Archive of SID.ir

Quarterly journal
Intelligent Management of Human Capital
https://www.imhr.ir
Online ISSN: 3060-6950

Predicting employees' coping behaviors against job stress using a hybrid modeling approach based on structural equation analysis and machine learning

Sediqeh Khorshid [1] | **Mahdi Jahani** [2✉] | **Mohammad Barzegar** [3]

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 14 April 2025
Received in revised form 30 April 2025
Accepted 19 May 2025
Published online 09 June 2025

Keywords:
Job stress, Behavior prediction, Structural equation analysis, Coping behavior, Machine learning.

Abstract

Background and Objectives: This research aimed to predict employees' coping behaviors when faced with job stress, using a combination of structural equation analysis and machine learning methods. This study seeks to provide a scientific framework for better understanding stress coping mechanisms in workplaces.

Methodology: The statistical population consisted of 240 employees of a service organization who were selected by simple random sampling method. Data were collected through standardized questionnaires and their reliability was confirmed with a Cronbach's alpha coefficient above 0.85. The data analysis process was carried out in two main stages: in the first stage, structural equation analysis (SEM) was used to examine the relationships between variables, and in the second stage, modeling was carried out with various machine learning algorithms.

Findings: The results of structural equation analysis showed that the three variables of job stress, organizational support, and self-efficacy have a significant effect on coping behaviors. In the machine learning section, the multilayer neural network (MLP) algorithm was recognized as the best predictive tool with a significant accuracy of 92.5% and a coefficient of determination of 0.68, which indicates its high predictive power.

Conclusion: The hybrid model presented in this study is considered an efficient, accurate and scientific tool for predicting coping behaviors and designing stress management programs in various organizations. This model can help managers and decision-makers to better understand employees' reactions to stress and implement more effective strategies to help improve mental health and increase efficiency in the workplace.

Cite this article: Khorshid,S., Jahani, M., Barzegar, M. (2025). Predicting employees' coping behaviors against job stress using a hybrid modeling approach based on structural equation analysis and machine learning, *Intelligent Management of Human Capital*, 2 (4), 1-26.
DOI: https://doi.org/10.22034/imhr.2025.533727.1032
Publisher: Human Capital institute, Command and Staff University of I.R.I Army, https://www.imhr.ir
© "Authors retain the copyright and full publishing rights."
DOI: 10.22034/imhr.2025.533727.1032

1. Associate Professor of System Management, Business Management Department, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran. E-mail: s.khorshid@qom.ac.ir
2. Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. E-mail: jhanymhdy70@gmail.com
3. Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. E-mail: mohammadbarzzzegar@gmail.com

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Quarterly journal
Intelligent Management of Human Capital
https://www.imhr.ir
Online ISSN: 3060-6950

Predicting employees' coping behaviors against job stress using a hybrid modeling approach based on structural equation analysis and machine learning

Extended Abstract

Background and Objective: Job stress is one of the most important factors threatening the mental health and performance of employees in complex and challenging organizations such as municipalities, and its consequences can have serious effects on the productivity, job satisfaction, and even physical health of employees. In this study, focusing on employees of a large and sensitive municipality whose name will not be mentioned for confidentiality reasons, a combined and two-phase approach is presented to predict coping behaviors against job stress. The first phase includes structural modeling of the relationship between key variables of job stress, organizational support, self-efficacy, and coping behavior using SEM, and the second phase uses advanced machine learning algorithms such as multilayer neural networks (MLP) to improve prediction accuracy. Ultimately, the goal is that by improving our understanding of the factors influencing coping behaviors, organizations can design and implement more effective programs to support mental health and increase employee productivity. This will directly lead to improving organizational health, reducing costs of leaving the job, and increasing employee satisfaction and productivity. The findings of this study will also pave the way for future research in the field of applying machine learning to organizational behavior management in municipalities and can contribute significantly to the development of theoretical and practical knowledge in this field.

Methodology: The statistical population consisted of 240 employees of a service organization who were selected by simple random sampling method. Data were collected through standardized questionnaires and their reliability was confirmed with a Cronbach's alpha coefficient above 0.85. The data analysis process was carried out in two main stages: in the first stage, structural equation analysis (SEM) was used to examine the relationships between variables, and in the second stage, modeling was performed with various machine learning algorithms.

Findings: The results of structural equation analysis showed that three variables of job stress, organizational support and self-efficacy have a significant effect on coping behaviors. In the machine learning section, the multilayer neural network (MLP) algorithm was identified as the best predictive model with a significant accuracy of 92.5% and a coefficient of determination of 0.68. These results indicate the high predictive power of the proposed model. Finally, developing intelligent platforms based on these models in organizations and integrating them with human resource management systems is an operational path for applying the findings that can be considered in future research. According to the research findings, human resource managers and organizational leaders can use predictive models as decision-making tools to identify employees exposed to stress and provide the necessary psychological and managerial support. Also, using these models can help design educational programs and targeted interventions to promote mental health and reduce unhealthy coping behaviors.

Conclusion: The hybrid model presented in this study can be used as an efficient, accurate, and scientific tool for predicting coping behaviors and designing stress management programs in various organizations. . In this study, we used a combined approach of structural equation analysis and machine learning algorithms to accurately predict employees' coping behaviors against job stress. Predicting employees' coping behaviors against job stress using a combined modeling approach based on machine learning is an innovative and necessary research field that has become more important in today's conditions, especially with the increase in job pressures and challenges related to mental health. The findings of this study show that machine learning techniques are able to identify complex patterns and relationships between different variables that affect employees' coping behaviors. These models can help organizations to proactively understand employees' needs and design appropriate solutions for managing job stress.

Keywords: *Job stress, Behavior prediction, Structural equation analysis, Coping behavior, Machine. learning*

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

فصلنامه علمی مدیریت هوشمند سرمایه انسانی
https://www.imhr.ir
Online ISSN: 3060-6950

پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی با استفاده از رویکرد مدلسازی ترکیبی معادلات ساختاری و یادگیری ماشین

صدیقه خورشید[۱] | مهدی جهانی[۲]✉ | محمد برزگر[۳]

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۱/۲۵

تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۲/۱۰

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۲/۲۹

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۰۳/۱۹

کلیدواژه‌ها:
استرس شغلی، پیش‌بینی رفتار، تحلیل معادلات ساختاری، رفتار مقابله‌ای، یادگیری ماشین.

چکیده

زمینه و هدف: این پژوهش با هدف پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در مواجهه با استرس شغلی و با استفاده از ترکیب روش‌های تحلیل معادلات ساختاری و یادگیری ماشین انجام شد. این مطالعه به دنبال ارائه چارچوبی علمی برای درک بهتر مکانیسم‌های مقابله با استرس در محیط‌های کاری است.

روش تحقیق: جامعه آماری شامل ۲۴۰ نفر از کارکنان یک سازمان خدماتی که به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شدند. داده‌ها از طریق پرسشنامه‌های استاندارد شده جمع‌آوری گردید و پایایی آن‌ها با ضریب آلفای کرونباخ بالای ۰.۸۵ مورد تأیید قرار گرفت. فرآیند تحلیل داده‌ها در دو مرحله اصلی انجام پذیرفت: در مرحله اول از تحلیل معادلات ساختاری (SEM) برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده شد و در مرحله دوم مدل‌سازی با الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از تحلیل معادلات ساختاری نشان داد که سه متغیر استرس شغلی حمایت سازمانی و خودکارآمدی تأثیر معناداری بر رفتارهای مقابله‌ای دارند. در بخش یادگیری ماشین الگوریتم شبکه عصبی چندلایه (MLP) با دقت قابل توجه ۹۲.۵ درصد و ضریب تعیین ۰.۶۸ مدل پیشنهادی به عنوان بهترین ابزار پیش‌بینی‌کننده شناخته شدکه این نتایج بیانگر قدرت پیش‌بینی بالای آن است.

نتیجه‌گیری: مدل ترکیبی ارائه شده در این تحقیق به عنوان ابزاری کارآمد دقیق و علمی برای پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای و طراحی برنامه‌های مدیریت استرس در سازمان‌های مختلف به شمار می‌آید. این مدل می‌تواند به مدیران و تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا با درک بهتر از واکنش‌های کارکنان در مواجهه با استرس استراتژی‌های موثرتری را برای کمک به بهبود سلامت روانی و افزایش کارایی در محیط کار پیاده‌سازی کنند.

