‌کنندگان این امکان را بدهد که به صورت باز و آزادانه و به ویژه خلاقانه عقیده‌پردازی نمایند. معمولاً مشارکت‌کنندگان در نشست اوپرا طی یک دوره ۶۰ تا ۸۰ دقیقه‌ای فرصت ابراز عقیده و معرفی طرح خود را دارند. تسهیلگر نه تنها باید زمان مناسبی را برای مشارکت تمام اعضای گروه مهیا نماید بلکه طرح و برنامه بسیار دقیقی در جلسه لازم است حاکم باشد و درونداد جلسه و مدیریت آن قدر نظام‌مند و صحیح باشد تا عقیده‌ها به درستی امکان بازنمود و معرفی یابند. باید توجه داشت که در روش اوپرا در نهایت رای اعضا در اولویت‌بندی عقیده‌ها تعیین‌کننده است

و از این رو اعضا باید در خصوص بسندگی، کارآمدی و جامعیت عقیده یا طرحی به اقتناع برسند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها در پژوهش اوپرا: در این بخش، آمادگی و آماده‌سازی مشارکت‌کنندگان انجام می‌شود. گروه‌های جفتی و انجام بحث و تبیین آن‌ها صورت می‌گیرد. گفتگو میان اعضا انجام می‌شود و اولویت‌ها و رتبه‌بندی پیشنهادها انجام می‌شود.

ارائه نتایج، تهیه گزارش و تحلیل در پژوهش اوپرا: در این مرحله، آرایه‌بندی پیشنهادها و اقدام‌ها انجام می‌شود. پیشنهادها به واسطه رای اعضای اوپرا اولویت‌بندی می‌شوند و در قالب مقوله‌های مشترک آرایه‌بندی صورت می‌گیرد. در این بخش، یک مرحله تکمیلی (پردازش کمی) با توجه به تعداد آرا اضافه می‌شود و پرداخت متن با توجه به تمام زنجیره‌های اطلاعات جمع‌آوری شده انجام می‌شود. در ارزیابی کیفیت پژوهش با روش اوپرا، از صاحب‌نظران آشنا به روش استفاده می‌شود و مطلوب‌تر این است که ارزیابان کیفی از آغاز با پروژه همراه باشند. در نگاره (۲) چارچوب اجرایی تحقیق با روش اوپرا نشان داده شده است.



طراحی پژوهش اپرا

انتخاب موضوع و بیان مسئله	بیان هدف و سوالات
انتخاب طرح پژوهش کیفی	نمونه گیری از افراد، وقایع و رفتارها

گردآوری داده ها در پژوهش اپرا

تعیین نحوه مشارکت پژوهش گرد مطالعه	تعیین روش گردآوری اطلاعات
آماده سازی ابزار و گردآوری اطلاعات	بازنگری اسناد و رونویسی

تجزیه و تحلیل داده ها در پژوهش اپرا

-آمادگی یا آماده سازی	-تشکیل گروه های جفتی و انجام بحث ها و ارائه پیشنهادهای جفتی
-ارائه پیشنهادهای جفت ها به گروه یا نشست اپرا و تبیین آن ها	-گفتگو میان اعضای گروهها و الویت یا رتبه بندی -پیشنهاها
-ارایه بندی پیشنهادهای و اقدام	
ارائه نتایج / طرح نظریه / طراحی مدل و ...	

نگاره ۲. چارچوب اجرایی پژوهش با روش اپرا

در روش اوپرا، نمونه گیری بصورت هدفمند و اطلاعات محورا ست از این رو پژوه شگر یا تسهیلگر؛ مشارکت کنندگان را بر اساس اطلاعات و بصورت هدفمند انتخاب می کند. در ادامه به تشریح مطالعات جمعیت شناختی پرداخته شده است :

جدول ۲. ویژگی های جمعیت شناختی

مشارکت کنندگان	حوزه فعالیت شرکت معرف	عضویت حرفه ای	کارگروه	تجربه/سال
مشارکت کننده اول	شرکت (حوزه الکترونیک)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۸
مشارکت کننده دوم	شرکت (حوزه فناوری اطلاعات)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۵
مشارکت کننده سوم	شرکت (حوزه خدمات رایانه ای)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۱۲
مشارکت کننده چهارم	شرکت (حوزه خدمات رایانه ای)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۱۰
مشارکت کننده پنجم	شرکت (حوزه داده و فناوری اطلاعات)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۸
مشارکت کننده ششم	-	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۱۲
مشارکت کننده هفتم	شرکت (حوزه داده پردازی)	سازمان نظام صنفی رایانه ای	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۱۵
مشارکت کننده هشتم	عضو هیات علمی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	-	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۹
مشارکت کننده نهم	عضوی هیات علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران	-	هوش مصنوعی	۱۱
مشارکت کننده دهم	شرکت (حوزه پردازش داده و فناوری اطلاعات)	-	علوم کامپیوتر	۱۲
مشارکت کننده یازدهم	بانک دولتی	-	هوش مصنوعی	۱۵

