

Design and Implementation of a Human Resource System in Small and Medium Enterprises (SMEs) Using a Data Mining Approach (Case Study: Tile and Ceramic Companies in Yazd Province)

1. Amirehsan Eshaghiyeh Firouzabadi

Postdoctoral Researcher, Department of Management, Meybod University, Meybod, Iran.
dr.eshaghiyeh@gmail.com

2. Mohammad Zarei Mahmoudabadi (Corresponding Author) *

Associate Professor, Department of Industrial Management, Meybod University, Meybod, Iran.
zareim@meybod.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Abstract

Background and Objectives: This study aims to design and implement an intelligent human resource performance evaluation system for Small and Medium Enterprises (SMEs) using data mining techniques, with a focus on the tile and ceramic companies in Yazd, Iran, as a key industrial region.

Methodology: In this applied research, 10 key performance indicators were identified based on theoretical frameworks and literature review. Data were collected from the HR databases of manufacturing SMEs in Yazd's tile and ceramic sector. After data preprocessing, three data mining algorithms -Decision Tree, K-Nearest Neighbors (K-NN), and Naive Bayes- were implemented in Python (Google Colab environment). The algorithms' performance was evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics.

Findings: Comparative analysis revealed that the K-NN algorithm achieved superior performance with 98.3% classification accuracy, significantly outperforming the Naive Bayes approach. The innovative findings demonstrate that the proposed K-NN-based system can accurately evaluate both existing and newly hired employees' performance with minimal error.

Conclusion: The implementation of this intelligent system can substantially enhance HR management processes in SMEs, enabling more accurate and efficient workforce organization. This study provides practical solutions for industrial managers and paves the way for future research on AI applications in human resource management

Keywords:

Human Resource System,
Performance Evaluation,
Data Mining,
Small and Medium Enterprises (SMEs),
Machine Learning

طراحی و پیاده‌سازی سیستم منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) با رویکرد داده کاوی

(مورد مطالعه: شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد)

امیراحسان اسحاقیه فیروزآبادی

پژوهشگر پسادکتری گروه مدیریت، دانشگاه میبد، میبد، ایران. (ایمیل: dr.eshaghiyeh@gmail.com)

محمد زارعی محمودآبادی (نویسنده مسئول)*

دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. (ایمیل: zarei.m@meybod.ac.ir)

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم هوشمند ارزیابی عملکرد منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) با بهره‌گیری از روش‌های داده کاوی انجام شده است. تمرکز مطالعه بر شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد به عنوان یک منطقه صنعتی کلیدی در ایران بوده است.

روش‌شناسی: در این پژوهش کاربردی، با استفاده از چارچوب نظری و پیشینه پژوهش، ۱۰ شاخص کلیدی ارزیابی عملکرد شناسایی شد. داده‌های تحقیق از بانک اطلاعاتی شرکت‌های تولیدی SME فعال در حوزه کاشی و سرامیک استان یزد جمع‌آوری گردید. پس از پیش‌پردازش داده‌ها، سه الگوریتم داده کاوی شامل درخت تصمیم (Decision Tree)، الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه (K-NN) و نایو بیز (Naive Bayes) در محیط پایتون (Google Colab) پیاده‌سازی و پارامترهای دقت، صحت، بازخوانی و معیار F1 مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج مقایسه الگوریتم‌ها نشان داد که روش K-NN با دقت ۹۸/۳ درصد، بهترین عملکرد را در طبقه‌بندی و ارزیابی عملکرد کارکنان دارد، در حالی که الگوریتم نایو بیز با اختلاف معناداری ضعیف‌ترین نتایج را ارائه کرد. یافته‌های نوآورانه این پژوهش حاکی از آن است که سیستم پیشنهادی مبتنی بر K-NN قابلیت ارزیابی دقیق عملکرد کارکنان موجود و جدیدالورود را با کمترین خطا دارا می‌باشد.

نتیجه‌گیری: پیاده‌سازی این سیستم هوشمند می‌تواند منجر به بهبود چشمگیر در فرآیندهای مدیریت منابع انسانی SMEs شود، به طوری که سازمان‌دهی کارکنان با دقت بالاتر و خطای کمتر صورت پذیرد. این پژوهش راهکارهای عملی برای مدیران صنعتی ارائه می‌دهد و زمینه را برای تحقیقات آتی در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی فراهم می‌سازد.

کلیدواژه‌ها:

سیستم منابع انسانی، ارزیابی عملکرد، داده کاوی، شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs)، یادگیری ماشین.

استناد: اسحاقیه فیروزآبادی، امیراحسان، زارعی محمودآبادی محمد (۱۴۰۴). طراحی و پیاده‌سازی سیستم منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) با رویکرد داده کاوی (مورد مطالعه: شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد)

مقدمه

در حوزه تجارت مدرن، سرمایه کسب و کار، سرمایه‌ای است که برای فعالیت در یک بخش نیاز است. سرمایه کسب و کار به طور کلی به دو نوع تقسیم می‌شود: سرمایه خارجی و سرمایه داخلی. سرمایه خارجی یک شرکت می‌تواند شامل سرمایه انسانی، سرمایه مدیریتی، دارایی‌های مالی، منابع اطلاعاتی، سرمایه فناوری، منابع سرمایه، محیط داخلی و مدیریت کسب و کار باشد. سرمایه داخلی یک شرکت به دارایی‌های تجاری، سرمایه‌های محیطی و سرمایه کسب و کار اشاره دارد (۱). در این میان سرمایه انسانی به عنوان اساسی‌ترین منبع برای موفقیت سازمانی شناخته می‌شود (۲) و بر همین اساس مدیریت منابع انسانی^۱ (HRM) برای یک شرکت بسیار مهم است. این فرایند یک نیروی محرکه پایداری برای نوآوری و توسعه، یک عنصر کلیدی برای افزایش رقابت‌پذیری و یک بخش ضروری برای اطمینان از عملکرد عادی یک شرکت است (۳).

مدیریت منابع انسانی به مفهوم مدیریت کارکنان سازمان است که شامل کارکردهای خاصی مانند برنامه‌ریزی، استخدام نیروی انسانی (استخدام، انتخاب و جهت‌گیری)، آموزش، توسعه شغلی، سنجش عملکرد، پاداش و مزایا، بازنگشتگی و غیره است. با ساختار مناسب بخش مدیریت منابع انسانی، سازمان‌ها می‌توانند پیشرفت‌های قابل توجهی را در کسب و کار از نظر عملکرد بالاتر و مزیت رقابتی به دست آورند (۴). به طور کلی هر سازمانی به نیروی انسانی ماهر خاصی نیاز دارد و وظیفه بخش مدیریت منابع انسانی رسیدگی به مسائل مربوط به نیروی انسانی می‌باشد (۵) که می‌تواند از طریق جمع‌آوری و مدیریت یکپارچه اطلاعات کارکنان، یک قضاوت کلی در مورد اطلاعات کارکنان داخلی شرکت ارائه دهد (۶). بر اساس شیوه مدیریت سنتی، مدیریت منابع انسانی چهار روش مدیریتی را اتخاذ می‌کند: فناوری‌های آماری، مدل‌های اقتصادسنجی، فناوری‌های نظرسنجی و فناوری اطلاعات. تکنیک‌های آماری معمولاً برای تحلیل و مقایسه داده‌های کمی نظیر ارزیابی سیستم حقوق کارمندان و ارزیابی حضور و غیاب کارکنان با محاسبه احتمال، واریانس، میانگین استفاده می‌شوند. فناوری اقتصادسنجی بر اساس فرضیه‌های نظریه اقتصاد بنا شده است و تنها از طریق مدل‌سازی ریاضی و الگوریتم رگرسیون می‌توان ارتباط میان متغیرها را کشف کرد. در فرایند نظرسنجی تحلیل داده‌های انسانی با استفاده از پرسشنامه توسط مدیران منابع انسانی صورت می‌پذیرد. در حوزه کاربرد فناوری سیستم‌های اطلاعاتی، مفهومی به نام سیستم مدیریت منابع انسانی (HRMS) وجود دارد که سیستمی برای مدیریت فناوری ارتباطات و منابع انسانی می‌باشد. بر اساس این فرایند، مدیران منابع انسانی، داده‌ها را از طریق کامپیوترها ذخیره و پردازش می‌کنند. این روش می‌تواند کارایی مدیران را بهبود بخشد. توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی مبتنی بر کامپیوتر از سال ۱۹۶۹ آغاز شده و سه نسل تحول را از آن زمان تا امروز پشت سر گذاشته است. رویه‌های اولیه از کامپیوترها برای محاسبه دستمزد استفاده می‌کردند و نمی‌توانست کارهایی مانند جمع‌آوری اطلاعات پرداخت، ایجاد اطلاعات کارکنان و تجزیه و تحلیل اطلاعات پرداخت را انجام دهد. در دهه ۱۹۹۰، با توسعه سریع فناوری رایانه، پیشرفت‌های زیادی در مدیریت منابع انسانی ایجاد شد. فرآیند کنونی، عملکرد مدیریت یکپارچه داده‌ها، خدمات مشترک و تحلیل داده‌ها را بهبود بخشیده است. این چهار تکنیک سنتی مدیریت منابع انسانی در حال حاضر متداول‌ترین تکنیک‌ها برای مدیریت منابع انسانی هستند. هرچند علیرغم اینکه به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و نتایج عملی خوبی به دست آمده، هنوز نقاط ضعف و چالش‌هایی برای استفاده از آنها وجود دارد (۷). یکی از محدودیت‌های این روش‌ها این است که روش‌های تحقیق کیفی سنتی (مانند مصاحبه) و روش‌های تحقیق کمی (مانند نظرسنجی) بر تحقیقات مدیریت منابع انسانی و روان‌شناسی صنعتی تمرکز داشته‌اند، که در آن بیشتر داده‌ها یا داده‌های عددی (از پرسشنامه) یا داده‌های متنی (به دست آمده از مصاحبه) هستند (۱). بنابراین به راحتی می‌توان تفکر ذهنی انسانی را وارد کرد که منجر به تحلیل نادرست مدیریت منابع انسانی می‌شود (۷).

¹. Human Resource Management (HRM)

با توجه به محدودیت‌های منابع، شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) گزینه‌های کمتری نسبت به هم‌تایان بزرگ‌تر خود برای بهبود عملکرد دارند. با این حال، یکی از منابعی که برای همه سازمان‌ها مشترک است و توجهات تئوری، تجربی و عملی را در شرکت‌های کوچک و متوسط به خود جلب کرده است، منابع انسانی می‌باشد. محققان پیشنهاد کرده‌اند که اتخاذ شیوه‌های خاص HRM می‌تواند عملکرد شرکت‌های کوچک و متوسط را بهبود بخشد و رقابت‌پذیری را حفظ کند (۸). هرچند تحقیقات متمرکز بر درک شیوه‌های مدیریت منابع انسانی و به‌ویژه مدیریت عملکرد در شرکت‌های کوچک و متوسط به طور کامل توسط دانشگاهیان و متخصصان بررسی نشده است (۹). مدیریت منابع انسانی در صنعت کاشی و سرامیک، به‌ویژه در واحدهای کوچک و متوسط، با چالش‌های خاصی روبه‌رو است. این پژوهش با تمرکز بر واحدهای تولیدی صنعت کاشی و سرامیک استان یزد به عنوان نمونه‌ای شاخص از شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) انجام شده است. انتخاب این جامعه آماری مبتنی بر ویژگی‌های مشترک آن با سایر SMEs از جمله ساختار سازمانی، چالش‌های منابع انسانی و محدودیت‌های مالی بوده است.

لذا پژوهش حاضر در نظر دارد از ابزار داده‌کاوی به منظور طراحی و پیاده‌سازی سیستم مدیریت منابع انسانی در واحدهای تولیدی صنعت کاشی و سرامیک استان یزد به عنوان یک استان صنعتی پردازد. نتایج این پژوهش می‌تواند به سازمان‌ها در پیاده‌سازی یک استراتژی کاربردی برای بهینه‌سازی فرایندهای تصمیم‌گیری در حوزه منابع انسانی و افزایش رقابت‌پذیری آنها کمک کند.