استناد: خورشید، صدیقه؛ جهانی، مهدی؛ برزگر،محمد(۱۴۰۴). پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی با استفاده از رویکرد مدلسازی ترکیبی مبتنی بر تحلیل معادلات ساختاری و یادگیری ماشین. *فصلنامه مدیریت هوشمند سرمایه انسانی*، ۲ (۴)، ۲۶-۱
DOI: https://doi.org/10.22034/imhr.2025.533727.1032

ناشر: پژوهشکده سرمایه انسانی دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، https://www.imhr.ir

© "حق نشر (کپی‌رایت) و کلیه حقوق انتشار برای نویسندگان محفوظ است."

DOI: 10.22034/imhr.2025.533727.1032

۱. دانشیار مدیریت سیستم، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: s.khorshid@qom.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی صنایع ومدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران. رایانامه: jhanymhdy70@gmail.com

۳. پژوهشگر، گروه مهندسی صنایع و مدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران. رایانامه: mohammadbarzzzegar@gmail.com

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

استرس شغلی یکی از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده سلامت روان و عملکرد کارکنان در سازمان‌های پیچیده و پرچالش مانند شهرداری‌ها به شمار می‌آید و پیامدهای آن می‌تواند بر بهره‌وری، رضایت شغلی و حتی سلامت جسمانی کارکنان تأثیرات جدی داشته باشد (Lazarus & Folkman, 1984; Ganster & Rosen, 2013). شهرداری‌ها به عنوان نهادهای خدمت‌رسان عمومی با مواجهه روزانه با حجم بالای مسائل و فشارهای کاری متنوع، زمینه‌ای منحصر به فرد برای بروز استرس شغلی فراهم می‌کنند. رفتارهای مقابله‌ای به عنوان واکنش‌های روانی و رفتاری کارکنان در برابر این فشارها، نقش کلیدی در حفظ کارایی و پایداری نیروی انسانی ایفا می‌کند (Carver, Scheier, & Weintraub, 1989). پیچیدگی‌های موجود در عوامل موثر بر این رفتارها، از جمله تعاملات میان عوامل فردی، سازمانی و محیطی، موجب شده است تا پیش‌بینی دقیق این واکنش‌ها به یک چالش پژوهشی تبدیل شود (Folkman & Moskowitz, 2004). مطالعات پیشین در زمینه رفتار مقابله‌ای کارکنان شهرداری‌ها بیشتر به تحلیل‌های آماری سنتی و مدل‌های خطی محدود شده‌اند که نمی‌توانند به خوبی تعاملات چندبعدی و غیرخطی را پوشش دهند (Skinner, Edge, Altman, & Sherwood, 2003). در همین راستا، رویکردهای مدلسازی پیشرفته مانند تحلیل معادلات ساختاری (SEM) با قابلیت بررسی روابط علی پیچیده، ابزاری مؤثر برای تحلیل رفتار سازمانی در شهرداری‌ها محسوب می‌شوند (Kline, 2016). با این حال، محدودیت‌های SEM در مدل‌سازی پیش‌بینی‌های دقیق در محیط‌های پویا و پیچیده شهری موجب شده است تا استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین به عنوان مکمل این روش، مورد توجه قرار گیرد. الگوریتم‌های یادگیری ماشین، با توانمندی در پردازش حجم بالایی از داده‌ها و کشف الگوهای پیچیده، می‌توانند دقت پیش‌بینی رفتار مقابله‌ای در کارکنان شهرداری را به طور قابل توجهی افزایش دهند (Jordan & Mitchell, 2015).

در این پژوهش، با تمرکز بر کارکنان شهرداری کلان شهر ها که به دلایل محرمانگی نام آن ذکر نمی‌شود، رویکردی ترکیبی و دو فازی برای پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای در برابر استرس شغلی ارائه شده است. فاز نخست شامل مدلسازی ساختاری رابطه میان متغیرهای کلیدی استرس شغلی، حمایت سازمانی، خودکارآمدی و رفتار مقابله‌ای با استفاده از SEM[1] است و فاز دوم به کارگیری الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین مانند شبکه عصبی

[1] Structural equation modeling

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

چندلایه (MLP[1]) به منظور بهبود دقت پیش‌بینی می‌پردازد. نوآوری اصـــلی این مطالعه در ترکیب دو روش تحلیلی متفاوت برای ارائه مدلی جامع و دقیق است که علاوه بر حفظ قابلیت تفســیر علمی روابط علی، قابلیت پیش‌بینی دقیق و کاربردی در محیط پیچیده شــهرداری را فراهم می‌آورد. این رویکرد همگام با نیازهای رو به رشد سازمان‌های شهری برای بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، می‌تواند مبنای توسعه برنامه‌های بهبود سلامت روان و بهینه‌سازی مدیریت منابع انسانی در شهرداری‌ها باشد (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2019). داده‌های به دســـت آمده از نمونه ۲۷۰ نفری کارکنان این ســـازمان، با رعایت اصـــول اخلاق پژوهش و محرمانگی کامل جمع‌آوری شـده اسـت. هدف نهایی این تحقیق، ارائه یک رویکرد مدلسـازی ترکیبی مبتنی بر یادگیری ماشـــین برای پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی است. با تلفیق تکنیک‌های پیشرفته یادگیری ماشین و تحلیل‌های روانشناختی این تحقیق به دنبال شناسایی الگوهای مؤثر در واکنش‌های کارکنان نسبت به استرس بوده و راهکارهای عملی برای مدیریت بهینه استرس در محیط‌های کاری مختلف را ارائه می‌دهد. در نهایت، هدف این است که با بهبود درک ما از عوامل تأثیرگذار بر رفتارهای مقابله‌ای سازمان‌ها بتوانند برنامه‌های مؤثرتری را برای حمایت از ســـلامت روانی و افزایش بهره‌وری کارکنان طراحی و پیاده‌ســازی کنند. ویکی از مســائل مهم در ســازمان ها، رابطه هوش مصـــنوعی با ا یمنی کارکنان در محیط کارشان است . که این موضوع مستقیماً به ارتقای سلامت سازمانی، کاهش هزینه‌های ناشـــی از ترک خدمت و افزایش رضـــایت و بهره‌وری نیروی انســـانی منجر خواهد شد.(Noori et al,2024) همچنین یافته‌های این مطالعه، راهگشای پژوهش‌های آینده در حوزه کاربرد یادگیری ماشـــین در مدیریت رفتار ســـازمانی در شـــهرداری‌ها خواهد بود و می‌تواند به توسعه دانش نظری و عملی در این زمینه کمک شایانی نماید.

مبانی نظری

رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در مواجهه با اسـترس شـغلی یکی از موضـوعات کلیدی در حوزه رفتار سـازمانی و روان‌شـناسـی کاری اسـت که بر سـلامت روانی و عملکرد سـازمانی تأثیرات عمیقی دارد (Cheng & Furnham, 2013). اســـترس شـــغلی به عنوان واکنش‌های روانی و فیزیولوژیکی فرد نســـبت به فشـــارهای محیط کاری تعریف می‌شـــود که اگر کنترل نشـــود، می‌تواند منجر به اختلالات جســـمی، روانی و کاهش بهره‌وری شـــود (Awa, Plaumann, &

[1] Multi Layer Perceptron

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

.(Walter, 2010

۱. اســـترس شـــغلی و رفتار مقابله‌ای: رفتار مقابله‌ای (Coping Behavior) به مجموعه استراتژی‌ها و واکنش‌هایی گفته می‌شود که کارکنان برای مدیریت استرس و کاهش تأثیرات منفی آن به کار می‌گیرند (Lazarus & Folkman, 1984). این رفتارها می‌توانند به دو دسته اصلی «مقابله مسئله‌محور» و «مقابله هیجانی» تقسیم شوند که هر کدام کارکرد متفاوتی در مدیریت اســـترس دارند (Skinner et al., 2003). پژوهش‌های اخیر نشـــان داده‌اند که نوع و اثربخشی رفتار مقابله‌ای با متغیرهای شخصیتی، حمایت اجتماعی و فرهنگ سازمانی ارتباط مستقیم دارد (Park & Adler, 2020).

۲. مدل‌ســـازی رفتار مقابله‌ای با تحلیل معادلات ســـاختاری: تحلیل معادلات ســـاختاری (SEM) به عنوان یک ابزار آماری قوی، امکان بررســـی روابط علی پیچیده میان متغیرهای رفتاری و روان‌شـــناختی را فراهم می‌کند و در مطالعات رفتار ســـازمانی کاربرد فراوان دارد (Schumacker & Lomax, 2016). با استفاده از SEM می‌توان مدل‌هایی را ساخت که رابطه میان استرس شغلی، حمایت سازمانی، خودکارآمدی و رفتار مقابله‌ای را به صورت ساختاریافته بررسی کند (Byrne, 2013). این روش به پژوهشگران اجازه می‌دهد تا نه تنها اثرات مستقیم بلکه اثرات غیرمســـتقیم و میانجی‌گری متغیرها را نیز تحلیل کنند (Kline, 2016) و (پدرامی و واعظی، ۱۴۰۳).

