فصلنامه توسعه استعداد
سال دوم، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۳، ۱۰۳-۸۳

Quarterly Journal of talent development
Vol.2, No 3, 2024 , 83-103

معیارهای حیاتی اثرگذار برگزینش سرمایه‌های انسانی سازگار با انقلاب چهارم صنعتی با استفاده از روش فازیDEMATEL

محمد امین آئینی[*۱]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۱)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای اثرگذار برگزینش کارکنان در محیط سازگار با انقلاب چهارم صنعتی است. نوع پژوهش حاضر، ازلحاظ هدف کاربردی و ازنظر روش تحقیق توصیفی- علی است. جامعه آماری تحقیق شرکت‌های پیشرفته دانش‌بنیان در حوزه فناوری اطلاعات با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران بودند. به دلیل محدود بودن شرکت‌های متناسب با انقلاب چهارم صنعتی، نمونه شامل ۵ نفر از کارشناسان شرکت‌های مربوطه بوده که با استفاده از روش هدفمند انتخاب شدند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه بوده که جهت تحلیل داده‌ها از رویکرد DEMATEL فازی استفاده‌شده است. بر اساس یافته‌ها، یازده معیار حیاتی اثرگذار جهت انتخاب نیروی کار در محیط انقلاب چهارم صنعتی شناسایی شدند که مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب اولویت شامل؛ توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان و انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید می‌باشند. علاوه براین، نتایج حاکی از وجود عوامل علی، به ترتیب نزولی شامل: دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری، آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات، توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری و چگونگی ترکیب دانش مربوطه و استفاده از آن در یک شغل یا فرآیند خاص می‌باشند. عوامل نتیجه نیز شامل؛ انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید، تحلیلگری و مهارت ادراک بالا، توانایی برقراری ارتباط با واسطه‌های جدید، توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان، یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای و اعتماد به فن‌آوری‌های جدید و آمادگی تغییر می‌باشند.

کلمات کلیدی: انقلاب چهارم صنعتی، دیماتل فازی، شرکت‌های دانش‌بنیان.

[۱] دانشجوی دکترا، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران. مسئول مکاتبات: aeeni.mo@fc.lu.ac.ir

۱. مقدمه

انقلاب‌های صنعتی همیشه به دلیل تحولات تکنولوژیکی در تاریخ به وجود آمده‌اند. در ابتدا، انقلاب صنعتی اول از طریق استفاده از انرژی بخار و آب در صنعت به وجود آمد. انقلاب صنعتی دوم با استفاده از انرژی برق و انتقال آن به تولید انبوه پا به عرصه وجود گذاشت و منشأ انقلاب صنعتی سوم استفاده از فناوری اطلاعات و اتوماسیون بود. تداوم پیشرفت‌های سریع انواع فناوری‌ها از قبیل دیجیتال‌سازی و اتوماسیون کار غالباً به‌عنوان چهارمین انقلاب صنعتی شناخته می‌شوند [۲۴]. اندانگو و سیگن (۲۰۲۰) معتقدند انقلاب صنعتی چهارم با تلفیق دنیای دیجیتال، بیولوژیک و فیزیک و همچنین استفاده روزافزون از فن‌آوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی، رباتیک، چاپ سه‌بعدی و اینترنت اشیا مشخص می‌شود [۲۸]. این موضوع به‌عنوان مهم‌ترین روند اجتماعی و اقتصادی در قرن حاضر مطرح می‌باشد، چیزی که اساساً ماهیت شغل، کسب‌وکار و جامعه را در دهه‌های آینده تغییر خواهد داد [۱]. انقلاب چهارم صنعتی نه‌تنها بر سیستم‌های تولید تأثیر می‌گذارند، بلکه تأثیر قابل‌توجهی بر نیروی کار نیز خواهد داشت. این وضعیت منجر به تغییر قابل‌توجهی در ویژگی‌های شغلی و کارکنان، همچنین از بین رفتن هزاران شغل یا تغییر اساسی در بسیاری از مشاغل فعلی می‌شود [۲۰]. در این راستا، فری و آزبورن (۲۰۱۷) در تحقیق خود از ۴۷ درصد مشاغل ایالات‌متحده که در آینده نزدیک در معرض خطر اتوماسیون هستند نام می‌برد [۲۹]. زروادی (۲۰۱۹) تأکید می‌کند ۴۵ تا ۶۰ درصد مشاغل در اروپا در معرض اتوماسیون هستند، درحالی‌که جنوب اروپا بیشتر در معرض موج اتوماسیون احتمالی هستند. مجمع جهانی اقتصاد در داووس (۲۰۱۶) در مورد پیامدهای انقلاب چهارم صنعتی نتیجه گرفت که در ۵ سال آینده حدود ۷ میلیون شغل در معرض خطر (حذف شدن) قرار دارند [۳۰]. به نظر می‌رسد که اتوماسیون و دیجیتال‌سازی از مهم‌ترین موضوعات برای شکل دادن به ماهیت آینده انتخاب‌های شغلی، توسعه شغلی و مشاوره شغلی باشند [۱۰].

در دهه گذشته، فناوری‌هایی مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری[1] (CPS) و اینترنت اشیا[2] (IOT)، منجر به انقلاب صنعتی جدیدی شدند که در ادبیات مدیریت از آن به‌عنوان انقلاب چهارم صنعتی یاد می‌شود. کازان‌کگلو و ازکان ازن[3] (۲۰۱۸) بیان می‌کنند که این فرآیندهای تحول، نه‌تنها بر سیستم‌های تولید بلکه تأثیر قابل‌توجهی بر ماهیت کار نیز دارند و انتظارات از کارکنان را در صنعت به‌طور اساسی تغییر می‌دهند. به‌ویژه در بخش‌های مرتبط با مدیریت عملیات، انتظار می‌رود که معیارهای انتخاب کارکنان به دلیل تغییر ویژگی‌های شغلی تغییر کنند. در حقیقت، معیارهایی ازجمله؛ توانایی تصمیم‌گیری استراتژیک، سازگاری با تغییر، مهارت‌های فردی، ثبات هیجانی، اعتمادبه‌نفس، تجربه

1 cyber-physical systems
2 Internet of Things
3 Kazancoglu & Ozkan-Ozen

قبلی و غیره [۱۱] که برای انتخاب کارکنان در نسل‌های قبلی مورداستفاده قرار می‌گرفتند در نسل چهارم متفاوت می‌باشند. چنانچه سازمان‌ها بخواهند در انقلاب چهارم صنعتی در عرصه رقابت باقی‌مانده و اثربخش باشند ناگزیر باید معیارهایی جهت انتخاب و گزینش کارکنان موردتوجه قرار دهند که مطابق با انقلاب چهارم صنعتی باشد. در غیر این صورت در زمان کوتاهی از عرصه رقابت حذف و یا کارایی و اثربخشی خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین بسیار مهم است که معیارهای جدیدی جهت استخدام، ارزیابی و به‌کارگیری کارکنان در محیط سازگار با انقلاب چهارم صنعتی تعیین گردد. هرچند تحقیقات گسترده‌ای در مورد عوامل مؤثر بر توسعه منابع انسانی انجام‌شده است؛ اما این مطالعات به تأثیر کمی اما مثبت، بر توسعه منابع انسانی اشاره دارند (درابک و دیگران، ۲۰۱۷ [۳۵]؛ میلوزا، ۲۰۱۸ [۳۲]؛ سیلویو و همکاران، ۲۰۱۷ [۳۳]؛ روزسا و همکاران، ۲۰۱۹ [۳۴]؛ وان سنگ و همکاران، ۲۰۲۰ [۴۳]). در حقیقت، پژوهش‌هایی که به معیارهای جدید جهت گزینش و انتخاب کارکنان سازگار با محیط انقلاب چهارم صنعتی پرداخته باشند محدود می‌باشند؛ لذا به‌منظور برطرف نمودن شکاف نظری موجود، نهایت بهره از معیارهای اولویت‌بندی شده جهت شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران استفاده نموده و از آن در جهت اثربخشی و کارایی نیروی کار متناسب با انقلاب چهارم صنعتی فراهم می‌گردد. ازاین‌رو؛ پژوهش حاضر هدفی سه وجهی دارد که عبارت‌اند از: اول، شناسایی معیارهای جدید برای انتخاب کارکنان در محیط صنعتی نسل چهارم. دوم، اولویت‌بندی و مشخص‌کردن روابط علی بین این معیارها. سوم، کمک به ادبیات مدیریت عملیات با تمرکز بر روند استخدام و حمایت از فعالیت‌های منابع انسانی مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره دیماتل فازی در شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران.

در مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مطابق با موضوع پژوهش آمده است که؛ از زمان آغاز صنعتی شدن، تحولات تکنولوژیکی منجر به تغییرات پارادایمی شده است [۱۳]. محققان معتقدند، تمدن بشری تاکنون سه انقلاب صنعتی داشته است: انقلاب صنعتی اول (مکانیزاسیون)، انقلاب صنعتی دوم (تولید انبوه و برق) و انقلاب صنعتی سوم (اتوماسیون) [۲۴، ۴۲]. این انقلاب‌ها نه‌تنها بر تولید و مدل‌های تجاری تأثیر می‌گذارند؛ بلکه بر مهارت‌های موردنیاز کارمندان آینده (در صنایع مختلف) نیز تأثیر می‌گذارند. از یک انقلاب صنعتی به انقلاب بعدی، برخی مشاغل از بین رفتند درحالی‌که برخی دیگر ایجادشده‌اند. از همه مهم‌تر، برخی از مهارت‌ها بی‌ارزش و برخی دیگر باارزش شدند [۳۹].

