



Semnan University

Journal of Modeling in Engineering

Journal homepage: <https://modelling.semnan.ac.ir/>

ISSN: 2783-2538



Research Article

A Novel Employee Performance Evaluation Model Based on the Concepts of the PageRank Algorithm

Hossein Nahid Titkanlu ^{a,*}, Ali Dehghani Filabadi ^a

^a Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran

PAPER INFO

Paper history:

Received: 2025-01-12

Revised: 2025-04-02

Accepted: 2025-05-03

Keywords:

Employee performance evaluation;
PageRank algorithm;
Biased evaluation.

ABSTRACT

This study aims to propose a novel model for employee performance evaluation using the PageRank algorithm. Originally designed by Google to rank web pages, the PageRank algorithm assesses the importance of pages based on their mutual connections. It considers not only the number of incoming links but also the credibility of the pages providing these links. Inspired by this approach, a model is developed in which employees are scored based on the evaluations they receive and the relative credibility of the evaluators. The model is designed to address the limitations of traditional methods, such as weighted averages, and to deliver more accurate and fair assessments. To evaluate the effectiveness of the proposed model, its performance was tested under three scenarios: random data to eliminate bias, simulated biased evaluations, and reduced influence of low-credibility evaluators. The Wilcoxon test was used to analyze differences. Results demonstrated that the proposed model effectively provides logical rankings, identifies and mitigates the impact of biased evaluations, and adjusts for the influence of low-credibility opinions across various scenarios. This research concludes that the proposed model, leveraging the PageRank algorithm, can offer more precise and equitable evaluations, serving as an effective tool to enhance employee performance evaluation systems. By incorporating employee participation, the model can further improve the evaluation process.

DOI: <https://doi.org/10.22075/jme.2025.36563.2791>

© 2025 Published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

* Corresponding author.

E-mail address: Hossein_Nahid@pnu.ac.ir

How to cite this article:

H. Nahid Titkanlu and A. Dehghani Filabadi, "A Novel Employee Performance Evaluation Model Based on the Concepts of the PageRank Algorithm," Journal of Modeling in Engineering, 23 83 (2025): 103-119, doi: 10.22075/jme.2025.36563.2791

ارائه مدل جدید ارزیابی عملکرد کارکنان مبتنی بر مفاهیم الگوریتم پیچ‌رنک

حسین ناهید تیتکانلو^{۱*}، علی دهقانی فیل آبادی^۱

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳	در این پژوهش با هدف ارائه یک مدل جدید برای ارزیابی عملکرد کارکنان با استفاده از الگوریتم پیچ‌رنک انجام شده است. الگوریتم پیچ‌رنک که ابتدا برای رتبه‌بندی صفحات وب توسط گوگل طراحی شد، اهمیت صفحات را بر اساس ارتباطات متقابل بین آنها ارزیابی می‌کند. این الگوریتم علاوه بر تعداد لینک‌های ورودی، اعتبار صفحاتی را که این لینک‌ها را ارسال کرده‌اند نیز در نظر می‌گیرد. با الهام از این روش، مدلی برای ارزیابی عملکرد کارکنان طراحی شده که در آن هر کارمند بر اساس ارزیابی‌های دریافتی و اعتبار نسبی ارزیاب‌ها امتیازدهی می‌شود. این مدل با هدف کاهش محدودیت‌های روش‌های سنتی مانند میانگین وزنی و ارائه ارزیابی‌های دقیق‌تر و منصفانه‌تر طراحی شده است. برای ارزیابی اثربخشی مدل پیشنهادی، عملکرد آن در سه سناریو بررسی شد: داده‌های تصادفی برای حذف سوگیری، شبیه‌سازی ارزیابی‌های جانبدارانه، و کاهش تأثیر ارزیاب‌ها کم‌اعتبار. آزمون ویلکاکسون برای تحلیل تفاوت‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد مدل پیشنهادی در سناریوهای مختلف قادر به ارائه رتبه‌بندی‌های منطقی، شناسایی و کاهش تأثیر ارزیابی‌های جانبدارانه، و تعدیل تأثیر نظرات کم‌اعتبار بوده است. این پژوهش نشان داد که مدل پیشنهادی با بهره‌گیری از الگوریتم پیچ‌رنک می‌تواند ارزیابی‌های دقیق‌تر و منصفانه‌تری ارائه دهد و به ابزاری مؤثر برای بهبود سیستم‌های ارزیابی عملکرد کارکنان تبدیل شود. این مدل می‌تواند با ایجاد امکان مشارکت بیشتر کارکنان، فرآیند ارزیابی را بهبود بخشد.
واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد کارکنان، الگوریتم پیچ‌رنک، ارزیابی جانبدارانه.	

DOI: <https://doi.org/10.22075/jme.2025.36563.2791>

© 2025 Published by Semnan University Press.

This is an open access article under the CC-BY 4.0 license. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

۱- مقدمه

در حالت ایده‌آل، یک سیستم ارزیابی عملکرد باید بر اساس معیارهای کمی که به صورت دقیق قابل اندازه‌گیری هستند، پیاده‌سازی شود. سیستم‌های ارزیابی عملکرد که بر اساس معیارهای کمی پیاده‌سازی می‌شوند، می‌توانند دقیق و قابل اندازه‌گیری باشند، اما جامعیت کافی را برای پوشش تمامی جوانب عملکرد ندارند. به همین دلیل، استفاده از معیارهای ذهنی در ارزیابی عملکرد ضروری است، اما این معیارها به علت ماهیت غیرکمی و وابستگی به ادراکات و نظرات فردی، پیچیدگی‌ها و چالش‌های بیشتری را به همراه دارند.

در دنیای امروزی، ارزیابی عملکرد کارکنان یکی از چالش‌های مهم و پیچیده کسب و کارها محسوب می‌شود. ارزیابی دقیق و عادلانه عملکرد کارکنان نقش بسیار مهمی در افزایش بهره‌وری سازمان‌ها و بهبود عملکرد کلی آن‌ها دارد. با این حال، روش‌های موجود برای ارزیابی عملکرد کارکنان معمولاً با مشکلات متعددی همراه هستند، از جمله ارائه ارزیابی‌های جانبدارانه، عدم شفافیت در فرایند ارزیابی، داده‌ها [۱].

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: Hossein_Nahid@pnu.ac.ir

۱. گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

استناد به این مقاله:

حسین ناهید تیتکانلو و علی دهقانی فیل آبادی، "ارائه مدل جدید ارزیابی عملکرد کارکنان مبتنی بر مفاهیم الگوریتم پیچ‌رنک"، مدل سازی در مهندسی، ۸۳ (۱۴۰۴): ۱۱۹-۱۰۳

doi: 10.22075/jme.2025.36563.2791

متنوع از تمامی سطوح سازمانی است که به افزایش دقت و جامعیت ارزیابی کمک می‌کند.

لذا هدف این مقاله، ارائه مدل جدید ارزیابی عملکرد کارکنان مبتنی بر الگوریتم پیچ‌رنک به نحوی است که با کاهش تأثیرات منفی ارزیابی‌های جانبدارانه، ضمن ایجاد امکان مشارکت بالقوه همه کارکنان در فرایند ارزیابی، بتواند عملکرد افراد را به صورت دقیق‌تر و عادلانه‌تر ارزیابی کند.

۲- پیشینه پژوهش

ارزیابی عملکرد کارکنان به عنوان یک فرآیند استراتژیک و محوری در مدیریت منابع انسانی، نقشی حیاتی در سنجش کارایی، هدایت و توسعه کارکنان و ارتقای بهره‌وری کلی سازمان ایفا می‌کند [۱-۴، ۱۱، ۱۲]. با این حال، علی‌رغم اهمیت بنیادین این حوزه و تلاش‌های مستمر برای بهبود آن، اثربخشی این فرآیند کلیدی همواره با چالش مواجه بوده است. به طور مشخص، تأثیر سوگیری‌های شناختی^۳، احتمال بروز قضاوت‌های جانبدارانه^۴ و دشواری ذاتی در سنجش عینی معیارهای کیفی عملکرد (نظیر خلاقیت، همکاری یا رهبری)، می‌توانند اعتبار، عادلانه بودن و مقبولیت نتایج ارزیابی را به طور جدی تضعیف کنند [۱۳-۱۷].

در پاسخ به این چالش‌ها و نیازهای در حال تحول سازمان‌های مدرن، حوزه مدیریت عملکرد شاهد یک تغییر پارادایم تدریجی بوده است که بر بازخورد مستمر، مربی‌گری و توسعه فردی تأکید دارد. همزمان، پژوهشگران و متخصصان به طور پیوسته در جستجوی راهکارهای نوآورانه برای افزایش دقت^۵ و عینیت^۶ در ارزیابی‌ها بوده‌اند [۱۸-۲۰]. ظهور فناوری‌های محاسباتی پیشرفته و الگوریتم‌های هوشمند نیز در سال‌های اخیر، افق‌های جدیدی را برای تحلیل داده‌های عملکرد و پتانسیل کاهش برخی از انواع سوگیری‌ها گشوده است [۲۱-۲۳]. با این وجود، دستیابی به سیستمی جامع و کارآمد که بتواند به طور همزمان دقت بالا، پوشش کامل ابعاد عملکردی (کمی و کیفی)، انعطاف‌پذیری لازم برای انطباق با نقش‌های متنوع و مقاومت مؤثر در برابر سوگیری‌های انسانی را فراهم آورد، همچنان به عنوان یک هدف چالش‌برانگیز و حوزه فعال پژوهشی در مدیریت استراتژیک منابع انسانی باقی مانده

[۱-۴]. معیارهایی مانند روحیه کار تیمی، مشارکت و مسئولیت‌پذیری که اندازه‌گیری آن‌ها همواره چالشی مهم در فرایندهای تصمیم‌گیری و سیستم‌های ارزیابی عملکرد بوده است [۵].

یکی از چالش‌های اصلی در سنجش معیارهای ذهنی، ارائه نظرات جانبدارانه توسط ارزیاب‌ها و نبود روشی مشخص برای شناسایی این نوع داده‌ها در فرایند ارزیابی است [۶]. به عنوان مثال در منبع [۵] به بررسی تأثیر عدم قطعیت بر سوگیری‌ها در ارزیابی عملکرد پرداخته و نشان داده است که این سوگیری‌ها می‌توانند به افزایش یا کاهش غیرمنصفانه نتایج ارزیابی‌ها منجر شوند. یکی از دلایل بروز این مشکل اتکای این روش‌ها به ارزیابی‌های یک‌طرفه از سوی مافوقان می‌باشد. برای رفع این مشکل، مدل‌های ارزیابی عملکرد چند منبعی مانند ارزیابی ۳۶۰ درجه معرفی شدند که این مدل‌ها سعی دارند تا با مشارکت افراد بیشتر در فرایند ارزیابی، به افزایش اعتبار و دقت نتایج ارزیابی‌ها کمک کنند [۷، ۸]. با این حال چالش‌هایی نیز در این راه وجود دارد [۷، ۹]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که عملکرد ارزیاب‌ها در فرایند ارزیابی عملکرد می‌تواند منجر به توزیع‌های نادرست و کاهش دقت داده‌ها شود، مگر اینکه ارزیاب‌ها به درستی آموزش ببینند و ابزارهای مناسبی در اختیار داشته باشند [۵، ۶]. در مطالعه تامبونان و همکاران [۷] نشان داده شده است که استفاده از ارزیاب‌های متعدد در فرایند ارزیابی ۳۶۰ درجه نیازمند تعهد مشترک و آموزش صحیح آن‌ها برای کاهش سوگیری‌ها و افزایش دقت است. این مشکلات باعث می‌شوند که نتایج فرایندهای ارزیابی عملکرد مورد انتقاد قرار گیرد و تأثیرات منفی بر روی رضایتمندی و عملکرد سازمانی داشته باشد [۱، ۱۰]. با توجه به این چالش‌ها، در این مقاله یک مدل جدید ارزیابی عملکرد کارکنان مبتنی بر الگوریتم پیچ‌رنک^۲ معرفی می‌شود که امکان ارائه نتایج با کیفیت‌تر در فرایند ارزیابی را فراهم می‌سازد. یکی از ویژگی‌های برجسته این مدل، فراهم کردن امکان مشارکت برای همه کارکنان در فرایند ارزیابی عملکرد است. این فرآیند مبتنی بر وزن‌دهی پویا به نظرات دریافتی، بر اساس اعتبار و امتیاز ارزیاب عمل می‌کند. این امر به معنای جمع‌آوری دیدگاه‌ها و نظرات

^۵ accuracy
^۶ objectivity

^۲ Page Rank
^۳ cognitive biases
^۴ biased judgments

است [۲۵، ۲۴، ۲۱].

