JOHE
Journal of Occupational Hygiene Engineering
J Occup Hyg Eng, 2023; 10(4): 251-264. Doi: 10.32592/joohe.10.4.251
https://johe.umsha.ac.ir

Original Article

Presenting an Explanatory Model of the Relationship between Ergonomic Climate and Job Stress using the Adaptive Neuro-fuzzy Inference System

Teimour Allahyari[1*], Hojjat Nasiri[2]

1. Urmia University of Medical Sciences, Occupational Health Engineering Department, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran
2. Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

Article history:
Received: 08 August 2023
Revised: 17 October 2023
Accepted: 19 October 2023
ePublished: 10 December 2023

***Corresponding author:** Teimour Allahyari, Urmia University of Medical Sciences, Occupational Health Engineering Department, Faculty of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran
.
E-mail: allahyarit@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: Ergonomic climate reflects employees' understanding of organizational emphasis on job design and modification in order to improve "operational performance" and "employee well-being. Job stress is a growing problem worldwide, affecting employee well-being and organizational productivity". The present study aimed to provide a model to explain job stress centered on ergonomic climate using the adaptive neuro-fuzzy inference system approach.

Materials and Methods: This research was conducted based on an applied design. The statistical population of the current research is the healthcare workers of one of the hospitals in Urmia. To this end, 376 questionnaires were collected from this population. Cronbach's alpha was used to determine reliability. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) is a suitable method for solving nonlinear problems, ambiguities, and uncertainties. ANFIS was used to model the present research. The model was validated through Root Mean Squared Error (RMSE), mean absolute error, and R2 evaluation criteria.

Results: The mean scores of hospital ergonomic climate and job stress were obtained at 122.69± 34.41 and 96.13± 18.35, respectively. the correlation coefficient between ergonomic climate and job stress for 376 data was calculated at -0.63. The RMSE for the training data in the fuzzy c-means clustering method was 0.02.

Conclusion: Ergonomic climate and its dimensions, including operational performance and employees' well-being, have an inverse relationship with employees' job stress. Compared to the evaluation criteria of the model, the presented model can predict employees' job stress using ergonomic climate and its related dimensions with a lower mean error, indicating the accuracy and reliability of the model.

We would like to express our gratitude to all the dear ones who helped us in carrying out this research.

Keywords: Adaptive neuro-fuzzy inference system, Ergonomic climate, Job stress

Please cite this article as follows: Allahyari T, Nasiri H. Presenting an Explanatory Model of the Relationship between Ergonomic Climate and Job Stress using the Adaptive Neuro-fuzzy Inference System. *J Occup Hyg Eng*. 2023; 10(4): 251-264. DOI: 10.32592/joohe.10.4.251

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]
[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

Copyright © 2023 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

Extended Abstract

Background and Objective

The concept of ergonomics is defined as 'employees' perception of organizational focus on the design and modification of work to maximize both the performance and well-being outcomes [1]. The framework of ergonomics can be used to design and modify work to improve operational performance, as well as the health and well-being of employees [2]. As the organization's human resources, employees play a crucial role in enhancing productivity and effectiveness. Some variables considered in employee health and well-being include the level of injury and illness, job satisfaction, stress, absenteeism, and work-life balance [3, 4]. Work-related stress has detrimental effects on both physical and mental health, resulting in hypertension, anxiety, depression, and heart attacks [5]. Individuals in various professions experience different levels of work-related stress [6].

Sources of work-related stress can include conflicts with colleagues or supervisors, constant changes, and job security threats. Now, more than ever, work-related stress threatens the health of employees and, in turn, healthcare organizations [7, 8]. Working in healthcare settings and environments can be physically stressful. Nursing, in particular, is a high-stress occupation, and nurses experience work-related stress and its negative consequences, including fatigue and emotional distress. The benefits of ergonomics in nursing include improving the quality of nursing care and reducing employee job burnout [9]. One precise measurement tool for ambiguous and nonlinear concepts is fuzzy logic-based inference systems [10]. Soft computational approaches, such as artificial neural networks and fuzzy inference, have been extensively used for modeling expert behavior [11]. In light of the aforementioned issues, the present study aimed to provide an explanatory model for the relationship between ergonomics and work-related stress of hospital employees using an adaptive neuro-fuzzy inference system approach.