یادگیری ماشین در پیش‌بینی رفتار سازمانی

در سال‌های اخیر، یادگیری ماشـین به عنوان روشـی نوین و قدرتمند در پیش‌بینی رفتارهای پیچیده انســـانی مورد توجه قرار گرفته اســـت (Baker et al., 2021). الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی، درخت تصمیم، و ماشین بردار پشـتیبان (SVM[1]) قادر به اسـتخراج الگوهای پنهان از داده‌های بزرگ و متنوع هسـتند و در پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای در محیط‌های سازمانی پیچیده به کار رفته‌اند (Sharma & Gedeon, 2019).

استفاده از این الگوریتم‌ها در حوزه مدیریت رفتار سازمانی به دلیل توانایی آنها در مدل‌سازی روابط غیرخطی و تعاملات پیچیده بین عوامل فردی و محیطی، به افزایش دقت پیش‌بینی کمک شایانی کرده است (Wang, Chen, & Wang, 2020). ترکیب یادگیری ماشین با تحلیل معادلات ساختاری به عنوان رویکردی هیبریدی، ضمن حفظ تفسیرپذیری مدل‌های SEM، دقت و قابلیت پیش‌بینی را افزایش می‌دهد (Zhang et al., 2022).

اهمیت حمایت سازمانی و خودکارآمدی

[1] Support Vector Machine

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

حمایت سازمانی، به معنای درک کارکنان از میزان توجه و حمایت سازمان نسبت به رفاه و نیازهای آنهاست که نقش مهمی در کاهش استرس شغلی و ارتقای رفتار مقابله‌ای مثبت ایفا می‌کند (Rhoades & Eisenberger, 2002). همچنین خودکارآمدی، یعنی باور فرد به توانایی‌های خود برای مدیریت موقعیت‌های استرس‌زا، به عنوان یک متغیر کلیدی در پیش‌بینی رفتار مقابله‌ای شناخته شده است (Bandura, 1997). اثر بخشی یادگیری و آموزش کارکنان به عنوان یک فرآیند پیچیده و چندجانبه، میتواند تأثیرات مثبت گسترده ای بر کارکنان و همچنین سازمان داشته باشد(Jovari & Javanbakhsh,2025).مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این دو عامل نقش میانجی‌گر و تعدیل‌کننده در رابطه بین استرس شغلی و رفتار مقابله‌ای دارند (Nguyen, Allen, & Slater, 2019).

چالش‌های پیش‌بینی رفتار مقابله‌ای در سازمان‌های شهری

شهرداری‌ها به عنوان سازمان‌های پویا و چندوجهی، محیطی سرشار از فشارهای کاری و تعارضات سازمانی هستند که بر رفتار مقابله‌ای کارکنان تأثیرگذار است (Parker & DeCotiis, 1983). تفاوت‌های فردی، تنوع وظایف و فشارهای خاص شهری، مدلسازی دقیق این رفتارها را پیچیده می‌سازد. به همین دلیل، استفاده از رویکردهای نوین و ترکیبی برای تحلیل داده‌های کارکنان شهرداری و پیش‌بینی رفتار مقابله‌ای، گامی ضروری در مدیریت منابع انسانی و بهبود سلامت سازمانی محسوب می‌شود (Chung, Kim, & Kwon, 2021) و (جووری و جوانبخش، ۱۴۰۳).

پیشینهٔ پژوهش

مطالعات متعددی به بررسی استرس شغلی و رفتارهای مقابله‌ای کارکنان پرداخته‌اند که درک بهتر این پدیده پیچیده را ممکن ساخته‌اند. به طور سنتی، بسیاری از تحقیقات بر تحلیل روابط بین متغیرهای روان‌شناختی و سازمانی با استفاده از روش‌های آماری کلاسیک، از جمله تحلیل معادلات ساختاری (SEM) تمرکز داشته‌اند. برای مثال، تحقیق انجام شده توسط Kim و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که استرس شغلی به طور معنی‌داری با استفاده از مدل SEM بر رفتارهای مقابله‌ای هیجانی و مسئله‌محور کارکنان در سازمان‌های دولتی تاثیرگذار است (Kim, Park, & Choi, 2018). این مطالعه، با استفاده از SEM، نقش میانجی خودکارآمدی و حمایت سازمانی را در این رابطه به خوبی مشخص کرد.

از سوی دیگر، پیشرفت‌های اخیر در حوزه یادگیری ماشین امکان تحلیل داده‌های پیچیده‌تر و غیرخطی را فراهم آورده است. به طور مثال، مطالعه‌ای توسط Wang و همکاران (۲۰۲۰) به

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بررسی پیش‌بینی رفتار مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند شبکه عصبی مصنوعی و درخت تصمیم پرداخت. نتایج نشان داد که مدل‌های یادگیری ماشین دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به مدل‌های آماری کلاسیک دارند و می‌توانند الگوهای پنهان و پیچیده‌تری از داده‌ها استخراج کنند (Wang, Chen, & Wang, 2020).

ترکیب این دو رویکرد – یعنی استفاده همزمان از تحلیل معادلات ساختاری و یادگیری ماشین – به تازگی به عنوان رویکردی نوآورانه در مطالعات مدیریت منابع انسانی معرفی شده است. Zhang و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی ترکیبی، با تلفیق SEM و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، توانستند مدل‌های پیش‌بینی دقیق‌تر و قابل تفسیرتری از رفتار مقابله‌ای کارکنان در محیط‌های کاری استرس‌زا ارائه دهند. این مطالعه نوآورانه نشان داد که ادغام این دو روش می‌تواند محدودیت‌های هر کدام را پوشش دهد و چارچوبی جامع‌تر برای تحلیل رفتار سازمانی فراهم آورد (Zhang et al., 2022).

در پژوهش‌های ایرانی نیز توجه به استرس شغلی و رفتار مقابله‌ای کارکنان شهرداری‌ها افزایش یافته است. برای نمونه، تحقیق توسلی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی رابطه استرس شغلی و رفتار مقابله‌ای در کارکنان شهرداری تهران پرداخت و دریافتند که حمایت سازمانی و مهارت‌های مقابله‌ای می‌توانند به طور قابل توجهی اثرات منفی استرس را کاهش دهند (توسلی، رضایی و کریمی، ۱۳۹۹). با این حال، این تحقیقات عمدتاً به روش‌های سنتی تحلیل داده محدود بوده و از رویکردهای ترکیبی جدید بهره‌مند نشده‌اند.

از این رو، پژوهش حاضر با هدف توسعه مدلی ترکیبی و دو فازی، که در آن ابتدا روابط ساختاری متغیرهای استرس شغلی و رفتار مقابله‌ای با SEM بررسی شود و سپس با الگوریتم‌های یادگیری ماشین به پیش‌بینی دقیق‌تر رفتار مقابله‌ای پرداخته شود، نوآوری قابل توجهی در این حوزه محسوب می‌شود. این رویکرد علاوه بر ارتقاء دقت پیش‌بینی، امکان ارائه راهکارهای هدفمندتر به مدیران سازمان‌های شهری مانند شهرداری‌ها را نیز فراهم می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

مطالعه حاضر از نوع کاربردی–تحلیلی است که با بهره‌گیری از یک طراحی دو فازی ترکیبی شامل تحلیل معادلات ساختاری (SEM) و مدل‌های یادگیری ماشین (ML)، به پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی می‌پردازد. این تحقیق در پی آن است که ضمن بررسی علیّت متغیرهای روان‌شناختی در شکل‌گیری این رفتارها، از طریق مدل‌های

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

داده‌محور نیز امکان پیش‌بینی دقیق این واکنش‌ها را فراهم آورد. طراحی دو فازی تحقیق به شرح زیر است:

- فاز اول: تحلیل معادلات ساختاری (SEM) برای مدل‌سازی روابط میان متغیرهای روان‌شناختی و اجتماعی مؤثر بر رفتارهای مقابله‌ای؛
- فاز دوم: یادگیری ماشین (ML) برای پیش‌بینی دقیق رفتارهای مقابله‌ای با استفاده از داده‌های حاصل از فاز اول و دیگر متغیرهای فردی و سازمانی.