امروزه با تمرکز بر کارخانه‌های هوشمند (CPS) انقلاب صنعتی چهارم یا به‌عبارت‌دیگر انقلاب چهارم صنعتی شروع به تغییر اقتصاد نموده است. این اصطلاح اولین بار در سال ۲۰۱۱ در نمایشگاه هانوفر در آلمان استفاده شد. اتفاق‌نظر گسترده و غافلگیرکننده‌ای وجود دارد که انقلاب چهارم صنعتی می‌تواند توسعه اقتصادی را تغییر دهد تا ربات‌ها و ماشین‌آلات بتوانند نقش مهم‌تری در کاهش کار

فیزیکی و افزایش بهره‌وری نیروی کار داشته باشند [۴۳]. ادبیات تحقیقات مربوط به انقلاب چهارم صنعتی به‌سرعت در حال گسترش است اما بیشتر مطالعات بر پایه طراحی مدل‌های مفهومی هستند [۲۱ و ۲۵ و ۱۲]. مفاهیم پایه انقلاب چهارم صنعتی به ترتیب عبارت‌اند از: کارخانه‌های هوشمند CPS، خودسازمان‌دهی، سیستم‌های جدید تهیه و توزیع نیازهای انسانی و مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها. موسترمن و زاندر[۱] (۲۰۱۶) بیان می‌کنند که گرایش‌های اصلی انقلاب چهارم صنعتی بیشتر شامل؛ اینترنت اشیا (IOT)، مهارت استفاده از ماشین‌آلات و آشنایی به اصول فنی آن‌ها می‌باشند [۱۸]. به‌ویژه در الگوهای تحقیق و پیاده‌سازی سیستم‌های فیزیکی سایبری (CPS) در محیط تولید که در ادبیات انقلاب چهارم صنعتی بسیار متداول هستند [۱۵ و ۱۶]. سیستم‌های فیزیکی سایبری به فن‌آوری‌های در حال تغییر جهت مدیریت سیستم‌های به‌هم‌پیوسته میان دارایی‌های فیزیکی و محاسباتی اشاره دارند. لی و همکاران (۲۰۱۵) طراحی پنج سطحی‌ای را برای سیستم‌های فیزیکی سایبری پیشنهاد کرده‌اند. این سطوح عبارت‌اند از: ارتباط هوشمند، داده، سایبر، شناختی و پیکربندی. این سطوح به این دلیل دارای اهمیت هستند که می‌توانند به‌عنوان یک راهنما در هنگام اجرای سیستم‌های فیزیکی سایبری در محیط تولید مورداستفاده قرار گیرند. موضوع بااهمیت دیگر، اینترنت اشیا است که یکی دیگر از ویژگی‌های مهم در انقلاب چهارم صنعتی است که به اتصال اجسام فیزیکی، مجهز کردن آن‌ها به حسگرها و ابزارهایی جهت اتصال به اینترنت اشاره می‌کند [۵]. از سوی دیگر، زمینه‌های تحقیقاتی مربوط به انقلاب چهارم صنعتی شامل؛ تولید فردی، ادغام افقی در شبکه‌های مشارکتی و پایان دادن به ادغام دیجیتال می‌شوند [۲]. علاوه بر این، کوین و همکاران (۲۰۱۶) بر مفاهیم انقلاب چهارم صنعتی تمرکز نموده و بر جنبه‌های تولید بر اساس چهار عنوان ازجمله؛ کارخانه، کسب‌وکار، محصولات و مشتری متمرکز شده‌اند. این محققان معتقدند که کارخانه‌های آینده هوشمندانه خواهند بود و خود را به‌طور کامل کنترل می‌کنند. از سوی دیگر، شبکه کسب‌وکار در انقلاب چهارم صنعتی به‌خودی‌خود سازمان‌دهی می‌شوند و واکنش‌های زمان واقعی را انتقال می‌دهند. همچنین، محصولات با استفاده از حسگرها و پردازنده‌ها جهت دریافت اطلاعات مشتریان و انتقال آن اطلاعات به سیستم‌های تولید، هوشمند می‌شوند. درنهایت انتظار می‌رود که انقلاب چهارم صنعتی به مشتریان فرصت سفارش محصولات کاملاً ویژه را با توجه به نیازهای خود ارائه دهند [۲۶]. انتظار می‌رود که تمام این تغییرات توضیح داده‌شده در بالا، ویژگی‌های حرفه‌ای کارکنان را به شیوه‌های مختلف تغییر دهند و این امر نیز ضروری است که موردتوجه و تمرکز قرار گیرد. در ادامه، پیشینه‌ای از تحقیقات مربوط به تغییرات در نیروی کار متناسب با انقلاب چهارم صنعتی توضیح داده می‌شود:

---

[۱] Mosterman & Zander

رمرو و همکاران (۲۰۱۶) بیان می‌کنند که انقلاب چهارم صنعتی نه‌تنها بر سیستم‌های تولید تأثیر می‌گذارد، بلکه تأثیر قابل‌توجهی بر نیروی کار نیز خواهد داشت. کل این تغییرات در محیط صنعتی به‌طور مستقیم بر شغل کارکنان در این زمینه تأثیر می‌گذارند. علاوه براین، نیاز به نیروی انسانی برخلاف روش سنتی به علت ماشین‌آلات با تکنولوژی بالا که می‌توانند با یکدیگر تعامل برقرار کنند و خود را کنترل کنند، کاهش می‌یابد. یک نوع دیگر از تحولات جدید انقلاب صنعتی این است که اجازه می‌دهد تا نوع جدیدی از تعاملات بین کارکنان و ماشین‌ها برقرار شود [۲۰]. دمبروسکی و واگنر (۲۰۱۴) تغییر ویژگی‌های شغلی و شایستگی‌ها را برای انقلاب چهارم صنعتی مورد تاکید قرار می‌دهند. این شایستگی‌ها شامل؛ کاهش وظایف در انجام تولید و وظایف کاری کمتر، همکاری بین‌رشته‌ای و تمرکز بر کاهش خطا، خودسازمان‌دهی، پیچیدگی و تفکر در فرآیندهای همپوشان می‌باشند. همچنین، بسیار مهم است که کارکنان این صنعت به‌جای تفکر دقیق در مورد فرآیندهای انفرادی یا داشتن قابلیت‌های فنی خاص، دارای توانایی‌های حل مسئله و دارای چند تخصص در شرایط پیچیده باشند[۶].

طبق گزارش شرکت BCG در ماه سپتامبر ۲۰۱۵، کنترل کیفیت داده‌های بسیار زیاد، تأمین لجستیک به‌صورت خودگردان، شبیه‌سازی خط تولید، شبکه تأمین هوشمند، تعمیرات پیشگیرانه، عملکرد دستگاه همچون یک کارمند، تولید خودسازمان‌دهی، افزایش تولید قطعات پیچیده، تعمیر و نگهداری و بعضی خدمات دیگر مثال‌هایی هستند که در محیط تولید انقلاب چهارم صنعتی به کار گرفته‌شده‌اند [۱۴]. گهرک و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود انتظارات از کارکنان انقلاب چهارم صنعتی را در سه سطح ارائه نمودند که سطح اول آن مربوط به ابزارها و فن‌آوری‌هایی است که کارمند جهت انجام شغل خود باید از آن‌ها استفاده کند. سطح دوم، اشاره به وظایفی است که در انقلاب چهارم صنعتی کارمند باید انجام دهد. سطح سوم، هسته اصلی این مدل است و شامل مهارت‌ها و شایستگی‌هایی می‌باشد که کارکنان انقلاب چهارم صنعتی باید جهت انجام وظایف خود با استفاده از ابزارها و فناوری‌ها دارا باشند [۹]. همچنین، این محققان تأکید می‌کنند که داشتن مهارت‌ها و شایستگی‌های لازم برای کارکنان جدید در انقلاب چهارم صنعتی مهم‌ترین نقش را در معیارهای انتخاب کارکنان ایفا می‌کنند.

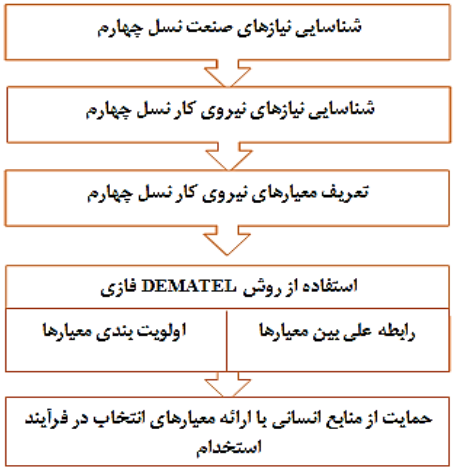
دومبروسکی و واگنر (۲۰۱۴) خلاصه تفاوت‌های اصلی بین صنعت سه و چهار را به‌صورت وظایف کاری فن‌آور گرا در صنعت سه در مقابل وظایف پردازش گرا در انقلاب چهارم صنعتی و همچنین، مفهوم تولید کامپیوتری یکپارچه صنعت نسل سه جای خود را به ترکیبی از فرآیندهای خودکار و وظایف دستی در سیستم‌های ترکیبی با تمرکز بر انسان در سیستم کار نسل چهار داده‌اند. این محققان اشاره می‌کنند؛ این تنوع در فرایندهای تولید نیازمند کارکنانی است که بتوانند وظایف پیچیده را برای کنترل و مدیریت ماشین‌ها و فرایندها انجام دهند؛ به‌عبارت‌دیگر، تعامل انسان و ماشین در انقلاب چهارم صنعتی بسیار مهم است.