۱۴	هوش مصنوعی	-	آزمایشگاه کاربرد هوش مصنوعی در مطالعات کسب و کار	مشارکت کننده دوازدهم
۱۲	علوم کامپیوتر	-	شرکت (حوزه وب و علوم کامپیوتر)	مشارکت کننده سیزدهم
۹	هوش مصنوعی	-	شرکت (اپراتور)	مشارکت کننده چهاردهم
۱۴	علوم کامپیوتر	-	شرکت (اپراتور)	مشارکت کننده پانزدهم
۱۲	علوم کامپیوتر	-	شرکت (اپراتور)	مشارکت کننده شانزدهم
۱۵	علوم کامپیوتر	-	شرکت (اپراتور)	مشارکت کننده هفدهم
۶	هوش مصنوعی	-	شرکت (اپراتور)	مشارکت کننده هجدهم
۷	مالی	مشاور مدیر عامل بانک دولتی	نظام بانکی	مشارکت کننده نوزدهم
۱۷	مالی	مدیر بانک دولتی	نظام بانکی	مشارکت کننده بیستم
۱۶	مالی	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه هوشمند سازی)	مشارکت کننده بیست و یکم
۱۱	مالی	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه مالی - فاوا)	مشارکت کننده بیست و دوم
۹	مالی	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه فاوا)	مشارکت کننده بیست و سوم
۱۳	مالی	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه فاوا)	مشارکت کننده بیست و چهارم
۱۵	دبیر جلسه / تسهیلگر	-	عضو هیات علمی دانشگاه تهران	مشارکت کننده بیست و پنجم

۱۰	پژوهشگر/تسهی لگر	-	پژوهشگر و مدرس دانشگاه	مشارکت کننده بیست و ششم
۱۸	مالی	-	عضو هیات علمی دانشگاه تهران (رئیس دانشکده)	مشارکت کننده بیست و هفتم
۱۲	مالی	-	مرکز نوآوری بانک دولتی	مشارکت کننده بیست و هشتم
۱۹	حوزه الکترونیک و رباتیک	-	رئیس پارک فناوری اطلاعات و ارتباطات	مشارکت کننده بیست و نهم
۱۷	حوزه الکترونیک و رباتیک	-	عضو هیات علمی دانشگاه تهران	مشارکت کننده سی ام
۱۸	حوزه الکترونیک و رباتیک	-	عضو هیات علمی دانشگاه تهران	مشارکت کننده سی و یکم
۱۶	حوزه الکترونیک و رباتیک	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه فاوا)	مشارکت کننده سی و دوم
۱۲	حوزه الکترونیک و رباتیک	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه رباتیک و الکترونیک)	مشارکت کننده سی و سوم
۱۱	حوزه الکترونیک و رباتیک	سازمان نظام صنفی رایانه ای	شرکت (حوزه رباتیک و الکترونیک)	مشارکت کننده سی و چهارم

یافته‌های پژوهش با روش اوپرا

در دهه گذشته، پذیرش فناوری‌های نوظهور در تمامی بخش‌های اقتصادی افزایش چشمگیری داشته است. جهان اکنون آماده است تا استفاده گسترده از فناوری‌های برافکن را تجربه کند؛ فناوری‌هایی که روابط انسان با انسان، انسان با شی، و شی با شی را تسهیل کرده و همچنین به تعاملات ماشین با ماشین اشاره دارند (ابرسلد، ۲۰۱۵).

این دسته از فناوری‌ها که به عنوان فناوری های تحول‌آفرین در زندگی، کسب‌وکار، و اقتصاد جهانی شناخته می‌شوند، از نظر دامنه، ارزش، تأثیر، و سرعت اجرا متفاوت هستند. استفاده از آن‌ها به عوامل خارجی نظیر زمینه صنعتی و جغرافیایی و منابع مالی وابسته است.