صورت می‌گیرد. این روش تواند به افزایش انگیزه، بهبود ارتباطات و همسوسازی تلاش‌های فردی با اهداف سازمانی منجر شود. با این حال، اجرای موفق آن نیازمند تعهد به فرآیند هدف‌گذاری، پیگیری مستمر پیشرفت و صرف زمان قابل توجه برای تعریف اهداف مناسب است [۲۷].

۲-۱-۳- ارزیابی ۳۶۰ درجه^۹

این روش با جمع‌آوری بازخورد عملکرد از منابع متعدد (مدیر مستقیم، همکاران، زیردستان، مشتریان و خود فرد)، تصویری جامع و چندوجهی از عملکرد کارمند ارائه می‌دهد. هدف اصلی، ارائه دیدگاهی وسیع‌تر، کاهش سوگیری ناشی از اتکای صرف به یک منبع (معمولاً مدیر) و شناسایی بهتر نقاط قوت و زمینه‌های قابل بهبود برای توسعه فردی است. مزایای کلیدی آن شامل افزایش خودآگاهی کارمند و تسهیل توسعه حرفه‌ای است. با وجود این، فرآیند جمع‌آوری و تحلیل بازخورد از منابع متعدد می‌تواند زمان‌بر و پرهزینه باشد. اجرای این روش همچنین نیازمند مدیریت دقیق برای حفظ محرمانگی و اطمینان از سازنده بودن بازخوردها است [۲۷].

۲-۱-۴- روش مقایسه‌ای^{۱۰}

این دسته از روش‌ها، عملکرد کارکنان را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌کنند، نه در برابر یک استاندارد مطلق. دو شکل رایج آن عبارتند از:

- رتبه‌بندی: کارکنان از بهترین تا ضعیف‌ترین بر اساس عملکرد کلی مرتب می‌شوند.
- توزیع اجباری^{۱۱}: ارزیاب‌ها ملزم می‌شوند تا درصد مشخصی از کارکنان را در دسته‌های عملکردی از پیش تعیین‌شده (مثلاً عالی، متوسط، ضعیف) قرار دهند.

این روش‌ها می‌توانند به تصمیم‌گیری‌های مرتبط با پاداش یا ترفیع کمک کرده و تمایز بین کارکنان را آشکار سازند، اما اغلب به دلیل ایجاد رقابت ناسالم، کاهش روحیه همکاری، و احتمال عدم دقت در صورت همگنی سطح عملکرد گروه، مورد انتقاد قرار می‌گیرند [۲۸].

۲-۱-۵- روش رویدادهای بحرانی^{۱۲}

در این روش، ارزیاب به طور منظم نمونه‌های مشخصی از رفتارهای شغلی بسیار مؤثر یا نامؤثر (رویدادهای بحرانی) را

در این بخش نخست، مروری بر روش‌های متداول ارزیابی عملکرد که در سازمان‌ها ارائه می‌شود، دوم، راهکارهای ارائه شده با هدف بهبود کیفیت داده‌های ارزیابی، و مقابله با نتایج نادقیق و جانبدارانه بررسی می‌شود. سوم، الگوریتم پیچ‌رنک به عنوان یک ابزار تحلیل شبکه قدرتمند معرفی شده و ضمن بررسی کاربردها، پتانسیل آن برای افزایش اعتبار و کاهش تأثیر سوگیری‌ها در سیستم‌های ارزیابی عملکرد کارکنان تبیین می‌گردد.

۲-۱-۲- روش‌های متداول ارزیابی عملکرد کارکنان

ادبیات مدیریت منابع انسانی طیف گسترده‌ای از روش‌ها را برای ارزیابی عملکرد کارکنان معرفی کرده است که هر کدام با مجموعه‌ای از مزایا و محدودیت‌های ذاتی همراه هستند. انتخاب روش مناسب معمولاً به اهداف ارزیابی، فرهنگ سازمانی، ماهیت مشاغل و منابع در دسترس بستگی دارد. در ادامه، مروری بر برخی از رایج‌ترین روش‌های به‌کارگرفته‌شده در سازمان‌ها ارائه می‌شود.

۲-۱-۱- روش مقیاس رتبه‌بندی^۷

این روش که به دلیل سادگی و قابلیت اجرایی بالا، یکی از محبوب‌ترین روش‌های ارزیابی عملکرد است، شامل ارزیابی عملکرد کارکنان بر اساس مجموعه‌ای از صفات یا ابعاد عملکردی با استفاده از یک مقیاس عددی (مانند ۱ تا ۵) یا توصیفی (مانند عالی، خوب، متوسط) است. چالش اصلی این روش، پتانسیل بالای تأثیرگذاری قضاوت‌های ذهنی و سوگیری‌های ارزیاب (مانند خطای هاله‌ای یا خطای سخت‌گیری/تسامح) بر نمرات است. علاوه بر این، ممکن است نتواند پیچیدگی‌ها و جزئیات عملکرد را به خوبی منعکس کند. آموزش ارزیاب‌ها و تعریف دقیق و شفاف معیارها می‌تواند به کاهش این محدودیت‌ها کمک کند [۲۶].

۲-۱-۲- مدیریت بر اساس اهداف^۸

روش مدیریت بر اساس اهداف که توسط پیتر دراگر در دهه ۱۹۵۰ اجرایی شد، بر تعیین اهداف مشخص، قابل اندازه‌گیری، قابل دستیابی، مرتبط و زمان‌بندی‌شده با مشارکت مدیر و کارمند تمرکز دارد. ارزیابی عملکرد در این روش، بر اساس میزان دستیابی به این اهداف توافق‌شده

¹⁰ Comparative Method

¹¹ Forced Distribution

¹² Critical Incident Method

⁷ Rating Scales Method

⁸ Management by Objectives - MBO

⁹ 360-Degree Feedback

جدول ۱- مزایا و معایب روش‌های متداول ارزیابی عملکرد

روش ارزیابی	توضیحات	مزایا	معایب
مقیاس‌های رتبه‌بندی	استفاده از مقیاس عددی یا توصیفی برای ارزیابی	سادگی، سهولت اجرا	سوگیری ارزیاب، عدم توجه به جزئیات
مدیریت بر اساس اهداف	تعیین اهداف مشخص و قابل اندازه‌گیری برای هر کارمند و ارزیابی بر اساس دستیابی به اهداف	انگیزه‌بخش، تمرکز بر نتایج	نیازمند نظارت و پیگیری مستمر
ارزیابی ۳۶۰ درجه	جمع‌آوری بازخورد از منابع مختلف مانند همکاران، مدیران، افراد زیرمجموعه و خود فرد	دید جامع، کاهش سوگیری	زمان‌بر، پرهزینه، یاز به فرهنگ بازخوردپذیر
روش‌های مقایسه‌ای	مقایسه عملکرد کارکنان با یکدیگر (رتبه‌بندی، توزیع اجباری)	تمایز بین کارکنان، کمک به تصمیمات توزیعی	رقابت ناسالم، عدم دقت در گروه‌های همگن
رویدادهای بحرانی	ثبت نمونه‌های رفتاری بسیار مؤثر یا نامؤثر.	مبتنی بر رفتار واقعی، بازخورد ملموس	نیازمند ثبت مستمر و دقیق رویدادها
خودارزیابی	ارزیابی عملکرد توسط خود کارکنان	افزایش خودآگاهی، انگیزه‌بخش	پتانسیل سوگیری، نیاز به اعتبارسنجی
مقیاس‌های رتبه‌بندی	مقیاس‌های رتبه‌بندی که نقاط آن با مثال‌های رفتاری مشخص تعریف شده‌اند	افزایش عینیت و سازگاری، مبتنی بر رفتار، استاندارد	پیچیدگی و هزینه بالا، محدود به ابعاد رفتاری قابل مشاهده

۲-۲- مطالعات مرتبط با بهبود کیفیت نتایج فرایند ارزیابی عملکرد کارکنان

در طول دهه‌های گذشته، تلاش‌های گسترده‌ای برای بهبود کیفیت سیستم‌های ارزیابی عملکرد صورت گرفته است. این تلاش‌ها را می‌توان در سه رویکرد اصلی دسته‌بندی کرد:

ثبت می‌کند. این سوابق رفتاری، مبنای عینی‌تری برای بحث در مورد عملکرد در طول جلسات بازخورد و ارزیابی فراهم می‌کنند. این روش به شناسایی رفتارهای خاصی که به موفقیت یا شکست در شغل منجر می‌شوند کمک کرده و بازخورد را ملموس‌تر می‌سازد. نقطه ضعف اصلی آن، نیاز به ثبت مستمر و دقیق رویدادها توسط مدیران است که می‌تواند وقت‌گیر باشد و ممکن است تنها بر رویدادهای برجسته و نه عملکرد روزمره فرد تمرکز کند [۲۹].

۲-۱-۶- خودارزیابی^{۱۳}

در این رویکرد، از کارکنان خواسته می‌شود تا عملکرد خود را بر اساس معیارها یا اهداف تعیین‌شده ارزیابی کنند. خودارزیابی می‌تواند به افزایش خودآگاهی، احساس مالکیت نسبت به عملکرد و شناسایی نیازهای توسعه‌ای از دیدگاه خود فرد کمک کند. این روش اغلب به عنوان ورودی برای جلسه ارزیابی با مدیر یا به عنوان بخشی از فرایند ارزیابی ۳۶۰ درجه استفاده می‌شود. با این حال، اتکای صرف به خودارزیابی می‌تواند به دلیل تمایل طبیعی افراد به بیش‌برآورد کردن عملکرد خود (سوگیری سهل‌گیرانه) یا در موارد نادر، کم‌برآورد کردن آن، نتایج غیردقیقی به همراه داشته باشد [۳۰].

۲-۱-۷- مقیاس‌های رتبه‌بندی مبتنی بر رفتار^{۱۴}

یکی از روش‌های ارزیابی عملکرد است که با ترکیب مقیاس‌های رتبه‌بندی عددی و توضیحات رفتاری دقیق، تلاش می‌کند ارزیابی عملکرد کارکنان را به صورت عینی و دقیق انجام دهد. این روش از مقیاس‌های رتبه‌بندی استفاده می‌کند که هر نقطه^{۱۵} روی مقیاس، با مثال‌های رفتاری مشخصی که نشان‌دهنده سطوح مختلف عملکرد (از ضعیف تا عالی) برای یک بعد شغلی خاص است، تعریف می‌شود. هدف اصلی مقیاس‌های رتبه‌بندی مبتنی بر رفتار ایجاد یک سیستم ارزیابی عملکرد است که هم از لحاظ کمی و هم از لحاظ کیفی دقیق و قابل اعتماد باشد. با این حال، توسعه این مقیاس‌ها برای هر شغل یا گروه شغلی، فرآیندی پیچیده، زمان‌بر و پرهزینه است [۳۱].