وان سنگ و همکاران (۲۰۲۰) به شش عامل که تأثیر بیشتری بر توسعه منابع انسانی در انقلاب صنعتی چهارم دارند تأکید کردند که عبارت‌اند از؛ سیاست توسعه منابع انسانی شرکت‌ها، سیستم آموزش و مؤسسات حرفه‌ای، توسعه علم و فناوری، سیاست‌های استانی برای توسعه منابع انسانی، مدیریت شرکت و خود کارمندان [۴۳]. کازان‌کگلو و ازکان ازن (۲۰۱۸) نیز در پژوهش خود برخی از معیارهای انتخاب سنتی کارکنان که در انقلاب‌های صنعتی قبل رواج بیشتری داشت اشاره می‌کند که شامل؛ توانایی تصمیم‌گیری استراتژیک، سازگاری با تغییر، مهارت‌های فردی، رهبری، ثبات هیجانی، اعتمادبه‌نفس، تجربه قبلی و غیره بودند [۱۱].

چنج و ژنگ (۲۰۲۰) در مطالعه خود متفاوت از سه انقلاب صنعتی قبلی، معتقدند صنعت نسل چهار با مدیریت زمان واقعی، قدرت و فناوری اطلاعات سروکار دارد، به‌طوری‌که اثربخشی و بهره‌وری منابع از طریق کل شبکه ارزش انجام می‌شود. در ادامه بیان می‌کنند، اقدامات خاص برای اطمینان از امنیت اطلاعات در صنعت نسل چهار از دیدگاه استراتژی امنیت سیستم کنترل صنعتی، اقدامات امنیتی، آگاهی از امنیت، حفاظت از امنیت داده‌ها، مسئولیت امنیت داده‌ها و فناوری رمزگذاری ارائه‌شده است [۴۱]. مایسیری و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیق‌شان تأکید می‌کنند، تجزیه‌وتحلیل داده‌های بزرگ، مهارت برجسته‌ای است که مهندسان باید داشته باشند تا در انقلاب چهارم صنعتی موفق باشد که برای ایجاد تأثیر قابل‌توجه، مهارت‌های تجزیه‌وتحلیل‌داده‌ها باید با مهارت‌های فنی، دانش تجارت و صنعت و مهارت‌های نرم همراه باشند [۳۹]. پریفتی و همکاران (۲۰۱۹) بر لزوم درک بین‌رشته‌ای تأکید می‌کنند. بعلاوه، پیشرفتهِ ناگهانی و تأثیرگذار فناوری انقلاب چهارم صنعتی به کارمندانی نیاز دارد تا از قابلیت‌های یادگیری مادام‌العمر برخوردار شوند [۴۴].آونیلور و واتسن (۲۰۱۹) در تحقیقات خود به شش ضرورت استراتژیک در متن سازمان اشاره می‌کنند که عبارت‌اند از؛۱. ایجاد قابلیت‌های جدید رهبری برای انقلاب چهارم صنعتی ۲. مدیریت ادغام فناوری در نیروی کار ۳. تقویت تجربه کارمند ۴. ساخت فرهنگ یادگیری شخصی و چابکی ۵. ایجاد معیارهای ارزیابی سرمایه انسانی و ۶. ایجاد تنوع [۳۱]. رنجن و سارا (۲۰۱۸) نیز معتقدند انقلاب چهارم صنعتی نیاز به "مهارت‌های اساسی انسان" را که معمولاً "مهارت‌های نرم" نامیده می‌شوند، افزایش می‌دهد که شامل خلاقیت، حل مسئله پیچیده، ایجاد روابط، ارتباطات، هوش هیجانی و تفکر انتقادی است [۳۶]. راس و همکاران (۲۰۱۷) نیز از شایستگی‌هایی مانند؛ خلاقیت، هوش اجتماعی، شایستگی نوآوری، حل مسائل پیچیده، پیکربندی سیستم‌های فیزیکی سایبر، نگهداری شبکه‌های حسگر یا دانش در مورد اینترنت اشیا از همه مهم‌تر، نیاز به هوش خلاق و اجتماعی برای حمایت از نوآوری، تصمیم‌گیری تحت عدم اطمینان نام می‌برند [۳۷].

مدل مفهومی پژوهش: با توجه به افزایش پیچیدگی و هوشمندی در انقلاب چهارم صنعتی، نیاز به کارکنانی است که از ویژگی‌های چندبعدی برخوردار باشند؛ بنابراین، ضروری است که یک نقشه راه

برای شرکت‌ها جهت گزینش معیارهای انتخاب کارکنان با توجه به نیازهای آن‌ها ارائه شود. این معیارها می‌توانند با تمرکز بر نیازهای منحصربه‌فرد شرکت‌ها (به دلیل تغییرات انقلاب چهارم صنعتی) به فعالیت‌های منابع انسانی کمک کنند؛ بنابراین، در شکل ۱ مدل مفهومی شایستگی جهت انتخاب نیروی کار انقلاب چهارم صنعتی ارائه‌شده است. قابل‌ذکر است که مدل ارائه‌شده علاوه بر استفاده در تحقیق حاضر از این قابلیت برخوردار است که برای شرکت‌هایی که قصد ورود به انقلاب چهارم صنعتی را دارند؛ به‌عنوان راهنما و نقشه راه مورداستفاده قرار گیرد.



شکل ۱. مدل مفهومی شایستگی جهت انتخاب نیروی کار انقلاب چهارم صنعتی

بر اساس مدل ارائه‌شده، شرکت‌ها برای شروع روند تحول، ابتدا باید به شناسایی نیازهای انقلاب چهارم صنعتی بپردازند؛ بنابراین، مهم است که هسته انقلاب صنعتی جدید را درک کنند. دوم، لازم است نیازهای نیروی کار انقلاب چهارم صنعتی را شناسایی کنند. این بخش از مدل نشان‌دهنده درک تغییرات در ویژگی‌های شغلی به علت تحول انقلاب چهارم صنعتی می‌باشد. در مرحله سوم تعریف معیارهای نیروی کار نسل چهارم بخش مهمی از مدل است زیرا شامل تحلیل انتظارات شرکت‌ها و تغییرات انقلاب چهارم صنعتی و ادغام آن‌ها جهت ارائه معیارهای مناسب برای شرکت‌ها می‌باشد. با توجه به موارد ارائه‌شده، روش دیماتل فازی برای این مدل به دلیل ارائه نتایج چندبعدی انتخاب‌شده است. در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، دیماتل فازی، فرصتی برای بررسی اهمیت معیارها و رابطه علی بین آن‌ها، فراهم می‌کند. این موضوع فرصتی بهتر برای تجزیه‌وتحلیل معیارها و تصمیم‌گیری قابل‌اطمینان ارائه می‌دهد. منطق فازی نیز در ارائه این فرایند تصمیم‌گیری نقش مهمی را ایفا می‌کند. نتایج حاصل از روش دیماتل فازی، به دو گروه علت- نتایج و اولویت‌بندی معیارها می‌پردازد و این نتایج می‌توانند برای حمایت از منابع انسانی در روند استخدام استفاده شوند.

۲. روش پژوهش

پژوهش حاضر ازلحاظ ماهیت، کاربردی و ازنظر روش تحقیق توصیفی- علی است. این پژوهش، با استفاده از روش هدفمند، پنج شرکت پیشرفته دانش‌بنیان در حوزه فناوری اطلاعات با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران که مبنای تغییر فرآیندهای خود را بر اساس انقلاب چهارم صنعتی آغاز نموده و یک بخش جدید در شرکت که مسئول این تحول است را مشخص نموده‌اند، موردبررسی قرار داده است. جامعه آماری شامل ۵ نفر از کارشناسان شرکت‌های مربوطه می‌باشد که مسئولیت انجام تحول در جهت رسیدن به انقلاب چهارم صنعتی در شرکت‌های خود را بر عهده‌دارند. به‌منظور اجرای پژوهش حاضر، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به نام دیماتل فازی مورداستفاده قرارگرفته است. در ادامه توضیح مختصری از روش دیماتل، منطق فازی و دیماتل فازی ارائه‌شده است.

روش دیماتل

تکنیک دیماتل توسط موسسه باتل مموریال[1] بین سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۷۶ ارائه شد و برای مطالعه و حل مسائل پیچیده مورداستفاده قرار گرفت [۲۲]. این تکنیک مبتنی بر نمودارهایی است که می‌توانند مؤلفه‌های موجود در تحقیق را به دو گروه علت و معلول تفکیک و رابطه وابستگی میان عناصر یک سیستم را به تصویر کشند. مراحل روش دیماتل در زیر ارائه‌شده است [۱۷ و ۲۸]:

مرحله (۱): تولید ماتریس روابط مستقیم. برای سنجش رابطه میان شاخص‌های مختلف از پنج مقیاس استفاده می‌کنیم: N (بدون تأثیر)، VL (تأثیر بسیار کم) L (تأثیر کم)، H (تأثیر زیاد) و VH (تأثیر بسیار زیاد). پس‌ازآن، مجموعه‌ای از مقایسات زوجی در بین شاخص‌ها انجام می‌گیرد.