همچنین، سطوح مهارت محلی و آشنایی با این فناوری‌ها بر پذیرش آن‌ها مؤثر است. با گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش حیاتی آن در زندگی امروز، در آینده شاهد افزایش قابل توجهی از فناوری‌های برافکن در این حوزه خواهیم بود. نوآوری‌های مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات از اهمیت محوری در تحولات اجتماعی و اقتصادی برخوردارند و به‌نظر می‌رسد این دسته از فناوری‌ها یکی از سریع‌ترین و تأثیرگذارترین فناوری‌ها در بازار کار جهانی باشند.

ظهور نقش‌های شغلی مانند تحلیل‌گر داده، مدیر فناوری اطلاعات، توسعه‌دهنده وب، تحلیل‌گر سیستم‌های رایانه‌ای، مدیر شبکه و سیستم، طراحان وب، تحلیل‌گران امنیت اطلاعات و متخصصان اینترنت اشیاء و تقاضای فزاینده برای این گروه از مشاغل از سوی کارفرمایان، نشان‌دهنده شتاب فناوری‌های برافکن به‌ویژه در حوزه فناوری اطلاعات است (مجمع جهانی اقتصاد، ۲۰۲۰).

فناوری اطلاعات نقش مهمی در ایجاد نوآوری‌ها و فناوری‌های برافکن ایفا کرده است. به‌عنوان مثال، تلفن‌ها بازار تلگراف را مختل کرده و این سرویس را منسوخ کردند. در نمونه‌ای جدیدتر، اپلیکیشن‌های اشتراک‌گذاری (مانند: اسنپ) عملاً بازار تاکسی را مختل کرده و در برخی شهرها شروع به جایگزینی خدمات تاکسی کردند. بنابراین، بدیهی است که ظهور فناوری‌های برافکن در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات، علاوه بر تولید فرصت‌های شغلی جدید، زمینه‌ساز تغییرات شگرفی در بسیاری از کسب‌وکارها خواهد شد. انتظار می‌رود تغییرات در این بخش فرصت‌های شغلی جدید و قابل توجهی را برای سایر حوزه‌ها به‌ویژه آن‌هایی که از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات پشتیبانی می‌شوند نظیر طراحی، خدمات مالی، رسانه و سرگرمی، حمل‌ونقل، مدیریت منابع، بازاریابی و آموزش فراهم کند.

در نتیجه، با توجه به تأثیر گسترده فناوری‌های برافکن در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بازار کار، تلاش‌های بسیاری برای بررسی نحوه تطابق کسب‌وکارها با تغییرات ناشی از این فناوری‌ها صورت گرفته است. این فناوری‌ها نقش مهمی در ایجاد نوآوری‌ها

داشته و پیش‌بینی می‌شود که با گسترش کاربردهای آن‌ها، زمینه‌های شغلی جدیدی شکل گیرد. با افزایش تقاضا برای مهارت‌های مرتبط با فناوری اطلاعات، نیاز به یادگیری مهارت‌های نوین و انطباق با مشاغل آینده امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. مطالعات نشان می‌دهند که این تغییرات در آینده، پیامدها و چالش‌های متعددی را در حوزه مهارت‌ها و شایستگی‌های نیروی کار به همراه خواهد داشت. حدود ۶۰ درصد مشاغل می‌توانند خودکار شوند که نشان‌دهنده تغییرات اساسی در محل کار و بازار کار است. با این حال، حتی در صورت خودکار شدن برخی از وظایف، ممکن است اشتغال در آن مشاغل کاهش نیابد، بلکه نیروی کار ممکن است کارهای جدیدی را انجام دهند. بنابراین، با وجود ظرفیت قابل توجه سود اقتصادی مبتنی بر فناوری، احتمالاً تقاضا برای استعداد‌های فناوری جدید در نیروی کار نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. بر این اساس، بررسی مهارت‌ها، استانداردهای شغلی و صلاحیت‌های حرفه‌ای مرتبط با این گروه از مشاغل برای تطبیق با تحولات بازار کار آینده امری حیاتی است.