Materials and Methods

The distribution of questionnaires to the target community and their collection was designed through administrative automation and Google paper forms. At this stage, the researcher provided necessary explanations to colleagues on how to complete the questionnaires in the hospital departments. Subsequently, data were recorded in a matrix format in Excel and SPSS for the implementation phase. The final stage involved data analysis and drawing conclusions. Hypotheses one and two were statistically analyzed (descriptive) using SPSS software (version 27). Hypotheses three to nine were modeled and evaluated using a program written in MATLAB. The effects of independent variables on dependent variables were analyzed (Sensitivity Analysis), demonstrating the impact of each variable on the performance of the model for estimating the output value.

The statistical population consisted of healthcare workers employed in one of the hospitals in Urmia. The sampling method in this study was purposive and practical, and the sampling was performed by the census method, signifying that all healthcare workers(n=526) were included in the study. The only exclusion criterion was the unwillingness and dissatisfaction of the employees to participate in this research. After distributing the questionnaires, ultimately, 376 questionnaires were returned and deemed usable. The Health and Safety Executive (HSE) work-related stress questionnaire was used to assess work-related stress. In this study, a combination of fuzzy systems and neural networks called Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems (ANFIS) was used. It is used for system modeling through a set of input/output data and employing adaptive neuro-fuzzy inference techniques. Several performance evaluation metrics were utilized to assess the ANFIS model, including Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and Coefficient of Determination (R^2). The validation criteria for the ANFIS model are presented in Table 1.

Results

The variables examined in this study were ergonomics (employee health and well-being and operational performance) and work-related stress. The results of the variable evaluation (Table 2) illustrated that the lowest score was related to employee participation, while the highest score pertained to identifying and controlling occupational hazards. The scores of ergonomics and work-related stress were obtained at 7.3 and 5.2, respectively.

The results of the model evaluation criteria, including RMSE, MAE, and R^2 (Table 3 and Figures 1 to 4), using the hierarchical clustering reduction method and fuzzy c-means method (FCM) for training and testing data, and model validation criteria (Table 1), indicate the accuracy and reliability of the model in predicting the level of work-related stress focusing on ergonomics and its dimensions.

The parameter 'OPJH' is the most important parameter for modeling the relationship between hospital ergonomics and employee occupational stress. The structure and final output model of the ANFIS are displayed in figures 5 and 6, respectively.

Discussion

The present research aimed to design a model of ANFIS to evaluate and predict employees' work-related stress, focusing on ergonomics in one hospital. Considering that this research is unique in its kind, comparison with similar studies is not feasible. Furthermore, the evaluation of ergonomics and its dimensions demonstrated that the lowest score was related to employee participation, while the highest score pertained to identifying and controlling occupational hazards. The results of the sensitivity analysis of the model pinpointed that the operational performance dimension identification and control of occupational hazards is the most

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

important parameter since its removal increased the error of the model.

Conclusion

The sensitivity analysis results indicated that the most important variable in this model is identifying and controlling occupational hazards. Therefore, understanding the significance of identifying occupational hazards, managing them, and reducing the risks by the organization plays a critical role in the mitigation of employees' work-related stress.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

JOHE
مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
دوره ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، صفحات:۲۶۴-۲۵۱
https://johe.umsha.ac.ir
UMSHA Press

مقاله اصلی

ارائه‌ی مدل تبیینی رابطه‌ی جو ارگونومی و استرس شغلی با استفاده از رویکرد سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (ANFIS)

تیمور اللهیاری[1*]، حجت نصیری[2]

۱. دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷
تاریخ ویرایش مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۲۷
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** تیمور اللهیاری
دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران

ایمیل: allahyarit@yahoo.com

چکیده

سابقه و هدف: جو ارگونومی نشان‌دهنده‌ی درک کارکنان از حمایت و تأکید سازمان بر طراحی و اصلاح شغل به‌منظور بهبود «عملکرد عملیاتی» و «سلامت و آسایش کارکنان» است. استرس شغلی مشکلی فزاینده در سراسر جهان است که نه‌تنها بر سلامت و آسایش کارمندان، بلکه بر بهره‌وری سازمان‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. مطالعه‌ی حاضر با هدف ارائه‌ی مدلی برای تبیین استرس شغلی با محوریت جو ارگونومی با استفاده از رویکرد سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر کارکنان رسته‌ی بهداشتی‌درمانی یکی از بیمارستان‌های شهرستان ارومیه است. بدین منظور، تعداد ۳۷۶ پرسش‌نامه‌ی استرس شغلی و جو ارگونومی از این جامعه جمع‌آوری شد. به‌منظور تعیین پایایی از آلفای کرونباخ استفاده شد. سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (ANFIS) روش مناسبی برای حل مسائل غیرخطی، ابهامات و عدم قطعیت‌ها است. برای مدل‌سازی تحقیق حاضر از ANFIS استفاده شد. مدل از طریق معیارهای ارزیابی RMSE، MAE و R^2 اعتبارسنجی شد.

یافته‌ها: میانگین جو ارگونومی بیمارستان ۳۴/۴۱ ± ۱۲۲/۶۹ و میانگین استرس شغلی کارکنان ۱۸/۳۵ ± ۹۶/۱۳ برآورد شد. ضریب هم‌بستگی بین جو ارگونومی و استرس شغلی برای ۳۷۶ داده، ۰/۶۳- به دست آمد. RMSE برای داده‌های آموزشی در روش خوشه‌بندی میانگین فازی (FCM) مقدار ۰/۰۲ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: جو ارگونومی و ابعاد آن شامل عملکرد عملیاتی و سلامت و آسایش کارکنان با استرس شغلی کارکنان به‌صورت معکوس، رابطه دارد. مدل ارائه‌شده در مقایسه با معیارهای ارزیابی مدل می‌تواند میزان استرس شغلی کارکنان را با استفاده از جو ارگونومی و ابعاد مربوط به آن با میانگین خطای کمتری پیش‌بینی کند که این نشانگر دقت و قابلیت اعتماد به مدل است.

جا دارد که مراتب تقدیر و تشکر خود را به همه‌ی عزیزانی که در انجام این طرح پژوهشی ما را یاری کرده‌اند، تقدیم کنیم.

واژگان کلیدی: استرس شغلی، جو ارگونومی، سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی

استناد: اللهیاری، تیمور؛ نصیری، حجت. ارائه‌ی مدل تبیینی رابطه‌ی جو ارگونومی و استرس شغلی با استفاده از رویکرد سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (ANFIS). مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای، زمستان ۱۴۰۲؛۱۰(۴): ۲۶۴-۲۵۱.

مقدمه

جو ارگونومی «ادراک کارکنان از میزان تأکید و حمایت سازمان از طراحی و اصلاح کار به‌گونه‌ای که هم عملکرد عملیاتی و هم سلامت و آسایش کارکنان به حداکثر برسد» تعریف شده است. این جو منعکس‌کننده‌ی ادراک و دانش کارکنان از حوزه‌ی فعالیت‌های سازمان است و نشان‌دهنده‌ی مکان و فضایی است که کارکنان در آن کار می‌کنند [۱]. در تعریف جو ارگونومی، عملکرد عملیاتی به جنبه‌های اقتصادی عملکردهای سازمان اشاره دارد. این موارد شامل بهره‌وری، کارایی، کیفیت، پایداری، مزیت رقابتی و توانایی انجام

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]
[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

وظیفه‌ی سازمان برای موفق ماندن است. ایجاد جو ارگونومی مناسب و تغییرات ساده به کاهش سطح استرس و بهبود عملکرد کارکنان کمک می‌کند. برای به حداکثر رساندن موفقیت، سازمان‌ها باید جوی داشته باشند که از عملکرد عملیاتی و سلامت و آسایش کارکنان به‌طور هم‌زمان پشتیبانی کند. Hoffmeister و همکاران (۲۰۱۵) جو ارگونومی را در مرکز تولیدی بزرگی اندازه‌گیری کردند و آن را به‌عنوان معیاری برای عملکرد عملیاتی و سلامت و آسایش کارکنان توسعه دادند. یافته‌های تحقیق آن‌ها نشان داد که چهارچوب جو ارگونومی می‌تواند برای طراحی و اصلاح کار در بهبود عملکرد عملیاتی و سلامت و آسایش کارکنان به کار رود [۲].