مرحله (۲): نرمال نمودن ماتریس روابط مستقیم X از طریق فرمول: $X= [xij]n \times n$ و $0 \leqslant xij \leqslant 1$.

مرحله (۳): پس از به دست آوردن ماتریس روابط مستقیم نرمال شده X، ماتریس روابط نهایی T را می‌توان از فرمول $T= X(I-X)^{-1}$ به دست آورد: که در آن I به‌عنوان ماتریس واحد می‌باشد.

مرحله (۴): ترسیم نمودار علی. در این مرحله، حاصل جمع سطرها و ستون‌ها را به‌صورت مجزا به دست می‌آوریم و آن‌ها را به ترتیب بردار D و R می‌نامیم. جدول علی با ترسیم زوج‌های مرتب (Dk + Rk,Dk - Rk) حاصل می‌شود که در آن محور افقی (D + R) بنام "برتری" و محور عمودی (D- R) بنام "رابطه"، ساخته می‌شوند. وقتی‌که مقدار (Dk-Rk) مثبت است، آن معیار متعلق به گروه علت (اثرگذار) است. اگر مقدار (Dk - Rk) منفی باشد، آن معیار متعلق به گروه معلول (اثرپذیر) است.

منطق فازی

---

[1] Battelle Memorial

منطق فازی طیف وسیعی از تئوری‌ها و تکنیک‌ها را شامل می‌شود که اساساً بر پایه ۴ مفهوم بناشده است: مجموعه‌های فازی، متغیرهای کلامی، توزیع احتمال (تابع عضویت) و قوانین اگر- آنگاه مجموعه فازی

مجموعه‌ای است که عناصرش با درجه عضویت (μ) به آن مجموعه تعلق دارند. این تابع عضویت برای هر عدد X وقتی اعداد به‌صورت مثلثی هستند از رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{\tilde{N}}(x)\begin{cases}0, & x<l\\ \frac{x-l}{m-l}, & l\leqslant x\leqslant m\\ \frac{r-x}{r-m}, & m\leqslant x\leqslant r\\ 0, & x>r\end{cases} \quad (۱)$$

که در آن l، m و r نشان‌دهنده‌ی یک عدد فازی مثلثی است.

دیماتل فازی

برای استفاده از روش دیماتل به نظر کارشناسان نیاز است و این نظرات دربردارنده عبارات کلامی مبهم و دوپهلو است، به‌منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام آن‌ها، بهتر است که این عبارات به اعداد فازی تبدیل شوند. برای حل این مشکل لین و وو (۲۰۰۸) مدلی ارائه کردند که از روش دیماتل در محیط فازی بهره می‌گیرند. مراحل دیماتل فازی عیناً شبیه دیماتل معمولی است، با این تفاوت که در دیماتل فازی از مقیاس کلامی فازی پیشنهادی لی (۱۹۹۹) استفاده می‌شود. جدول ۱ تناظر عبارات کلامی با مقادیر فازی مثلثی را نشان می‌دهد.

اصطلاحات زبانی	اعداد فازی مثلثی
تأثیر بسیار بالا (VH)	(۰.۷۵, ۱.۰, ۱.۰)
تأثیر بالا (H)	(۰.۵, ۰.۷۵, ۱.۰)
تأثیر کم (L)	(۰.۲۵, ۰.۵, ۰.۷۵)
تأثیر بسیار کم (VL)	(۰, ۰.۲۵, ۰.۵)
بدون تأثیر (N)	(۰, ۰, ۰.۲۵)

جدول ۱. مقیاس زبانی فازی [۴].

همان‌گونه که بیان شد در این روش پاسخ‌دهندگان بر اساس عبارات کلامی به پرسش‌های طرح‌شده پاسخ می‌دهند. سپس از روش کدبندی تبدیل به اعداد مثلثی فازی که توسط لی (۱۹۹۹) پیشنهادشده و مورد تائید قرارگرفته است استفاده‌شده و داده‌ها از طریق دیماتل فازی مورد تحلیل قرار می‌گیرند. پس از بهره‌برداری از داده‌های فازی و طی نمودن مراحل تحلیلی دیماتل برای تبدیل مجدد اعداد فازی به عبارات کلامی، از روش CFCS استفاده می‌شود. روش CFCS به‌وسیله اپریکوویس و

تژنگ[۱] (۲۰۰۳) بر پایه تعیین حد چپ و راست به‌وسیله مینیمم فازی و ماکزیمم فازی ارائه‌شده است و حد کلی بر مبنای میانگین وزنی شده بر طبق توابع عضویت تعیین می‌شود [۱۹]. برای استفاده از روش دیماتل جهت تصمیم‌گیری گروهی در محیط فازی، روش مطرح‌شده دیماتل فازی توسط وو و لی (۲۰۰۷) به‌صورت زیر خلاصه می‌شود:

مرحله ۱: شناسایی هدف تصمیم‌گیری و تشکیل کمیته.

مرحله ۲: توسعه عوامل ارزیابی و طراحی مقیاس زبان‌شناختی فازی.

مرحله ۳: جمع‌آوری و خلاصه نمودن ارزیابی تصمیم‌گیرندگان.

مرحله ۴: سازمان‌دهی و تجزیه‌وتحلیل مدل ساختاری (جدول ۱).

در پایان مرحله ۴، نمودار علی با محور افقی (D + R) بانام «برتری» و محور عمودی (D-R) بانام «رابطه» ساخته می‌شوند. محور افقی نشان می‌دهد که چقدر اثرگذاری دارد، درحالی‌که محور عمودی می‌تواند عوامل را به گروه ایجادکننده اثر نسبت دهد. معمولاً وقتی محور (D-R) مثبت است، عامل متعلق به گروه علت است. در غیر این صورت، اگر محور (D-R) منفی باشد، عامل متعلق به گروه معلول می‌باشد [۲۳]؛ بنابراین، نمودارهای علی می‌توانند روابط علی پیچیده معیارها را به یک مدل ساختاری قابل‌مشاهده تبدیل نمایند و بینش دقیقی برای حل مسئله به وجود آورند.

۳. یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر، با بررسی ادبیات نظری تحقیق، همچنین بررسی تحقیقات انجام‌شده در خصوص معیارهای موردنیاز مبتنی بر ویژگی‌های شغلی انقلاب چهارم صنعتی، به‌منظور موفقیت در محیط انقلاب چهارم صنعتی، ۱۱ معیار برای گزینش کارکنان در این محیط انتخاب‌شده‌اند که در جدول ۲، به معیارها، منابع و محققان اشاره‌شده است. در ادامه به این معیارها می‌پردازیم:

جدول ۲. معیارهای گزینش مبتنی بر ویژگی‌های شغلی انقلاب چهارم صنعتی

محققان	معیارهای گزینش مبتنی بر ویژگی‌های شغلی انقلاب چهارم صنعتی
راس و همکاران (۲۰۱۷) [۳۷] و آونیلور و واتسن (۲۰۱۹) [۳۱]	چگونگی ترکیب دانش مربوط به یک کار یا فرآیند خاص (C1)؛
آدولف و همکاران (۲۰۱۴) [۳۸] و مایسیری و همکاران (۲۰۱۹) [۳۹]	انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید (C2)؛
آونیلور و واتسن (۲۰۱۹)، اسپوتل و همکاران (۲۰۱۶) [۴۰] و دمبروسکی و واگنر (۲۰۱۴)	یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای (C3)؛
راس و همکاران (۲۰۱۷) و چنج و ژنگ (۲۰۲۰) [۴۱]	دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4)؛

[۱] Opricovic and Tzeng

مایسیری و همکاران (۲۰۱۹)	تحلیلگری و مهارت ادراک بالا (C5)؛
رنجن و سارا (۲۰۱۸) [۳۶] و کازان‌کگلو و ازکان ازن (۲۰۱۸)	توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن (C6)؛
کازان‌کگلو و ازکان ازن (۲۰۱۸)	اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7)؛
چنج و ژنگ (۲۰۲۰)	آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8)؛
کازان‌کگلو و ازکان ازن (۲۰۱۸)	توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری (C9)؛
رنجن و سارا (۲۰۱۸) و راس و همکاران (۲۰۱۷)	توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله (C10)؛
دمبروسکی و واگنر (۲۰۱۴)	تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان (C11).

قبل از اینکه به اجرای پژوهش بپردازیم، لازم است که به‌طور مختصر، معیارهای انتخاب‌شده در بالا را توضیح دهیم. چگونگی ترکیب دانش مربوط به یک کار یا فرآیند خاص (C1)؛ به چگونگی کسب دانش توسط کارمند جهت کار با فناوری‌های موردنیاز یا فرآیند جدید اشاره دارد. ازآنجاکه بخش فیزیکی تولید توسط ماشین‌های کاملاً هوشمند خودکار در انقلاب چهارم صنعتی انجام می‌شود، بسیار بااهمیت است که کارکنان چگونه دانش موردنیاز خود را جهت عملیات روزانه به دست می‌آورند. معیار دوم، انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط‌های کاری جدید (C2)؛ نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری کارکنان برای سازگاری با ویژگی‌های فناوری‌های پیشرفته در انقلاب چهارم صنعتی مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری (CPS) یا اینترنت اشیا (IOT) می‌باشد.