در این مطالعه، علاوه بر بیان تأثیرات این فناوری‌ها بر بازار کار، به شایستگی‌های نیروی انسانی و معرفی و شناسایی عناوین شغلی جدید ناشی از فناوری‌های برافکن در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات پرداخته و استاندارد شایستگی و نقشه راه آموزش و ارزیابی حرفه‌ها و مشاغل مرتبط تدوین شده است. به منظور طراحی نقشه راه آموزش حرفه‌ها و مشاغل در ۱۴ خوشه فناوری، عناوین شغلی مرتبط با هر خوشه شناسایی و تشریح شده‌اند. در مجموع، این مطالعه شامل ۱۴ خوشه شغلی از جمله حرفه مهندسان الکترونیک، حرفه سازندگان نرم‌افزار، حرفه متخصصان ساخت وب و چندرسانه‌ای، حرفه برنامه‌نویسان برنامه‌های کاربردی رایانه، حرفه طراحان و مدیران پایگاه داده‌ها، حرفه سازندگان و تحلیل‌گران نرم‌افزار و برنامه‌های کاربردی رایانه‌ای، حرفه متخصصان پایگاه داده‌ها و شبکه‌های رایانه‌ای، حرفه تکنسین‌های الکترونیک، حرفه تکنسین‌های کنترل فرایندها، حرفه واسطه‌های اوراق بهادار و تأمین سرمایه، حرفه تکنسین‌های پشتیبانی عملیات فناوری

ارتباطات و اطلاعات، حرفه تکنسین‌های پشتیبانی کاربران فناوری اطلاعات و ارتباطات، و حرفه تکنسین‌های وب و ۴۲ عنوان شغلی استخراج شده است.

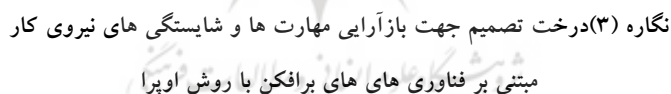
جدول ۳. خوشه‌ها و عناوین شغل شناسایی شده در هر خوشه

ردیف	خوشه	عنوان شغل	اختصار
۱	حرفه مهندسان الکترونیک Electronic Engineers	مهندس ساخت افزار کامپیوتر Computer Hardware Engineer	(CHE)
		مهندس الکترونیک Electronics Engineer	(EE)
		مهندس ابزار دقیق Instrumentation engineer	(IE)
۲	حرفه سازندگان نرم افزار Software Developers	سازنده نرم افزار Software Developer	(SD)
		معمار نرم افزار Software Architect	(SA)
		طراح نرم افزار Software Designer	(SD)
۳	حرفه متخصصان ساخت وب و چند رسانه‌ای Web and Multimedia Specialists	طراحان بازی های ویدیویی Video Game Designers	(VGD)
		طراحان رابط وب و دیجیتال Web and Digital Interface Designers	(WDID)
		سازندگان وب Web developers	(WD)
۴	حرفه برنامه نویسان برنامه‌های کاربردی رایانه Computer Application Programmers	برنامه نویسن برنامه های کاربردی Application Programmer	(AP)
		برنامه نویس کامپیوتر computer programmer	(CP)
		برنامه نویسن نرم افزار software programmer	(SP)
۵	حرفه سازندگان و تحلیلگران نرم افزار و برنامه های کاربردی رایانه‌ای	تحلیلگر و تست کننده تضمین کیفیت نرم افزار Software Quality Assurance Analyst and Tester	(SQAAT)
		تست کننده نرم افزار Software Tester	(So.T)

(Sy.T)	تست کننده سیستم System tester	Software Developers and Analysts for Computer Applications	
(DWS)	کارشناس ذخیره سازی داده ها Warehousing Specialist	حرفه طراحان و مدیران پایگاه داده‌ها	۶
(DAd)	مدیر پایگاه داده Database Administrator	Database Designers and Managers	
(DAr)	طراح پایگاه داده Database Architect		
(CNT)	تکنسین شبکه های کامپیوتری Network Technicians	حرفه متخصصان پایگاه داده‌ها و شبکه‌های رایانه‌ای طبقه بندی نشده در جای دیگر	۷
(NDE)	مهندس شبکه و پایگاه داده Database Engineer	Database and Computer Network Specialists Not Elsewhere Classified	
(CDE)	مهندس پایگاه داده ابری Cloud Database Engineer مهندس شبکه و پایگاه داده		
(BT)	تکنسین صدا و سیما Broadcasting technician	حرفه تکنسین‌های الکترونیک Electronics Technicians	۸
(TEO)	اپراتور تجهیزات مخابراتی Telecommunications equipment operator		
(ITe)	تکنسین های ابزار دقیق Instrumentation Technician		
(AT)	تکنسین اتوماسیون Automation Technician	حرفه تکنسین‌های کنترل فرایندها Process Control Technicians	۹
(ICTe)	تکنسین کنترل صنعتی Industrial Control Technician		
(PCT)	تکنسین کنترل فرایند Process Control Technician		
(FA)	مشاوران مالی Financial Advisor	حرفه واسطه‌های اوراق بهادار و تامین سرمایه	۱۰
(ST)	معامله گر اوراق بهادار Securities Trader	Securities and Capital Investment	
(S)	کارگزار بورس Stockbroker		
(CO)	اپراتور کامپیوتر Computer Operator		۱۱