۲. مرور ادبیات

۲.۱. سیستم مدیریت منابع انسانی

سیستم مدیریت منابع انسانی (HRMS) به نرم‌افزارها و فناوری استفاده شده توسط سازمان‌ها برای مدیریت داده‌های کارکنان، ساده‌سازی فرآیندهای منابع انسانی و همچنین تضمین انطباق با قوانین و مقررات استخدامی اشاره دارد. از آنجا که هر شرکتی نیاز به پیاده‌سازی سیستمی دارد که قادر به کمک و تسهیل کلیه فعالیت‌ها و منافع مربوط به کارکنان باشد، امروزه HRMS به یک امر ضروری تبدیل شده است که برای شیوه‌های مدرن منابع انسانی بسیار مهم است و می‌تواند به یک سازمان کمک کند تا موفق‌تر شود. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که پیاده‌سازی HRMS در سازمان‌ها موفقیت‌ها و مزایای مختلفی را به همراه دارد (۱۰). به عنوان مثال مشخص شده است که این سیستم‌ها انجام وظایف منابع انسانی مانند پیگیری اطلاعات کارکنان، پرداخت حقوق به کارکنان، ارزیابی عملکرد شغلی، آموزش کارکنان و استخدام کارکنان جدید را آسان‌تر می‌کنند (۱۲)، فرآیندهای عملیاتی معمول و خسته‌کننده مدیریت منابع انسانی را کاهش و بهره‌وری آن را افزایش می‌دهند و این امکان را فراهم می‌آورند که به سمت حوزه‌های استراتژیک که برای سازمان ارزش دارند تغییر مسیر دهد. علاوه بر این سیستم‌های HRM آسان و سریع هستند و کارکنان را قادر می‌سازد تا توانایی‌های خود را ارتقا دهند، مهارت‌های خود را بهبود بخشند و عملکرد خود را افزایش دهند (۱۳). HRMS همچنین به سازمان‌ها کمک می‌کند تا قوانین و مقررات حفاظت از داده‌ها را در مورد مدیریت منابع انسانی دنبال کنند (۱۴) و با شناسایی و پیاده‌سازی بهترین سیستم‌های موجود، کارایی، صرفه‌جویی در هزینه، قابلیت‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها، پشتیبانی از انطباق و تجربه کارکنان را به حداکثر برسانند (۱۲).

۲.۲. عملکرد منابع انسانی

مفهوم عملکرد به دانش و مهارت‌های کارمند برای درک و انجام مؤثر کار، دانش تحلیل و ترکیب مسائل، تجربه و سایر ویژگی‌های خاصی که یک شغل نیاز دارد، اشاره دارد (۱۵). عملکرد تابعی از انگیزه است و توانایی انجام یک وظیفه یا شغل فردی باید دارای درجه خاصی از تمایل و سطح توانایی باشد. اصطلاح عملکرد از کلمه عملکرد شغلی یا عملکرد واقعی (عملکرد کاری یا دستاورد واقعی به دست آمده توسط یک شخص) منشا می‌گیرد و به معنای کیفیت و کمیت یک کارمند در انجام وظایفش مطابق با مسئولیت‌هایی که به او محول شده است، می‌باشد. این تعریف به معنای این

است که عملکرد یک عمل یا رفتار یک فرد در انجام وظایفش است که توسط دیگران قابل مشاهده و ارزیابی می‌باشد. عملکرد کارکنان می‌تواند معیاری باشد برای تشخیص اینکه آیا منابع انسانی در یک شرکت در پیشرفت شرکت نقش داشته است یا خیر؛ که می‌تواند از طریق (۱) توانایی فنی؛ (۲) مهارت‌های مفهومی؛ (۳) مسئولیت؛ (۴) ابتکارات؛ و (۵) مهارت‌های روابط بین فردی اندازه‌گیری شود (۱۶).

بر اساس نظریه منابع انسانی، عملکرد نتیجه دستاوردهایی است که فرد در انجام کار یا وظیفه‌ای به دست می‌آورد. عملکرد نتیجه یا سطح کلی موفقیت یک فرد در طی یک دوره خاص در انجام وظایف است که با ابزارهای مختلف مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرد. در این میان، امکانات به استانداردهای کار، اهداف یا معیارهایی اشاره دارد که توسط تمام طرفین تعیین و در مورد آن به توافق رسیده‌اند. از سوی دیگر، گیسون (۱۹۹۶) بیان می‌کند که عملکرد، نتیجه مطلوب رفتار است. عملکرد فردی اساس عملکرد سازمانی است. در همین حال، مانکونگرا (۲۰۰۱) عملکرد را به عنوان نتیجه کار از نظر کیفیت و کمیت که می‌تواند توسط یک کارمند در طی انجام وظایف محول شده به او به دست آید، تعریف می‌کند (۱۷).

۳.۲. ارزیابی عملکرد

فرایند ارزیابی عملکرد یکی از قدیمی‌ترین و عمومی‌ترین شیوه‌های مدیریتی است و با ادغام در سیستم‌های مدیریت عملکرد به یک پیوند مهم در کل فرآیند مدیریت عملکرد تبدیل شده است (۱۸). ارزیابی به معنای ارزیابی ارزش، کیفیت یا شایستگی است. در زمینه کار، ارزیابی عملکرد یک ارزیابی سیستماتیک از کارمندان توسط ناظران آشنا با عملکرد آنها می‌باشد (۱۸). این به طور خاص به ارزیابی کار کارکنان با هدف ترسیم و تقویت عملکرد آنها به همراه تعریف نقاط قوت و ضعف فردی اشاره دارد و به عنوان یکی از قدرتمندترین ابزارها برای مدیریت منابع انسانی شناخته می‌شود (۱۹). به طور کلی ارزیابی عملکرد به نام‌های ارزیابی کارمند، ارزیابی کاری، مرور عملکرد یا ارزیابی نتایج شناخته می‌شود و به روشی اشاره دارد که از طریق آن عملکرد شغلی یک کارمند از نظر کیفیت، مقدار، هزینه، رفتار و زمان توسط خود فرد، هم‌تایان، سرپرستان و زیردستان اندازه‌گیری می‌شود. هرچند در روش رسمی، این ارزیابی توسط مدیر یا ناظر مستقیم فردی که تحت نظر او کار می‌کند، انجام می‌شود. معمولاً یک فرآیند ارزیابی رسمی برای یک کارمند حداقل دو بار در سال انجام می‌گیرد (۲۰).

فرآیند ارزیابی از تعیین استانداردهای عملکرد کارکنان شروع می‌شود. یک مدیر باید تعیین کند که چه دستاوردها، مهارت‌ها یا خروجی‌هایی ارزیابی می‌شوند. این استانداردهای عملکرد باید در تجزیه و تحلیل شغل و شرح شغل گنجانده شوند. پس از تعیین استانداردهای عملکرد، کار بعدی این است که با هر یک از کارکنان ارتباط برقرار شود تا کارکنان بدانند شرکت از آنها چه انتظاری دارد. عدم وجود ارتباط می‌تواند فرآیند را پیچیده کند، بنابراین ارتباط باید دو طرفه باشد. این بدان معناست که مدیریت باید از کارکنان در رابطه با استانداردهای عملکردی که برای کارمند مربوطه تنظیم شده است، بازخورد دریافت کند. مرحله سوم ارزیابی عملکرد، اندازه‌گیری عملکرد واقعی یا دستاورد واقعی بر اساس اطلاعات موجود از منابع مختلف است؛ مانند مشاهدات، گزارش‌های آماری، گزارش‌های شفاهی یا گزارش‌های کتبی. اندازه‌گیری عملکرد باید به‌طور عینی بر اساس واقعیت‌ها و یافته‌ها انجام شود، نه احساسات و سوگیری‌ها. در مرحله چهارم عملکرد واقعی باید با استانداردهای موجود یا از پیش تعیین شده مقایسه گردد. این مقایسه نشان می‌دهد که آیا بین عملکرد واقعی و استانداردهای عملکرد انحراف وجود دارد یا خیر. مرحله پنجم برقراری ارتباط و بحث در مورد نتایج ارزیابی با کارکنان مربوطه است. این مرحله یکی از چالش‌برانگیزترین وظایف است، زیرا یک مدیر باید ارزیابی دقیقی ارائه دهد تا کارمند بتواند نتایج ارزیابی را بپذیرد. بحث در مورد این ارزیابی به هر یک از کارکنان اجازه می‌دهد تا نقاط قوت و ضعف خود و تأثیر آنها بر عملکرد خود را در آینده

پیدا کنند. مرحله نهایی در فرآیند ارزیابی انجام اقدامات اصلاحی در صورت نیاز است. اگر بین استاندارد عملکرد و عملکرد واقعی کارمند انحرافی وجود داشته باشد و بین دو طرف به خوبی ابلاغ شده باشد، هم شرکت و هم کارمند باید برای بهبود عملکرد خود اقدام کنند (۲۱).

۴. اهمیت ارزیابی عملکرد

اهمیت عملکرد کارکنان در یک سازمان قابل چشم‌پوشی نیست، زیرا کارکنان با عملکرد بالا به سازمان کمک می‌کنند تا به اهداف تجاری خود به طور مؤثرتری دست یابد. مهم است که سازمان‌ها بازخوردهای واضح و سازنده‌ای به کارکنان در مورد عملکردشان ارائه دهند. اگر کارکنان از چگونگی بهبود عملکرد خود آگاه باشند، احتمالاً بیشتر انگیزه خواهند داشت تا در آینده نتایج بهتری کسب کنند. هدف اصلی ارزیابی‌های عملکرد ارائه بازخورد عینی به کارکنان در مورد دستاوردهایشان و همچنین کمک به شناسایی نقاط قوت و زمینه‌های بهبود است (۲۲). اگر ارزیابی‌های عملکرد به طور ضعیف انجام شود، منجر به نتایج ناامیدکننده برای همه افراد درگیر می‌شود. با این حال، عدم انجام ارزیابی عملکرد رسمی ممکن است گزینه‌های کارفرما را در مورد انضباط و اخراج محدود کند. ارزیابی‌های عملکرد می‌توانند پاسخ دهند که آیا کارفرما به طور عادلانه عمل کرده است یا کارفرما چگونه واقعاً می‌دانست که عملکرد کارمند با استانداردها مطابقت ندارد. حتی اگر کارفرما به طور فنی نیازی به دلیل برای اخراج یک کارمند نداشته باشد، از نظر عملی، ارزیابی‌ها می‌توانند در صورت لزوم چنین اقداماتی را توجیه کنند. کارمندان نیز از ارزیابی‌ها بهره‌مند می‌شوند و ارزیابی حتی در صورت مثبت بودن می‌تواند به آنها کمک می‌کند تا نحوه بهبود عملکرد خود را شناسایی کنند (۱۵). علاوه بر این ارزیابی عملکرد نقشی ارزشمند در آموزش و توسعه کارکنان ایفا می‌کند و می‌تواند برای شناسایی و آغاز فرآیند ارائه آموزش و توسعه آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که ارزیابی عملکرد امکان شناسایی نیازهای آموزشی کارکنان را فراهم می‌کند و به این ترتیب سازمان قادر است آموزش‌های مورد نیاز را ارائه دهد و در نتیجه به کارکنان در دستیابی به اهداف عملکردشان کمک کند (۲۳). هرچند ارزیابی عملکرد کارکنان می‌تواند یک فرآیند پیچیده باشد و مشکلات متعددی را به وجود آورد. برخی از مشکلات رایج در ارزیابی عملکرد شامل سوگیری، عدم وجود معیارهای ارزیابی واضح، عدم وجود بازخورد سازنده، تمرکز بر دستاوردهای کمی و ارزیابی‌های نادر است (۲۲).