جامعه آماری این پژوهش شامل کارکنان رسمی، پیمانی و قراردادی در پنج منطقه اصلی شهرداری مشهد است که در رده‌های کارشناسی، عملیاتی و سرپرستی مشغول به کار هستند. حجم کل جامعه براساس داده‌های سال ۱۴۰۳ حدود ۶۵۰ نفر برآورد شده است. به منظور انجام تحلیل SEM و همچنین آموزش مدل‌های ML، از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب استفاده شد و ۲۴۰ نمونه معتبر برای تحلیل نهایی انتخاب شدند.

جدول۱. ترکیب جامعه و نمونه آماری

رده سازمانی	تعداد جامعه	نمونه تخصیص‌یافته	نسبت به کل نمونه(%)
کارشناسان منابع انسانی	۱۲۰	۴۴	۱۸.۳
واحد فناوری اطلاعات	۱۰۰	۳۷	۱۵.۴
واحد خدمات شهری	۲۵۰	۹۲	۳۸.۳
مدیران و ناظران	۸۰	۲۹	۱۲.۱
سایر بخش‌ها	۱۰۰	۳۸	۱۵.۹
جمع کل	۶۵۰	۲۴۰	۱۰۰

ابزار گردآوری داده‌ها پرسش‌نامه‌ای ترکیبی بود که از دو بخش تشکیل شده است:

۱.بخش اول (ساختاری): بر اساس ابزارهای استاندارد شده در ادبیات رفتار مقابله‌ای و استرس شغلی طراحی شده است؛ شامل مقیاس‌های زیر:

- استرس شغلی (HSE,۲۰۰۴)
- رفتارهای مقابله‌ای (Brief COPE, Carver,۱۹۹۷)
- حمایت سازمانی (Eisenberger et al)
- خودکارآمدی (Chen et al)
- عدالت سازمانی، کنترل شغلی، فشار نقش، تعارض نقش و ...

۲.بخش دوم (پیش‌بینی‌محور): شامل ویژگی‌های دموگرافیک (سن، سابقه، جنسیت، تحصیلات، نوع استخدام، شیفت کاری) و پرسش‌هایی در مورد نحوه پاسخ‌دهی به

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

موقعیت‌های پراسترس.

پرسش‌نامه در مجموع دارای ۷۴ گویه در مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای (از کاملاً مخالف تا کاملاً موافق) است.

روایی محتوایی ابزار توسط پنج متخصص دانشگاهی و دو کارشناس منابع انسانی در شهرداری مشهد تأیید شد. همچنین روایی سازه از طریق تحلیل عاملی تأییدی (CFA[1]) و پایایی با استفاده از آلفای کرونباخ بررسی شد:

جدول۲. ضرایب پایایی (آلفای کرونباخ)

مقیاس	تعداد گویه	آلفای کرونباخ
استرس شغلی	۱۴	۰.۸۲
رفتار مقابله‌ای	۱۶	۰.۸۷
حمایت سازمانی	۸	۰.۸۱
خودکارآمدی	۶	۰.۷۹
عدالت سازمانی	۷	۰.۸۵
سایر	۲۳	۰.۷۶
کل پرسش‌نامه	۷۴	۰.۸۹

در این پژوهش، تحلیل داده‌ها در دو فاز مجزا اما مکمل انجام شده است که هر کدام با هدفی خاص و با استفاده از روش‌ها و نرم‌افزارهای تحلیلی متفاوت طراحی شده‌اند. رویکرد کلی تحقیق مبتنی بر روش‌شناسی ترکیبی (Hybrid Approach) است که هم قابلیت تبیین علی روابط بین متغیرها را دارد و هم امکان پیش‌بینی دقیق نتایج را از طریق الگوریتم‌های یادگیری ماشین فراهم می‌سازد.

◇ **فاز اول**: تحلیل معادلات ساختاری (SEM)

در فاز اول، تمرکز بر بررسی مدل مفهومی و روابط بین متغیرهای پژوهش است. این تحلیل به پرسش‌های زیر پاسخ می‌دهد:

- آیا متغیرهایی چون حمایت سازمانی، خودکارآمدی، عدالت سازمانی و شدت استرس شغلی، نقش معناداری در پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای دارند؟
- اثرات مستقیم و غیرمستقیم این متغیرها به چه صورت است؟

[1] Confirmatory Factor Analysis

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

• چه ساختاری از روابط بین متغیرها می‌تواند بهترین برازش را با داده‌های واقعی داشته باشد؟

برای تحلیل این مرحله از داده‌ها از نرم‌افزار AMOS نسخه ۲۶ استفاده شده است. در این بخش، مدل مفهومی بر پایه نظریه‌های پیشین و نتایج تحلیل عاملی تأییدی اولیه، به صورت مسیرهای علّی بین متغیرهای نهفته و مشاهده‌شده ترسیم شد.

جدول۳. شاخص‌های برازش مورد استفاده

شاخص	نام کامل	مقدار قابل قبول
χ^2/df	نسبت کای‌دو به درجه آزادی	< ۳
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation	< ۰.۰۸
CFI	Comparative Fit Index	> ۰.۹۰
TLI	Tucker–Lewis Index	> ۰.۹۰
GFI	Goodness-of-Fit Index	> ۰.۹۰

مراحل تحلیل در فاز اول:

۱.تحلیل عاملی تأییدی (CFA): برای تأیید ساختار عاملی پرسش‌نامه‌ها و ارزیابی روایی سازه.

۲.مدل‌سازی معادلات ساختاری: بررسی مسیرهای علّی بین متغیرهای پنهان و مشاهده‌شده.

۳.تعدیل‌گری و میانجی‌گری: با استفاده از تحلیل مسیر غیرمستقیم و آزمون بوت‌استرپ.

۴.تحلیل حساسیت مسیرها: جهت ارزیابی اهمیت نسبی متغیرها در مدل.

خروجی این فاز، مدل تأییدشده‌ای است که روابط بین متغیرها را از منظر علی بررسی می‌کند و پایه‌ی داده‌ای برای مرحله دوم را فراهم می‌سازد.

◇ فاز دوم: یادگیری ماشین (ML)

در فاز دوم پژوهش، تمرکز بر پیش‌بینی دقیق رفتارهای مقابله‌ای کارکنان بر اساس ویژگی‌های فردی، سازمانی و روان‌شناختی آن‌ها است. برخلاف SEM که به دنبال تبیین روابط علی است، هدف این فاز مدل‌سازی پیش‌بینانه (Predictive Modeling) است که بتواند برای فردی جدید (با مشخصاتی معین) نوع رفتار مقابله‌ای را پیش‌بینی کند.

گام‌های اجرایی فاز ML:

۱.پیش‌پردازش داده‌ها (Data Preprocessing):

o حذف داده‌های پرت و ناقص

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

- نرمال‌سازی داده‌ها (Min-Max Scaling)
- کدگذاری متغیرهای کیفی (One-hot Encoding یا Label Encoding)
- تقسیم داده‌ها به دو دسته:
  - داده‌های آموزشی (Train): ۸۰٪ کل داده‌ها
  - داده‌های آزمون (Test): ۲۰٪ باقیمانده

۲.مدل‌سازی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین:

پنج الگوریتم در این فاز استفاده شد تا مدل‌هایی برای طبقه‌بندی رفتار مقابله‌ای (مثلاً مسأله‌محور، هیجان‌محور، اجتنابی و ...) تولید شود:

- Random Forest
- XGBoost
- Support Vector Machine (SVM)
- K-Nearest Neighbors (KNN)
- Artificial Neural Networks (ANN)

۳.آزمون مدل‌ها و ارزیابی عملکرد:

برای ارزیابی مدل‌ها از اعتبارسنجی متقابل (۱۰-fold Cross Validation) و متریک‌های استاندارد زیر استفاده شد:

جدول۴. متریک‌های استاندارد

شاخص	تعریف	کاربرد
Accuracy	نسبت پیش‌بینی‌های درست به کل موارد	معیار کلی موفقیت مدل
Precision	نسبت مثبت‌های درست به تمام مثبت‌های پیش‌بینی‌شده	برای بررسی دقت طبقه‌بندی
Recall	نسبت مثبت‌های درست به کل مثبت‌های واقعی	حساسیت مدل به نمونه‌های درست
F1-Score	میانگین هارمونیک دقت و حساسیت	توازن بین precision وrecall
AUC-ROC	ناحیه زیر منحنی مشخصه عملکرد	مقایسه عملکرد مدل‌ها در شناسایی کلاس‌ها

۴.تحلیل اهمیت متغیرها (Feature Importance):

یکی از مزیت‌های مدل‌هایی مثل XGBoost و RF امکان استخراج درصد تأثیر هر متغیر ورودی بر روی خروجی مدل است. این تحلیل در بخش یافته‌ها ارائه خواهد شد تا روشن شود کدام فاکتورهای فردی و روان‌شناختی بیشترین اثر را بر رفتار مقابله‌ای دارند.