(CPEO)	Computer اپراتور تجهیزات جانبی کامپیوتر Peripheral Equipment Operator	حرفه تکنسین های پشتیبانی عملیات فناوری ارتباطات و اطلاعات Information and Communications	۱۲
(DCO)	Data Center Operator اپراتور مرکز داده		
(CUSS)	متخصص پشتیبانی از کاربران کامپیوتر Computer User Support Specialist	حرفه تکنسین های پشتیبانی کاربران فناوری اطلاعات و ارتباطات Information and Communications Technology User Support Technicians	۱۳
(IST)	تکنسین امنیت فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT Security Technician		
(ITCT)	تکنسین ICT ICT Technician		
(WAd)	مدیر وب Web Administrator	حرفه تکنسین های وب Web Technicians	۱۴
(WT)	تکنسین وب Web Technician		
(WM)	مدیر وب سایت WebMaster		
(AI.RS)	دانشمند پژوهشی هوش مصنوعی AI Researcher Scientist	حرفه متخصصان هوش مصنوعی Artificial Intelligence Specialists	۱۵
(DS)	دانشمند داده Data Scientist		
(MLE)	مهندس یادگیری ماشین Machine Learning Engineer		

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، درخت تصمیم برای بازآرایی مهارت‌ها و شایستگی‌های نیروی کار مبتنی بر فناوری‌های برهم‌زننده با استفاده از روش اوپرا در نگاره (۳) نمایش داده شده است. این درخت براساس ۱۴ خوشه که با روش اوپرا استخراج شده‌اند ترسیم گردیده و عناوین شغلی جدید که براساس فناوری‌های نوین شکل گرفته‌اند، با حروف اختصاری برای هر شاخه نشان داده شده‌اند.



کسانی که پس از تغییر، تغییر می کنند زنده خواهند ماند. کسانی که با تغییر، تغییر می کنند موفق خواهند شد و کسانی که تغییر را ایجاد می کنند، دیگران را رهبری خواهند کرد. (چیت ساز و بختیاری، ۱۴۰۲) دگردیسی در آموزش و بطور خاص دگردیسی فناوریانه در عرصه آموزش و مهارت آموزی، همسو با تحولات دم افزا در جهان، لزوم توجه بیش از پیش به رویکردهای نوین مهارت آموزی را برجسته نموده است. (حسینی نیا و بختیاری، ۱۴۰۱) این مطالعه به بررسی ارتباط بین مهارت های برافکن و شایستگی ها و مهارت های نیروی کار پرداخته و نشان می دهد که هماهنگی میان آن ها می تواند به نیروهای کار در مواجهه با تغییرات فناوری کمک