۵. مدل‌های ارزیابی عملکرد منابع انسانی

سازمان‌ها از طیف وسیعی از سیستم‌ها برای ارزیابی، مدیریت، پاداش و هدایت عملکرد شغلی کارکنان خود استفاده می‌کنند. اینها اغلب به شکل سیستم‌های ارزیابی عملکرد رسمی هستند که شامل بررسی سالانه عملکرد کارکنان، جلسات بازخورد رسمی یا مصاحبه‌های ارزیابی می‌باشند. برخی از سیستم‌های ارزیابی برای ایجاد انگیزه در عملکرد آینده، با پیوند دادن ارزیابی عملکرد با پاداش‌های ارزشمند، ساخته شده‌اند، در حالی که برخی دیگر برای شناسایی عملکرد ضعیف و اصلاح عملکرد آنها و یا جدا کردن آنها از سازمان طراحی گشته‌اند (۲۴). به طور کلی سیستم‌های ارزیابی عملکرد را می‌توان به دو گروه طبقه‌بندی کرد: روش‌های سنتی (گذشته‌گرا) و روش‌های مدرن (آینده‌گرا) (۲۵، ۲۶). در ادامه برخی از مهم‌ترین روش‌های ارزیابی عملکرد معرفی خواهند شد.

۵.۱. روش رتبه‌بندی

این روش یکی از ساده‌ترین روش‌های ارزیابی کارکنان است. در واقع، این روش تهیه فهرست شایستگی‌ها است. این روش به طور گسترده‌ای به عنوان یک رویه رتبه‌بندی فرد به فرد که برای ارتش در سال ۱۹۱۴ توسعه یافته بود، مورد استفاده قرار گرفت. روش‌های مختلفی برای انجام رتبه‌بندی وجود دارد که عبارتند از (۱) رتبه‌بندی متناوب (مقایسه عملکرد یک کارمند با همکارانش)، (۲) مقایسه جفتی و (۳) روش توزیع اجباری. امروزه از روش

رتبه‌بندی بهبود یافته که یک روش مقایسه جفتی است و سعی در کاهش خطاها دارد، استفاده می‌شود. در روش رتبه‌بندی نیاز است که سرپرست، هر کارمند را با کارمند دیگری که تحت نظر او کار می‌کند از نظر کارایی کلی مقایسه کند. فردی که بیشتر از همه علامت‌گذاری می‌شود در بالای فهرست قرار می‌گیرد و به همین ترتیب ادامه می‌یابد تا فردی که کمترین تعداد علامت را دارد در پایین قرار گیرد (۲۷).

۲.۵.۲. مقیاس‌های رتبه‌بندی گرافیکی

مقیاس‌های رتبه‌بندی گرافیکی رایج‌ترین روش مورد استفاده برای بررسی عملکرد در اکثر شرکت‌ها هستند. مقیاس رتبه‌بندی گرافیکی شامل چک لیست ارزیابی عملکرد است. با استفاده از یک چک لیست، مدیر به سادگی کارمند را بر اساس یک پیوستار رتبه‌بندی می‌کند و این رتبه‌بندی بسته به جنبه مورد ارزیابی ممکن است از ضعیف تا عالی باشد. محبوبیت مقیاس رتبه‌بندی گرافیکی را به توانایی استفاده از چنین مقیاس‌هایی برای مشاغل مختلف نسبت می‌دهند. چنین مقیاس‌هایی به حداقل هزینه، تلاش آموزشی و زمان نیاز دارند (۲۸، ۲۹).

۲.۵.۳. روش رویداد بحرانی

روش رویداد بحرانی، نیاز به شناسایی الزامات بحرانی شغلی دارد که برای موفقیت در یک شغل حیاتی هستند. این رویداد بحرانی نمایانگر رفتارهای برجسته (مثبت) یا ضعیف (منفی) کارکنان در شغل است. هرچند این روش دارای محدودیت‌هایی است. از جمله اینکه حوادث منفی برجسته تر از حوادث مثبت هستند. علاوه بر این، این روش نیاز به یادداشت‌برداری منظم از سوی مافوق دارد که ممکن است مورد پسند کارکنان نباشد. اینگونه استدلال می‌شود که نظارت مداوم از سوی مافوق منجر به خستگی احساسی، کناره‌گیری کارکنان و غیبت بالا می‌شود (۳۰).

۲.۵.۴. روش روایتی یا مقاله توصیفی

در روش ارزیابی روایتی^۱ یا به اصطلاح "مقاله توصیفی"^۲، که بیشتر یک روش ذهنی تلقی می‌شود، مدیران گزارش تحلیلی کوتاهی را در توصیف نقاط ضعف، قوت و رفتار کارکنان می‌نویسند. این روش بیشتر در مورد مدیران و افراد حرفه‌ای با توانایی نوشتن عالی استفاده می‌گردد (۳۱). در این روش سرپرست یا مدیر موظف است به صورت مکتوب گزارشی آگاهانه و صادقانه از نقاط قوت، ضعف و پتانسیل‌های کارمند ارائه دهد که معمولاً شامل مثال‌ها و شواهدی برای حمایت از فرآیند ارزیابی است. معایب این روش شامل عدم پرهیز از تعصب ارزیاب و بسیار ذهنی بودن آن است (۳۰).

۲.۵.۵. مدیریت بر اساس اهداف^۳ (MBO)

مدیریت اهداف به عنوان روشی نوین برای ارزیابی عملکرد فردی و سازمان یافته توسط بسیاری از محققین مورد بررسی قرار گرفته است. برای اولین بار "مدیریت بر اساس اهداف" توسط دراگر (۱۹۵۴) در کتابش به نام "عمل مدیریت" ایجاد و نامگذاری شد. از آن زمان تاکنون مطالعات، تحقیقات و تحلیل‌های مستمر برای روش MBO انجام شده است. MBO ابزاری برای یکپارچه نمودن هدف (کسب درآمد، رشد و توسعه) با نیازهای فردی

¹ narrative

² Essay

³ Management by Objectives

مدیر (درآمد، پرداخت، پیشرفت و غیره) و فرآیندی است که اهداف سازمان را به اهداف فردی تبدیل می‌کند. MBO به عنوان "پارامترهای برنامه‌ریزی استراتژیک به معنای هماهنگ کردن اهداف مدیر با کارکنان به منظور دستیابی به اهداف معرفی شده توسط سازمان" تعریف می‌شود (۳۲). به گفته درک و هیدر^۱ (۲۰۰۵)، MBO یک سبک مدیریتی است که در آن مافوق و زیردستان حوزه‌های مهم تعهد را تعیین و چند دستورالعمل برای عملکرد عالی یا نامطلوب تعیین می‌کنند، سپس نتایج را بر اساس آن هنجارها اندازه‌گیری می‌کنند. در عمل، می‌توان گفت MBO، که مستلزم برنامه‌ریزی و اجرای مشترک است، نسبت به سایر سبک‌های مدیریت، به‌ویژه آن‌هایی که امپریالیسم سازمانی را بر کارکنان تحمیل می‌کنند، مولدتر است (۳۳).

۲.۵.۶. مقیاس‌های رتبه‌بندی مبتنی بر رفتار^۲ (BARS)

مقیاس ارزیابی مبتنی بر رفتار (BARS) ابزاری برای ارزیابی عملکرد است که از رفتارهای خاص و قابل مشاهده برای اندازه‌گیری عملکرد کارکنان استفاده می‌کند. BARS به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نسبت به مقیاس‌های ارزیابی سنتی، که اغلب به قضاوت‌های ذهنی وابسته‌اند، عینی‌تر و دقیق‌تر باشند. BARS با شناسایی شایستگی‌ها یا رفتارهای کلیدی که برای موفقیت در یک نقش شغلی خاص مهم هستند، آغاز می‌شود و سپس گروهی از کارشناسان (مانند مدیران، سرپرستان و متخصصان منابع انسانی) در توسعه فهرستی از رفتارهای خاص و قابل مشاهده که هر شایستگی را نشان می‌دهد، مشارکت می‌کنند. این رفتارها سپس به یک مقیاس ارزیابی لینک می‌شوند، به طوری که هر رفتار نمایانگر یک سطح متفاوت از عملکرد است (۳۴).

۲.۵.۷. روش حسابداری منابع انسانی

رویکرد حسابداری منابع انسانی بر یافتن ارزش نسبی این منبع از نظر پولی متمرکز است. در این رویکرد، ارزیابی عملکرد کارکنان بر حسب هزینه‌های عملیاتی و بهره‌وری - تمام هزینه‌های متحمل شده توسط فرد، مانند دستمزد، هزینه‌های استخدام، و هزینه‌های انتخاب، و همچنین هزینه‌های آموزشی و القایی ارزیابی می‌شود، در حالی که مشارکت آنها شامل سود کامل اقتصادی است. شکاف بین هزینه‌های کارکنان و مشارکت‌ها باید بیشتر از هزینه‌های آنها باشد (۲۸).

۲.۵.۸. کانون ارزیابی

کانون ارزیابی این ویژگی‌ها را ارزیابی می‌کند: مقاومت، مهارت‌های خدمات مشتری، مهارت‌های ارتباطی، مهارت‌های برنامه‌ریزی و سازماندهی، اعتماد به نفس، تحمل استرس، حالت عاطفی، تصمیم‌گیری، پاسخگویی به احساسات، قابلیت اداری، نوآوری، هوشیاری و غیره (۲۸). کانون‌های ارزیابی که عمدتاً برای استخدام مدیران اجرایی استفاده می‌شوند، اکنون برای ارزیابی پتانسیل اجرایی یا نظارتی نیز به کار می‌روند. ایده اصلی پشت استفاده از کانون ارزیابی، ارزیابی مدیران در طول زمان (معمولاً یک یا سه روز) با مشاهده (و بعداً ارزیابی) رفتار آن‌ها در مجموعه‌ای از تمرینات یا نمونه‌های کاری منتخب می‌باشد. از ارزیابی‌شوندگان خواسته می‌شود در تمرینات گروهی، گروه‌های کاری (بدون رهبر)، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری، بازی‌های نقش و سایر فعالیت‌های مشابه که نیازمند ویژگی‌های مشابه برای عملکرد موفق در شغل واقعی هستند، شرکت کنند. ارزیابان پس از ثبت

¹ Derek & Heather

² Behaviorally Anchored Rating Scales

مشاهداتشان از رفتار ارزیابی شوندگان، گرد هم می‌آیند تا در مورد این مشاهدات بحث کنند. تصمیم‌گیری در مورد عملکرد هر ارزیابی‌شونده بر اساس بحث صورت گرفته در مورد مشاهدات انجام می‌گیرد. خود ارزیابی و ارزیابی همتایان برای نمره‌دهی نهایی استفاده می‌شود (۲۷).

۲. ۵. ۹. ارزیابی ۳۶۰ درجه

روش ارزیابی ۳۶۰ درجه یک روش جامع‌تر ارزیابی عملکرد است که به عنوان روش ارزیابی جامع نیز شناخته می‌شود. ۳۶۰ درجه، همانطور که از نام آن پیداست، به ارزیابی همه جانبه عملکرد کارکنان اشاره دارد (۳۵). طبق تعریف، یک سیستم ارزیابی ۳۶۰ درجه، دیدگاه‌های مجموعه‌ای از ارزیابی‌کنندگان را که با پرسنل شرکت در تعامل هستند، در بر می‌گیرد. رهبران، همتایان و مشتریان همگی به عنوان بازبین عمل می‌کنند. علاوه بر این، این فرآیند درک کارمند از یک فرد را در بر می‌گیرد و به همین دلیل به عنوان یک سیستم ارزیابی چند منبع، چند رتبه‌بندی و کامل شناخته می‌شود. علاوه بر این، سیستم مدیریت عملکرد ۳۶۰ درجه به عنوان سیستمی در نظر گرفته می‌شود که به غلبه بر اثرات نامطلوب مرتبط با روش‌های ارزیابی سنتی، مانند نگرش‌های نژادپرستانه، درونی بودن و اختلافات بینایی کمک می‌کند. به عقیده برخی از نویسندگان، کارکنان روش‌های ارزیابی ۳۶۰ درجه را قابل اعتمادتر و معرف عملکرد خود می‌دانند (۱۸). بر اساس ارزیابی‌های چند منبع، یک مدیر به ارزیابی‌شونده بازخورد ارائه می‌کند، به آنها کمک می‌کند تا نقاط قوت یا کاستی‌های خود را درک کنند و پیشنهاداتی در مورد بهبود عملکرد ارائه می‌دهند. بررسی عملکرد ۳۶۰ درجه بازخورد عینی ارائه می‌کند و به شناسایی شکاف‌های ادراک کمک می‌کند (دیدگاه شرکت‌کنندگان از عملکرد خود در مقایسه با دیدگاه‌های دیگران). این بررسی همچنین فرصت‌هایی برای خودارزیابی فراهم می‌کند و امکان تأمل در خود را فراهم می‌کند (۳۶).