تعامل بین فاز اول و دوم

مدل نهایی تحلیل SEM در فاز اول، علاوه بر تبیین روابط بین متغیرها، نقش مهمی در شکل‌دهی به داده‌های ورودی برای فاز دوم ایفا می‌کند. به طور مشخص:

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

• نتایج SEM مبنایی برای انتخاب ویژگی‌های مهم و معنادار در آموزش مدل‌های یادگیری ماشین فراهم می‌آورد.

• استفاده از شاخص‌های پنهان استخراج‌شده (مانند نمره خودکارآمدی یا ادراک عدالت) در کنار ویژگی‌های دموگرافیک در ML، موجب افزایش دقت پیش‌بینی می‌شود.

• تحلیل همزمان روابط علّی و پیش‌بینانه، تصویری جامع و دووجهی از رفتار کارکنان ارائه می‌دهد.

یافته‌های پژوهش

مطابق با اهداف پژوهش، فرایند تحلیل داده‌ها در دو فاز مجزا و مکمل طراحی شد. فاز نخست شامل تحلیل آماری بر اساس مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) به منظور بررسی اثرات علی متغیرهای نظری بر رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی بود؛ و فاز دوم به بهره‌گیری از الگوریتم‌های منتخب یادگیری ماشین برای پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای با تمرکز بر دقت و قابلیت تعمیم‌پذیری مدل اختصاص یافت.

فاز اول: تحلیل مبتنی بر معادلات ساختاری (SEM)

۱. توصیف ویژگی‌های نمونه آماری

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه کارکنان رسمی، پیمانی و قراردادی یکی از نهادهای دولتی در استان خراسان رضوی به تعداد ۲۴۰ نفر بود که با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای متناسب، به عنوان نمونه انتخاب شدند. توزیع جمعیت‌شناختی پاسخ‌دهندگان در جداول زیر ارائه شده است:

جدول۵. توزیع فراوانی بر اساس جنسیت

جنسیت	فراوانی	درصد
مرد	۱۵۸	٪۶۵.۸
زن	۸۲	٪۳۴.۲

جدول۶. توزیع بر اساس سن

بازه سنی	فراوانی	درصد
زیر ۳۰ سال	۳۶	٪۱۵
۳۰–۴۰ سال	۹۶	٪۴۰
۴۰–۵۰ سال	۷۴	٪۳۰.۸
بالای ۵۰ سال	۳۴	٪۱۴.۲

جدول۷. سطح تحصیلات

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تحصیلات	فراوانی	درصد
دیپلم	۱۸	٪۷.۵
کاردانی	۳۲	٪۱۳.۳
کارشناسی	۱۰۴	٪۴۳.۳
کارشناسی ارشد	۷۲	٪۳۰
دکتری	۱۴	٪۵.۸

۲. اعتبارسنجی ابزار اندازه‌گیری

قبل از مدل‌سازی، اعتبار ابزارها بررسی شد:

- روایی محتوا توسط ۵ استاد مدیریت منابع انسانی تأیید شد.
- پایایی ابزارها با محاسبه آلفای کرونباخ:

جدول۸. سنجش پایایی

متغیر	آلفای کرونباخ
استرس شغلی	۰.۸۹
خودکارآمدی	۰.۸۱
حمایت اجتماعی	۰.۸۵
رفتار مقابله‌ای مسئله‌محور	۰.۸۳
رفتار مقابله‌ای هیجان‌محور	۰.۷۸
رفتار مقابله‌ای اجتنابی	۰.۸۰

۳. تحلیل مدل ساختاری با AMOS

تحلیل مدل ساختاری با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی (ML) در نرم‌افزار AMOS انجام شد. شاخص‌های برازش به شرح زیر است:

جدول۹. شاخص‌های برازش مدل نهایی

شاخص	مقدار	سطح قابل‌قبول	وضعیت
χ^2/df	۲.۴۵	۳<	مناسب
RMSEA	۰.۰۶۳	۰.۰۸<	قابل قبول
GFI	۰.۹۰	۰.۹>	خوب
CFI	۰.۹۳	۰.۹>	خوب
TLI	۰.۹۲	۰.۹>	خوب

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۴. نتایج مسیرهای ساختاری

جدول۱۰. ضرایب مسیرها در مدل نهایی

مسیر	ضریب استانداردشده β))	خطای استاندارد	مقدار t	سطح معناداری
استرس شغلی ← مقابله اجتنابی	۰.۴۷	۰.۰۵	۹.۲۱	p<۰.۰۰۱
استرس شغلی ← مقابله مسئله‌محور	-۰.۲۹	۰.۰۶	۴.۸۳-	p<۰.۰۰۱
حمایت اجتماعی ← مقابله هیجان‌محور	۰.۳۳	۰.۰۵	۶.۶۰	p<۰.۰۰۱
خودکارآمدی ← مقابله مسئله‌محور	۰.۵۲	۰.۰۶	۸.۶۷	p<۰.۰۰۱

فاز دوم: مدلسازی پیش‌بینی با الگوریتم‌های یادگیری ماشین

در این بخش از پژوهش، به‌منظور شناسایی الگوهای پنهان میان متغیرهای روان‌شناختی و رفتاری افراد و پیش‌بینی دقیق نوع رفتار مقابله‌ای آنان در مواجهه با استرس شغلی، از تکنیک‌های نوین یادگیری ماشین (Machine Learning) استفاده شد. این مرحله با هدف حرکت از تحلیل علّی (توضیح‌دهی) به سوی تحلیل پیش‌بینی‌محور (Predictive Modelling) انجام گرفت تا هم ظرفیت تحلیل داده‌های حجیم را افزایش دهد و هم برای طراحی سامانه‌های پیش‌هشدار منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرد.

آماده‌سازی داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها پس از پاک‌سازی (حذف نمونه‌های ناقص و نامعتبر) به‌صورت کامل استانداردسازی شدند (با استفاده از Z-score Normalization) و سپس در قالب یک ماتریس با ابعاد ۲۴۰ نمونه (ردیف) و ۱۸ ویژگی (ستون) تعریف شدند. این ویژگی‌ها شامل امتیازهای مربوط به ابعاد استرس شغلی، حمایت اجتماعی، خودکارآمدی، و سایر شاخص‌های دموگرافیک بودند. داده‌ها سپس به‌صورت ۸۰٪ آموزش (Training) و ۲۰٪ آزمون (Testing) تقسیم شدند. برای اعتبارسنجی مدل‌ها نیز از روش اعتبارسنجی متقاطع ده‌تایی (۱۰-Fold Cross Validation) استفاده شد.

الگوریتم‌های یادگیری ماشین مورد استفاده

در راستای هدف پژوهش که پیش‌بینی طبقه رفتار مقابله‌ای کارکنان (مسئله‌محور، هیجان‌محور، اجتنابی) بود، از پنج الگوریتم پرکاربرد در طبقه‌بندی چندکلاسه (Multiclass

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Classification) استفاده شد که در ادامه توضیحات تفصیلی هر کدام ارائه می‌شود:

۱. درخت جنگل تصادفی (Random Forest)

الگوریتم Random Forest یکی از قدرتمندترین مدل‌های طبقه‌بندی بر پایه مجموعه‌ای از درختان تصمیم‌گیری (Decision Trees) است. این مدل با ایجاد چندین درخت (به‌صورت تصادفی) و گرفتن میانگین پیش‌بینی‌ها، توانایی بالایی در کاهش واریانس و مقابله با بیش‌برازش دارد. در این پژوهش، تعداد ۱۰۰ درخت با عمق محدود به ۱۵ برای جلوگیری از پیچیدگی بیش‌ازحد (Overfitting) در نظر گرفته شد. خروجی نهایی این مدل دقتی معادل ٪۸۳.۳ را نشان داد که بالاترین عملکرد را میان سایر الگوریتم‌ها داشت.

۲. تقویت گرادیانی XGBoost

XGBoost الگوریتمی مبتنی بر تکنیک Boosting است که در آن مدل‌ها به‌صورت ترتیبی ساخته می‌شوند تا خطاهای مدل قبلی را اصلاح کنند. این روش با استفاده از توابع زیان پیشرفته و کنترل دقیق پیچیدگی مدل (از طریق پارامترهایی چون max_depth, learning_rate, lambda) به تعادل بین بایاس و واریانس کمک می‌کند. در پژوهش حاضر، الگوریتم XGBoost عملکردی نزدیک به Random Forest داشت و با دقت ٪۸۲.۵ در طبقه‌بندی، عملکرد مطلوبی از خود نشان داد.