با توجه به محیط پویا و چندبعدی انقلاب چهارم صنعتی، معیار سوم (C3) که گویای یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای کارکنان است بسیار مهم می‌باشد. علاوه بر این، دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4)؛ به‌عنوان یک معیار بااهمیت به دلیل ماهیت تکنولوژی سیستم‌های تولید در انقلاب چهارم صنعتی، انتخاب‌شده و انتظار می‌رود که این معیار از ویژگی‌های مطلوب نیروی کار نسل چهارم باشد. علاوه بر این، به دلیل کاهش تقاضا برای مهارت‌های فنی خاص و افزایش نیاز به چشم‌انداز گسترده، درک سازمانی و پردازشگری (C5) به‌عنوان یک معیار مورداستفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، توانایی تعامل با رابط‌های مدرن (C6) و اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7) نیز در خصوص استخدام کارکنان قابل‌توجه است، زیرا فناوری‌های پیشرفته هسته‌های اصلی انقلاب چهارم صنعتی هستند. امنیت داده‌ها و اطلاعات یکی دیگر از موضوعات مهم در محیط انقلاب چهارم صنعتی است، چراکه تمام فن‌آوری‌های تولیدی توسط اینترنت مدیریت می‌شوند؛ بنابراین، آگاهی از امنیت اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8) معیار دیگری است. همچنین، برای مقابله با مشکلات پیچیده، توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری (C9) به‌عنوان یک معیار مهم انتخاب‌شده است. همان‌طور که قبلاً ذکر شد انقلاب چهارم صنعتی دارای یک محیط پویا و پیچیده است؛ بنابراین، توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مشکل (C10) یکی دیگر از جنبه‌های باارزش نیروی کار نسل چهار است. درنهایت، ازآنجاکه

فرآیندها در انقلاب چهارم صنعتی به یکدیگر متصل می‌باشند، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان (C11)، به‌عبارت‌دیگر، پیوند فرآیندهای چندبعدی، نیز قابل‌توجه است.

به‌منظور اجرای تحقیق حاضر، با استفاده از روش هدفمند، پنج شرکت پیشرفته دانش‌بنیان در حوزه فناوری اطلاعات با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران که تحولات خود را با توجه به انقلاب چهارم صنعتی آغاز کرده‌اند، موردبررسی قرار می‌گیرند. یکی از این تحولات، معرفی بخش جدیدی در شرکت‌ها است که مسئولیت اجرایی تغییرات متناسب با انقلاب چهارم صنعتی را بر عهده‌دارند. در این پژوهش با استفاده از روش دیماتل فازی و با مشارکت پنج کارشناس خبره که در حال حاضر نقش مهمی را در بخش مربوط به انقلاب چهارم صنعتی در شرکت‌های مربوطه ایفا می‌کنند، اجرا شد. از کارشناسان مربوطه خواسته‌شده که با استفاده از مقیاس زبانی(N (بدون تأثیر)، VL (تأثیر بسیار کم)، L (تأثیر کم)، H (تأثیر زیاد) و VH (تأثیر بسیار زیاد)، ۱۱ معیار را ارزیابی کنند. برای حل معادلات با استفاده از روش دیماتل فازی، تمام فرمول‌ها و ارزیابی زبانشناسی شرکت‌کنندگان وارد محیط اکسل شده است. برای مثال، ارزیابی یکی از کارشناسان در جدول ۳ ارائه‌شده است. پس از فازی سازی با استفاده از روش CFCS و تجمیع این ارزیابی‌ها، ماتریس رابطه مستقیم اولیه و ماتریس رابطه مستقیم نرمال به ترتیب در جداول ۴ و ۵ نشان داده‌شده است. در مرحله بعد ماتریس رابطه کل، ساخته‌شده و در جدول ۶ نشان داده‌شده است.

جدول ۳. نتیجه ارزیابی انجام‌شده توسط کارشناس

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	N	H	VH	N	L	L	VH	L	VH	VH	L
C2	L	N	VH	N	VH	H	H	L	L	H	L
C3	VH	VH	N	VL	VH	H	L	L	L	H	VH
C4	L	VL	L	N	H	H	L	VH	H	H	H
C5	L	VH	H	L	N	H	L	VL	L	VH	H
C6	VL	VH	VH	VL	H	N	L	N	VL	H	H
C7	H	VH	H	VL	VL	H	N	H	L	H	H
C8	VL	L	L	H	H	VL	H	N	H	H	H
C9	H	L	L	L	VH	VL	L	H	N	VH	VH
C10	H	H	VH	N	H	H	H	H	VH	N	VH
C11	L	L	VL	VL	H	H	H	H	VH	VH	N

جدول ۴. ماتریس روابط مستقیم اولیه

Z	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	۰.۰۳۳	۰.۷۳۳	۰.۸۷۳	۰.۱۷۳	۰.۵۴۷	۰.۴۵۳	۰.۹۶۷	۰.۳۱۳	۰.۹۶۷	۰.۹۶۷	۰.۴۰۷
C2	۰.۵۴۷	۰.۰۳۳	۰.۸۷۳	۰.۰۸	۰.۸۷۳	۰.۷۸	۰.۶۸۷	۰.۳۱۳	۰.۴۰۷	۰.۷۳۳	۰.۴۰۷
C3	۰.۹۶۷	۰.۸۷۳	۰.۰۳۳	۰.۲۲	۰.۹۶۷	۰.۷۳۳	۰.۵۰۰	۰.۴۵۳	۰.۴۰۷	۰.۷۳۳	۰.۸۷۳
C4	۰.۵۰۰	۰.۲۲۰	۰.۴۰۷	۰.۰۳۳	۰.۷۳۳	۰.۸۲۷	۰.۶۴۰	۰.۹۶۷	۰.۶۴	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳

C5	۰.۴۰۷	۰.۹۶۷	۰.۸۲۷	۰.۳۱۳	۰.۰۳۳	۰.۶۸۷	۰.۵۰۰	۰.۲۶۷	۰.۴۰۷	۰.۸۷۳	۰.۷۳۳
C6	۰.۵۴۷	۰.۹۶۷	۰.۸۷۳	۰.۴۰۷	۰.۸۲۷	۰.۰۳۳	۰.۳۱۳	۰.۱۲۷	۰.۳۶	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳
C7	۰.۷۳۳	۰.۸۷۳	۰.۶۸۷	۰.۳۶۰	۰.۴۰۷	۰.۸۲۷	۰.۰۳۳	۰.۷۳۳	۰.۲۶۷	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳
C8	۰.۲۶۷	۰.۴۰۷	۰.۵۰۰	۰.۷۸۰	۰.۶۴۰	۰.۴۵۳	۰.۸۲۷	۰.۰۳۳	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳
C9	۰.۸۲۷	۰.۵۰۰	۰.۴۰۷	۰.۵۰۰	۰.۸۷۳	۰.۳۶۰	۰.۵۰۰	۰.۶۸۷	۰.۰۳۳	۰.۹۶۷	۰.۹۶۷
C10	۰.۷۳۳	۰.۸۲۷	۰.۹۶۷	۰.۰۳۳	۰.۷۳۳	۰.۸۲۷	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳	۰.۹۶۷	۰.۰۳۳	۰.۹۶۷
C11	۰.۵۹۳	۰.۵۴۷	۰.۳۶	۰.۲۶۷	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳	۰.۸۲۷	۰.۷۳۳	۰.۹۶۷	۰.۹۶۷	۰.۰۳۳

جدول ۵. ماتریس همبستگی منظم

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	۰.۰۰۰	۰.۱۰۸	۰.۱۲۹	۰.۰۲۶	۰.۰۸۱	۰.۰۶۷	۰.۱۴۳	۰.۰۴۶	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۰۶
C2	۰.۰۸۱	۰.۰۰۰	۰.۱۲۹	۰.۰۱۲	۰.۱۲۹	۰.۱۱۵	۰.۱۰۲	۰.۰۴۶	۰.۰۶۰	۰.۱۰۸	۰.۰۶
C3	۰.۱۴۳	۰.۱۲۹	۰.۰۰۰	۰.۰۳۳	۰.۱۴۳	۰.۱۰۸	۰.۰۷۴	۰.۰۶۷	۰.۰۶۰	۰.۱۰۸	۰.۱۲۹
C4	۰.۰۷۴	۰.۰۳۳	۰.۰۶۰	۰.۰۰۰	۰.۱۰۸	۰.۱۲۲	۰.۰۹۵	۰.۱۴۳	۰.۰۹۵	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸
C5	۰.۰۶۰	۰.۱۴۳	۰.۱۲۲	۰.۰۴۶	۰.۰۰۰	۰.۱۰۲	۰.۰۷۴	۰.۰۳۹۴	۰.۰۶۰	۰.۱۲۹	۰.۱۰۸
C6	۰.۰۸۱	۰.۱۴۳	۰.۱۲۹	۰.۰۶۰	۰.۱۲۲	۰.۰۰۰	۰.۰۴۶	۰.۰۱۹	۰.۰۵۳	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸
C7	۰.۱۰۹	۰.۱۲۹	۰.۱۰۲	۰.۰۵۳	۰.۰۶۰	۰.۱۲۲	۰.۰۰۰	۰.۱۰۹	۰.۰۳۹	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸
C8	۰.۰۳۹	۰.۰۶۰	۰.۰۷۴	۰.۱۱۵	۰.۰۹۵	۰.۰۶۷	۰.۱۲۲	۰.۰۰۰	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸
C9	۰.۱۲۲	۰.۰۷۴	۰.۰۶۰	۰.۰۷۴	۰.۱۲۹	۰.۰۵۳	۰.۰۷۴	۰.۱۰۲	۰.۰۰۰	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳
C10	۰.۱۰۹	۰.۱۲۲	۰.۱۴۳	۰.۰۰۵	۰.۱۰۸	۰.۱۲۲	۰.۱۰۸	۰.۱۰۹	۰.۱۴۳	۰.۰۰۰	۰.۱۴۳
C11	۰.۰۸۸	۰.۰۸۱	۰.۰۵۳	۰.۰۳۹	۰.۱۰۸	۰.۱۰۸	۰.۱۲۲	۰.۱۰۹	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۰۰۰

درنهایت، برای ایجاد و تجزیه‌وتحلیل مدل ساختاری، مقادیر D+R و D-R محاسبه و در جدول ۷ نشان داده‌شده است. بر اساس نتایج، عوامل گروه علی شامل: C1، C4، C8 و C9، درحالی‌که عوامل گروه نتیجه یا معلول شامل C2، C3، C5، C6، C7، C10 و C11 هستند. علاوه بر این، ترتیب نزولی سطح اهمیت معیارها به ترتیب C10، C11، C2، C3، C5، C7، C9، C1، C6، C8 و C4 می‌باشند. نتایج استفاده از دیماتل فازی در جدول ۸ خلاصه‌شده و بحث در رابطه با این نتایج در ادامه صورت گرفته است.