در جدول ۱، مروری بر روش‌های متداول ارزیابی عملکرد کارکنان همراه با توضیحات و منابع مرتبط آورده شده است.

¹⁵ Anchor

¹³ Self-Assessment Feedback

¹⁴ Behaviorally Anchor Rating Scale (BARS)

آموزش چارچوب مرجع^{۱۶} با هدف تعریف دقیق معیارها و آموزش ارزیاب‌ها برای استفاده یکسان از مقیاس‌ها طراحی شده‌اند [۳۱، ۳۲]. اگرچه این روش‌ها به بهبود کیفیت ورودی داده از سوی هر ارزیاب کمک می‌کنند، اما اولاً، ابزاری برای سنجش اعتبار نسبی ارزیاب‌ها مختلف ارائه نمی‌دهند. ثانیاً، ساختار تعریف شده و گاه‌آ پیچیده آن‌ها، مشارکت گسترده اعضای سازمان در فرآیند بازخورد را محدود می‌سازد.

۲-۲-۲- رویکرد مدل‌سازی عدم قطعیت در داده‌های ارزیابی

با پذیرش ابهام و عدم قطعیت ذاتی در قضاوت‌های انسانی، رویکردهای دیگری مانند استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی [۱۱، ۳۳-۳۵] یا ساختارهای باور [۱۸، ۳۶] توسعه یافته‌اند. اگرچه این تکنیک‌ها مدل‌سازی عدم قطعیت یا درجات باوری را که به یک ارزیابی خاص مربوط می‌شود، میسر می‌سازند، اما عمدتاً بر عدم قطعیت موجود در خود قضاوت تمرکز دارند و فاقد تمهیداتی برای سنجش اعتبار منبع ارائه‌دهنده قضاوت هستند.

۲-۲-۳- رویکرد کاربرد تکنیک‌های هوشمند در ارزیابی عملکرد کارکنان

پیشرفت‌های اخیر در حوزه هوش مصنوعی و یادگیری ماشین افق‌های جدیدی را در مدیریت عملکرد گشوده است. این فناوری‌ها مجموعه‌ای از تکنیک‌های پیشرفته را ارائه می‌دهند که طیف گسترده‌ای از قابلیت‌ها از جمله تشخیص الگو، پردازش زبان طبیعی، و سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند را شامل می‌شود. از قابلیت‌های کلیدی این رویکرد می‌توان به استخراج خودکار داده‌های عملکردی (بهره‌وری، کیفیت و تعاملات)، کشف الگوهای پنهان عملکرد، ترسیم مسیرهای توسعه شغلی داده‌محور، و استقرار مکانیزم‌های هوشمند کاهش سوگیری در فرایندهای ارزیابی اشاره کرد [۲۱-۲۳، ۲۵].

با وجود این دستاوردهای چشمگیر، پیاده‌سازی گسترده چنین سیستم‌هایی با موانع متعددی مواجه است. از جمله مهمترین این چالش‌ها می‌توان به نیاز به داده‌های وسیع، معتبر و متنوع برای آموزش مدل‌های یادگیری ماشین، ضرورت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جمع‌آوری و پردازش داده‌ها، و همچنین دغدغه‌های حریم خصوصی و

نخست، رویکردهایی که بر بهبود قضاوت ارزیاب تمرکز دارند؛ دوم، رویکردهایی که به مدل‌سازی عدم قطعیت در داده‌های ارزیابی می‌پردازند؛ و سوم، کاربرد تکنیک‌های هوشمند در ارزیابی عملکرد. جدول ۲ خلاصه‌ای از این رویکردها، تکنیک‌های مرتبط، مزایا و محدودیت‌های آن‌ها را ارائه می‌دهد.

جدول ۲- مزایا و محدودیت‌های روش‌های بهبود کیفیت نتایج در فرایند ارزیابی عملکرد کارکنان

رویکرد بهبود قضاوت ارزیاب	
تکنیک	مزایا و محدودیت‌ها
غنی‌سازی مقیاس ارزیابی	مزایا: ایجاد درک مشترک بین ارزیاب‌ها محدودیت‌ها: دشواری تعریف نمونه‌های رفتاری اثربخش
آموزش چارچوب مرجع ارزیابی	مزایا: بهبود کیفیت داده‌های ارزیابی محدودیت‌ها: هزینه‌بر و زمان‌بر بودن
رویکرد مدل‌سازی عدم قطعیت	
مقیاس عبارات زبانی فازی	مزایا: سادگی کاربرد؛ مدل‌سازی مفاهیم فازی محدودیت‌ها: ناتوانی در مدل‌سازی نقص دانش
مقیاس ارزیابی فازی	مزایا: دریافت اطلاعات بیشتر محدودیت‌ها: دشواری اجرا
مقیاس مبتنی بر ساختار باور	مزایا: تسهیل فرایند اعلام نظر محدودیت‌ها: نیاز به محاسبات پیچیده
رویکرد کاربرد تکنیک‌های هوشمند	
الگوریتم‌های تشخیص الگو	مزایا: شناسایی الگوهای پنهان؛ کاهش سوگیری محدودیت‌ها: نیاز به داده‌های حجیم و با کیفیت، دشواری اعتبارسنجی
سیستم‌های هوشمند پشتیبان تصمیم	مزایا: بهبود سرعت تصمیم‌گیری و امکان شبیه‌سازی سناریوهای مختلف محدودیت‌ها: مسئله جعبه سیاه در هوش مصنوعی و مقاومت کاربران به پذیرش توصیه‌های سیستم
تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی	مزایا: استخراج بینش از بازخوردهای متنی محدودیت‌ها: چالش‌های درک مفاهیم ضمنی، حساسیت به زمینه فرهنگی و زبانی

۲-۲-۱- رویکرد بهبود قضاوت ارزیاب

بخش قابل توجهی از تلاش‌ها معطوف به کاهش خطاهای ادراکی و افزایش همسانی در قضاوت ارزیاب‌ها بوده است. روش‌هایی مانند مقیاس‌های رتبه‌بندی مبتنی بر رفتار و

¹⁶ Frame Of Reference Training (FORT)

ملاحظات اخلاقی برخاسته از تصمیم‌گیری‌های ماشینی اشاره کرد [۱۶، ۲۲، ۲۳].

۲-۳- الگوریتم پیچ‌رنک

همانطور که اشاره شد الگوریتم پیچ‌رنک توسط لری پیچ^{۱۷} و سرگئی برین^{۱۸}، بنیان‌گذاران گوگل، توسعه داده شد تا اهمیت صفحات وب را بر اساس ساختار لینک‌ها بین صفحات اندازه‌گیری کند [۳۷]. این الگوریتم با بهره‌گیری از تحلیل گراف و ارزیابی اهمیت گره‌ها بر اساس ارتباطات آنها، قادر است به طور دقیق تری عملکرد عناصر مختلف را ارزیابی کند. این ویژگی، پیچ‌رنک را به ابزاری مناسب برای کاربردهای مختلف از جمله بهبود سیستم‌های توصیه‌گر، تحلیل شبکه‌ها و بهینه‌سازی رفتار گروهی تبدیل کرده است [۳۸-۴۰].

به دلیل ویژگی‌های خاص این الگوریتم، به ویژه توانایی آن در در نظر گرفتن اهمیت و ارتباطات بین عناصر یک سیستم، اخیراً استفاده از پیچ‌رنک در زمینه‌های مختلف ارزیابی عملکرد مورد استقبال قرار گرفته است. به عنوان مثال در مطالعات متعدد کاربرد الگوریتم پیچ‌رنک برای ارزیابی تأثیر کاربران در شبکه‌های اجتماعی مطالعه شده است [۴۱، ۴۲]. همچنین از این الگوریتم برای ارزیابی تأثیر مقالات علمی و عملکرد محققان استفاده شده است. این تحقیقات نشان می‌دهد که پیچ‌رنک می‌تواند به‌طور مؤثر مقالات و محققان با تأثیر بالا را شناسایی و رتبه‌بندی کند [۴۳]. از سوی دیگر، تحقیقات در زمینه استفاده از الگوریتم پیچ‌رنک برای ارزیابی عملکرد تیم‌های کاری و ورزشی نشان داده است که این الگوریتم می‌تواند به شناسایی اعضای کلیدی و تعیین تأثیر هر عضو بر عملکرد کلی تیم کمک کند [۴۰].

قابلیت منحصربه‌فرد الگوریتم پیچ‌رنک در سنجش اعتبار یا نفوذ یک گره بر اساس تأییدهای دریافتی از گره‌های دیگر در شبکه و استفاده از آن در سایر حوزه‌ها نشان دهنده پتانسیل بالا برای کاربرد این الگوریتم در حوزه ارزیابی عملکرد می‌باشد.

۲-۴- شکاف تحقیقاتی

ارتقاء کیفیت و قابلیت اتکای داده‌ها و نتایج ارزیابی عملکرد، همواره یکی از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران و متخصصان حوزه مدیریت منابع انسانی بوده است. همانطور که مرور ادبیات نشان داد، رویکردهای متعددی برای پاسخ به این نیاز توسعه یافته‌اند، اما هر یک با محدودیت‌های مشخصی روبرو هستند.

رویکردهای متمرکز بر بهبود قضاوت ارزیاب، علی‌رغم کمک به افزایش پایایی قضاوت‌های فردی، ذاتاً فاقد سازوکاری برای سنجش و مقایسه اعتبار نسبی ارزیاب‌ها مختلف هستند. علاوه بر این، پیچیدگی توسعه و اجرای آن‌ها، عملاً مشارکت گسترده و انعطاف‌پذیر اعضای سازمان در ارائه بازخورد را محدود می‌سازد. از سوی دیگر، رویکردهایی که بر مدل‌سازی عدم قطعیت در قضاوت‌ها (مانند نظریه فازی و ساختار باور) تمرکز دارند، اگرچه ابهامات ذاتی در ارزیابی‌ها را بهتر مدل می‌کنند، اما اعتبار منبع ارائه‌دهنده قضاوت را به صورت نظام‌مند در تحلیل وارد نمی‌کنند.

در نهایت، رویکردهای نوین مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، ضمن نشان دادن پتانسیل بالا در تحلیل الگوهای پیچیده و کاهش برخی سوگیری‌ها، هنوز در ابتدای کار خود هستند و با چالش‌های عملیاتی قابل توجهی نظیر نیاز به حجم زیادی از داده‌های باکیفیت، مسائل مربوط به حریم خصوصی و پیچیدگی‌های پیاده‌سازی مواجه هستند. مهم‌تر آنکه، کاربردهای رایج این تکنیک‌ها نیز غالباً به طور مستقیم بر مسئله سنجش اعتبار پویا و مبتنی بر شبکه تعاملات ارزیاب‌ها تمرکز نکرده‌اند.