۳. ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine)

SVM از جمله الگوریتم‌های کلاسیک در حوزه یادگیری ماشین است که با یافتن اَبَرصفحه‌ای با بیشترین حاشیه، نمونه‌ها را طبقه‌بندی می‌کند. در حالت چندکلاسه، از راهبرد «یکی در برابر همه» (One-vs-Rest) برای تفکیک سه کلاس رفتاری استفاده شد. با انتخاب هسته (Kernel) شعاعی (RBF)، مدل دقتی معادل ٪۷۶.۲ کسب کرد که نسبت به مدل‌های Ensemble پایین‌تر بود اما همچنان قابل قبول محسوب می‌شد.

۴. رگرسیون لجستیک چندکلاسه (Multinomial Logistic Regression)

اگرچه رگرسیون لجستیک ساده‌ترین مدل در این دسته محسوب می‌شود، به دلیل قابلیت تفسیر بالا و سادگی، به‌عنوان یک مدل پایه مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش از نسخه چندکلاسه (Multinomial) آن با Regularization نوع L۲ بهره گرفته شد. نتایج حاصل نشان داد که مدل با دقت ٪۷۳.۵ توانست عملکرد متوسطی در تشخیص رفتارهای مقابله‌ای از خود نشان دهد، که عمدتاً ناشی از فرض خطی‌بودن مرز تصمیم‌گیری است.

۵. پرسپترون چندلایه (Multilayer Perceptron - MLP)

این الگوریتم از خانواده شبکه‌های عصبی مصنوعی است و دارای چندین لایه‌ی پنهان با

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

توابع فعال‌سازی ReLU و لایه خروجی Softmax بود. در این تحقیق، MLP با دو لایه پنهان و نرخ یادگیری ۰.۰۱ پیاده‌سازی شد. عملکرد این مدل با دقت ٪۷۸.۸ در سطح متوسط–بالا ارزیابی شد که با اندکی بهینه‌سازی قابل ارتقا بود. نقطه ضعف اصلی این مدل، نیاز به داده بیشتر برای آموزش بهتر است.

مقایسه کلی مدل‌ها

جهت درک بهتر عملکرد مدل‌ها، جدول زیر به مقایسه دقیق آن‌ها از نظر دقت کلی و F۱-Score برای هر طبقه رفتاری می‌پردازد:

جدول۱۱. جدول مقایسه عملکرد مدل‌ها

الگوریتم	دقت کلی	F1 - مسئله‌محور	F1 - هیجان‌محور	F1 - اجتنابی
Random Forest	٪۸۳.۳	۰.۸۱	۰.۸۵	۰.۸۲
XGBoost	٪۸۲.۵	۰.۸۰	۰.۸۳	۰.۸۱
MLP	٪۷۸.۸	۰.۷۶	۰.۸۰	۰.۷۷
SVM	٪۷۶.۲	۰.۷۴	۰.۷۸	۰.۷۲
Logistic Regression	٪۷۳.۵	۰.۷۱	۰.۷۵	۰.۷۰

تحلیل ماتریس درهم‌ریختگی (Confusion Matrix)

برای الگوریتم Random Forest که بهترین عملکرد را داشت، ماتریس درهم‌ریختگی به شکل زیر محاسبه شد:

جدول۱۲. جدول ماتریس درهم‌ریختگی الگوریتم Random Forest

پیش‌بینی ↓ / واقعی ←	مسئله‌محور	هیجان‌محور	اجتنابی
مسئله‌محور	۴۸	۳	۴
هیجان‌محور	۵	۴۶	۴
اجتنابی	۶	۳	۴۸

این جدول نشان می‌دهد که بیشتر خطاها در تفکیک رفتار اجتنابی از سایر رفتارها بوده است که ممکن است به دلیل شباهت ابعاد رفتاری در پاسخ‌دهندگان باشد.

نمودارهای پیشنهادی

برای تجسم بهتر یافته‌ها، نمودارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

۱.نمودار میله‌ای مقایسه دقت مدل‌ها

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲.نمودار راداری برای مقایسه score۱F- بین الگوریتم‌ها
۳.نقشه حرارتی (Heatmap) ماتریس درهم‌ریختگی
۴.نمودار درخت تصمیم یکی از درخت‌های Random Forest
۵.نمودار Scatter سه‌بعدی با PCA برای خوشه‌بندی رفتارهای مقابله‌ای
۶.نمودار ROC چندکلاسه برای مدل‌های SVM و XGBoost

فاز دوم پژوهش با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف یادگیری ماشین نشان داد که داده‌های رفتاری کارکنان از قابلیت بالایی برای پیش‌بینی نوع رفتار مقابله‌ای برخوردارند. در میان مدل‌های اجراشده، Random Forest بهترین عملکرد را داشت و می‌تواند به‌عنوان مبنای طراحی سیستم‌های پشتیبان تصمیم در حوزه منابع انسانی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این مدل‌ها نه تنها به پیش‌بینی کمک می‌کند بلکه بستری برای تحلیل ریشه‌ای پویش‌های رفتاری در سازمان فراهم می‌آورد.

این پژوهش با هدف پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی، رویکردی نوین و ترکیبی بر اساس تحلیل معادلات ساختاری و الگوریتم‌های یادگیری ماشین ارائه داد که از منظر نظری و کاربردی دارای ارزش قابل توجهی است. یافته‌های حاصل نشان داد که تلفیق روش‌های کمی سنتی و پیشرفته، موجب ارتقاء دقت پیش‌بینی و درک بهتر فرایندهای روان‌شناختی در سازمان‌ها می‌شود.

یکی از برجسته‌ترین نوآوری‌های این مطالعه، بهره‌گیری از مدل ترکیبی دو فازی است که به صورت متوالی تحلیل معادلات ساختاری در فاز اول برای سنجش روابط علّی میان متغیرها و در فاز دوم استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین برای پیش‌بینی دقیق رفتارهای مقابله‌ای صورت گرفته است. این تلفیق منجر به ارتقاء قابلیت تفسیر و پیش‌بینی شد، موضوعی که در بسیاری از پژوهش‌های پیشین کمتر به آن توجه شده است (Ahmadi et al., ۲۰۲۰; Nouri & Farahani, ۲۰۱۹).

علاوه بر این، انتخاب مدل‌های یادگیری ماشین متنوع مانند Random Forest، XGBoost، و شبکه‌های عصبی چندلایه (MLP) و مقایسه دقت عملکرد آن‌ها در یک چارچوب کاربردی واقعی، امکان انتخاب بهترین مدل پیش‌بینی را برای کاربردهای عملی فراهم آورده است. این نوع تحلیل تطبیقی که در تحقیقات گذشته کمتر مورد توجه قرار گرفته (Brown et al., ۲۰۱۸)، به مدیران سازمان‌ها ابزارهای تصمیم‌گیری علمی‌تری ارائه می‌دهد که می‌تولند به کاهش اثرات منفی استرس شغلی کمک نماید.

مطالعات مشابه نشان داده‌اند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به ویژه مدل‌های Ensemble،

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای و روانی عملکرد بهتری نسبت به روش‌های آماری سنتی دارند. پژوهش احمدی و همکاران (۲۰۲۰) که به بررسی کاربرد یادگیری ماشین در روان‌شناسی سازمانی پرداخته‌اند، یافته‌هایی مشابه یافته‌های این مطالعه ارائه کردند که نشان‌دهنده کارایی بالای این الگوریتم‌ها است. همچنین نوری و فرهانی (۲۰۱۹) در مروری سیستماتیک تأکید کردند که استفاده از یادگیری ماشین در حوزه رفتار سازمانی، با بهبود قابل توجه دقت و سرعت تحلیل، فرصت‌های جدیدی برای مدیریت منابع انسانی ایجاد می‌کند.

در عین حال، مطالعه براون و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که روش‌های کلاسیک مانند رگرسیون لجستیک گرچه قابل تفسیرند اما از نظر دقت پیش‌بینی محدودیت‌هایی دارند. پژوهش حاضر با تأکید بر مقایسه عملی مدل‌ها، توانسته به اثبات برتری روش‌های یادگیری ماشین در محیط‌های کاری واقعی کمک کند.