کند. مهارت‌های فناوری پیشرفته نقش بسیار مهمی در زندگی حرفه‌ای افراد ایفا می‌کند و اهمیت توانایی‌هایی که با توجه به پیش‌بینی نیازهای بازار کار توسعه می‌یابند، بی‌پایان است. همچنین، اوپرا به عنوان یک روش تحقیقی کارآمد در این مسیر کمک کرده است تا به دقت شایستگی‌ها و مهارت‌های موردنیاز شنا سایی گردد و پی‌شنهادهایی جهت طراحی برنامه‌های آموزشی متناسب انجام شود. بر این اساس شناسایی شایستگی‌ها و صلاحیت‌های شغلی و تدوین استانداردهای شغلی موضوع مهمی است که باید در طراحی برنامه‌های آموزشی و مهارت‌آموزی در اولویت قرار گیرد. با توجه به اینکه ظهور نوآوری‌های برافکن و تغییرات سریع مرتبط با آن در بازار کار، مستلزم به‌روزرسانی برنامه‌ها و تدوین استانداردهای شغلی منطبق با آنها است، تمرکز صرف برنامه‌های آموزشی بر مقایسه نتایج بازار کار (مانند درآمد و نرخ اشتغال) می‌تواند گمراه‌کننده باشد. بنابراین لازم است پیش از طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی و مهارت‌آموزی، ارزیابی‌های دقیقی و مستمری از صلاحیت‌ها و شایستگی‌های شغلی موردنیاز با مشاغل موجود و آینده، صورت گیرد (وانکوئچ و همکاران، ۲۰۲۱). بر این اساس در پژوهش‌های اخیر تربیت نیروی انسانی متخصص و مجهز به صلاحیت‌ها و مهارت‌های منطبق با نیاز بازار کار و تغییرات عرصه فناوری، در چارچوب یک نظام آموزشی در حال گسترش مورد بحث قرار گرفته است. بر اساس نتایج تحقیق و به منظور طراحی نقشه راه آموزش حرف و مشاغل؛ ۱۴ خوشه مشتمل بر (مهندسان الکترونیک، سازندگان نرم افزار، متخصصان ساخت وب و چند رسانه‌ای، برنامه نویسان برنامه‌های کاربردی رایانه، طراحان و مدیران پایگاه داده‌ها، سازندگان و تحلیلگران نرم افزار و برنامه‌های کاربردی رایانه‌ای، متخصصان پایگاه داده‌ها و شبکه‌های رایانه‌ای، تکنسین‌های الکترونیک، تکنسین‌های کنترل فرایندها، واسطه‌های اوراق بهادار و تامین سرمایه، تکنسین‌های پشتیبانی عملیات فناوری ارتباطات و اطلاعات، تکنسین‌های پشتیبانی کاربران فناوری اطلاعات و ارتباطات و حرفه تکنسین‌های وب) مشخص گردید. در این راستا نتایج بسیاری از تحقیقات حاکی از آن است که نیاز به توسعه شایستگی‌های آموزشی حرفه‌ای و مهارت‌آموزی وجود دارد که بر آموزش حرفه‌ای مرتبط با شغل تمرکز داشته باشد تا بتواند نیازهای آینده برای شایستگی در زندگی کاری را برآورده کند (سیلت، ۲۰۲۰). همسو با نتایج تحقیق حاضر دیبل مطرح کرده است؛ برای

اینکه سازمان‌ها در این دوره از تغییرات فن‌آوری؛ فوق‌العاده سریع رشد کنند، رهبران کسب‌وکار باید اطمینان حاصل کنند که تلاش‌های مستمری برای مهارت دادن به کارگران از طریق ارائه دوره‌های آموزشی برای برآورده کردن خواسته‌ها و سرعت این عصر دیجیتال انجام می‌شود (دیل، ۲۰۲۰). و از طرفی نیروی جوان و نوجوان که قرار است در دهه آتی وارد بازار کار شود، مجهز به توانمندی‌ها و مهارت‌های لازم مبتنی بر فناوری‌های برافکن باشد. در این راستا موبی‌گایارو همکاران (۲۰۲۱) به ایجاد محیط سیاسی مناسب متمرکز شده‌اند و راهکار توسعه اقتصادی و اشتغالزایی متناسب با فناوری روز را داشتن محیط سیاسی مناسب مطرح کرده‌اند. مناسب در ادامه به ارائه پیشنهادهای راهبردی جهت پیاده‌سازی و اجرای برنامه‌های مهارت‌آموزی همسو با نتایج تحقیق پرداخته شده است:

➤ آموزش و تربیت مهارت‌های فنی و حرفه‌ای:

ایجاد دوره‌های آموزشی و دوره‌های تخصصی برای هر یک از حرفه‌ها، به ویژه مهارت‌هایی که در بازار کار مورد نیاز هستند.

توسعه برنامه‌های آموزشی برای افرادی که تازه وارد این حوزه‌ها می‌شوند.

➤ تقویت برنامه‌های دانشگاهی:

تعیین مهارت‌ها و شایستگی‌های مورد نیاز برای هر حرفه در دوران دانشگاهی و ارتقاء برنامه‌های آموزشی مرتبط با آنها.

ایجاد دوره‌های انعطاف‌پذیرتر و معتبرتر در دانشگاه‌ها تا فارغ‌التحصیلان با مهارت‌های عملی بیشتری فارغ‌التحصیل شوند.

➤ ترویج دانش و تحقیق و توسعه:

تشویق به تحقیق و توسعه در حوزه‌های مختلف فناوری و مهندسی الکترونیک و نرم‌افزار.