بنابراین، شکاف اصلی شناسایی شده در ادبیات، فقدان یک روش کارآمد است که قادر باشد اعتبار ارزیاب‌ها را نه به صورت ایستا یا صرفاً بر اساس سلسله مراتب، بلکه به صورت پویا، داده‌محور و با در نظر گرفتن ساختار شبکه بازخوردها، ارزیابی کرده و در محاسبه نهایی عملکرد لحاظ کند. لذا این پژوهش در صدد است تا با بهره‌گیری از الگوریتم پیچ‌رنک، که ذاتاً برای تحلیل شبکه و سنجش اهمیت یا اعتبار نسبی گره‌ها بر اساس پیوندهای دریافتی از گره‌های معتبر طراحی شده است [۳۷]، این شکاف مشخص را پر کند. مدل پیشنهادی، با محاسبه امتیاز اعتبار برای هر ارزیاب بر اساس الگوی بازخوردهای شبکه، راهکاری نوین برای وزن‌دهی هوشمند به ارزیابی‌ها ارائه می‌دهد. این رویکرد، ضمن کاهش تأثیر سوگیری ناشی از اعتبار نابرابر ارزیاب‌ها و فراهم آوردن بستر مشارکت گسترده‌تر، به افزایش دقت، شفافیت و مقبولیت نتایج ارزیابی عملکرد کمک کرده و امکان بهره‌مندی از دیدگاه‌های متنوع کارکنان را فراهم می‌سازد.

¹⁸ Sergey Brin

¹⁷ Larry Page

۳- روش پژوهش و مدل پیشنهادی

رویکرد این پژوهش شامل توسعه مدل مفهومی و ریاضی، و سپس اعتبارسنجی عملکرد آن از طریق شبیه‌سازی داده‌ها تحت سناریوهای مختلف است. فرآیند انجام این پژوهش در قالب گام‌های مشخصی به شرح زیر دنبال شده است.

۳-۱- گام‌های پژوهش

فرآیند این تحقیق شامل پنج گام اصلی به شرح زیر است:

- **توسعه چارچوب مفهومی:** در این گام، ایده اصلی پژوهش مبنی بر انطباق منطق الگوریتم پیچ‌رنک برای سنجش اعتبار نسبی صفحات وب، با مسئله ارزیابی اعتبار و عملکرد کارکنان در یک شبکه سازمانی شکل گرفت.
- **فرمول‌بندی ریاضی مدل پیشنهادی:** بر اساس چارچوب مفهومی، مدل ریاضی برای محاسبه امتیاز عملکرد/اعتبار کارکنان تدوین شد. این شامل تعریف ساختار داده ورودی (ماتریس نظرات) و تطبیق فرمول محاسباتی پیچ‌رنک برای پردازش این داده‌ها و محاسبه امتیاز نهایی برای هر کارمند است (جزئیات در بخش ۳-۲ ارائه شده است).

- **طراحی شبیه‌سازی برای اعتبارسنجی مدل:** به منظور ارزیابی کارایی و استحکام مدل پیشنهادی، سه سناریوی شبیه‌سازی طراحی گردید: الف) استفاده از داده‌های تصادفی برای بررسی رفتار پایه مدل در غیاب سوگیری، ب) شبیه‌سازی ارزیابی‌های جانبدارانه برای سنجش توانایی مدل در شناسایی و کاهش تأثیر آن‌ها، و ج) شبیه‌سازی کاهش تأثیر ارزیابی‌های کم‌اعتبار برای آزمودن سازوکار وزن‌دهی پویا.

- **پیاده‌سازی و اجرای مدل:** مدل ریاضی و سناریوهای شبیه‌سازی با استفاده از زبان برنامه نویسی پایتون، پیاده‌سازی و اجرا گردیدند تا امتیازات کارکنان در هر سناریو محاسبه شود.

- **تحلیل نتایج:** نتایج به‌دست‌آمده از اجرای مدل در سناریوهای مختلف با استفاده از آزمون ویلکاکسون تحلیل شد.

۳-۲- مدل پیشنهادی ارزیابی عملکرد مبتنی بر الگوریتم پیچ‌رنک

منطق اصلی الگوریتم پیچ‌رنک، یعنی ارزیابی اعتبار بر اساس تأیید یا ارجاع از سوی منابع معتبر دیگر، قرابت مفهومی قابل توجهی با چالش سنجش اعتبار ارزیاب‌ها در

سیستم‌های ارزیابی عملکرد دارد. می‌توان سازمان را به عنوان یک شبکه در نظر گرفت که در آن:

- **گره‌ها:** کارکنان (هم به عنوان ارزیاب و هم ارزیابی‌شونده).

- **پیوندها:** ارزیابی‌ها، بازخوردها، تأیید صلاحیت‌ها یا هر نوع تعامل دیگری که نشان‌دهنده قضاوت یک فرد در مورد دیگری است.

با اعمال الگوریتم پیچ‌رنک بر این شبکه ارزیابی، می‌توان یک امتیاز اعتبار برای هر کارمند (به عنوان ارزیاب بالقوه) محاسبه کرد. این امتیاز، بازتابی از میزان قابلیت اتکا و اهمیتی است که شبکه به طور جمعی برای قضاوت‌های آن فرد قائل است. کارمندی که به طور مکرر توسط افراد معتبر دیگر (کسانی که خودشان امتیاز پیچ‌رنک بالایی دارند) مورد تأیید قرار می‌گیرد یا بازخوردهای ارزشمندی ارائه می‌دهد که توسط دیگران صحت داشته می‌شود، امتیاز بالاتری کسب خواهد کرد.

۳-۲-۱- مزایای کلیدی مدل پیشنهادی

مزیت‌های مدل ارائه شده در این مقاله که در آن از الگوریتم پیچ‌رنک برای جمع بندی نظرات ارزیاب‌ها در فرایند ارزیابی عملکرد کارکنان استفاده می‌شود را می‌توان به شرح زیر جمع بندی نمود:

- **وزن‌دهی پویا و داده‌محور:** در این مدل به جای وزن‌دهی ثابت یا مبتنی بر سلسله مراتب، اعتبار ارزیاب‌ها به صورت پویا و بر اساس تعاملات واقعی در شبکه تعیین می‌شود.

- **کاهش تأثیر سوگیری:** در این مدل نظر ارزیاب‌های کم‌اعتبار یا بالقوه مغرض (که احتمالاً توسط افراد معتبر کمتری تأیید می‌شوند) وزن کمتری در نتیجه نهایی خواهند داشت.

- **مقیاس‌پذیری:** الگوریتم ذاتاً برای تحلیل شبکه‌های بزرگ طراحی شده و می‌تواند حجم زیادی از بازخوردها را پردازش کند. لذا برخلاف روش‌های سنتی که اغلب بر اساس نظرات محدود ارزیاب‌ها عمل می‌کنند، مدل ارائه شده به طور بالقوه امکان مشارکت تمامی کارکنان در فرآیند ارزیابی را فراهم می‌کند.

- **دقت بیشتر در جمع بندی نظرات:** مدل ارائه شده توانایی ارزیابی دقیق‌تر کارکنان را دارد، زیرا این الگوریتم نه تنها کمیت نظرات بلکه کیفیت و اهمیت آن‌ها را نیز در نظر می‌گیرد.

۳-۲-۲- شرح مراحل الگوریتم پیچرنک

رنک اساساً یک الگوریتم تحلیل شبکه است که به هر گره در یک گراف جهت‌دار (مانند شبکه وب، شبکه استنادی، یا شبکه اجتماعی) یک مقدار عددی (امتیاز پیچرنک) اختصاص می‌دهد. این امتیاز نشان‌دهنده احتمال قرار گرفتن یک کاربر تصادفی بر روی آن گره خاص، پس از دنبال کردن تعداد زیادی پیوند به صورت تصادفی است. محاسبه این امتیاز به صورت تکرارشونده انجام می‌شود؛ امتیاز هر گره در هر مرحله، بر اساس امتیاز گره‌هایی که به آن پیوند داده‌اند در مرحله قبل، به‌روزرسانی می‌شود. این فرآیند تا زمانی ادامه می‌یابد که امتیازات به یک حالت پایدار همگرا شوند

عملکرد این الگوریتم بر سه مفهوم زیر استوار است [۳۷]:

- ساختار لینک‌ها: پیچرنک از ساختار لینک‌های ورودی و خروجی بین صفحات وب استفاده می‌کند. هر صفحه وب با توجه به تعداد و کیفیت لینک‌هایی که به آن اشاره می‌کنند، نمره‌گذاری می‌شود.
 - مفهوم اهمیت: صفحه‌ای که لینک‌های ورودی بیشتری از صفحات مهم‌تر دارد، نمره پیچرنک بالاتری خواهد داشت. این به معنی این است که لینک‌های ورودی از صفحات معتبرتر، ارزش بیشتری دارند.
 - نرمال‌سازی نمرات: نمرات پیچرنک به صورت بازگشتی محاسبه می‌شوند و به مرور زمان و با انجام تکرارهای متعدد به یک مقدار ثابت (همگرایی) می‌رسند.
- در ادامه مراحل انجام محاسبات در الگوریتم پیچرنک تشریح شده است.

فرض کنید یک مجموعه از N صفحه وب داریم که به صورت گراف جهت‌دار به یکدیگر لینک شده‌اند. در این گراف، هر گره نمایانگر یک صفحه وب و هر یال نمایانگر یک لینک از یک صفحه به صفحه دیگر است.

ماتریس پیوند A که در آن A_{ij} برابر است با ۱ است اگر صفحه j به صفحه i لینک داده باشد و در غیر این صورت برابر با ۰ است.

$$A = \begin{pmatrix} A_{11} & \cdots & A_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{N1} & \cdots & A_{NN} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

از تقسیم عناصر ماتریس پیوند به تعداد لینک‌های خروجی از صفحه ماتریس احتمال انتقال M به دست می‌آید. در این

ماتریس عنصر M_{ij} نشان‌دهنده احتمال انتقال از صفحه j به صفحه i است:

$$M_{ij} = \frac{A_{ij}}{L_j} \quad (۲)$$

در این رابطه L_j تعداد لینک‌های خروجی از صفحه j است. اگر صفحه j هیچ لینکی نداشته باشد، برای جلوگیری از تقسیم بر صفر، می‌توان فرض کرد که $L_j = N$ (یعنی لینک به تمام صفحات وجود دارد). به چنین صفحاتی، صفحه آویزان^{۱۹} می‌گویند.

مقداردهی اولیه در الگوریتم پیچرنک برای هر صفحه i به صورت زیر انجام می‌شود.

$$PR(i) = \frac{1}{N} \quad (۳)$$

که در آن N تعداد کل صفحات است. این مقداردهی اولیه نشان‌دهنده فرض برابری اهمیت اولیه تمامی صفحات است.

- عامل میرایی^{۲۰}: عامل میرایی d برای جلوگیری از چرخه‌های بی‌پایان و محاسبه واقع‌بینانه‌تر پیچرنک معرفی می‌شود. معمولاً مقدار d برابر با ۰.۸۵ است [۴۴]. این عامل نشان‌دهنده احتمال دنبال کردن لینک‌ها توسط کاربر و $1 - d$ احتمال پرش کاربر به صفحه‌ای تصادفی است.
- رابطه تکراری محاسبه پیچرنک

$$PR_{new} = d \cdot M \cdot PR_{old} + \frac{1-d}{N} \cdot e \quad (۴)$$

که در آن e بردار واحد می‌باشد. این معادله ترکیبی از انتقال از طریق لینک‌ها و پرش تصادفی به صفحات دیگر را مدل می‌کند.

- فرایند تکرار: این فرآیند تا زمانی که تغییرات در PR کمتر از یک مقدار کوچک (مثلاً ϵ) باشد، تکرار می‌شود. این تکرار به معنی به‌روزرسانی پیچرنک‌ها تا رسیدن به همگرایی است.