۲. ۵. ۱۰. ارزیابی ۷۲۰ درجه

اصطلاح "۷۲۰ درجه" به معنای یک دایره کامل و دیدگاه فراگیر ارزیابی است که در آن نه تنها کارکنان از بالا به پایین (سرپرست به کارمند) ارزیابی می‌شوند، بلکه شامل ارزیابی‌هایی از همتایان، زیردستان و خود کارمند نیز می‌گردد. هدف این رویکرد کل‌نگر به دست آوردن تصویری دقیق‌تر و جامع‌تر از عملکرد یک فرد، ترویج شفافیت، انصاف و توسعه شخصی در حوزه کاری و سازمانی می‌باشد (۳۷). ۷۲۰ درجه پرهزینه و وقت گیر است، با این حال برای کسب و کارهای اقتصادی جدید که بازخورد ثابتی ارائه می‌دهند تا اطمینان حاصل شود که کارکنان قبل از ارزیابی بعدی به اهداف خود می‌رسند، مناسب است. هدف کلی این سیستم ایجاد شفافیت و کاهش تعصب و تبعیض در محیط کار می‌باشد (۳۸).

۲. ۵. ۱۱. ماتریس عملکرد کارکنان (EPM)

از آنجا که این مدل یک مدل جامع است، تمام معیارهای بالقوه عملکرد یک کارمند در سازمان را در نظر می‌گیرد و موارد حذفی یا مناطقی را که در آن تمرکز بیشتری لازم است، شناسایی می‌کند. با استفاده از این مدل می‌توان اهداف استراتژیک سازمان را تعریف کرد و آن‌ها را به شیوه سلسله مراتبی و مشارکتی، به شاخص‌های عملکردی تبدیل کرد. با وجود سادگی، این مدل به دلیل غفلت از در نظر گرفتن برخی دیدگاه‌ها و پیوندهایی که در مدل‌های دیگر با صراحت بیشتری مورد توجه قرار می‌گیرند، مورد انتقاد قرار گرفته است (۳۸).

۲.۵. ۱۲. داده‌کاوی

روش‌های داده‌کاوی برای اکتشاف و تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌ها و به منظور کشف الگوها و قوانین معنادار توسعه داده شده‌اند. در واقع، چنین داده‌هایی از جمله داده‌های به ندرت استفاده شده توسط کارکنان و خلاصه کار می‌تواند منبع غنی برای کشف دانش و پشتیبانی تصمیم‌گیری باشد. بنابراین، داده‌کاوی مبتنی بر کشف است نه فرض محور. داده‌کاوی شامل تکنیک‌های مختلفی از جمله آمار، شبکه‌های عصبی، درخت تصمیم، الگوریتم ژنتیک است. هرچند داده‌کاوی در بسیاری از زمینه‌ها مانند بازاریابی، مالی، مراقبت‌های بهداشتی، مدیریت ارتباط با مشتری و غیره استفاده شده است اما به خوبی در مدیریت منابع انسانی استفاده نشده است (۳۵).

۲.۶. روش‌های ارزیابی عملکرد منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط

به طور کلی، مطالعه روش‌های ارزیابی عملکرد مورد استفاده در شرکت‌های کوچک و متوسط نشان می‌دهد که آنها به طور قابل توجهی با روش‌های مورد استفاده در شرکت‌های بزرگ متفاوت هستند، که این نشان می‌دهد شیوه‌های منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط با روش‌های موجود در شرکت‌های بزرگ تفاوت اساسی دارد. با توجه به این واقعیت که منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط به عهده مالک-مدیر است که ممکن است هیچ تخصص منابع انسانی نداشته باشد، بسیاری از این مدیران-مالک، سیستم ارزیابی عملکرد رسمی را زمان بر و پیچیده می‌دانند. بنابراین، رایج‌ترین روش‌های ارزیابی در شرکت‌های کوچک و متوسط، توصیف روایی عملکرد کارکنان و استفاده از مقیاس‌های رتبه‌بندی است. این سناریو با این واقعیت توضیح داده می‌شود که با کار کردن در کنار کارکنان، مدیران - مالک شرکت‌های کوچک و متوسط SME می‌توانند مستقیماً فعالیت‌های کارکنان را مشاهده کرده و اقدامات اصلاحی را تقریباً بلافاصله انجام دهند، بنابراین نشان می‌دهد که مدیریت عملکرد در شرکت‌های SME عمدتاً غیررسمی و یک فرآیند مستمر است. این فرایند غیررسمی نباید حاکی از منفی بودن عملکرد منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط باشد، بلکه باید به عنوان اعتباری برای این گزاره در نظر گرفته شود که شیوه‌های منابع انسانی را نمی‌توان به طور کلی برای همه سازمان‌های بزرگ یا کوچک با نتایج یکسان اعمال کرد (۴۰). با این حال مرور ادبیات تحقیق چند روش رایج دیگر برای ارزیابی عملکرد در SME‌ها را نشان می‌دهد. بازخورد ۳۶۰ درجه یکی از چهار روش رایج ارزیابی عملکرد مستند شده است که توسط SME‌ها استفاده می‌شود و شامل ورودی ارزیابی از بسیاری از سطوح درون سازمانی و همچنین از منابع خارجی است. برای شرکت‌های کوچک و متوسط، بازخورد ۳۶۰ درجه به اعتبارسنجی عینی بازخوردی که کارمند دریافت می‌کند کمک می‌کند، زیرا سرپرست شامل طیف وسیعی از دیدگاه‌ها است. علاوه بر این مدیریت بر اساس اهداف (MBO)، که بر پیوند بین عملکرد فردی و عملکرد بخش تاکید می‌کند، یکی از روش‌های ارزیابی عملکرد به کار گرفته شده توسط SME‌ها است. این روش این مفهوم را ارتقا می‌دهد که زیردستان باید نقش فعالی در فرآیند ارزیابی برای دستیابی به درجه ای از تعهد به دستیابی به اهداف ایفا کنند. برای موفقیت یک سیستم MBO باید چندین الزام برآورده شود. از جمله آنها این است که اهداف باید کمی و قابل اندازه‌گیری باشد؛ اهداف باید چالش برانگیز و در عین حال قابل دستیابی باشند؛ و اهداف نیز باید به صورت نوشتاری و به زبانی واضح، مختصر و بدون ابهام بیان شوند. با این حال، در یکسری مطالعات انجام شده در مورد سیستم MBO گزارش گردیده است که ارزیابی‌های مدیران شرکت‌ها حاوی تعداد زیادی از شاخص‌های ارزیابی کیفی است که فاقد عینیت هستند و بنابراین اندازه‌گیری آن دشوار است. بنابراین تحقیقات بیشتر در مورد اثربخشی ارزیابی عملکرد در SME‌ها با استفاده از این روش مورد نیاز است (۳۶).

۳. پیشینه پژوهش

خدایاری ابدی (۱۴۰۳) در تحقیقی به بررسی بهینه‌سازی مدیریت منابع انسانی از طریق یکپارچه‌سازی فناوری سیستم اطلاعات مدیریت و اصول مدیریت منابع انسانی پرداخت. پژوهش حاضر با ارائه یک پیشنهاد جدید درخصوص یک روش مقیاس‌پذیر مبتنی بر فناوری پیشرفته در مدیریت اطلاعات منابع انسانی به دنبال پر کردن این شکاف بوده است. نتایج حاکی از آن می‌باشد که رویکرد فناوری MIS پیشنهادی، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا داده‌های منابع انسانی را به طور یکپارچه ادغام، روندهای مهم را تجزیه و تحلیل، نیازهای نیروی کار آینده را بر اساس اطلاعات دقیق پیش‌بینی نماید و بهینه‌ترین استراتژی‌های توسعه نیروی کار را در راستای چشم‌انداز و مأموریت سازمان شناسایی کنند. اهمیت این تحقیق فراتر از افزایش عملکرد منابع انسانی بوده است و بینش جدیدی را در مورد مدیریت کلی منابع انسانی می‌دهد (۴۱).

میررضایی و مشبکی اصفهانی (۱۴۰۳)، در تحقیقی به بررسی تاثیر سیستم مدیریت منابع انسانی با کارایی بالا بر عملکرد شرکت (عملکرد بازار و عملیاتی) با نقش میانجی ارزیابی و نگهداشت پرسنل پرداختند. جامعه آماری این پژوهش متشکل از شرکت پخش سراسری بازار گستر پگاه می‌باشد. تحلیل داده‌ها با روش مدل‌یابی معادلات ساختاری از طریق نرم افزار Smart PLS 4 انجام شده بود. نتایج تحقیق نشان داده بود که سیستم مدیریت منابع انسانی با کارایی بالا به صورت مستقیم و غیرمستقیم (اثر میانجی ارزیابی و نگهداشت پرسنل) بر عملکرد شرکت تاثیر می‌گذارد. در بررسی ضرایب مسیر یافته‌ها بیانگر تاثیر مثبت و معنادار سیستم مدیریت منابع انسانی با کارایی بالا بر عملکرد شرکت، ارزیابی پرسنل و نگهداشت پرسنل بوده است. همچنین یافته‌ها نشان‌دهنده نقش میانجی‌گر ارزیابی پرسنل و نگهداشت پرسنل در تاثیر سیستم مدیریت منابع انسانی با کارایی بالا بر عملکرد شرکت بوده است. علاوه بر این نتایج نشان داد که ارزیابی و نگهداشت پرسنل بر عملکرد شرکت به میزان تاثیر می‌گذازند (۴۲).

پناهی‌زاده (۱۴۰۳) در تحقیقی به بررسی نقش توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی بر پیشرفت سازمانی پرداخت. این تحقیق، یک تحقیق کاربردی و از لحاظ روش جزء تحقیقات توصیفی از نوع همبستگی و از لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها یک تحقیق میدانی بود. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارکنان شهرداری همدان بودند که در سال ۱۴۰۲ مشغول به فعالیت در آن سازمان بودند. در این پژوهش برای سنجش توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی از پرسشنامه ۲۸ سوالی باسی و مک مور (۲۰۰۷) و پیشرفت سازمانی از پرسشنامه ۲۵ سوالی لوک و کروفورد (۲۰۰۰) استفاده شد. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی پیرسون و رگرسیون چندمتغیری نشان داد که توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی بر پیشرفت سازمانی در شهرداری همدان تاثیر داشت و توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی منجر به ارتقای پیشرفت در سازمان می‌شود (۴۳).

علی و کلاچ^۱ (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی قابلیت‌های هوش مصنوعی در استخدام منابع انسانی پرداختند. در این تحقیق حدود ۶۳۵ مقاله گردآوری شد که در مجموع ۳۵ مقاله را مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق مبتنی بر روش کتابخانه‌ای و فیش‌برداری بوده است. نتایج این تحقیق منجر به شناسایی معایب، مزایا و قابلیت‌های هوش مصنوعی در مدیریت منابع انسانی شده بود. همچنین نتایج منجر به شناسایی ۱۲ مورد مزایا، ۲۶ مورد رفع معایب سیستم مدیریت منابع انسانی و ۱۹ مورد از قابلیت‌های هوش مصنوعی در کاربرد مدیریت منابع انسانی شده بود (۴۴).