ایجاد ارتباطات نزدیکتر بین دانشگاه‌ها، صنعت و دولت برای تسهیل تبادل دانش و توسعه فناوری.

منابع

۱. حسینی‌نیا، غ. و بختیاری، م. (۱۴۰۲). ارائه الگوی راهبردی جامع آموزش‌های فنی و حرفه‌ای: یک پژوهش چند روشی. *مهارت/آموزی*، ۱۱(۴۳)، ۷-۲۸.
۲. چیت‌ساز، ا. و بختیاری، م. (۱۴۰۲). ترسیم چشم‌انداز مدیریت کسب‌وکارهای برافکن، مبتنی بر مهارت‌مرببگری مغز و تفکر طراحی. *مهارت‌آموزی*، ۱۱(۴۳)، ۱۵۷-۱۸۸.
۳. کمیسون کسب و کارهای دانش‌بنیان. (۱۴۰۰). انقلاب صنعتی چهارم و تحول دیجیتال.
۴. سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور. (۱۴۰۱). اتمام سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور بر مهارت‌آموزی در حیطه مشاغل نوظهور با نگاه به آینده. ، از <http://irantvto.ir>
۵. AlMosawi, A., Al-Arayedh, H., Aljasmi, L., Khalifat, J., Alrayes, A., Alqaddoumi, A., Catuiran, O., & Alomary, A. (۲۰۲۰). Future Job Market of Information Technology in the Kingdom of Bahrain. ۲۰۲۰ International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing and Technologies (۳ICT), ۱-۶. <https://doi.org/10.1109/۳ICT51146.2020.931201۷>
۶. Bloom, N., Hassan, T. A., Kalyani, A., Lerner, J., & Tahoun, A. (۲۰۲۱). The Diffusion of Disruptive Technologies. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2۱۳۹/ssrn.۳۸۷۵۸۲۷>
۷. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. P. (۲۰۱۱). Race against the machine : how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy.
۸. Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlstrom, P., Wiesinger, A., & Subramamiam, A. (۲۰۱۸). Skill Shift: Automation and the Future of the Workforce. In Discussion Paper, McKinsey Global Institute (Issue May). [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured Insights/Future of Organizations/Skill shift Automation and the future of the workforce/MGI-Skill-Shift-Automation-and-future-of-the-workforce-May-۲۰۱۸.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/Skill%20shift%20Automation%20and%20the%20future%20of%20the%20workforce/MGI-Skill-Shift-Automation-and-future-of-the-workforce-May-۲۰۱۸.ashx)
۹. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (۲۰۱۴). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton & Company.
۱۰. Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (۲۰۱۵). What Is Disruptive Innovation. Harvard Business Review, ۹۳(۱۲), ۴۴-۵۳.