۳-۲-۳- ساختار محاسبات در مدل پیشنهادی

برای پیاده‌سازی مدل پیشنهادی در این مقاله لازم است تا کارکنان پرسشنامه‌ای شامل سوالات مرتبط با ارزیابی‌های ذهنی را تکمیل نمایند. در این پرسشنامه اطلاعات اولیه خود را وارد نموده و در مورد تمام همکارانی که تمایل دارند پرسشنامه را تکمیل نمایند، اعلام نظر در هر سوال بوسیله مقیاس معمول لیکرت انجام می‌گیرد. تکمیل هر سوال این

²⁰ Damping Factor

¹⁹ dangling

اعتبار بیشتری خواهد داشت.

• اعمال امتیاز خنثی برای بازخوردهای ناموجود

همان طور که ذکر شد، مدل ارائه شده امکان مشارکت بالقوه همه افراد در فرایند ارزیابی را فراهم می آورد. با این حال، در عمل ممکن است برخی از افراد به دلایل مختلف به دیگران بازخورد ندهند. برای جلوگیری از تاثیر منفی این عدم بازخوردها بر الگوریتم پیچرنک و ایجاد یک ماتریس کاملاً متصل، از امتیاز خنثی استفاده می کنیم. امتیاز خنثی، یک امتیاز میانه است که می تواند در طیف لیکرت، عدد ۳ (در مقیاس ۱ تا ۵) یا عدد ۴ (در مقیاس ۱ تا ۷) باشد و به معنای عملکرد فرد در سطح متوسط بوده که هیچ گونه نظر مثبت یا منفی به همراه ندارد.

• وزن دهی نظرات

در فرایند ارزیابی سازمان ها، ممکن است برای نظرات افراد وزن های مختلفی بسته به جایگاه و اهمیت نظر هر فرد تخصیص داده شود. این وزن ها معمولاً نشان دهنده تأثیرگذاری و اهمیت ارزیابی های ارائه شده توسط هر فرد در سازمان هستند. به عنوان مثال، نظرات مدیران ارشد ممکن است وزن بیشتری نسبت به نظرات کارکنان معمولی داشته باشد. این وزن ها در قالب بردار w تعریف شده و نظرات افراد در وزن مربوطه ضرب می شود.

• نرمال سازی ماتریس نظرات

برای اطمینان از مقیاس بندی مناسب ارزیابی ها و جلوگیری از انحرافات ناشی از تفاوت در تعداد ارزیابی ها، ماتریس ارزیابی نرمال سازی می شود. این نرمال سازی مطابق رابطه ۲ با تقسیم هر ستون از ماتریس بر مجموع مقادیر همان ستون انجام می شود. ماتریس به دست آمده معادل ماتریس احتمال انتقال (M_{ij}) در الگوریتم پیچرنک می باشد.

$$M_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_i A_{ij}} \quad (5)$$

• اجرای محاسبات الگوریتم

الگوریتم پیچرنک با تنظیم ضریب میرایی ($d = 0.85$) و تکرار محاسبات تا همگرایی اجرا می شود [۴۴]. بردار رتبه بندی اولیه PR^0 با مقدار مساوی $\frac{1}{n}$ که در آن n تعداد افراد شرکت کننده در ارزیابی است، برای هر مولفه تنظیم شده و طبق رابطه (۴) در هر تکرار به روزرسانی می شود تا رتبه نهایی تثبیت شود.

پرسشنامه به مثابه پیوندهایی است که هر کارمند به دیگران می دهد. به این ترتیب، می توان کارکنان را بر اساس نظرات همکاران شان رتبه بندی کرد.

جمع بندی امتیازات به دست آمده از اعلام نظر افراد در مورد همدیگر در هر معیار ارزیابی مبتنی بر الگوریتم پیچرنک انجام می شود. مراحل انجام کار در مدل پیشنهادی به شرح زیر می باشد:

• تعریف ماتریس نظرات

در الگوریتم پیچرنک لینک های بین صفحات وب نشان دهنده ارتباطات بین صفحات هستند و هر چه یک صفحه لینک های ورودی بیشتری داشته باشد، از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای ارزیابی کارکنان، مفهوم لینک ها به ارزیابی هایی که هر کارمند از همکاران خود دریافت می کند، تبدیل شده است. به این ترتیب، هر ارزیابی معادل یک لینک در نظر گرفته می شود. در ماتریس نظرات A (شکل ۱) هر عنصر A_{ij} نشان دهنده امتیازی است که فرد j به فرد i داده است.

		ارزیاب				
		1	2	3	...	n
ارزیابی شونده	1	A11	A12	A13		A1n
	2	A21				
	3	A31				
	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
	n	An1	An2	An3	...	Ann

شکل ۱- ماتریس نظرات

ارزیابی ها می تواند در قالب مقیاس ارزیابی لیکرت ۵ واحدی یا ۷ واحدی دریافت شود. در مقیاس لیکرت ۵ واحدی، امتیازها می توانند مقادیری مانند "کاملاً مخالف"، "مخالف"، "نه مخالف نه موافق"، "موافق" و "کاملاً موافق" داشته باشند. در مقیاس لیکرت هفت واحدی، گزینه های بیشتری مانند "کاملاً مخالف"، "مخالف"، "نسبتاً مخالف"، "نه مخالف نه موافق"، "نسبتاً موافق"، "موافق" و "کاملاً موافق" وجود دارد. این امتیازات در ماتریس نظرات A به صورت عددی ثبت می شوند تا تحلیل ها و محاسبات بعدی را تسهیل کنند. بنابراین، هر چه یک کارمند از همکاران خود ارزیابی های مثبت تری دریافت کند، معادل با داشتن لینک های ورودی بیشتر در الگوریتم پیچرنک، اهمیت و

۴- بررسی و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی

در این بخش، عملکرد مدل ارزیابی مبتنی بر الگوریتم پیچ‌رنک با مدل معمول جمع‌بندی وزنی نظرات مقایسه می‌شود. برای این منظور، فرض می‌کنیم که ۶ نفر کارمند در مورد همدیگر نظرات خود را بر اساس یک معیار ارزیابی در مقیاس یک تا پنج اعلام می‌کنند. در این بررسی‌ها امتیازات خودارزیابی همه افراد برای حذف اثر آن، برابر با هم و در سطح امتیاز کامل (پنج) در نظر گرفته می‌شود. سایر مفروضات و پارامترهای اجرایی مدل به شرح زیر می‌باشد:

- **وزن نظرات:** وزن نظر همه افراد مساوی و برابر ۱ در نظر گرفته شده است.
- **ضریب میرایی:** در مدل پیشنهادی مشابه الگوریتم پیچ‌رنک از ضریب میرایی ۰.۸۵ استفاده شده است.
- **تعداد تکرارها:** محاسبات تا رسیدن به همگرایی (تغییر کمتر از $e^{-6} * 1$) ادامه می‌یابد.

جدول ۳- نتایج رتبه بندی کارکنان بر اساس داده‌های تصادفی

تکرار	روش	کارمند					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	مدل	۱.۰	۵.۰	۲.۰	۴.۰	۳.۰	۶.۰
	میانگین	۱.۵	۵.۰	۱.۵	۳.۰	۴.۰	۶.۰
۲	مدل	۳.۰	۱.۰	۶.۰	۵.۰	۲.۰	۴.۰
	میانگین	۲.۰	۱.۰	۶.۰	۵.۰	۳.۵	۳.۵
۳	مدل	۱.۰	۲.۰	۵.۰	۳.۰	۶.۰	۴.۰
	میانگین	۱.۰	۴.۰	۴.۰	۴.۰	۶.۰	۲.۰
۴	مدل	۳.۰	۴.۰	۶.۰	۵.۰	۲.۰	۱.۰
	میانگین	۳.۰	۴.۰	۴.۰	۵.۰	۱.۵	۱.۵
۵	مدل	۴.۰	۵.۰	۲.۰	۶.۰	۳.۰	۱.۰
	میانگین	۴.۵	۴.۵	۲.۰	۶.۰	۳.۰	۱.۰
۶	مدل	۳.۰	۱.۰	۶.۰	۴.۰	۵.۰	۲.۰
	میانگین	۴.۰	۱.۵	۳.۰	۶.۰	۵.۰	۱.۵
۷	مدل	۳.۰	۲.۰	۵.۰	۴.۰	۶.۰	۱.۰
	میانگین	۳.۰	۱.۵	۵.۰	۴.۰	۶.۰	۱.۵
۸	مدل	۶.۰	۴.۰	۱.۰	۳.۰	۲.۰	۵.۰
	میانگین	۶.۰	۵.۰	۱.۰	۳.۰	۲.۰	۴.۰
۹	مدل	۶.۰	۱.۰	۴.۰	۲.۰	۵.۰	۳.۰
	میانگین	۶.۰	۱.۰	۴.۰	۲.۰	۵.۰	۳.۰
۱۰	مدل	۶.۰	۲.۰	۴.۰	۳.۰	۱.۰	۵.۰
	میانگین	۶.۰	۱.۵	۳.۵	۳.۵	۱.۵	۵.۰
۱۱	مدل	۴.۰	۳.۰	۵.۰	۱.۰	۶.۰	۲.۰
	میانگین	۵.۰	۳.۰	۵.۰	۱.۰	۵.۰	۲.۰
۱۲	مدل	۴.۰	۲.۰	۶.۰	۱.۰	۵.۰	۳.۰
	میانگین	۳.۰	۳.۰	۶.۰	۱.۰	۵.۰	۳.۰

تکرار	روش	کارمند					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱۳	مدل	۶.۰	۵.۰	۴.۰	۲.۰	۳.۰	۱.۰
	میانگین	۴.۵	۶.۰	۳.۰	۱.۵	۴.۵	۱.۵
۱۴	مدل	۱.۰	۵.۰	۴.۰	۶.۰	۲.۰	۳.۰
	میانگین	۱.۵	۳.۵	۵.۰	۶.۰	۱.۵	۳.۵
۱۵	مدل	۴.۰	۱.۰	۲.۰	۵.۰	۳.۰	۶.۰
	میانگین	۳.۵	۱.۰	۳.۵	۵.۰	۲.۰	۶.۰
۱۶	مدل	۲.۰	۱.۰	۴.۰	۶.۰	۳.۰	۵.۰
	میانگین	۱.۵	۱.۵	۶.۰	۵.۰	۳.۵	۳.۵
۱۷	مدل	۶.۰	۱.۰	۳.۰	۴.۰	۲.۰	۵.۰
	میانگین	۶.۰	۲.۵	۲.۵	۴.۰	۱.۰	۵.۰
۱۸	مدل	۶.۰	۳.۰	۵.۰	۴.۰	۱.۰	۲.۰
	میانگین	۶.۰	۳.۵	۵.۰	۳.۵	۱.۰	۲.۰
۱۹	مدل	۱.۰	۴.۰	۵.۰	۳.۰	۲.۰	۶.۰
	میانگین	۱.۰	۴.۵	۴.۵	۲.۵	۲.۵	۶.۰
۲۰	مدل	۵.۰	۴.۰	۲.۰	۶.۰	۳.۰	۱.۰
	میانگین	۴.۰	۵.۰	۳.۰	۶.۰	۲.۰	۱.۰
۲۱	مدل	۶.۰	۵.۰	۱.۰	۲.۰	۴.۰	۳.۰
	میانگین	۶.۰	۴.۵	۱.۰	۲.۰	۴.۵	۳.۰
۲۲	مدل	۶.۰	۴.۰	۳.۰	۱.۰	۲.۰	۵.۰
	میانگین	۶.۰	۳.۰	۳.۰	۳.۰	۱.۰	۵.۰
۲۳	مدل	۱.۰	۳.۰	۴.۰	۶.۰	۲.۰	۵.۰
	میانگین	۲.۰	۳.۰	۴.۰	۶.۰	۱.۰	۵.۰
۲۴	مدل	۵.۰	۱.۰	۴.۰	۶.۰	۲.۰	۳.۰
	میانگین	۵.۰	۱.۰	۴.۰	۶.۰	۲.۰	۳.۰
۲۵	مدل	۱.۰	۶.۰	۱.۰	۴.۰	۲.۰	۳.۰
	میانگین	۱.۰	۵.۰	۱.۰	۴.۰	۲.۰	۳.۰
۲۶	مدل	۴.۰	۲.۰	۱.۰	۳.۰	۵.۰	۶.۰
	میانگین	۴.۰	۲.۰	۱.۰	۳.۰	۵.۵	۵.۵
۲۷	مدل	۱.۰	۲.۰	۴.۰	۳.۰	۵.۰	۶.۰
	میانگین	۱.۰	۲.۰	۴.۵	۳.۰	۴.۵	۶.۰
۲۸	مدل	۱.۰	۶.۰	۳.۰	۵.۰	۴.۰	۲.۰
	میانگین	۱.۵	۶.۰	۳.۰	۴.۵	۴.۵	۱.۵
۲۹	مدل	۶.۰	۴.۰	۲.۰	۵.۰	۳.۰	۱.۰
	میانگین	۴.۰	۴.۰	۶.۰	۴.۰	۱.۵	۱.۵
۳۰	مدل	۱.۰	۲.۰	۴.۰	۶.۰	۳.۰	۵.۰
	میانگین	۲.۰	۲.۰	۴.۰	۵.۵	۲.۰	۵.۵