جدول ۶. ماتریس رابطه مجموع

T	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	۱.۶۰۱	۱.۹۳۷	۱.۸۹۴	۰.۸۱	۱.۹۳۱	۱.۷۶۸	۱.۷۷	۱.۳۶۷	۱.۶۸۹	۲.۱۷	۱.۸۹۹
C2	۱.۴۹۶	۱.۶۴۱	۱.۷۰۱	۰.۷۱	۱.۷۶۷	۱.۶۲۲	۱.۵۵۱	۱.۲۱۴	۱.۴۴۴	۱.۹۱۵	۱.۶۹۳
C3	۱.۷۷۳	۲.۰۱۵	۱.۸۳۸	۰.۸۴	۲.۰۴۳	۱.۸۵۸	۱.۷۶۸	۱.۴۲۱	۱.۶۷۴	۲.۲۰۹	۲.۰۱۰
C4	۱.۶۴۶	۱.۸۵	۱.۸۱۴	۰.۷۸۶	۱.۹۳۶	۱.۷۹۸	۱.۷۱۷	۱.۴۴۱	۱.۶۴	۲.۱۲۴	۱.۹۲۵
C5	۱.۵۴۷	۱.۸۴۲	۱.۷۶۹	۰.۷۷۲	۱.۷۳۴	۱.۶۸۵	۱.۶۰۰	۱.۲۶۹	۱.۵۱۴	۲.۰۲	۱.۸۱۲
C6	۱.۵۳۸	۱.۸۱۳	۱.۷۴۷	۰.۷۷۰	۱.۸۱۴	۱.۵۶۶	۱.۵۵۱	۱.۲۲۸	۱.۴۸۴	۱.۹۷۱	۱.۷۸۲
C7	۱.۶۶۰	۱.۹۱۴	۱.۸۳۵	۰.۸۲۰	۱.۸۷۶	۱.۷۸۱	۱.۶۱۳	۱.۳۹	۱.۵۷۴	۲.۰۹۹	۱.۸۹۷

C8	۱.۵۵۳	۱.۷۹۵	۱.۷۵۰	۰.۸۵۵	۱.۸۴۷	۱.۶۸۴	۱.۶۷۱	۱.۲۶۳	۱.۵۸۴	۲.۰۳۸	۱.۸۴۸
C9	۱.۷۴۴	۱.۹۵	۱.۸۷۸	۰.۸۷۶	۲.۰۱۸	۱.۸۰۰	۱.۷۶۱	۱.۴۵۲	۱.۶۱۳	۲.۲۲۶	۲.۰۱۵
C10	۱.۹۲۹	۲.۲۱۷	۲.۱۶۳	۰.۹۱۲	۲.۲۲۸	۲.۰۶۲	۱.۹۸۳	۱.۶۱	۱.۹۲۱	۲.۳۴۶	۲.۲۳۶
C11	۱.۷۴۰	۱.۹۸۵	۱.۹۰۰	۰.۸۶	۲.۰۲۸	۱.۸۷	۱.۸۲۱	۱.۴۷۵	۱.۷۵۷	۲.۲۵۴	۱.۹۱۷

جدول ۷. مجموعه داده‌های D-R و D + R

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
D+R	۳۷.۰۶	۳۷.۷۱	۳۹.۷۴	۲۷.۶۹	۳۸.۷۸	۳۶.۷۵۹	۳۷.۲۶	۳۳,۲	۳۷.۲۳	۴۴.۹۸	۴۰.۶۴
R-D	۰.۶۰۹	−۴.۲۰۷	−۰.۸۳۸	۹.۶۶۷	−۳.۶۵۸	−۲.۲۳	−۰.۳۴۵	۲.۷۵۸	۱.۴۳۸	−۱.۷۷	−۱.۴۳

جدول ۸. خلاصه‌ای از نتایج دیماتل فازی

برتری (D + R)	رابطه (D-R) گروه علی	گروه نتیجه
۱. توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله(C10)	دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4)	انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید (C2)
۲. تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان (C11)	آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8)	تحلیلگری و مهارت ادراک بالا (C5)
۳. انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید (C2)	توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری(C9)	توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن (C6)
۴. یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای (C3)	چگونگی ترکیب دانش مربوط به یک کار یا فرآیند خاص (C1)	توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله (C10)
۵. تحلیلگری و مهارت ادراک بالا (C5)		تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان (C11)
۶. اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7)		یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای (C3)
۷. توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری(C9)		اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7)
۸. چگونگی ترکیب دانش مربوط به یک کار یا فرآیند خاص (C1)		
۹. توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن (C6)		
۱۰. آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8)		
۱۱. دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4)		

منبع: یافته‌های تحقیق

روش دیماتل فازی برای مقابله با عبارات کلامی مبهم و دوپهلو، بسیار مفید است زیرا به‌منظور رفع ابهام، این قابلیت را دارد که متغیرهای زبانی را به اعداد فازی تبدیل و همچنین مؤلفه‌های دخیل را به دو گروه علت و معلول تفکیک نمایند. عوامل گروه علی، عوامل تأثیرگذار را نشان می‌دهند، درحالی‌که عوامل گروه نتیجه، عوامل وابسته و یا معلول را نشان می‌دهند. این حاکی از آن است که عوامل گروه علی، باعث تغییر عوامل وابسته و یا معلول می‌شوند. در واقع نتایج به‌دست‌آمده حاکی از این است که

گروه علی، به ترتیب نزولی شامل: دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4)، آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8)، توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری(C9) و چگونگی ترکیب دانش مربوطه و استفاده از آن در یک شغل یا فرآیند خاص (C1)؛ گروه نتیجه شامل انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید (C2)، تحلیلگری و مهارت ادراک بالا (C5)، توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن (C6)، توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله (C10)، تفکر در فرآیندهای همپوشان (C11)، یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای (C3) و اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7). علاوه بر این، سطح اهمیت و اولویت معیارهای انتخاب‌شده به ترتیب نزولی شامل؛ توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله (C10)، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان (C11)، انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید (C2)، یادگیری و همکاری مداوم بین‌رشته‌ای (C3)، درک سازمانی و تحلیلگری (C5)، اعتماد به فن‌آوری‌های جدید (C7)، توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری (C9)، چگونگی ترکیب دانش مربوطه و استفاده از آن در یک شغل یا فرآیند خاص (C1)، توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن (C6)، آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات (C8) و دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری (C4).

علاوه براین، یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که نیاز به تفکر تحلیلی و رویکرد سیستمی، به این دلیل که سه معیار اصلی مهم از قبیل، توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان و انعطاف‌پذیری را دربر می‌گیرد بسیار بااهمیت می‌باشد. از سوی دیگر، نتایج "رابطه" در استفاده از دیماتل فازی نشان می‌دهد که توانایی‌های فنی و بکار بستن دانش نظری در عمل، از نیازمندی‌های کارکنان انقلاب چهارم صنعتی است؛ چراکه معیارهای گروه علت که شامل دانش فناوری اطلاعات و تولید فن‌آوری، آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از داده‌ها و اطلاعات، توانایی برطرف نمودن بحران‌های کاری و چگونگی ترکیب دانش و مهارت مربوط به یک شغل یا فرآیند خاص هستند، گویای این مهم می‌باشند. به‌عبارت‌دیگر، می‌توان گفت که این نتایج به‌طور مستقیم با تغییر سیستم‌های تولید سنتی به کارخانه‌های هوشمند و افزایش سطح نیاز به اطلاعات در کارکنان ارتباط دارد. علاوه بر این، ازآنجاکه عوامل گروه نتیجه در این تحقیق شامل: انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کاری جدید، تحلیلگری و مهارت ادراک بالا، توانایی برقراری ارتباط باواسطه‌های مدرن، توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مشکل و ساختار بین‌رشته‌ای شغل که از الزامات انقلاب چهارم صنعتی هستند؛ بنابراین، با توجه به این عوامل، می‌توان نتیجه گرفت که سازمان‌های ماتریسی برای انقلاب چهارم صنعتی مناسب هستند و کار گروهی و درک سازمانی به‌عنوان اولویت انکارناپذیر بسیار بااهمیت می‌باشد.