شفیعی و همکاران^۲ (۲۰۲۴) در تحقیقی به بررسی تجزیه و تحلیل منابع انسانی مبتنی بر خوشه‌بندی برای پیش‌بینی جابجایی کارکنان با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی بهینه شده پرداختند. این مطالعه منجر به توسعه یک چارچوب پیشرفته از پیش‌بینی جابجایی کارمندان شده است که به طور موثر

^۱ -Ali & Kallach

^۲ -Shafie et al

ترکیبی از نقاط قوت خوشه‌بندی با شبکه‌های عصبی مصنوعی پیشرفته است این روش‌شناسی نوآورانه نه تنها دقت قابل توجهی را با بهینه‌سازی نشان می‌دهد بلکه منجر به ارائه یک مدل هوشمند توصیه‌گر شده است. در این تحقیق از روش‌های تجسم t-SNE و معیارهای ارزیابی Silhouette Score و Davies-Bouldin استفاده شده بود. یافته‌های این تحقیق منجر به بررسی ارتباط بین خوشه‌ها، عوامل موثر بر میزان گردش مالی کارکنان، تعداد پروژه‌های واگذار شده و یا تصمیم آنها برای ترک پروژه‌ها شده بود. همچنین نتایج نشان داده بود که برای ارزیابی مهارت‌ها، ارزش‌ها و ویژگی‌های کارمند با خواسته‌ها همسو بودند و این رویکرد نه تنها به پیش‌بینی گردش مالی کمک می‌کند، بلکه بینش‌هایی را برای بهینه‌سازی تناسب شغلی کارمندان ارائه می‌دهد (۴۵).

لیو^۱ (۲۰۲۳) در تحقیقی به بررسی و طراحی کاربرد سیستم مدیریت منابع انسانی مبتنی بر تکنولوژی داده‌کاوی پرداخت. در این تحقیق ابتدا از طریق روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد کارکنان در یک سیستم مدیریت منابع انسانی شناسایی شدند. سپس با استفاده از روش‌های زنجیره مارکوف و درخت تصمیم (ID3) اقدام به طراحی و ارزیابی سیستم مدیریت منابع انسانی مبتنی بر داده‌کاوی کردند. نتایج این بررسی نشان داده بود روش ارزیابی مبتنی بر درخت تصمیم (ID3) با کارایی ۹۵٪ توانسته بود بیشترین دقت را در پیش‌بینی و ارزیابی سیستم مدیریت منابع انسانی کارکنان داشته باشد (۴۶).

جافار و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در تحقیقی به بررسی و پیش‌بینی مدیریت منابع انسانی با استفاده از تکنیک‌های طبقه‌بندی داده‌کاوی پرداختند. در این تحقیق شاخص‌هایی از جمله سطح رضایت، تعداد پروژه‌ها، میانگین ساعت در ماه، میزان حقوق و ترک پروژه‌ها استفاده کرده بودند. همچنین در تحقیق از چهار روش طبقه‌بندی داده‌کاوی از جمله، J48، نایویز، بیزنت، One R و رگرسیون لجستیک به کار برده شده بود. نتایج این تحقیق به طبقه‌بندی بهینه کارکنان با توجه به شاخص‌های تعریف شده منجر شد؛ به طوری که روش طبقه‌بندی J48 دارای بهترین عملکرد (۹۸/۳۹٪) نسبت به دیگر روش‌های طبقه‌بندی مورد استفاده بود (۴۷).

۴. داده‌کاوی

داده‌کاوی به بررسی و تجزیه و تحلیل مقادیر عظیمی از داده‌ها به منظور کشف الگوها و قوانین پنهان و معنی‌دار در درون داده‌ها اطلاق می‌شود و معمولاً با ساختن مدل‌ها مرتبط است. یک مدل اساساً به الگوریتم یا مجموعه‌ای از قوانینی گفته می‌شود که مجموعه‌ای از ورودی‌ها را با هدفی مرتبط می‌نماید (۴۸). در این پژوهش با استفاده از داده‌های کارکنانی به دست آمده از بانک اطلاعاتی نیروی انسانی شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط تولیدکننده کاشی و سرامیک در شهر یزد، الگوریتم‌های مختلف داده‌کاوی به صورت عملی تحت زبان برنامه‌نویسی پایتون مورد ارزیابی قرار گرفته و بهترین الگوریتم جهت پیش‌بینی ارزیابی عملکرد کارکنان مورد استفاده قرار می‌گیرد. سه الگوریتم به شرح ذیل در این پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است:

۱- الگوریتم درخت تصمیم^۳؛

۲- الگوریتم نزدیکترین همسایگان^۴ (K-NN)؛

۳- الگوریتم نایو بیز^۵.

^۱ -Liu

^۲ -Jaffar et al

^۳ - Decision tree

^۴ - k-nearest neighbors

^۵ - Naive Bayes

۴. ۱. الگوریتم درخت تصمیم

ساختار درخت تصمیم در یادگیری ماشین، یک مدل پیش‌بینی‌کننده است که حقایق مشاهده‌شده در مورد یک پدیده را به استنتاج‌هایی در مورد مقدار هدف آن پدیده نقش می‌کند. تکنیک یادگیری ماشین برای استنتاج یک درخت تصمیم از داده‌ها، یادگیری درخت تصمیم نامیده می‌شود که یکی از رایج‌ترین روش‌های داده‌کاوی است. هر گره داخلی متناظر یک متغیر و هر گره برگ به یک فرزند، نمایانگر یک مقدار ممکن برای آن متغیر است. یک گره برگ، با داشتن مقادیر متغیرها که با مسیری از ریشه درخت تا آن گره برگ بازنمایی می‌شود، مقدار پیش‌بینی‌شده متغیر هدف را نشان می‌دهد. یک درخت تصمیم ساختاری را نشان می‌دهد که برگ‌ها نشان‌دهنده دسته‌بندی و شاخه‌ها ترکیبات فصلی صفاتی که منتج به این دسته‌بندی‌ها را بازنمایی می‌کنند. یادگیری یک درخت می‌تواند با تفکیک کردن یک مجموعه‌ی منبع به زیرمجموعه‌هایی بر اساس یک تست مقدار صفت انجام شود. این فرآیند به شکل بازگشتی در هر زیرمجموعه‌ی حاصل از تفکیک تکرار می‌شود. عمل بازگشت زمانی کامل می‌شود که تفکیک بیشتر سودمند نباشد یا بتوان یک دسته‌بندی را به همه‌ی نمونه‌های موجود در زیرمجموعه‌ی به‌دست آمده اعمال کرد. درختان تصمیم قادر به تولید توصیفات قابل درک برای انسان، از روابط موجود در یک مجموعه‌ی داده‌ای هستند و می‌توانند برای وظایف دسته‌بندی و پیش‌بینی به کار روند. این تکنیک به شکل گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف همچون تشخیص بیماری دسته‌بندی گیاهان و استراتژی‌های بازاریابی مشتری به کار رفته است. این ساختار تصمیم‌گیری می‌تواند به شکل تکنیک‌های ریاضی و محاسباتی که به توصیف، دسته‌بندی و عام‌سازی یک مجموعه از داده‌ها کمک می‌کنند نیز معرفی شوند. داده‌ها در رکوردهایی به شکل $(X, Y) = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_k, Y)$ داده می‌شوند. با استفاده از متغیرهای $X_1, X_2, \dots, X_k$ سعی در درک، دسته‌بندی یا عام‌سازی متغیر وابسته Y داریم.

انواع صفات در درخت تصمیم به دو نوع صفات دسته‌ای و صفات حقیقی بوده که صفات دسته‌ای، صفاتی هستند که دو یا چند مقدار گسسته می‌پذیرند (صفات سمبلیک) درحالی‌که صفات حقیقی مقادیر خود را از مجموعه اعداد حقیقی می‌گیرند.

اهداف اصلی درخت‌های تصمیم‌گیری دسته‌بندی‌کننده عبارتند از:

۱) داده‌های ورودی را تا حد ممکن درست دسته‌بندی کنند.

۲) دانش یادگیری شده از داده‌های آموزشی را به گونه‌ای عام‌سازی کنند که داده‌های دیده نشده را با بالاترین دقت ممکن دسته‌بندی کنند.

۳) در صورت اضافه شدن داده‌های آموزشی جدید، بتوان به راحتی درخت تصمیم‌گیری را گسترش داد (دارای خاصیت افزایشی باشند).

۴) ساختار درخت حاصل به ساده‌ترین شکل ممکن باشد.

جذابیت درختان تصمیم شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) نواحی تصمیم پیچیده‌ی سراسری (خصوصاً در فضاها با ابعاد زیاد) می‌توانند با اجتماع نواحی تصمیم محلی ساده‌تر در سطوح مختلف درخت تقریب زده شوند.

۲) برخلاف دسته‌بندی‌کننده‌های تک‌مرحله‌ای رایج که هر نمونه‌ی داده‌ای روی تمام دسته‌ها امتحان می‌شود، در یک دسته‌بندی‌کننده‌ی درخت، یک نمونه فقط روی زیرمجموعه‌های خاصی از دسته‌ها امتحان شده و محاسبات غیر لازم حذف می‌شود.

۳) در دسته‌بندی‌کننده‌های تک‌مرحله‌ای، فقط از زیرمجموعه‌ای از صفات، برای تفکیک بین دسته‌ها استفاده می‌شود که معمولاً با یک معیار بهینه سراسری انتخاب می‌شوند. در دسته‌بندی‌کننده درخت، انعطاف‌پذیری انتخاب زیرمجموعه‌های مختلفی از صفات در گره‌های داخلی

مختلف درخت وجود دارد؛ به شکلی که زیرمجموعه انتخاب‌شده به شکل بهینه بین دسته‌های این گره را تفکیک می‌کند. این انعطاف‌پذیری ممکن است بهبودی در کارایی را نسبت به دسته‌بندی کننده‌های تک‌مرحله‌ای ایجاد کند.

۴) در تحلیل چندگونگی با تعداد صفات و دسته‌های زیاد، معمولاً نیاز به تخمین توزیع‌های ابعاد زیاد یا پارامترهای خاصی از توزیع‌های دسته همانند احتمالات اولیه از یک مجموعه داده‌های آموزشی کوچک است. در این حالت مشکل ابعاد بالا وجود دارد که امکان دارد در درخت دسته‌بندی کننده، با بکار بردن تعداد کمتری از صفات در هر گره داخلی بدون افت شدید کارایی، این مسئله حل شود (۴۹).

۴.۲. الگوریتم ک-نزدیک‌ترین همسایگان (K-NN)

یک روش آمار ناپارامتری است که برای طبقه‌بندی آماری و رگرسیون استفاده می‌شود. در هر دو حالت، K شامل نزدیک‌ترین نمونه آموزشی در فضای داده‌ای می‌باشد و خروجی آن بسته به نوع مورد استفاده در طبقه‌بندی و رگرسیون متغیر است. در حالت طبقه‌بندی با توجه به مقدار مشخص شده برای k ، به محاسبه فاصله نقطه‌ای که می‌خواهیم برچسب آن را مشخص کنیم با نزدیک‌ترین نقاط می‌پردازد و با توجه به تعداد رای حداکثری این نقاط همسایه، در رابطه با برچسب نقطه مورد نظر تصمیم‌گیری می‌کنیم. برای محاسبه این فاصله می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد که یکی از مطرح‌ترین این روش‌ها، فاصله اقلیدسی است. در حالت رگرسیون نیز میانگین مقادیر به دست آمده از k خروجی آن می‌باشد. از آنجا که محاسبات این الگوریتم بر اساس فاصله است نرمال‌سازی داده‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد آن کمک کند (۵۰). نحوه عملکرد روش K -NN به شرح زیر است:

فرض کنید زوج مرتب‌های $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$ از $\{1, 2\} \times Rd$ مقدار می‌گیرد. Y نشان‌دهنده کلاس X است. در نتیجه خواهیم داشت $X|Y = r \sim Pr$ که Pr توزیع احتمال است.

با داشتن تعدادی اندازه $\| \cdot \|$ (norm) در Rd و نقطه x ، زوج مرتب‌های $(X(1), Y(1)), (X(2), Y(2)), \dots, (X(n), Y(n))$ را که ترتیب دیگری از داده‌های اولیه هستند با شرط $\|X(1)\| \leq x, \dots, \|X(n)\| \leq x$ تعریف می‌شود.