۴-۱- بررسی اول: مقایسه آماری نتایج دو مدل بر

اساس داده‌های تصادفی

در این بخش، هدف بررسی معنادار بودن تفاوت رتبه‌بندی نهایی کارکنان بر اساس نتایج دو روش مورد بررسی در این مقاله است؛ به عبارت دیگر، می‌خواهیم این مساله را بررسی کنیم که آیا استفاده از مدل پیشنهادی در این مقاله به ایجاد تفاوت معنادار در نتایج ارزیابی‌ها نسبت به روش

همانطور که در جدول ۵ مشخص است رتبه بندی ارائه شده در هر دو روش برای کارمندان ۲، ۳، ۴ و ۶ یکسان است. این مساله نشان‌دهنده سازگاری خوب نتایج بین دو روش می‌باشد. در مورد کارمند ۱ و کارمند ۵ هر دو مدل رتبه‌های نزدیک به هم برای کارمند ۱ (رتبه ۲ در مدل پیشنهادی و رتبه ۲.۵ در روش میانگین) و کارمند ۵ (رتبه ۳ در مدل پیشنهادی و رتبه ۲.۵ در روش میانگین) ارائه داده‌اند، با این حال نتایج نشان‌دهنده دقت بیشتر مدل پیشنهادی است که در آن ارزیابی و رتبه‌بندی‌ها به صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر ارائه شده‌اند.

۳-۴- بررسی سوم: مواجهه مدل پیشنهادی با ارزیابی‌های جانبدارانه

در این تحلیل، ما قصد داریم دو مدل را در مواجهه با ارزیابی‌های جانبدارانه مقایسه کنیم. ارزیابی جانبدارانه به این معناست که فرد ارزیابی‌کننده به همه افراد به طور ناعادلانه امتیاز پایین می‌دهد، به جز برای یک فرد (دوست و آشنا) که به طور معمول امتیاز بالایی دریافت می‌کند.

در این سناریو که داده‌های آن در جدول ۶ آمده است، دو فرد (کارمند ۱ و ۶) که به طور عمومی از دید دیگران به عنوان کارمند ضعیف و با امتیاز پایین شناخته شده‌اند، به یکدیگر امتیاز کامل اعطا می‌کنند و به بقیه افراد امتیاز پایین‌ترین امتیاز ممکن را تخصیص می‌دهند.

جدول ۶- داده‌های سناریوی ارزیابی جانبدارانه در بررسی سوم

رتبه	ارزیاب					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۵	۵	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۵	۲	۵	۲	۱
۳	۱	۱	۵	۵	۴	۴
۴	۱	۱	۵	۵	۵	۵
۵	۱	۱	۴	۵	۵	۵
۶	۵	۱	۲	۱	۲	۵

جدول ۷- خروجی سناریوی ارزیابی جانبدارانه در بررسی سوم

	مدل پیشنهادی		روش میانگین	
	رتبه	امتیاز	رتبه	امتیاز
کارمند ۱	۰.۱۴۶	۶.۰	۲.۳۳۳	۶.۰
کارمند ۲	۰.۱۵۶	۴.۰	۲.۶۶۷	۴.۵
کارمند ۳	۰.۱۷۶	۳.۰	۳.۳۳۳	۳.۰
کارمند ۴	۰.۱۹۰	۱.۰	۳.۶۶۷	۱.۰
کارمند ۵	۰.۱۸۳	۲.۰	۳.۵۰۰	۲.۰
کارمند ۶	۰.۱۴۸	۵.۰	۲.۶۶۷	۴.۵

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود کارمند یک و کارمند

معمول میانگین منتهی می‌شود یا خیر. برای این منظور، ۳۰ بار داده‌های کاملاً تصادفی ارزیابی تولید می‌شود. سپس، هر یک از مجموعه داده‌های تصادفی با استفاده از الگوریتم پیچ‌رنک و روش میانگین وزنی تجمیع شده و بر اساس آن کارکنان رتبه‌بندی می‌شوند. در نهایت نتایج رتبه‌بندی حاصل از هر دو روش با استفاده از آزمون آماری ویلکاکسون مقایسه می‌شود تا معنادار بودن تفاوت رتبه‌بندی‌ها در دو روش مشخص گردد.

در جدول ۳ نتیجه رتبه بندی کارکنان بر اساس توضیحات فوق ارائه شده است.

نتایج حاصل از آزمون آماری ویلکاکسون نشان می‌دهد که تفاوت رتبه‌بندی حاصل از دو روش به‌طور معناداری قابل توجه است. در مرحله بعد بر اساس این تفاوت معنادار، مزایای بالقوه مدل پیشنهادی در مقایسه با روش سنتی میانگین وزنی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۴-۲- بررسی دوم: نمایش جزییات عملکرد مدل بر اساس داده‌های تصادفی

در این بخش، عملکرد مدل با استفاده از یک مثال مبتنی بر داده‌های تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج ارائه می‌شود. داده‌های ارزیابی مورد استفاده در این مثال به شرح جدول ۴ می‌باشد.

جدول ۴- داده‌های تصادفی ارزیابی در بررسی دوم

رتبه	ارزیاب					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۵	۵	۳	۲	۵	۳
۲	۲	۵	۱	۵	۲	۳
۳	۱	۲	۵	۳	۴	۴
۴	۴	۱	۲	۵	۳	۵
۵	۳	۴	۴	۲	۵	۵
۶	۵	۲	۳	۵	۴	۵

جدول ۵- خروجی ارزیابی بر اساس داده‌های تصادفی در

بررسی دوم

	مدل پیشنهادی		روش میانگین	
	رتبه	امتیاز	رتبه	امتیاز
کارمند ۱	۰.۱۸۱	۲.۰	۳.۸۳۳	۲.۵
کارمند ۲	۰.۱۴۲	۶.۰	۳.۰۰۰	۶.۰
کارمند ۳	۰.۱۵۲	۵.۰	۳.۱۶۷	۵.۰
کارمند ۴	۰.۱۵۹	۴.۰	۳.۳۳۳	۴.۰
کارمند ۵	۰.۱۷۹	۳.۰	۳.۸۳۳	۲.۵
کارمند ۶	۰.۱۸۷	۱.۰	۴.۰۰۰	۱.۰

در جدول ۸ کارمند ۱ به عنوان فردی که از نظر دیگران عملکرد پایینی دارد در نظر گرفته شده است. از این رو انتظار داریم در مدل پیشنهادی تأثیر نظرات این فرد در فرایند ارزیابی نسبت به افرادی که امتیاز بالاتری در ارزیابی‌ها به دست آورده اند، کمتر لحاظ شود. در مقابل کارمند ۲ بالاترین سطح امتیاز ممکن را در ارزیابی‌ها به دست آورده است و لذا انتظار داریم نظر این فرد در فرایند ارزیابی تأثیرگذارتر باشد.

جدول ۹- نتایج ارزیابی در بررسی چهارم

مدل پیشنهادی		روش میانگین		
رتبه	امتیاز	رتبه	امتیاز	
۶۰	۱۰۷۹	۶۰	۱۰۷۹	کارمند ۱
۱۰	۰۲۳۳	۱۰	۵۰۰۰	کارمند ۲
۴۰	۰۱۸۰	۴۰	۳۳۳۳	کارمند ۳
۵۰	۰۱۴۶	۵۰	۳۳۳۳	کارمند ۴
۲۰	۰۱۸۲	۲۰	۳۵۰۰	کارمند ۵
۳۰	۰۱۸۱	۳۰	۴۰۰۰	کارمند ۶

همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، کارمند سه و چهار در جدول ارزیابی‌ها امتیازات مشابه دارند و تنها تفاوت آن‌ها در امتیاز تخصیص داده شده توسط فرد یک و دو می‌باشد. ارزیاب یک به کارمند سه امتیاز ۵ و ارزیاب دو، امتیاز ۱ ارائه کرده است و این امتیازات در مورد کارمند چهار بالعکس می‌باشد. لذا با توجه به یکسان بودن مجموع امتیازات مشاهده می‌شود که این دو فرد در روش میانگین امتیاز و رتبه یکسان دریافت کرده اند اما در روش پیشنهادی امتیاز و رتبه کارمند چهارم به دلیل دریافت امتیاز با ارزش‌تر و موثرتر از ارزیاب دوم، بالاتر است.

در مورد کارمند پنجم و ششم نیز همین تحلیل قابل ارائه است. همانطور که مشاهده می‌شود با وجود آنکه مجموع امتیاز ارائه شده به کارمند ششم از کارمند پنجم بیشتر است، اما به دلیل در نظر گرفتن ارزش منبع ارزیابی در الگوریتم پیشنهادی، امتیاز و رتبه بندی کارمند ششم (رتبه سوم) کمتر از کارمند پنجم (رتبه دوم) شده است. این نتیجه در روش میانگین متفاوت بوده و در این روش کارمند ششم امتیاز و رتبه بالاتری نسبت به کارمند پنجم به دست آورده است.

۵- تحلیل نتایج

یافته‌های حاصل از سناریوهای اجرا شده در این پژوهش، شواهد قابل توجهی مبنی بر کارایی و مزایای مدل پیشنهادی ارزیابی عملکرد مبتنی بر پیچ‌رنک در مقایسه با روش سنتی میانگین‌گیری ارائه می‌دهند. در این بخش، نتایج کلیدی در پرتو پیشینه پژوهش و چالش‌های موجود در حوزه ارزیابی عملکرد

شش به‌طور جانبدارانه به یکدیگر امتیاز کامل داده‌اند و به دیگران امتیاز پایین تخصیص داده‌اند. همانطور که اشاره شد این دو کارمند از نظر سایرین به عنوان کارمند ضعیف و با امتیاز پایین شناخته می‌شوند و در مدل پیشنهادی و روش میانگین وزنی هر دو این کارمندان امتیاز پایین کسب کرده و در رتبه‌های پایین قرار دارند (رتبه ۶ برای کارمند ۱ و رتبه ۵ یا ۶ برای کارمند ۶).