همان‌طور که در گزارش نهایی گروه انقلاب چهارم صنعتی (۲۰۱۳) اشاره‌شده است، دو روند عمده در این صنعت جدید وجود دارند که بر ویژگی‌های شغلی و مهارت‌های کارکنان مؤثر می‌باشند، نخست

موضوعی است که بر انتظارات از کارکنان تأثیر می‌گذارد. علی‌رغم واضح بودن تقسیم‌کار در صنعت نسل سه، محیط سازمانی جدید نسل چهارم نیازمند ویژگی‌هایی مانند توانایی تصمیم‌گیری، هماهنگی، کنترل و پشتیبانی است. دوم، سازمان‌دهی و هماهنگ‌سازی تعاملات بین ماشین‌آلات، سیستم‌های کنترل و سیستم‌های تولید است که نیروی کار در انقلاب چهارم صنعتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این حقایق به‌وضوح مزایا و مناسب بودن معیارهای انتخاب‌شده را نشان می‌دهند. این نتایج نیز با ادبیات تحقیق حاضر که بیانگر افزایش سطح هوش و پیچیدگی در محیط انقلاب چهارم صنعتی است مطابقت دارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

پیشرفته‌ای شگفت‌انگیز فن‌آوری در دنیای کسب‌وکار موجب خلق مزیت‌های جدید در حوزه‌های تکنولوژی محور شده است که از آن به‌عنوان انقلاب صنعتی نسل چهارم یاد می‌شود. شرط بهره‌گیری از مزایای این دگرگونی در اختیار داشتن کارکنان ماهر و دانش‌محور با توانایی تحلیل فوق‌العاده است. صنعت نسل چهار، یا به‌عبارت‌دیگر انقلاب صنعتی نسل چهارم در کشورهای توسعه‌یافته به‌طور کامل شروع به تغییر محیط تولید نموده و انتظار می‌رود که در دهه‌های آینده نیز در سراسر جهان گسترش یابد. به‌طور یقین این فرآیندهای تحول بر انتظارات نسبت به کارکنان تأثیرگذارند؛ به‌ویژه در بخش‌های مربوط به مدیریت عملیات. همچنین انتظار می‌رود که معیارهای انتخاب کارکنان به دلیل تغییر ویژگی‌های شغلی تغییر کنند. ازآنجایی‌که انقلاب چهارم صنعتی همچنان یک حوزه در حال ظهور است، بیشتر مطالعات بر پایه ارائه مدل‌های مفهومی استوار هستند. مفاهیم اساسی انقلاب چهارم صنعتی را می‌توان در کارخانه هوشمند (CPS) و خودسازمان‌دهی (IOT) خلاصه کرد. با توجه به اینکه تحقیقات درباره مفاهیم انقلاب چهارم صنعتی صورت گرفته، اما تنها تحقیقات اندکی بر تغییرات انتظارات نسبت به کارکنان و ویژگی‌های آن‌ها تمرکز نموده‌اند. در حقیقت، هیچ تحقیقی در خصوص ارائه معیارهایی جهت انتخاب کارکنان متناسب با انقلاب چهارم صنعتی و به‌منظور حمایت از فعالیت‌های منابع انسانی در مراحل استخدام در بخش‌های مرتبط با مدیریت عملیات انجام‌نشده است؛ بنابراین بسیار بااهمیت بود که معیارهای انتخاب و ارزیابی کارکنان متناسب با انقلاب چهارم صنعتی را جهت شرکت‌های پیشرفته خصوصاً شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته پارک علم و فناوری تهران تعیین کنیم.

همان‌طور که ذکر شد، پژوهش حاضر هدفی سه وجهی را درپی گرفته که عبارت‌اند از: اول، شناسایی معیارهای جدید برای انتخاب کارکنان در محیط صنعتی نسل چهارم. دوم؛ اولویت‌بندی و مشخص کردن روابط علی بین این معیارها. سوم، کمک به ادبیات مدیریت عملیات با تمرکز بر روند استخدام و حمایت از فعالیت‌های منابع انسانی با توجه به معیارهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی با

استفاده از روش دیماتل فازی در شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته که با معرفی یک بخش جدید در شرکتشان، شروع به تغییر فرآیندهای خود در جهت رسیدن به انقلاب چهارم صنعتی نموده‌اند. در مورد روش مورداستفاده در تحقیق حاضر نیز باید اشاره‌کنیم که روش دیماتل فازی بر اساس ارزیابی روابط پیچیده با استفاده از عملیات ماتریسی می‌تواند روابط علی پیچیده معیارها را به یک مدل ساختاری قابل‌مشاهده تبدیل نمایند و بینش دقیقی برای حل مسئله به وجود آورد. درواقع، مزیت اصلی این روش، ارائه یک رابطه علمی و معنی‌داری بین معیارها است. به همین دلیل، روش دیماتل فازی برای تحقیق حاضر با توجه به نتایج چند معیاره آن انتخاب‌شده است. در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، دیماتل فازی، فرصتی برای بررسی اهمیت معیارها و رابطه علی بین آن‌ها را فراهم می‌کند. این امر فرصتی جامع‌تر برای تجزیه‌وتحلیل معیارها و تصمیم‌گیری قابل‌اطمینان را فراهم می‌آورد؛ زیرا ارتباط بین معیارها بر عملکرد فرآیند انتخاب تأثیر می‌گذارد. منطق فازی نیز در ارائه این فرایند تصمیم‌گیری نقش مهمی را ایفا می‌کند. ازآنجاکه هدف از این پژوهش فقط توجه به معیارهای انتخاب کارکنان نیست، لذا ارائه وابستگی متقابل بین معیارها برای حمایت از فرایندهای استخدام در انقلاب چهارم صنعتی نیز دارای اهمیت می‌باشد، به همین دلیل، روش دیماتل فازی یک روش بسیار مناسب برای تحقیق حاضر می‌باشد که برای اجرای این تحقیق از آن بهره برده‌ایم.

در اجرای این تحقیق، از پنج نفر کارشناس که نقش مهمی را در شرکت‌های دانش‌بنیان انتخابی در قسمت مربوط به صنعت نسل چهار ایفا می‌کنند، خواسته شد تا معیارهای یازده‌گانه را مورد ارزیابی قرار دهند. نتایج نشان می‌دهند که مهم‌ترین معیارهای انتخاب و ارزیابی کارکنان سازگار با صنعت نسل چهار در شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته عبارت‌اند از: توانایی برخورد با پیچیدگی و حل مسئله، تفکر در مورد فرآیندهای همپوشان و انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کار جدید. علاوه بر این، درحالی‌که عوامل علی شامل معیارهایی مانند؛ چگونگی ترکیب دانش و اطلاعات مربوط به یک کار یا فرایند خاص، دانش فناوری اطلاعات و فن‌آوری تولید، آگاهی از امنیت فناوری اطلاعات و حفاظت از اطلاعات و توانایی برطرف نمودن اشتباه بودند، عوامل نتیجه شامل؛ انعطاف‌پذیری برای انطباق با نقش‌ها و محیط کار جدید، یادگیری و همکاری مداوم میان‌رشته‌ای، درک سازمانی و تحلیلگری و توانایی تعامل با رابطهای مدرن بودند. در تحقیق حاضر، با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان استنباط کرد که تفکر تحلیلی و رویکرد سیستمی، از عوامل کلیدی و به‌عنوان معیارهای جدید انتخاب و ارزیابی کارکنان سازگار با صنعت نسل چهار می‌باشند که این عوامل منجر به مهارت و شایستگی در تصمیم‌گیری و مدیریت فرآیندها می‌شوند.

همچنین، نتایج عوامل علی، اهمیت توانایی‌های فنی را نشان می‌دهند. این نیاز به توانایی‌های فنی، نیازهایی مانند برنامه‌نویسی، امنیت فناوری اطلاعات و ارتباط انسان و ماشین را نشان می‌دهند. از سوی

دیگر، عوامل نتیجه تحقیق، توجه به انعطاف‌پذیری و ساختار کاری بین‌رشته‌ای را مورد تأکید قرار می‌دهند و اهمیت سازگاری ساختار ماتریسی را در شرکت‌هایی که روند انقلاب چهارم صنعتی را دنبال می‌کنند را یادآور می‌شوند. علاوه بر این، بر اساس نتایج این تحقیق، کار گروهی یکی دیگر از مفاهیم کلیدی برای سازمان‌های در حال تغییر به انقلاب چهارم صنعتی می‌باشد؛ بنابراین، فرایندهای استخدام، ارزیابی و انتخاب کارکنان سازگار با انقلاب چهارم صنعتی باید با معیارهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی، به‌ویژه برای بخش‌های مربوط به مدیریت عملیات، موردتوجه خاص شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته قرار گیرند. لذا، به شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته علم و فناوری تهران که قصد ورود به انقلاب چهارم صنعتی را دارند پیشنهاد می‌شود، معیارهای مذکور را جهت انتخاب و ارزیابی کارکنان جدید خود به‌منظور سازگاری بیشتر با انقلاب چهارم صنعتی مدنظر قرار دهند. چراکه، کارکنانی که دارای معیارهای ارائه‌شده در این تحقیق باشند از این قابلیت برخوردارند که اثربخشی و کارایی بیشتری در انقلاب چهارم صنعتی داشته باشند و همچنین موجب ارزش افزوده و ارتقای توان رقابتی برای شرکت‌های خود شوند.