۱۱. Chinoracký, R., & Čorejová, T. (۲۰۱۹). Impact of Digital Technologies on Labor Market and the Transport Sector. *Transportation Research Procedia*, ۴۰, ۹۹۴–۱۰۰۱. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.139>
۱۲. Cukier, W. (۲۰۱۹a). Disruptive processes and skills mismatches in the new economy. *Journal of Global Responsibility*, ۱۰(۳), ۲۱۱–۲۲۵. <https://doi.org/10.1108/JGR-11-2018-0079>
۱۳. Cukier, W. (۲۰۱۹b). Disruptive processes and skills mismatches in the new economy: Theorizing social inclusion and innovation as solutions. *Journal of Global Responsibility*, ۱۰(۳), ۲۱۱–۲۲۵. <https://doi.org/10.1108/JGR-11-2018-0079>
۱۴. Dunkerley, F. (۲۰۲۲). Labour market and skills demand horizon scanning and future scenarios. In *Government Social Research* (pp. ۱–۱۲۴).
۱۵. Dyble, J. (۲۰۲۰). ۳۷۰mn jobs to be displaced by automation by ۲۰۳۰ – McKinsey. <https://technologymagazine.com/ai-and-machine-learning/370mn-jobs-be-displaced-automation-2030-mckinsey>
۱۶. Goher, G., Masrom, M., Amrin, A., & Rahim, N. A. (۲۰۲۱). Disruptive Technologies for Labor Market Information System Implementation Enhancement in the UAE: A Conceptual Perspective. In *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. ۱۲, Issue ۲, pp. ۳۷۰–۳۷۹). <https://doi.org/10.14269/IJACSA.2021.0120247>
۱۷. Imran, F., Shahzad, K., Butt, A., & Kantola, J. (۲۰۲۰). Leadership Competencies for Digital Transformation: Evidence from Multiple Cases. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, ۱۲۰۹ AISC, ۸۱–۸۷. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50791-6_11
۱۸. Jansen, A. J., White, L. A., Dhuey, E., Foster, D., & Perlman, M. (۲۰۱۹). Training and Skills Development Policy Options for the Changing World of Work. *Canadian Public Policy*, ۴۵(۴), ۴۶۰–۴۸۲. <https://doi.org/10.3138/cpp.2019-024>
۱۹. Lamb, C., & Doyle, S. (۲۰۱۷). Future-proof: Preparing young Canadians for the future of work. Brookfield Institute for Innovation + Entrepreneurship, ۱–۲۴. <http://www.rbc.com/community-sustainability/assets-custom/pdf/FINAL-FP-report-Online.pdf>
۲۰. Markides, C. (۲۰۰۶). Disruptive Innovation: In Need of Better Theory. *Journal of Product Innovation Management*.
۲۱. McDonnell, J. W. (۲۰۲۰). Preparing a Workforce for the Fourth Industrial Revolution. In *The Oxford Handbook of Lifelong Learning*, Second Edition (pp. ۱–۵۸). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780197506707.013.33>
۲۲. Michell, K., Brown, N., Terblanche, J., & Tucker, J. (۲۰۲۳). The Effect of Disruptive Technologies on Facilities Management: A Case Study of the Industrial Sector. *Lecture Notes in Civil Engineering*, ۲۴۵, ۱۱۳–۱۲۳. https://doi.org/10.1007/978-3-030-99748-1_10

۲۳. Mougayar, W. (۲۰۲۱). The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology. Wiley.
۲۴. Si, S., & Chen, H. (۲۰۲۰). A literature review of disruptive innovation: What it is, how it works and where it goes. Journal of Engineering and Technology Management - JET-M, ۵۶(March), ۱۰۱۵۶۸. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2020.101568>
۲۵. Sullivan, K. (۲۰۱۷). Talent in Transition Addressing the Skills Mismatch in Ontario. Ontario Chamber of Commerce. www.occ.ca/wp-content/uploads/Talent-in-Transition.pdf
۲۶. Sylte, A. L. (۲۰۲۰). Predicting the future competence needs in working life: Didactical implications for VET in Norway. In International Journal for Research in Vocational Education and Training (Vol. ۷, Issue ۲, pp. ۱۶۷-۱۹۲). <https://doi.org/10.131۵۲/IJRVET.۷,۲,۳>
۲۷. Tapscott, D., & Tapscott, A. (۲۰۱۶). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. Portfolio.
۲۸. Vankevich, A., Kalinouskaya, I., Zaitseva, O., & Korabava, A. (۲۰۲۱). Equilibrium of Labor Market: New Security Instruments in the Context of Digitalization. SHS Web of Conferences, ۹۳, ۰۳۰۱۷. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219303017>
۲۹. Vermeulen, B., Kesselhut, J., Pyka, A., & Saviotti, P. P. (۲۰۱۸). The impact of automation on employment: Just the usual structural change? Sustainability (Switzerland), ۱۰(۵), ۱-۲۷. <https://doi.org/10.3390/su10051661>
۳۰. World Economic Forum. (۲۰۲۰). The future of jobs report ۲۰۲۰ | world economic forum. The Future of Jobs Report, October, ۱۱۶۳. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/digest>
۳۱. World Education Services. (۲۰۱۹). CAREER PATHWAYS IN INFORMATION TECHNOLOGY: Using Your International Education in the U.S. (pp. ۱-۳۶).
۳۲. World Economic Forum. (۲۰۲۰). The Global Competitiveness Report ۲۰۲۰: Special Edition. <https://www.weforum.org/publications/the-global-competitiveness-report-2020/>
- ۳۳.
۳۴. Corporate Finance Institute. Corporate Finance Institute (CFI). <https://corporatefinanceinstitute.com/>
۳۵. Corporate Finance Institute. (۲۰۲۲). Disruptive technologies: Definition, examples, and impacts. Retrieved from <https://corporatefinanceinstitute.com>
۳۶. Pan-Organizational Summit on the U.S. Science and Engineering Workforce: Meeting Summary (۲۰۰۳) <https://nap.nationalacademies.org/read/10727/chapter/11>