از طرف دیگر کارمند دو و کارمند شش در روش میانگین وزنی امتیاز و رتبه مشابهی دارند (۲۶۶۷ و رتبه ۴۵)، این در حالیست که کارمند شش احتمالاً در یک در یک ارزیابی جانبدارانه شرکت داشته و به یک فرد ضعیف از دید دیگران (کارمند یک) بالاترین امتیاز را داده و بیشترین امتیاز را نیز از همین فرد دریافت کرده است و کارمند شش به سایر افراد کمترین امتیاز ممکن را ارائه کرده است. همانطور که در جدول ۷ مشخص است مدل پیشنهادی تفاوت واضح‌تری بین این دو کارمند ایجاد کرده است (امتیاز ۰۱۵۶ و رتبه ۴ برای کارمند دو در مقابل امتیاز ۰۱۴۸ و رتبه ۵ برای کارمند شش). این نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در تشخیص تفاوت عملکرد این دو کارمند دقت بیشتری دارد.

در مورد سایر کارمندان، نتایج رتبه‌بندی هر دو مدل یکسان است و هر دو روش توانسته‌اند کارمندان برتر را به درستی شناسایی کنند. این امر نشان‌دهنده منطقی و قابل اعتماد بودن نتایج مدل پیشنهادی است.

۴-۴- بررسی چهارم: مواجهه مدل پیشنهادی با نظرات کم‌اعتبار

در این بخش، امکان کاهش تأثیر نظرات فردی که در ارزیابی‌ها از دیگران امتیاز پایینی دریافت کرده است و به نوعی نظر این دسته از افراد کم اعتبار تلقی می‌شود، در نتایج ارزیابی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرض بر این است که چنین فردی از دید مجموعه به عنوان نیرویی مؤثر و قابل اعتماد شناخته نمی‌شود بنابراین، تأثیر نظرات این فرد در فرایند ارزیابی باید تعدیل گردد تا ارزیابی‌ها به‌طور عادلانه‌تر و دقیق‌تر صورت گیرد.

جدول ۸- داده‌های ارزیابی در بررسی چهارم

رتبه	ارزیاب					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۵	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۵	۵	۵	۵	۵	۵
۳	۱	۵	۵	۳	۳	۳
۴	۵	۱	۳	۵	۳	۳
۵	۱	۵	۲	۵	۵	۳
۶	۵	۲	۴	۴	۴	۵

تحلیل می‌شوند.

• تغییر معنادار و دقت در ارزیابی: نتایج آزمون

ویلیکاسون (بررسی اول) نشان داد که رتبه‌بندی حاصل از مدل پیچ‌رنک تفاوت معناداری با روش میانگین دارد. این امر بیانگر آن است که مدل پیشنهادی صرفاً تکرار روش‌های موجود نیست، بلکه منطق جدیدی را برای تجمیع نظرات بر اساس اعتبار نسبی ارزیاب‌ها معرفی می‌کند. همانطور که در پیشینه پژوهش اشاره شد، نیاز مبرمی به روش‌های دقیق‌تر و عادلانه‌تر برای ارزیابی عملکرد وجود دارد [۱۰، ۱۱]. اگرچه در شرایط عدم وجود سوگیری (بررسی دوم، داده‌های تصادفی)، نتایج کلی دو روش سازگار بود، اما مدل پیچ‌رنک توانایی تفکیک دقیق‌تر بین امتیازات نزدیک به هم را نشان داد که می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی دقیق‌تر کمک کند.

• مقابله با سوگیری ارزیابی: یکی از چالش‌های بنیادین

در ارزیابی عملکرد، به‌ویژه در روش‌های چندمنبعی، وجود سوگیری‌های آگاهانه یا ناآگاهانه ارزیاب‌ها است [۵، ۶]. بررسی سوم نشان داد که مدل پیشنهادی در شناسایی و کاهش تأثیر ارزیابی‌های جانبدارانه (مانند تبانی دو کارمند برای دادن امتیاز بالا به یکدیگر و امتیاز پایین به دیگران) عملکرد بهتری نسبت به روش میانگین دارد. در حالی که روش میانگین تحت تأثیر این امتیازات ساختگی قرار گرفت و تمایز کمتری بین کارمند دخیل در سوگیری و کارمند دیگر با امتیاز مشابه ایجاد کرد، مدل پیچ‌رنک به دلیل در نظر گرفتن اعتبار پایین این دو کارمند از دید سایرین، توانست تأثیر تبانی آن‌ها را کاهش داده و تمایز واضح‌تری ایجاد کند. این یافته راهکاری ساختاری برای مقابله با سوگیری ارائه می‌دهد که مکمل روش‌هایی مانند آموزش ارزیاب [۷] است و به طور خاص به مشکلاتی که در ارزیابی ۳۶۰ درجه نیز ممکن است بروز کند [۹]، پاسخ می‌دهد.

• وزن‌دهی پویا بر اساس اعتبار: بررسی چهارم به طور

مشخص نشان داد که مدل پیچ‌رنک به طور مؤثری تأثیر نظرات ارزیاب‌ها کم‌اعتبار (افرادی که خودشان امتیاز پایینی از دیگران دریافت کرده‌اند) را کاهش و تأثیر نظرات ارزیاب‌ها معتبرتر را افزایش می‌دهد. این ویژگی مستقیماً به شکاف تحقیقاتی شناسایی شده در زمینه عدم توجه کافی به اعتبار پویا و نسبی ارزیاب‌ها در بسیاری از روش‌های تجمیع داده [۲، ۹] می‌پردازد. در حالی که روش میانگین تمام نظرات را هم‌وزن در نظر می‌گیرد، مدل پیچ‌رنک یک مکانیزم داده‌محور برای سنجش و اعمال اعتبار فراهم می‌کند که منجر به نتایجی می‌شود که در آن امتیاز یک کارمند صرفاً میانگین نظرات نیست، بلکه بازتابی از

کیفیت و اعتبار منابع آن نظرات است. این امر به افزایش عدالت و قابلیت اتکای نتایج کمک شایانی می‌کند و پاسخی به چالش‌های مدیریت داده‌های کیفی و ذهنی در ارزیابی است [۳، ۴]. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که به‌کارگیری منطق پیچ‌رنک در ارزیابی عملکرد کارکنان، فراتر از یک نوآوری الگوریتمی، پتانسیل حل برخی از مشکلات ریشه‌ای در این حوزه را دارد. با فراهم کردن امکان وزن‌دهی هوشمند به نظرات و کاهش اثر سوگیری‌ها، این مدل می‌تواند به پیاده‌سازی سیستم‌های ارزیابی مشارکتی (مانند ۳۶۰ درجه) در مقیاس بزرگ‌تر کمک کرده و نتایجی دقیق‌تر و منصفانه‌تر تولید کند که در نهایت به بهبود مدیریت عملکرد و افزایش رضایت کارکنان منجر می‌شود [۱۰]. این رویکرد، هم‌راستا با حرکت به سمت استفاده از تکنیک‌های هوشمندتر در مدیریت منابع انسانی است که در پیشینه به آن اشاره شد.

۶- بحث و جمع‌بندی

این پژوهش، یک مدل نوین برای ارزیابی عملکرد کارکنان با بهره‌گیری از منطق الگوریتم پیچ‌رنک معرفی و کارایی آن را از طریق شبیه‌سازی در سناریوهای مختلف اعتبارسنجی نمود. هدف اصلی، پاسخ به محدودیت‌های روش‌های ارزیابی سنتی و چندمنبعی، به‌ویژه چالش مدیریت سوگیری و عدم توجه کافی به اعتبار نسبی و پویای ارزیاب‌ها بود.

نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان داد که مدل پیشنهادی، در مقایسه با روش میانگین‌گیری ساده، که روش متداول تجمیع نتایج ارزیابی‌ها است، توانایی قابل توجهی در کاهش تأثیر منفی ارزیابی‌های جانبدارانه و همچنین تعدیل وزن نظرات بر اساس اعتبار استنتاج‌شده ارزیاب‌ها از شبکه بازخوردها دارد. این قابلیت وزن‌دهی پویا و داده‌محور، که مستقیماً به شکاف تحقیقاتی شناسایی شده می‌پردازد، منجر به تولید رتبه‌بندی‌های دقیق‌تر و عادلانه‌تر می‌شود. علاوه بر این، با فراهم کردن مکانیزمی برای مدیریت هوشمند حجم بالای نظرات و سنجش اعتبار مشارکت‌کنندگان، این مدل بستر مناسبی برای پیاده‌سازی ارزیابی‌های مشارکتی گسترده‌تر در سازمان فراهم می‌آورد.

در مجموع، یافته‌ها حاکی از آن است که به‌کارگیری الگوریتم پیچ‌رنک در تجمیع داده‌های ارزیابی عملکرد، راهکاری کارآمد و نوآورانه برای افزایش دقت، شفافیت و مقبولیت فرآیند ارزیابی است. انتظار می‌رود استفاده از این مدل بتواند به بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی مرتبط با عملکرد، افزایش رضایتمندی کارکنان و در نهایت، ارتقاء عملکرد کلی سازمان کمک نماید و به عنوان یک ابزار ارزشمند در کنار سایر روش‌های نوین مدیریت

عملکرد مورد توجه قرار گیرد.

۷- محدودیت‌های پژوهش و مطالعات آتی

با وجود مزایا و قابلیت‌های قابل توجه مدل پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم پیچ‌رنک برای ارزیابی عملکرد کارکنان، این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز مواجه بوده است که می‌توانند مسیرهایی برای تحقیقات آینده باشند. اعتبارسنجی مدل در محیط واقعی سازمانی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش رو است؛ اگرچه نتایج شبیه‌سازی توانایی‌های مدل را در شناسایی و مدیریت ارزیابی‌های مغرضانه و کم‌اعتبار نشان می‌دهد، اما پیاده‌سازی آن در یک سازمان واقعی می‌تواند چالش‌های اجرایی و فرهنگی خاص خود را داشته باشد که نیازمند بررسی دقیق است. همچنین، ترکیب داده‌های کیفی با مدل کمی فعلی می‌تواند به ارائه تصویری جامع‌تر از عملکرد کارکنان منجر شود که در پژوهش‌های آتی باید به آن پرداخته شود. توسعه مکانیزم‌هایی برای در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص سازمانی مانند ساختارهای سلسله‌مراتبی و فرهنگ سازمانی در مدل پیچ‌رنک، و همچنین بررسی امکان ترکیب این مدل با روش‌های مدرن یادگیری ماشین برای بهبود پیش‌بینی‌پذیری و دقت ارزیابی‌ها، از دیگر زمینه‌های تحقیقاتی آینده خواهد بود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بدین‌وسیله از حمایت و پشتیبانی علمی دانشگاه

پیام نور در فرایند انجام این پژوهش قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌نمایند که در رابطه با انجام و انتشار این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع مالی، سازمانی یا شخصی وجود ندارد.

تأییدیه اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که تمامی اصول اخلاق پژوهش در فرآیند انجام این مطالعه رعایت گردیده و مقاله حاضر به‌صورت هم‌زمان برای چاپ در هیچ مجله دیگری ارسال یا منتشر نشده است.

مشارکت نویسندگان

حسین ناهید تیتکانلو: طراحی پژوهش، انجام تحلیل‌ها و نگارش نسخه اولیه مقاله و بررسی و اصلاح نسخه نهایی مقاله

علی دهقانی فیل‌آبادی: بازبینی علمی، همکاری در تنظیم منابع و آماده‌سازی نسخه نهایی مقاله.

هر دو نویسنده صحت نسخه ارائه‌شده را تأیید می‌نمایند.