در پایان باید اشاره کرد؛ ابتکار این پژوهش ناشی از سه نکته اصلی است. اول آنکه پیشنهاد مدل مفهومی شایستگی نیروی کار سازگار با انقلاب صنعتی نسل چهارم. به عبارتی این مدل می‌تواند برای شرکت‌هایی که قصد ورود به این صنعت دارند به‌عنوان یک نقشه راه مورداستفاده قرار گیرد. دوم، مجموعه‌ای از معیارهای مرتبط با ویژگی‌های کارکنان متناسب با صنعت نسل چهار و سوم، روش‌شناسی مبتنی بر مفهوم دیماتل فازی برای شرکت‌ها است که در این روش عوامل علی و نتیجه به‌طور واضح مشخص می‌گردند؛ بنابراین، این تحقیق نه تنها برای شرکت‌های دانش‌بنیان با تکنولوژی پیشرفته بلکه برای سازمان‌هایی که تمایل دارند سازمان خود را متناسب با انقلاب چهارم صنعتی تغییر دهند، راهنما می‌باشد. بااین‌حال، اگر این تحقیق در شرکت دیگری انجام شود به دلیل نیازها و انتظارات منحصربه‌فرد هر سازمان، معیارهای ارزیابی ممکن است تغییر کنند؛ بنابراین هر شرکت قطعاً باید نیازها و انتظارات منحصربه‌فرد، خود را جهت ورود به صنعت نسل چهار در نظر بگیرد. به‌طور خلاصه، این پژوهش بر روی یک موضوع کاملاً جدید در محیط انقلاب چهارم صنعتی تمرکز نموده و سعی شد تا ادبیات مدیریت عملیات در انقلاب چهارم صنعتی را ازنقطه‌نظر معیارهای انتخاب کارکنان حمایت نماید. محدودیت اصلی تحقیق نیز این است که تنها برای بخش تکنولوژی پیشرفته انجام می‌شود.

۵. منابع

[1].Arntz M, Gregory T, Zierahn U. The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis.(2016).

[2].Brettel M, Friederichsen N, Keller M, Rosenberg M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. FormaMente. 2017 Jan 1;12.
[3].Benešová A, Tupa J. Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. Procedia manufacturing. 2017 Jan 1;11:2195-202.
[4].Chang B, Chang CW, Wu CH. Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. Expert systems with Applications. 2011 Mar 1;38(3):1850-8.
[5].Dijkman RM, Sprenkels B, Peeters T, Janssen A. Business models for the Internet of Things. International Journal of Information Management. 2015 Dec 1;35(6):672-8.
[6].Dombrowski U, Wagner T. Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. Procedia Cirp. 2014 Jan 1;17:100-5.
[7].Ford M. Rise of the Robots. New York. 2015.
[8].Frey CB, Osborne M. The future of employment.2013
[9].Gehrke, L., Kühn, A.T., Rule, D., Moore, P., Bellmann, C., Siemes, S. and Standley, M. "A discussion of qualifications and skills in the factory of the future: a German and American perspective", VDI/ASME Industry.2015, Vol. 4, pp.1-28.
[10].Hirschi A. The fourth industrial revolution: Issues and implications for career research and practice. The career development quarterly. 2018 Sep;66(3):192-204.
[11].Kazancoglu Y, Ozkan-Ozen YD. Analyzing Workforce 4.0 in the Fourth Industrial Revolution and proposing a road map from operations management perspective with fuzzy DEMATEL. Journal of Enterprise Information Management. 2018 Oct 8.
[12].Kolberg D, Zühlke D. Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. IFAC-PapersOnLine. 2015 Jan 1;48(3):1870-5.
[13].Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T. and Hoffmann, M."Industry 4", Business & Information Systems Engineering,2014, Vol. 6 No. 4, pp. 239.
[14].Lorenz, M., Rüssmann, M., Strack, R., Lasse Lueth, K. and Bolle, M. Man and Machine in Industry 4: How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? Consulting Group, Boston, MA, September, available.2015 at:http://imagesrc.bcg.com/Images/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_ 2015_tcm9-61676.
[15].Lee EA. Cyber physical systems: Design challenges. In2008 11th IEEE international symposium on object and component-oriented real-time distributed computing (ISORC) 2008 May 5 (pp. 363-369). IEEE.
[16].Lee J, Bagheri B, Kao HA. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing letters. 2015 Jan 1;3:18-23.
[17].Lin CJ, Wu WW. A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. Expert Systems with Applications. 2008 Jan 1;34(1):205-13.
[18].Mosterman, P.J. and Zander, J. "Industry 4 as a cyber-physical system study", Software & Systems Modeling,2016. Vol. 15 No. 1, pp. 17-29.
[19].Opricovic S, Tzeng GH. Defuzzification within a multicriteria decision model. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems. 2003 Oct;11(05):635-52.
[20].Romero D, Bernus P, Noran O, Stahre J, Fast-Berglund Å. The operator 4.0: Human cyber-physical systems & adaptive automation towards human-automation symbiosis work systems. InIFIP international conference on advances in production management systems 2016 Sep 3 (pp. 677-686). Springer, Cham.
[21].Schuh G, Potente T, Wesch-Potente C, Weber AR, Prote JP. Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0. Procedia Cirp. 2014 Jan 1;19:51-6.
[22].Shieh JI, Wu HH, Huang KK. A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. Knowledge-Based Systems. 2010 Apr 1;23(3):277-82.
[23].Shafiei rodpashty, Meysam,. Emami, Seyed Morteza,. Malekshahi, Fatemeh. Cardiovascular Diseases Using Fuzzy dematel Technique. Magazine Financial Engineering and Securities Management, issue number sixteen.2013.

[24].Schwab K. The fourth industrial revolution. Currency; 2017 Jan 3. 362-370.
[25].Qin J, Liu Y, Grosvenor R. A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. Procedia cirp. 2016 Jan 1;52:173-8.
[26].Wu WW, Lee YT. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. Expert systems with applications. 2007 Feb 1;32(2):499-507.
[27].Yang JL, Tzeng GH. An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. Expert Systems with Applications. 2011 Mar 1;38(3):1417-24.
[28].Ndung'u N, Signe L. The Fourth Industrial Revolution and digitization will transform Africa into a global powerhouse. Foresight Africa Report. 2020.
[29].Frey CB, Osborne MA. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. Technological forecasting and social change. 2017 Jan 1;114:254-80.
[30].Zervoudi EK. Fourth industrial revolution: opportunities, challenges, and proposed policies. InIndustrial Robotics-New Paradigms 2020 Jan 21. IntechOpen.
[31].Spagnoletto L, AlabdulJabbar D, Jalihal H. HR4. 0: shaping people strategies in the fourth industrial revolution. InWorld Economic Forum 2019.
[32].Miloloža I. Impact of Leadership Styles on Enterprise Success in the Area of Knowledge and Human Resource Management. Managing Global Transitions: International Research Journal. 2018 Jun 1;16(2).
[33].Silvio A, Marco P, Francesco Q, Marco Z, Silvia F, Francesca N, Stefania S. Unito and the challenges of Industry 4.0. University or Toronto, Canada. 2017.
[34].Rozsa Z, Formánek I, Maňák R. DETERMINING THE FACTORS OF THE EMPLOYEES'INTENTION TO STAY OR LEAVE IN THE SLOVAK'S SMES.2019. 7(2), 63-72.
[35].Drábek J, Lorincová S, Javorčíková J. Investing in human capital as a key factor for the development of enterprises. Issues of Human Resource Management. 2017 Jun 7;1(1):113-3
[36].Armstrong K, Parmelee L, Santifort S, Burley J, Van Fleet JW. Preparing tomorrow's workforce for the Fourth industrial revolution for business: A framework for action. Deloitte & The Global Business Coalition for Education. 2018.
[37].RAS E, WILD F, STAHL C, BAUDET A. Bridging The Skills Gap Of Workers In Industry 4.0 By Human Performance Augmentation Tools: Challenges And Roadmap. Petra 2017.
[38].Adolph S, Tisch M, Metternich J. Challenges and approaches to competency development for future production. Journal of International Scientific Publications–Educational Alternatives. 2014 Sep;12(1):1001-10.
[39].Maisiri W, Darwish H, Van Dyk L. An investigation of Industry 4.0 skills requirements. South African Journal of Industrial Engineering. 2019 Nov 1;30(3):90-105.
[40].Spöttl G, Gorldt C, Windelband L, Grantz T, Richter T. Industrie 4.0-Auswirkungen auf Aus-und Weiterbildung in der M+ E Industrie: Studie. bayme vbm; 2016.
[41].Cheng X, Zhang P. Information Security and Adoptable Solutions in the Implementation of Industry 4.0 Strategy for the Fourth-generation Industrial Revolution. InJournal of Physics: Conference Series 2020 Nov 1 (Vol. 1682, No. 1, p. 012087). IOP Publishing.
[42].Darwish H. Expanding industrial thinking by formalizing the industrial engineering identity for the knowledge era (Doctoral dissertation, North-West University).2018
[43].Song N, Hanh P, Cuc M, Tiep N. Factors affecting human resources development of SMEs: Evidence from the fourth Industrial revolution in Vietnam. Management Science Letters. 2020;10(12):2705-14.
[44].Prifti L, Knigge M, Kienegger H, Krcmar H. A Competency Model for" Industrie 4.0" Employees.2017.46- 60