در فاز طبقه‌بندی، k یک ثابت توسط کاربر تعریف می‌شود و بردار بدون برچسب (نقطه تست) از دسته‌ای است که بیشترین تعداد را در k نزدیک‌ترین همسایه آن نقطه داشته باشد. به این ترتیب برچسب نقطه تست نیز مشخص می‌شود.

اگر الگوریتم K -NN را با استفاده از الگوریتم‌های تخصصی مانند تجزیه و تحلیل اجزای همسایه یا حاشیه بزرگ نزدیک‌ترین همسایه پیاده‌سازی کرد، می‌توان دقت اندازه‌گیری را به شدت بهبود داد.

مراحل الگوریتم K -NN به شرح زیر است:

- داده‌ها را بارگیری کنید.
- K به عنوان تعداد نزدیک‌ترین همسایگان انتخاب کنید.
- برای هر یک از داده‌های اولیه:
- فاصله بین داده مورد سؤال و هر یک از داده‌های اولیه را محاسبه کنید.
- فاصله و اندیس نمونه را به یک مجموعه اضافه کنید.
- مجموعه را بر اساس فاصله از کوچک به بزرگ مرتب کنید.
- نقاط K عضو اول مجموعه مرتب شده را انتخاب کنید.

بسته به حالت یا حالت طبقه‌بندی، خروجی را اعلام کنید (۵۰).

۴.۳. الگوریتم نایو بیز

در یادگیری ماشین معمولاً در فضای فرضیه (h) به دنبال بهترین فرضیه‌ای هستیم که در مورد داده‌های آموزشی (D) صدق کند. یک راه تعیین بهترین فرضیه، این است که به دنبال محتمل‌ترین فرضیه‌ای باشیم که با داشتن داده‌های آموزشی (D) و احتمال قبلی در مورد فرضیه‌های مختلف می‌توان انتظار داشت تئوری بیز چنین راه‌حلی را ارائه می‌دهد. این روش راه‌حل مستقیمی است که نیازی به جستجو ندارد. سنگ بنای یادگیری بیزی را تئوری بیز تشکیل می‌دهد. این تئوری امکان محاسبه احتمال ثانویه را بر مبنای احتمالات اولیه می‌دهد:

$$P(h|D) = \frac{P(h) P(D|h)}{P(D)}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش $P(D)$ مقدار $P(h|D)$ کاهش می‌یابد؛ زیرا هر چه احتمال مشاهده مستقل از (D) بیشتر باشد به این معنا خواهد بود که (h) شواهدی کمتری در حمایت از (h) در بر دارد.

$P(h)$: احتمال پیشین که فرضیه (h) قبل از مشاهده داده آموزشی (D) داشته است. اگر چنین احتمالی موجود نباشد می‌توان به تمامی فرضیه‌ها احتمال یکسانی نسبت داد.

$P(D)$: احتمال مشاهده داده آموزشی (D).

$P(D|h)$: درست‌نمایی یا احتمال مشاهده داده آموزشی (D) به فرض آنکه فرضیه (h) صادق باشد.

$P(h|D)$: احتمال پسین یا احتمال فرضیه (h) به شرط مشاهده داده آموزشی (D) (۴۹).

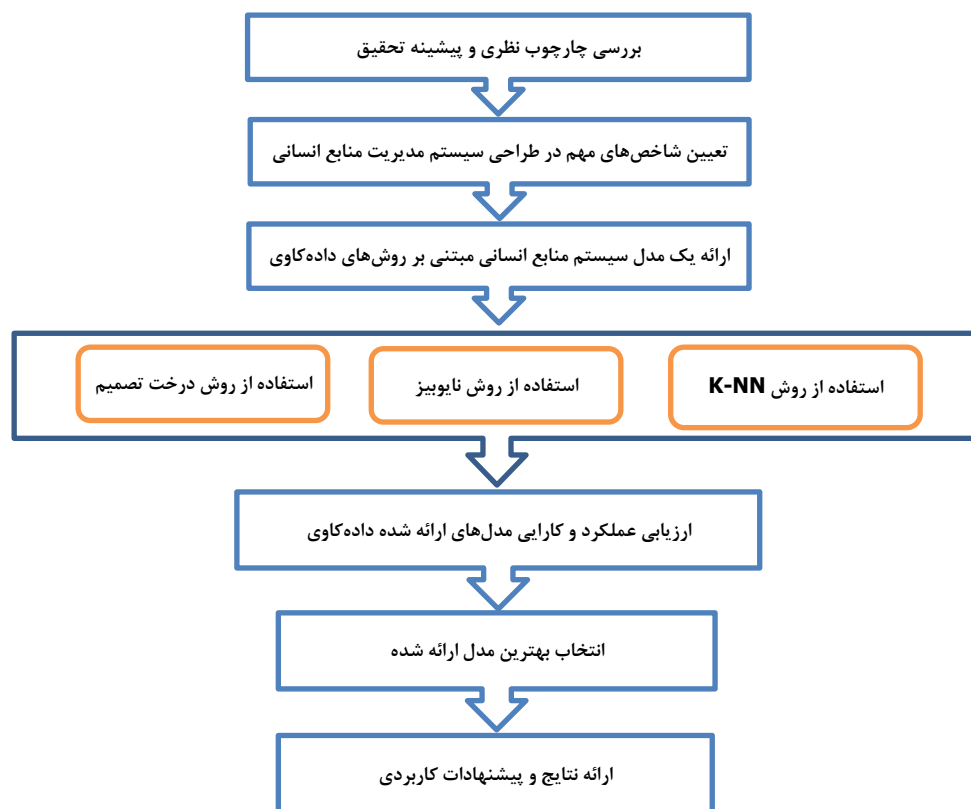
۵. روش تحقیق و چارچوب پژوهش

این تحقیق از نظر هدف، بنیادی بوده و نتایج مورد انتظار آن را می‌توان در فرآیند ارتقای دانش به خدمت گرفت. به جهت اینکه در پی یافتن پاسخ برای یک مشکل عملی در دنیای واقعی است، کاربردی می‌باشد. هدف اساسی پژوهش‌های بنیادی تبیین روابط بین پدیده‌ها، آزمون نظریه‌ها و افزودن به دانش موجود در یک زمینه خاص است و همچنین، تحقیق کاربردی در جستجوی دستیابی به یک هدف عملی است و تأکید آن بر مطلوب بودن فعالیت است. با انجام تحقیقات کاربردی، اصول و قواعدی به دست می‌آید که در موقعیت‌های واقعی و عملی به کار بسته می‌شوند و به بهبود محصول و کارایی روش‌های اجرایی کمک می‌کنند.

این پژوهش دارای رویکردی قیاسی-استقرایی بوده و به جای تأیید یا رد فرضیه‌ها، سؤالات پژوهش مطرح و پاسخ داده می‌شوند. از طرف دیگر چون پژوهش کمی پس از خاتمه پژوهش کیفی طراحی و اجرا می‌شود، پژوهش حاضر ترکیبی می‌باشد. روش‌های گردآوری اطلاعات در این پژوهش را می‌توان به دو دسته کتابخانه‌ای و میدانی تقسیم کرد. در خصوص جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش، از روش کتابخانه‌ای و در زمینه جمع‌آوری اطلاعات برای پاسخ به سؤالات تحقیق، از روش میدانی استفاده شده است. همچنین در مرحله کمی از استراتژی پیمایشی استفاده خواهد شد. پژوهش حاضر همچنین اکتشافی می‌باشد، چراکه درباره وضعیت سیستم‌های مدیریت منابع انسانی شرکت‌های کاشی و سرامیک (به عنوان شرکت‌های کوچک و متوسط) به دنبال کشف و ارائه یک مدل کاربردی در مورد این مفهوم و همچنین به کارگیری روش‌های هوشمند و دسته‌بندی روش‌های داده‌کاوی می‌باشد. در روش گردآوری اطلاعات به صورت میدانی، از لیست‌ها و اطلاعات مدیریت منابع انسانی شرکت‌ها استفاده و در روش گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای، از فیش‌برداری بهره‌گیری خواهد شد. جامعه آماری این پژوهش شامل بانک اطلاعاتی نیروی انسانی

(طراحی و پیاده‌سازی سیستم منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط (SMEs) با رویکرد داده‌کاوی.)

واحدهای تولیدی صنعت کاشی و سرامیک استان یزد با تمرکز بر شرکت‌های کوچک و متوسط می‌باشد. مراحل انجام پژوهش مطابق شکل (۱) می‌باشد.



شکل (۱): مراحل انجام تحقیق

۶. یافته‌های پژوهش و تحلیل آنها

در این تحقیق با توجه به عنوان موضوع و بررسی‌های انجام شده از چارچوب نظری و پیشینه تحقیق (داخلی و خارجی)، ابعاد و شاخص‌های مهم در طراحی سیستم مدیریت منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط مطابق جدول ۱ شناسایی شدند.

جدول (۱): شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان

شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان	منبع
سطح تحصیلات	خدایاری ابلی (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)
توسعه حرفه‌ای شامل تخصص، آموزش و یادگیری	علی و کلاچ (۲۰۲۴)، شفیعی و همکاران (۲۰۲۴)
تعهد و اخلاق حرفه‌ای	جافار و همکاران (۲۰۱۹)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)
نوآوری و خلاقیت	خدایاری ابلی (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی (۱۴۰۳)، علی و کلاچ (۲۰۲۴)
انضباط و بهداشت حرفه‌ای	پناهی‌زاده (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)
اهتمام، اراده و پشتکار	خدایاری ابلی (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)
حل مسائل با دقت	جافار و همکاران (۲۰۱۹)، شفیعی و همکاران (۲۰۲۴)
تعامل، تابعیت و فرمان‌پذیری	خدایاری ابلی (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)
توانایی کار تیمی	لیو (۲۰۲۳) و جافار و همکاران (۲۰۱۹)
رضایت شغلی	خدایاری ابلی (۱۴۰۳)، میررضایی و مشکی اصفهانی (۱۴۰۳)، لیو (۲۰۲۳)

با توجه به شاخص‌های تعریف شده مطابق جدول (۱)، اطلاعات و داده‌ها از بانک‌های اطلاعاتی شرکت‌های کوچک و متوسط تولیدکننده کاشی و سرامیک واقع در استان یزد جمع‌آوری شد و جهت پیاده‌سازی الگوریتم‌های داده‌کاوی کدگذاری و امتیازبندی واقع شد.

پیاده‌سازی و پردازش داده‌ها جهت ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت منابع انسانی با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون صورت گرفته است. این الگوریتم‌ها بر روی یک دستگاه رایانه با پردازنده پنج هسته‌ای، فرکانس ۱٫۴ گیگاهرتز و حافظه ۴ گیگابایتی پیاده‌سازی شده است. برای پیاده‌سازی داده‌ها در پایتون، داده‌های موجود پس از کدگذاری و استانداردسازی وارد فایل اکسل شده و به عنوان داده اصلی وارد محیط توسعه دهنده زبان برنامه‌نویسی تحت عنوان گوگل کلب^۱ مورد استفاده قرار گرفته است. در ابتدای پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین «ارزیابی عملکرد» به عنوان متغیر هدف^۲ در نظر گرفته شده است. برای یادگیری ماشین نیز ۷۰ درصد از داده‌های موجود به عنوان داده‌های آموزش^۳ و ۳۰ درصد به عنوان داده‌های آزمایش^۴ انتخاب شده است.

الگوریتم درخت تصمیم در مجموع بر روی ۲۰۰ رکورد (کارکنان) مورد ارزیابی و اجرا قرار گرفته شد. پارامترهایی از قبیل، کارایی الگوریتم^۵، دقت تکرار^۶، صحت عملکرد^۱ و اندازه‌گیری معیار F^2 توسط کدهای الگوریتم درخت تصمیم در محیط زبان برنامه‌نویسی محاسبه شده است که خروجی آن مطابق جدول (۲) می‌باشد.