منابع مالی

این پژوهش بدون دریافت هرگونه حمایت مالی مستقیم از نهادها یا سازمان‌های تأمین‌کننده بودجه انجام شده است.

مراجع

- [1] Islam, Rafikul, and Nagendran Periaiah. "Overcoming the Pitfalls in Employee Performance Evaluation: An Application of Ratings Mode of the Analytic Hierarchy Process." *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation* 19, no. 2 (2023): 127–157.
- [2] Nahid Titkanlu, Hossein, Roxana Fekri, and Abbas Keramati. "Modelling Uncertainty in Performance Appraisal Process Based on Evidence Theory and Fuzzy Theory." *Journal of Modeling in Engineering* 15, no. 51 (2017): 411–432.
- [3] Dehghani Fil Abadi, Ali. "Presenting a Model for Selecting the Best Supplier in the Space of Qualitative Reasoning: A New Approach for Multi-Attribute Decision-Making." *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems* 11, no. 22 (2023): 69–81.
- [4] Jiang, Jiajia, Gaocan Gong, Lin Wang, and Quanbo Zha. "Risk measurement of aggregation approaches in multiple attribute decision making under uncertain information." *Applied Soft Computing* 158 (2024): 111568.
- [5] Gong, Na, Wai Fong Boh, Anne Wu, and Tsulin Kuo. "Leniency bias in subjective performance evaluation: contextual uncertainty and prior employee performance." *Emerging Markets Finance and Trade* 57, no. 8 (2021): 2176–2190.
- [6] Eren, Ozkan. "Potential in-group bias at work: Evidence from performance evaluations." *Journal of Economic Behavior & Organization* 206 (2023): 296–312.
- [7] Tambunan, Toman Sony, Paham Ginting, Sirojuzilam Sirojuzilam, and Yeni Absah. "Analysis applicability of 360-degree feedback performance appraisal as a new technique performance appraisal for civil servants." *Review of Management, Accounting, and Business Studies* 2, no. 1 (2021): 30–39.
- [8] Sadati, Leila, Afsaneh Askarkhah, Sedigheh Hannani, Mostfa Moazamfard, Mahmood Abedinzade, Parisa Mohammad Alinejad, Nazanin Saraf, Azin Arabkhazaei, and Azar Arabkhazaei. "Assessment of staff performance

- in CSSD unit by 360 degree evaluation method." *Asia Pacific Journal of Health Management* 15, no. 4 (2020): 71-77.
- [9] Titkanloo, Hossein Nahid, Abbas Keramati, and Roxana Fekri. "Data aggregation in multi-source assessment model based on evidence theory." *Applied Soft Computing* 69 (2018): 443-452.
- [10] Nahid, Hosein, and Davoud Khani. "The position of belief functions structure in performance evaluation measures: a new approach." *Journal of Sustainable Human Resource Management* 5, no. 9 (2023): 49-72.
- [11] Shaout, Adnan, and Mohamed Khalid Yousif. "Employee performance appraisal system using fuzzy logic." *International Journal of Computer Science & Information Technology* 6, no. 4 (2014): 1-19.
- [12] Ozkan, Coskun, Gulsen Aydin Keskin, and Sevinc Ilhan Omurca. "A Variant Perspective To Performance Appraisal System: Fuzzy C-Means Algorithm." *International Journal of Industrial Engineering* 21, no. 3 (2014).
- [13] DeNisi, Angelo S., and Kevin R. Murphy. "Performance appraisal and performance management: 100 years of progress?." *Journal of applied psychology* 102, no. 3 (2017): 421.
- [14] Kusumah, Adie Irwan, Haryadi, Adi Indrayanto, and Iwan Setiawan. "A mediating and moderating role on employee performance appraisal." *Management Research Review* 44, no. 12 (2021): 1639-1659.
- [15] Taneja, Sapna, Ravikesh Srivastava, and N. Ravichandran. "Employees' fairness perception towards performance appraisal system: Antecedents and consequences." *Review of Managerial Science* 18, no. 8 (2024): 2163-2196.
- [16] Madhumita, G., P. Dolly Diana, PB Narendra Kiran, Swati Aggarwal, and Amarja Satish Nargunde. "AI-powered performance management: Driving employee success and organizational growth." In *2024 5th international conference on recent trends in computer science and technology (ICRTCST)*, pp. 204-209. IEEE, 2024.
- [17] Micacchi, Lorenza, Francesco Vide, Giorgio Giacomelli, and Marta Barbieri. "Performance appraisal justice and employees' work engagement in the public sector: Making the most of performance appraisal design." *Public Administration* 102, no. 3 (2024): 815-840.
- [18] Yang, Y., and J. Xiao. "Uncertainty Modelling and Aggregation in Comprehensive Evaluation of Teaching (CET) Systems: An Evidence-Fuzzy Framework." *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 133, (2024): 107915.
- [19] John Bernardin, H., Stephanie Thomason, M. Ronald Buckley, and Jeffrey S. Kane. "Rater rating-level bias and accuracy in performance appraisals: The impact of rater personality, performance management competence, and rater accountability." *Human Resource Management* 55, no. 2 (2016): 321-340.
- [20] Jirschitzka, Jens, Aileen Oeberst, Richard Göllner, and Ulrike Cress. "Inter-rater reliability and validity of peer reviews in an interdisciplinary field." *Scientometrics* 113, no. 2 (2017): 1059-1092.
- [21] Bankar, Swati, and Kasturi Shukla. "Performance management and artificial intelligence: a futuristic conceptual framework." In *Contemporary studies of risks in emerging technology, Part B*, pp. 341-360. Emerald Publishing Limited, 2023.
- [22] Andrieux, Pierre, Richard D. Johnson, Jalal Sarabadani, and Craig Van Slyke. "Ethical considerations of generative AI-enabled human resource management." *Organizational Dynamics* 53, no. 1 (2024): 101032.
- [23] Varma, Arup, Vijay Pereira, and Parth Patel. "Artificial intelligence and performance management." *Organizational Dynamics* 53, no. 1 (2024): 101037.
- [24] Aguinis, Herman, and Jing Burgi-Tian. "Talent management challenges during COVID-19 and beyond: Performance management to the rescue." *BRQ Business Research Quarterly* 24, no. 3 (2021): 233-240.
- [25] Brosig, Sascha, Carsten Bork, Walid Mehanna, and Stefan Tobias. "Digitization of corporate performance management: revolution or evolution?." In *Performance Management in Retail and the Consumer Goods Industry: Best Practices and Case Studies*, pp. 49-65. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- [26] Ouwehand, Kim, Avalon van der Kroef, Jacqueline Wong, and Fred Paas. "Measuring cognitive load: Are there more valid alternatives to likert rating scales?." In *Frontiers in Education*, vol. 6, p. 702616. Frontiers Media SA, 2021.
- [27] González-Gil, María Teresa, Ana Isabel Parro-Moreno, Cristina Oter-Quintana, Cristina González-Blázquez, M. Martínez-Marcos, M. Casillas-Santana, A. Arlandis-Casanova, and C. Canalejas-Pérez. "360-Degree evaluation: Towards a comprehensive, integrated assessment of performance on clinical placement in nursing degrees: A descriptive observational study." *Nurse Education Today* 95 (2020): 104594.

- [28] Sharma, Nirvan, and Patrick Hosein. "A comparison of data-driven and traditional approaches to employee performance assessment." In 2020 International Conference on Intelligent Data Science Technologies and Applications (IDSTA), pp. 34-41. IEEE, 2020.
- [29] Gordon, Stuart JG, Dianne H. Gardner, Jenny F. Weston, Charlotte Bolwell, Jackie Benschop, and Tim J. Parkinson. "Using the critical incident technique to determine veterinary professional competencies important for enhancing the veterinarian-client interaction." *Veterinary Record* 190, no. 6 (2022): e943.
- [30] Brown, Jason L., Sukari Farrington, and Geoffrey B. Sprinkle. "Biased self-assessments, feedback, and employees' compensation plan choices." *Accounting, Organizations and Society* 54 (2016): 45-59.
- [31] Tutuhatunewa, Alfredo. "Application of BARS and AHP methods in the design of employee performance appraisal instruments." In *AIP Conference Proceedings*, vol. 2588, no. 1, p. 040011. AIP Publishing LLC, 2023.
- [32] Roch, Sylvia G., David J. Woehr, Vipanchi Mishra, and Urszula Kieszczyńska. "Rater training revisited: An updated meta-analytic review of frame-of-reference training." *Journal of occupational and organizational psychology* 85, no. 2 (2012): 370-395.
- [33] Barlybayev, Alibek, Altynbek Sharipbay, Gulden Ulyukova, Talgat Sabyrov, and Batyrkhan Kuzenbayev. "Student's performance evaluation by fuzzy logic." *Procedia Computer Science* 102 (2016): 98-105.
- [34] Lubiano, María Asunción, Sara de la Rosa de Saa, Manuel Montenegro, Beatriz Sinova, and María Ángeles Gil. "Descriptive analysis of responses to items in questionnaires. Why not using a fuzzy rating scale?." *Information Sciences* 360 (2016): 131-148.
- [35] Dehghani Filabadi, Ali, and Gholamreza Hesamian. 2019. "A Proposed Method for Fuzzy Ranking in Multi-Attribute Decision-Making in Type-2 Fuzzy Environments." *Journal of Modeling in Engineering* 17, no. 59 (2019): 47-65.
- [36] Lepskiy, Alexander. "Evidence-based aggregation and ranking in an ordinal scale." *Procedia Computer Science* 221 (2023): 1066-1073. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.089>.
- [37] Sharma, Prem Sagar, Divakar Yadav, and Pankaj Garg. "A systematic review on page ranking algorithms." *International Journal of Information Technology* 12, no. 2 (2020): 329-337.
- [38] Shen, Xiaowei, Xiwei Liu, Dong Fan, Changjian Cheng, and Gang Xiong. "A performance appraisal method based on ACP theory and PageRank algorithm." In *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Service Operations, Logistics and Informatics*, pp. 197-201. IEEE, 2011.
- [39] Kamińska, Barbara, and Kamila Szymańczyk. "Professional Evaluation. Application of the PageRank Algorithm in Employee Rating." *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* 15, no. 2 Entrepreneurship and Human Resources in Management (2014): 37-50.
- [40] Zara, François. "Représentations de réflexion de groupes de Coxeter Première partie: le cas irréductible." *arXiv preprint arXiv:2001.09278* (2020).
- [41] Yang, Jie. "Research on PageRank Based Core User Classification Algorithm for Digital Marketing." In 2023 IEEE 3rd International Conference on Electronic Communications, Internet of Things and Big Data (ICEIB), pp. 441-444. IEEE, 2023.
- [42] Li, Zhaohui, Wenjia Piao, Zhengyi Sun, Lin Wang, Xiaoqian Wang, and Wenli Li. "User real-time influence ranking algorithm of social networks considering interactivity and topicality." *Entropy* 25, no. 6 (2023): 926. <https://doi.org/10.3390/e25060926>.
- [43] Zhang, Yu, Min Wang, Michael Zipperle, Alireza Abbasi, and Massimiliano Tani. "RelRank: A relevance-based author ranking algorithm for individual publication venues." *Information Processing & Management* 60, no. 1 (2023): 103156.
- [44] Ho, Chiung Ching, Kuan Hoong Poo, and Kok Chien Ong. "A Comparative Study of HITS vs PageRank Algorithms for Twitter Users Analysis." 2014 International Conference on Computational Science and Technology (ICCST), Kota Kinabalu, Malaysia, (2014): 1-6.