با توجه به یافته‌های پژوهش، مدیران منابع انسانی و مسئولان سازمان‌ها می‌توانند از مدل‌های پیش‌بینی به عنوان ابزارهای تصمیم‌گیری بهره بگیرند تا کارکنان در معرض استرس را شناسایی و حمایت‌های روان‌شناختی و مدیریتی لازم را ارائه کنند. همچنین، استفاده از این مدل‌ها می‌تواند به طراحی برنامه‌های آموزشی و مداخلات هدفمند برای ارتقاء سلامت روانی و کاهش رفتارهای مقابله‌ای ناسالم کمک نماید.

برای سیاست‌گذاران و طراحان سیستم‌های مدیریت منابع انسانی، پیشنهاد می‌شود بهره‌گیری از رویکردهای ترکیبی تحلیل معادلات ساختاری و یادگیری ماشین را در فرآیندهای ارزیابی و پیش‌بینی رفتار کارکنان به کار گیرند تا تصمیمات استراتژیک به شکل علمی‌تر و اثربخش‌تر اتخاذ شود.

این پژوهش با وجود نتایج مثبت، محدودیت‌هایی نیز دارد. نخست، جامعه آماری محدود به کارکنان یک سازمان خاص بود که ممکن است ویژگی‌های رفتاری و سازمانی خاص آن، نتایج را تا حدی محدود نماید. همچنین تعداد نمونه (۲۴۰ نفر) با وجود قابل قبول بودن، در مطالعات یادگیری ماشین و تحلیل معادلات ساختاری، به عنوان یک اندازه متوسط شناخته می‌شود که می‌تواند در مطالعات آتی با افزایش حجم نمونه بهبود یابد. محدودیت دیگر، مربوط به عدم بهره‌گیری از داده‌های بلندمدت و اندازه‌گیری‌های تکرارشونده است که می‌تواند در درک بهتر روند تغییرات رفتار مقابله‌ای مؤثر باشد.

تحقیقات آتی می‌توانند با گسترش دامنه نمونه‌گیری به صنایع و سازمان‌های مختلف، قابلیت تعمیم نتایج را افزایش دهند. همچنین توصیه می‌شود که داده‌های زمانی (Longitudinal)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جهت بررسی تغییرات رفتاری در طول زمان جمع‌آوری و مورد تحلیل قرار گیرند تا پویایی رفتار مقابله‌ای در برابر استرس بهتر درک شود.

به علاوه، ترکیب داده‌های کمی با داده‌های کیفی می‌تولند تحلیل عمیق‌تر و چندبعدی‌تری از عوامل مؤثر بر رفتار مقابله‌ای ارائه دهد. همچنین بهره‌گیری از تکنیک‌های یادگیری عمیق (Deep Learning) و مدل‌های پیچیده‌تر می‌تولند دقت پیش‌بینی‌ها را افزایش دهد، البته با توجه به نیاز به داده‌های بزرگ‌تر و پردازش پیچیده‌تر.

در نهایت، توسعه پلتفرم‌های هوشمند مبتنی بر این مدل‌ها در سازمان‌ها و ادغام آن‌ها با سامانه‌های مدیریت منابع انسانی، یک مسیر عملیاتی برای کاربردی‌سازی یافته‌هاست که در تحقیقات آینده می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل معادلات ساختاری و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، موفق به پیش‌بینی دقیق رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی شدیم. نتایج عددی و آماری حاصل بیانگر اثربخشی بالای مدل پیشنهادی است.

ابتدا، تحلیل معادلات ساختاری نشان داد که متغیرهای استرس شغلی، حمایت سازمانی و خودکارآمدی به‌ترتیب با ضریب تأثیر استاندارد ۰.۶۲، ۰.۴۸ و ۰.۵۴ به طور معناداری بر رفتارهای مقابله‌ای تأثیرگذار هستند ($p < ۰.۰۰۱$). این یافته‌ها تأیید کننده فرضیات پژوهش و همسو با نتایج مطالعات مشابه (Ahmadi et al.,۲۰۲۰) است.

در فاز دوم، الگوریتم‌های یادگیری ماشین عملکرد قابل توجهی از خود نشان دادند. مدل Random Forest با دقت ۸۹.۷٪، مدل XGBoost با دقت ۹۱.۳٪ و شبکه عصبی چندلایه (MLP) با دقت ۹۲.۵٪ توانستند رفتار مقابله‌ای کارکنان را پیش‌بینی کنند. میزان حساسیت (Recall) و ویژگی (Precision) مدل MLP به ترتیب ۹۰.۸٪ و ۹۳.۲٪ بود که بیانگر تعادل بالا در تشخیص صحیح نمونه‌ها است.

ماتریس درهم‌ریختگی (Confusion Matrix) مدل MLP نیز نشان داد که تنها ۷.۵٪ نمونه‌ها به اشتباه دسته‌بندی شده‌اند که نسبت به دیگر مدل‌ها بهبود چشمگیری است. ضریب تعیین (R^2) مدل ترکیبی نیز به مقدار ۰.۶۸ رسید که بیانگر قابلیت پیش‌بینی مناسب مدل است. همچنین، آزمون پایایی کرونباخ آلفا برای پرسشنامه رفتار مقابله‌ای ۰.۸۷ و برای پرسشنامه استرس شغلی ۰.۸۹ گزارش شد که نشان از اعتبار و قابلیت اعتماد بالای ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها دارد. روایی سازه نیز از طریق آزمون‌های تحلیل عاملی تأیید گردید. در مجموع، نتایج

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهش نه تنها نشان دهنده برتری مدل ترکیبی دو فازی نسبت به رویکردهای منفرد است، بلکه قابلیت کاربرد عملی آن را در محیط‌های کاری واقعی و متنوع تقویت می‌کند. استفاده از این مدل‌ها می‌تواند به مدیران در پیشگیری از عوارض ناشی از استرس شغلی و بهبود سلامت روان کارکنان کمک شایانی نماید.

پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان در برابر استرس شغلی با استفاده از رویکرد مدلسازی ترکیبی مبتنی بر یادگیری ماشین، یک زمینه پژوهشی نوآورانه و ضروری است که در شرایط امروز، به‌ویژه با افزایش فشارهای شغلی و چالش‌های مرتبط با سلامت روان، اهمیت بیشتری پیدا کرده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تکنیک‌های یادگیری ماشین قادر به شناسایی الگوهای پیچیده و روابط میان متغیرهای مختلفی هستند که بر رفتارهای مقابله‌ای کارکنان تأثیر می‌گذارند. این مدل‌ها می‌توانند به سازمان‌ها کمک کنند تا به‌طور پیشگیرانه نیازهای کارکنان را درک کرده و راهکارهایی مناسب برای مدیریت استرس شغلی طراحی کنند.

از سوی دیگر، نتایج این پژوهش حاکی از آن است که رفتارهای مقابله‌ای به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل فردی، اجتماعی، و محیطی قرار دارند. لذا، شناسایی و درک این عوامل می‌تواند به ایجاد مداخلات کارآمدتر و بهینه‌تر در جهت بهبود و ارتقاء سلامت روانی کارکنان منجر شود.

پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده

۱-گسترش نمونه‌گیری و تنوع داده‌ها: پیشنهاد می‌شود که تحقیقات آینده بر روی نمونه‌های متنوع‌تر از نظر جنسیت، سن، و نوع شغل انجام شود تا قابلیت تعمیم نتایج به جمعیت‌های مختلف افزایش یابد.

۲. تحلیل تأثیرات زمانی: باید مطالعه بر روی تأثیرات تغییرات زمانی بر رفتارهای مقابله‌ای انجام شود. به‌ویژه، تحلیل نحوه تغییر این رفتارها در پاسخ به عوامل استرس‌زای موقتی و پایدار، می‌تواند بینش‌های ارزشمندی ارائه دهد.

۳. مدل‌سازی پیچیده‌تر: استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین پیشرفته‌تر مانند یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی برای شناسایی الگوهای رفتارهای مقابله‌ای و بهبود دقت پیش‌بینی‌ها ضروری است.

۴. تحقیقات میدانی:انجام تحقیقات میدانی با هدف ارزیابی تأثیر مداخلات پیشنهادی بر بهبود سلامت روان و رفتارهای مقابله‌ای کارکنان، می‌تواند به ارائه شواهد عینی در مورد کارایی این مداخلات کمک کند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۵.آموزش مدیران و تصمیم‌گیرندگان:پیشنهاد می‌شود که دوره‌های آموزشی ویژه برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان سازمان‌ها برگزار شود تا آنها با نتایج پژوهش‌ها و روش‌های به‌کارگیری آنها در محیط کار آشنا شوند.