^۱ -Google Colab

^۲ -Target

^۳ -Train

^۴ -Test

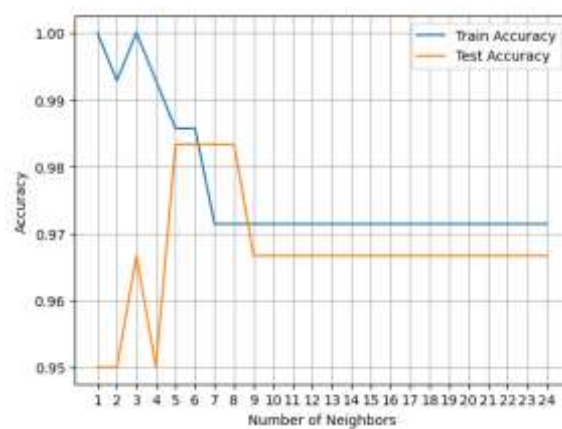
^۵ -Algorithm Accuracy

^۶ - Recall

جدول (۲): نتایج الگوریتم درخت تصمیم

الگوریتم داده‌کاوی	کارایی الگوریتم	دقت تکرار	صحت عملکرد	اندازه‌گیری معیار-F
درخت تصمیم	۰/۹	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۹۵

الگوریتم دیگری که در این پژوهش مورد استفاده واقع شده است، الگوریتم نزدیکترین همسایه K-NN می‌باشد. این الگوریتم به ازای مقادیر K دارای عملکردهای مختلفی می‌باشد. لذا بایستی در ابتدا مقدار K بهینه برای اجرای الگوریتم فوق محاسبه شود. در این راستا الگوریتم K-NN را به مقادیر K از ۱ الی ۲۵ در زبان برنامه‌نویسی پایتون مورد محاسبه و تکرار قرار داده می‌شود. نتایج بدست آمده مطابق شکل (۲) می‌باشد.



شکل (۲): مقدار K بهینه جهت اجرای الگوریتم K-NN

با توجه به نتایج بدست آمده از شکل (۲)، مقدار K بهینه جهت اجرای الگوریتم K-NN می‌تواند مقادیر ۵ و ۶ باشد. در همین راستا جهت اجرای الگوریتم K-NN در محیط برنامه‌نویسی پایتون مقدار K برابر ۵ انتخاب و نتایج بدست آمده الگوریتم K-NN مطابق جدول (۳) می‌باشد.

جدول (۳): نتایج الگوریتم K-NN

الگوریتم داده‌کاوی	کارایی الگوریتم	دقت تکرار	صحت عملکرد	اندازه‌گیری معیار-F
نزدیکترین همسایه	۰/۹۸۳	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۹۹

الگوریتم نایو بیز به عنوان آخرین الگوریتم دسته‌بندی مورد استفاده در این پژوهش می‌باشد که توسط زبان برنامه‌نویسی پایتون مورد محاسبه قرار گرفته شد. نتایج این الگوریتم به همراه پارامترهای مورد محاسبه شده در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): نتایج الگوریتم نایو بیز

الگوریتم داده‌کاوی	کارایی الگوریتم	دقت تکرار	صحت عملکرد	اندازه‌گیری معیار-F
نایو بیز	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۸۹

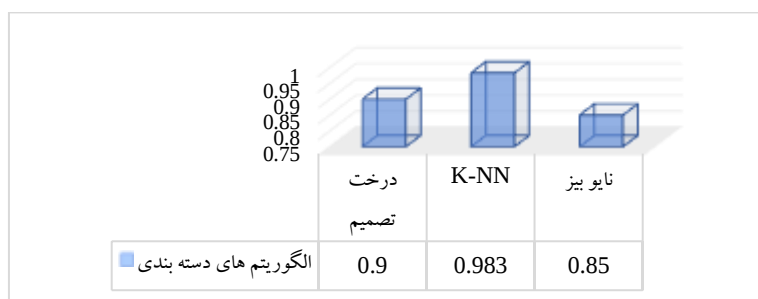
¹ - Precision

² - F-measure

۷. انتخاب الگوریتم برتر جهت ارزیابی سیستم عملکرد منابع انسانی

۷.۱. دقت اندازه‌گیری الگوریتم

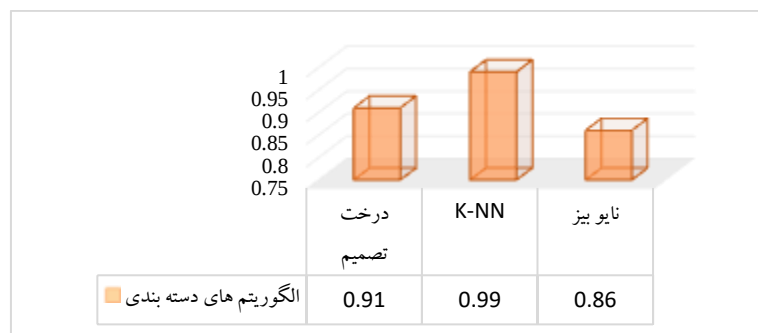
مهمترین معیار برای تعیین کارایی یک الگوریتم دقت طبقه‌بندی است که این معیار دقت کل یک طبقه‌بندی را محاسبه می‌کند. در واقع این معیار مشهورترین و عمومی‌ترین معیار محاسبه کارایی الگوریتم‌های طبقه‌بندی است که نشان می‌دهد، طبقه‌بندی طراحی شده چند درصد از کل مجموعه رکوردهای آزمایشی را به درستی طبقه‌بندی کرده است. همان طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، الگوریتم K-NN با میزان ۹۸/۳ درصد بالاترین و الگوریتم نایو بیز با کارایی ۸۵ درصد، کمترین میزان دقت طبقه‌بندی را در بین الگوریتم‌ها داراست.



شکل (۳): میزان دقت طبقه‌بندی الگوریتم‌های دسته‌بندی

۷.۲. دقت تکرار الگوریتم

دقت در تکرار الگوریتم به این معنی است که در اندازه‌گیری‌های متوالی از یک مقدار، چقدر مقادیر اندازه‌گیری شده به همدیگر نزدیک هستند.

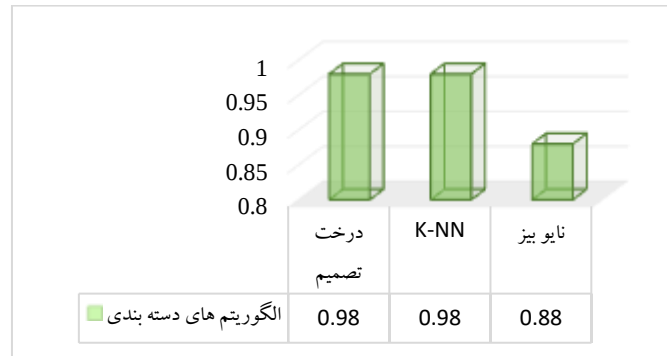


شکل (۴): میزان دقت تکرار الگوریتم‌های دسته‌بندی

طبق شکل (۴) مشاهده می‌شود که الگوریتم K-NN با میزان دقت تکرار ۹۹ درصد بالاترین و الگوریتم نایو بیز با دقت تکرار ۸۶ درصد کمترین میزان دقت تکرار الگوریتم را در بین الگوریتم‌ها داراست.

۳.۷. صحت الگوریتم

صحت الگوریتم به معنی نسبت مقداری موارد صحیح طبقه‌بندی شده توسط الگوریتم از یک کلاس به تعداد موارد حاضر در کلاس مذکور است که یکی از ویژگی‌های مهم در بررسی الگوریتم‌هاست.

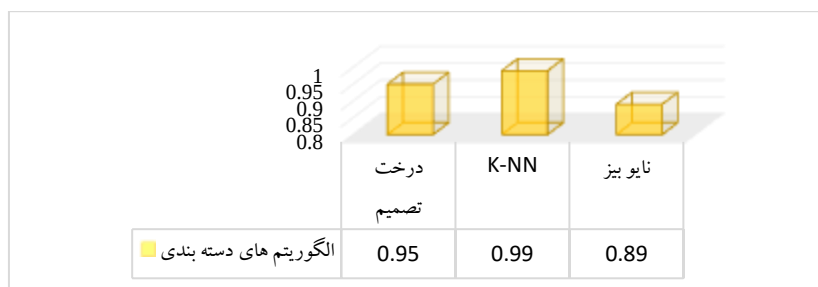


شکل (۵): میزان صحت عملکرد الگوریتم‌های دسته‌بندی

طبق شکل (۵) مشاهده می‌شود که الگوریتم K-NN و درخت تصمیم با میزان صحت عملکرد ۹۸ درصد بالاترین و الگوریتم نایو بیز با صحت عملکرد ۸۸ درصد کمترین میزان صحت عملکرد الگوریتم‌ها را در بین الگوریتم‌ها داراست.

۴.۷. معیار F

معیار F پارامتر مناسبی برای ارزیابی کیفیت کلاس‌بندی است و همچنین توصیف کننده میانگین وزن دار مابین دو کمیت دقت تکرار و صحت عملکرد است. برای یک الگوریتم کلاس‌بندی کننده در شرایط ایده‌آل، مقدار این کمیت برابر با ۱ می‌باشد و در بدترین وضعیت برابر با صفر است.



شکل (۶): میزان معیار F الگوریتم‌های دسته‌بندی

طبق شکل (۶) مشاهده می‌شود که الگوریتم K-NN با میزان معیار F ۹۹ درصد بالاترین و الگوریتم نایو بیز با معیار F ۸۹ درصد کمترین میزان معیار F الگوریتم‌ها را در بین الگوریتم‌ها داراست.

۸. نتیجه‌گیری

همان‌طور که در مراحل مختلف این پژوهش اشاره شد، تکنیک‌های داده‌کاوی یکی از روش‌های بسیار مؤثر و دقیق برای تحلیل و بررسی مسائل گوناگون به‌شمار می‌روند. این تکنیک‌ها قادرند دانش‌های ارزشمندی را از داده‌های متنوع استخراج کنند. همان‌گونه که پیش‌تر نیز بیان شد، میزان

شایستگی کارکنان جدید با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین و به کمک پنج الگوریتم مشخص، یکی از اطلاعات پنهان موجود در داده‌ها است که از طریق تکنیک‌های داده‌کاوی قابل دستیابی است. این روش می‌تواند برای صنعت کاشی و سرامیک، به‌ویژه واحدهای کوچک و متوسط، کاربرد داشته باشد. پیش‌پردازش، استانداردسازی و نرمال‌سازی داده‌ها از مهم‌ترین مراحل تحلیل داده‌ها محسوب می‌شوند که می‌توانند تأثیر بسزایی در دقت الگوریتم‌ها داشته باشند. انتصاب افراد شایسته‌تر در شرایط برابر، نه تنها موجب رشد و تعالی سازمان می‌شود، بلکه سازمان را به قله‌های بالاتری از موفقیت سوق می‌دهد. پژوهش صورت گرفته نشان می‌دهد طبق داده‌های به دست آمده الگوریتم نزدیکترین همسایه (K-NN) با بالاترین میزان دقت طبقه‌بندی به میزان ۰/۹۸۳، بالاترین میزان دقت تکرار به میزان ۰/۹۹، بالاترین میزان صحت عملکرد به میزان ۰/۹۸ و بهترین مقدار معیار F به میزان ۰/۹۹ بهترین الگوریتم برای تحلیل میزان شایستگی و ارزیابی عملکرد کلیه کارکنان جدید و فعلی بر مبنای مفروضات و شاخص‌های تعیین شده در این تحقیق است. الگوریتم نایبیز نیز با کمترین میزان مقادیر دقت طبقه‌بندی، دقت تکرار، صحت عملکرد و معیار F نامناسب‌ترین الگوریتم برای میزان شایستگی و ارزیابی عملکرد کارکنان جدید و تعیین سمت پیشنهادی آنها شناخته شده است.