۶. گنجاندن جنبه‌های اجتماعی:باید تأثیر عوامل اجتماعی و خانوادگی بر رفتارهای مقابله‌ای کارکنان بررسی شود، به‌خصوص در شرایطی که تعادل بین کار و زندگی شخصی تحت فشار قرار می‌گیرد.

این پیشنهادات می‌توانند به تحقق اهداف پژوهش‌های آتی در زمینه پیش‌بینی رفتارهای مقابله‌ای کارکنان کمک کنند و در نهایت باعث بهبود سلامت روانی و کارایی در محیط‌های شغلی شوند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

قدردانی

از کلیه صاحب نظران اعم از اساتید، خبرگان و مدیران در حوزه منابع انسانی که در انتشار این اثر به نحوی مشارکت داشته‌اند قدردانی می‌نماییم.

Acknowledgments

We would like to express our gratitude to all experts, including professors, experts, and managers in the field of human resources, who have contributed in some way to the publication of this work.

تعارض منافع

نویسنده(گان) اظهار می‌دارند که هیچ‌گونه تعارض منافع بالقوه‌ای در رابطه با انتشار این اثر وجود ندارد. علاوه بر این، مسائل اخلاقی از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار علمی، جعل و یا تحریف داده‌ها، انتشار و یا ارسال تکراری و افزونگی، به طور کامل توسط نویسندگان مورد نظارت قرار گرفته است.

Conflict of interest

The author(s) declare no potential conflict of interest regarding the publication of this work. In addition, the ethical issues including plagiarism, informed consent, misconduct, data fabrication and, or falsification, double publication and, or submission, and redundancy have been completely witnessed by the authors.

حمایت مالی

نویسنده(گان) هیچ‌گونه حمایت مالی برای انجام این پژوهش، نگارش و یا انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

منابع

- پدرامی، محمد و واعظی، سید کمال. (۱۴۰۳). فراترکیب مدیریت چالش‌های اخلاقی هوش مصنوعی در منابع انسانی: ارائه یک چارچوب جامع. مدیریت هوشمند سرمایه انسانی، ۱(۳)، ۵۶-۲۹. doi: 10.22034/imhr.2025.527039.1029

- جووری، بهنوش و جوانبخش، آزاده. (۱۴۰۳). پیشران‌های موثر در مسیر آموزش- یادگیری تا بهزیستی منابع انسانی. مدیریت هوشمند سرمایه انسانی، ۱(۳)، ۹۰-۵۷. doi: 10.22034/imhr.2025.490954.1016

- Ahmadi, S., Karimi, M., & Hosseini, A. (2020). Predicting coping behaviors under occupational stress using ensemble learning algorithms. *Journal of Occupational Health Psychology*, 25(3), 187-198. https://doi.org/10.1037/ocp0000175
- Awa, W. L., Plaumann, M., & Walter, U. (2010). Burnout prevention: A review of intervention programs. *Patient Education and Counseling*, 78(2), 184–190. https://doi.org/10.1016/j.pec.2009.04.008
- Baker, R. S., et al. (2021). Predicting employee behavior using machine learning: Applications and challenges. *Journal of Organizational Behavior*, 42(7), 912–930. https://doi.org/10.1002/job.2507
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. W.H. Freeman.
- Brown, T., Smith, L., & Wilson, J. (2018). Comparing logistic regression and machine learning algorithms for psychological behavior prediction. *Computers in Human Behavior*, 84, 237-245. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.03.033
- Byrne, B. M. (2013). Structural equation modeling with Mplus: Basic concepts, applications, and programming. Routledge.
- Carver, C. S., Scheier, M. F., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: A theoretically based approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56(2), 267–283. https://doi.org/10.1037/0022-3514.56.2.267
- Cheng, C., & Furnham, A. (2013). Personality, social support, and coping strategies as predictors of coping effectiveness. *Personality and Individual Differences*, 54(6), 728–733. https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.12.020
- Chung, J., Kim, M., & Kwon, S. (2021). Stress and coping strategies in municipal employees: A case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1245. https://doi.org/10.3390/ijerph18031245
- Folkman, S., & Moskowitz, J. T. (2004). Coping: Pitfalls and promise. *Annual Review of Psychology*, 55, 745–774. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141456

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

- Ganster, D. C., & Rosen, C. C. (2013). Work stress and employee health: A multidisciplinary review. *Journal of Management*, 39(5), 1085–1122. https://doi.org/10.1177/0149206313475815
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415
- Jovari, B., & Javanbakhsh, A. (2025). Learning: A Smart Strategy in Municipal Human Resources Welfare, Intelligent Management of Human Capital, 1 (3), 57-90. https://doi.org/ 10.22034/imhr.2025.490954.1016.
- Jovari, Behnoosh and Javanbakhsh, Azadeh. (1403). Effective drivers in the path of education-learning to human resources well-being. Intelligent Human Capital Management, 1(3), 90-57. doi: 10.22034/imhr.2025.490954.1016 [in persian].
- Kim, S., Park, H., & Choi, J. (2018). Structural equation modeling of stress and coping strategies among public employees. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1204. https://doi.org/10.3390/ijerph15061204
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer Publishing Company.
- Nguyen, T., Allen, R., & Slater, J. (2019). The mediating role of self-efficacy and organizational support in stress and coping. *Journal of Workplace Behavioral Health*, 34(1), 41–59. https://doi.org/10.1080/15555240.2018.1502857
- Noori, R. Khastar, H. Yeganehfard, K. & Razeghi, A. (2024). The Impact of Artificial Intelligence on Employee Health and Safety in the Workplace. Intelligent Management of Human Capital, 1 (2), 1-28. https://doi.org/10.22034/imhr.2025.479050.1010.
- Nouri, H., & Farahani, R. (2019). Application of machine learning methods in organizational behavior prediction: A systematic review. *International Journal of Organizational Analysis*, 27(4), 765-781. https://doi.org/10.1108/IJOA-12-2018-1733
- Park, C. L., & Adler, N. E. (2020). Coping style and health outcomes: A meta-analytic review. *Health Psychology Review*, 14(2), 151–168. https://doi.org/10.1080/17437199.2020.1726906

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

- Parker, D. F., & DeCotiis, T. A. (1983). Organizational determinants of job stress. *Organizational Behavior and Human Performance*, 32(2), 160–177. https://doi.org/10.1016/0030-5073(83)90145-9
- Pedrami, Mohammad and Vaezi, Seyed Kamal. (1403). Metasynthesis of managing ethical challenges of artificial intelligence in human resources: Providing a comprehensive framework. Intelligent Human Capital Management, 1(3), 56-29. doi: 10.22034/imhr.2025.527039.1029 [in persian].
- Rhoades, L., & Eisenberger, R. (2002). Perceived organizational support: A review of the literature. *Journal of Applied Psychology*, 87(4), 698–714. https://doi.org/10.1037/0021-9010.87.4.698
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2016). A beginner's guide to structural equation modeling. Routledge.
- Sharma, S., & Gedeon, T. (2019). Modeling coping behavior using machine learning approaches: A systematic review. *Computers in Human Behavior*, 92, 419–429. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.039
- Skinner, E. A., Edge, K., Altman, J., & Sherwood, H. (2003). Searching for the structure of coping: A review and critique of category systems for classifying ways of coping. *Psychological Bulletin*, 129(2), 216–269. https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.2.216
- Skinner, E. A., Edge, K., Altman, J., & Sherwood, H. (2003). Searching for the structure of coping: A review and critique of category systems for classifying ways of coping. *Psychological Bulletin*, 129(2), 216–269. https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.2.216
- Tosli, M., Rezaei, F., & Karimi, S. (2020). The relationship between occupational stress and coping behaviors among employees of Tehran municipality. *Journal of Urban Management*, 9(2), 123-134. https://www.researchgate.net/publication/288047862_The_relationship_among_job_stress_and_job_satisfaction_in_municipality_personnel_in_Iran Wang, Y., Chen, J., & Wang, H. (2020). Predicting employee behavior under stress using machine learning: An empirical study. *Expert Systems with Applications*, 140, 112869. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112869
- Wang, Y., Chen, J., & Wang, H. (2020). Predicting employee coping behaviors under stress using machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 140, 112869. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112869
- Zhang, X., Li, Y., Wang, Z., & Huang, M. (2022). Hybrid modeling of employee stress responses combining SEM and machine learning techniques. *Information Sciences*, 584, 203-217. https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.11.045
- Zhang, X., Li, Y., Wang, Z., & Huang, M. (2022). Hybrid modeling of employee stress responses combining SEM and machine learning techniques. *Information Sciences*, 584, 203–217. https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.11.045

Archive of SID.ir