۹. پیشنهادات کاربردی و تحقیقات آتی

در پایان این پژوهش پیشنهاد می‌شود با توجه به وجود خطاهای انسانی و گاهی عوامل غیرسیستمی (غیرضابطه‌ای) که ناشی از سلايق و علايق افراد تأثیرگذار در سازماندهی کارکنان است، و همچنین با توجه به نتایج مطلوبی که از استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی به دست آمده و ابزارهای مناسب موجود در این زمینه مانند (پایتون، اورنج، R ...)، مدیران و مسئولان منابع انسانی در شرکت‌های کوچک و متوسط تولیدی، به جای تکیه بر روش‌های سنتی، از ابزارها و الگوریتم‌های داده‌کاوی استفاده کنند. این رویکرد نه تنها زمان را کاهش می‌دهد، بلکه امکان سازماندهی بهینه‌تر را فراهم کرده و ضابطه‌مندی را جایگزین روابط شخصی می‌کند، که در نهایت به ارتقای سازمان منجر خواهد شد.

پیشنهاد می‌شود در سایر حوزه‌های مرتبط با مدیریت منابع انسانی صنعت کاشی و سرامیک، مانند استعدادیابی، ارتقاء شغلی، تحصیلات، و گزینش نیروهای جدید، تحقیقاتی انجام شود و با به کارگیری الگوریتم‌های داده‌کاوی، بهترین و بهینه‌ترین روش‌ها در این حوزه‌ها شناسایی گردد. همچنین، با آموزش کارکنان در زمینه‌های مرتبط با این علوم جدید، می‌توان از فناوری‌های نوین بهره‌برداری مناسبی کرد. به عنوان مثال، در حوزه گزینش نیرو، با استفاده از بانک اطلاعاتی سوابق جذب کارکنان و تحلیل ویژگی‌های مؤثر بر آن، می‌توان از طریق داده‌کاوی تشخیص داد که آیا فرد مورد نظر برای سازمان مناسب است و تا چه حد صلاحیت جذب در شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط را دارد.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله مراتب سپاسگزاری خود را از مدیرعامل معزز و دست‌اندرکاران محترم شرکت کاشی امین میبد و همچنین مجموعه صنایع مورد مطالعه به پشتوانه همکاری سازنده و مساعدت‌های علمی در انجام این پژوهش ابراز می‌داریم. حمایت‌های مالی و فنی این مجموعه، به‌ویژه تسهیل دسترسی به پایگاه داده تخصصی منابع انسانی و ارائه راهنمایی‌های کارشناسی در زمینه فرآیندهای صنعت کاشی و سرامیک، سهمی تعیین‌کننده در ارتقای علمی و غنای محتوایی این تحقیق ایفا نمود. امید است یافته‌های این پژوهش بتواند به‌منزله بازخوردی کاربردی، زمینه‌ساز ارتقای سیاست‌های مدیریت منابع انسانی در صنایع هم‌سو گردد و به مثابه مرجعی راهبردی برای فعالان این عرصه مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

منابع و مآخذ

۱. خدایاری ابلی، حمیدرضا، ۱۴۰۳، بهینه‌سازی مدیریت منابع انسانی از طریق یکپارچه سازی فناوری سیستم اطلاعات مدیریت و اصول مدیریت منابع انسانی، هشتمین کنفرانس بین المللی مدیریت، حسابداری، بانکداری و اقتصاد ایران، مشهد، <https://civilica.com/doc/2056299>.
۲. میررضائی، ایوب و مشبکی اصفهانی، اصغر، ۱۴۰۳، بررسی تاثیر سیستم مدیریت منابع انسانی با کارایی بالا بر عملکرد شرکت (عملکرد بازار و عملیاتی) با نقش میانجی ارزیابی و نگهداشت پرسنل، یازدهمین کنفرانس بین المللی چشم‌اندازهای نوین در مدیریت، حسابداری و کارآفرینی، تهران، <https://civilica.com/doc/2052566>.
۳. پناهی‌زاده، علی، ۱۴۰۳، نقش توسعه سیستم‌های مدیریت منابع انسانی بر پیشرفت سازمانی (مطالعه موردی: شهرداری همدان)، دهمین کنفرانس بین المللی علوم مدیریت و حسابداری، تهران، <https://civilica.com/doc/2026378>.
۴. پارسا، حمید، عکافان، محمد، تاج‌الدین، مهدی، (۱۳۹۷)، بررسی الگوریتم‌های داده کاوی در پیش‌بینی سمت شغلی کارکنان و پیشنهاد الگوریتم مناسب، فصلنامه پژوهش‌های حفاظتی-امنیتی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، سال هفتم، شماره ۲۷، صص، ۱۶۲-۱۳۹.
5. Zhang Y, Xu S, Zhang L, Yang M. Big data and human resource management research: An integrative review and new directions for future research. *Journal of Business Research*. 2021;133:34-50.
6. Xing X, Wen Q. A Human Resource Evaluation and Recommendation System based on Big Data Mining. *Scalable Computing: Practice and Experience*. 2024;25.
7. Chen H, Cui X. Design and implementation of human resource management system based on B/S mode. *Procedia Computer Science*. 2022;208:442-9.
8. Šušnjar G, Slavic A, Berber N, Leković B. The Role of Human Resource Management in Small and Medium Sized Companies in Central-Eastern Europe. 2016. p. 205-29.
9. Bandi G, Rao TS, Saadiq Ali S. Data Analytics Applications for Human Resource Management 2021. 1-5 p.
10. Zhang A. Influence of data mining technology in information analysis of human resource management on macroscopic economic management. *Plos one*. 2021;16(5):e0251483.
11. Liu J. Design and Application of Human resource management system Based on Data Mining Technology. *Procedia Computer Science*. 2023;228:241-52.
12. Sheehan M. Human resource management and performance: Evidence from small and medium-sized firms. *International Small Business Journal*. 2014;(5)32: 545-570.
13. Mashavira N. The perceived impact of performance appraisal on the performance of small-to-medium-sized enterprises in Zimbabwe. *Acta Commerci*. 2020;20(1):1-11.

14. Destriani R, Adhitama RY, Sensuse DI, Hidayat DS, Purwaningsih EH. Challenges and Technology Trends in Implementing a Human Resource Management System: A Systematic Literature Review. *Journal of Information Systems Engineering & Business Intelligence* (3)10, 2024.
15. Cetinkaya AS. Impact of human resources management systems on human resources activities: a research in hotel enterprises. 2023.
16. Zhang J, Chen Z. Exploring human resource management digital transformation in the digital age. *Journal of the Knowledge Economy*. 2024;15(1):1482-98.
17. Rogiers P, Viaene S, Leysen J. The digital future of internal staffing: a vision for transformational electronic human resource management. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 2020; (4)27: 96-182.
18. Tahiri A, Kovaçi I, Krasniqi A. Human Resource Management, Performance Management and Employee Performance Appraisal by SME Managers in Kosovo. *International Journal of Economics and Business Administration*. 2020;Volume VIII:288-98.
19. Putra MR ,Gupron G. Employee performance models: Competence, compensation and motivation (Human resources literature review study). *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science*. 2020;2(1):185-98.
20. Hermawati A, Anam C, Suhermin S. Determining strategy to improve human resources performance by identifying tourism condition SMEs. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. 2020;9(6):228-38.
21. Mashavira N. The perceived impact of performance appraisal on the performance of small-to-medium-sized enterprises in Zimbabwe. *Acta Commercii*. 2020;20(1):1-11.
22. Barbieri M, Micacchi L, Vidè F, Valotti G. The performance of performance appraisal systems: A theoretical framework for public organizations. *Review of Public Personnel Administration*. 2023;43(1):104-29.
23. Sabiu MS, Ringim KJ, Mei TS, Joarder MHR. Relationship between human resource management practices, ethical climates and organizational performance, the missing link: An empirical analysis. *PSU Research Review*. 2019;3(1):50-69.
24. Thuy N, Trinh E. Human resource development: overview of the performance evaluation and performance appraisal viewpoints. *Journal La Bisecoman*. 2020;1(5):15-9.
25. Sulistiani H, Palupiningsih P, Hamidy F, Sari PL, Khairunnisa Y, editors. Employee Performance Evaluation Using Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) with PIPRECIA-S Weighting: A Case Study in Education Institution2023 2023: IEEE.

26. Muriuki MN, Wanyoike R. Performance appraisal and employee performance. *International Academic Journal of Human Resource and Business Administration*. 2021;3(10):265-72.
27. Murphy KR. Performance evaluation will not die, but it should. *Human Resource Management Journal*. 2020;30(1):13-31.
28. Aggarwal A, Mitra Thakur G. Techniques of Performance Appraisal-A Review. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 2013;ISSN:2249-8958.
29. Shaout A, Yousif MK. Performance evaluation-Methods and techniques survey. *International Journal of Computer and Information Technology*. 2014;3(5):966-79.
30. Majid J. Effectiveness of performance appraisal methods-An empirical study of the Telecommunication Sector. *International journal of trend in research and development*. 2016;3(3):10-7.
31. Vuong TDN, Nguyen LT. The key strategies for measuring employee performance in companies: a systematic review. *Sustainability*. 2022;14(21):14017.
32. Gomathy DCK, Chowdary MNRL, Kiranmai MM. THE USE OF PERFORMANCE APPRAISAL AND REWARD SYSTEM IN ENHANCEING EMPLOYEE PERFORMANCE IN AN ORGANISATION. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM) Volume*. 2022;6.
33. Sing R, Vadivelu S. Performance appraisal in India-a review. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2016;11(5):3229-34.
34. Touma J. Performance appraisal effect on compensation. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*. 2022;10(1):1-12.
35. Islami X, Mulolli E, Mustafa N. Using Management by Objectives as a performance appraisal tool for employee satisfaction. *Future Business Journal*. 2018;4(1):94-108.
36. Ogochukwu OE, Amah E, Okocha FB. Management by Objective and Organizational Productivity: A Literature Review. *South Asian Research Journal of Business and Management*. 2022;4(3):99-113.
37. Kurniawan D, Al-Faqih H, Raisy LW, editors. Development of a comprehensive performance appraisal instrument using Behaviorally Anchored Rating Scales and Fuzzy TOPSIS2024: EDP Sciences.
38. Quan P, Liu Y, Zhang T, Wen Y, Wu K, He H, et al. A Novel Data Mining Approach Towards Human Resource Performance Appraisal. 2018; 476-88.
39. Mashavira N, Guvuriro S, Chipunza C. Driving SMEs' performance in South Africa: Investigating the role of performance appraisal practices and managerial competencies. *Journal of Risk and Financial Management*. 2022;15(7):283.
40. Swathy M, Jagadeesan P. Evaluating The Efficacy Of 720-Degree Performance Appraisal System In It Industries: A Comprehensive Study. *Library Progress International*. 2024;44(3):1120-6.

41. Mishra S. 720-Degree Performance Appraisal -The Most Recently Introduced Concept &An Integrated Method in Performance Management System. Journal of Scientific Research and Development. 2022.
42. Sheehan M. Human resource management and performance: Evidence from small and medium-sized firms. International Small Business Journal. 2014;(5)32: 545-570.
43. Nyamubarwa W, Chipunza C. Debunking the one-size-fits-all approach to human resource management: A review of human resource practices in small and medium-sized enterprise firms. SA Journal of Human Resource Management. 2019;17.
44. Ali,O., Kallach,L.,(2024), Artificial Intelligence Enabled Human Resources Recruitment Functionalities: A Scoping Review, Procedia Computer Science,Vol (232), 3268–3277.
45. Shafie,M.R., Khosravi,H., Farhadpour,S., Das,S., (2024), A cluster-based human resources analytics for predicting employee turnover using optimized Artificial Neural Networks and data augmentation, Decision Analytics Journal,Vol(11), PP, 1-17.
46. Liu,J.,(2023), Design and Application of Human resource management system Based Data Mining Technology, Procedia Computer Science,Vol(228), PP,241-252.
47. Jaffar,Z., Noor,W., Kanwal,Z., (2019), Predictive Human Resource Analytics Using Data Mining Classification Techniques, International Journal of Computer (IJC), Vol(32),PP,9-20.
48. Mishra P, Mishra P. Challenges and Opportunities of Big Data Analytics for Human Resource Management in Mining and Metal Industries. Journal of Mines, Metals and Fuels. 2023:1747-53.
49. Wang H, Yang Y, Zhang Y, editors. A macro human resource management platform enabled by big data technology2020: Springer.