Yassierli و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه‌ای را با هدف توسعه‌ی مدل‌های اندازه‌گیری جو ارگونومی در مدیریت ایمنی شرکت انجام دادند. این مدل اندازه‌گیری جو ارگونومی بازخوردی برای بهبود و به حداقل رساندن شکایات عضلانی‌اسکلتی و استرس کار بود [۳]. با توجه به اینکه جو ارگونومی مبحث جدیدی است، مطالعات کمی در این مورد انجام گرفته و بیشتر راجع به جو ارگونومی و تأثیر آن بر دردهای خودگزارش‌دهی است.

عملکرد عملیاتی مفهومی گسترده است که وضعیت یا کیفیت عملکرد فعالیت‌های مختلف و نتایج مرتبط با آن‌ها را نشان می‌دهد [۲]. مدیران اغلب فعالیت‌های مربوط به عملکرد عملیاتی را در اولویت قرار می‌دهند؛ زیرا مستقیماً بر بهره‌وری و اثربخشی سازمان آن‌ها تأثیر می‌گذارد. کارکنان به‌عنوان منابع انسانی سازمان، نقش مهمی در بهبود بهره‌وری و اثربخشی ایفا می‌کنند که می‌تواند عملکرد کلی سازمان را ارتقا دهد. سلامت و آسایش کارکنان به تمرکز سازمان بر حفظ سطح بالای سلامت و ایمنی در نیروی کار اشاره دارد. برخی از متغیرهای درنظرگرفته‌شده در سلامت و آسایش کارکنان شامل میزان آسیب و بیماری، رضایت شغلی، استرس، غیبت و تعادل بین کار و زندگی است [۴].

استرس شغلی مسئله‌ی مهمی در سلامت و ایمنی کارمندان در محل‌های مختلف کار است. استرس شغلی اثرهای زیان‌آوری بر سلامت فیزیکی و روانی مانند فشارخون بالا، اضطراب، افسردگی و حملات قلبی وارد می‌آورد [۵]. استرس شغلی می‌تواند اثرهای نامطلوبی بر جنبه‌های مختلف سلامت و زندگی کارمندان بگذارد. افراد در مشاغل گوناگون از سطوح مختلف استرس شغلی رنج می‌برند [۶]. استرس شغلی مشکلی فزاینده در سراسر جهان است که نه‌تنها بر سلامت و آسایش کارمندان، بلکه بر بهره‌وری سازمان‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. استرس شغلی در جایی به وجود می‌آید که تقاضاهای مختلفی از انواع کارها وجود دارد و توانایی فرد برای کنار آمدن با آن کم است. استرس شغلی پس از اختلالات اسکلتی‌عضلانی، دومین بیماری و آسیب‌دیدگی شایع در دنیا است [۴]. از منابع استرس شغلی می‌توان به درگیری با همکاران یا رئیسان، تغییرات مداوم و تهدیدهای امنیت شغلی اشاره کرد. اکنون، بیش از هر زمان دیگری، استرس شغلی سلامت کارمندان و به نوبه‌ی خود، سازمان‌های بهداشتی را تهدید می‌کند [۷، ۸].

کار در بخش‌ها و محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌تواند از نظر جسمی استرس‌زا باشد. پرستاری شغلی پراسترس است و پرستاران از استرس شغلی و پیامدهای مخرب آن، از جمله خستگی، آزرده‌خاطر می‌شوند. پرستاران از آن گروه‌های شغلی هستند که به‌ویژه در معرض عوامل مضر مرتبط با کار، مانند ساعات طولانی کار، استرس شدید، خستگی و فشار بیش از حد بر سیستم اسکلتی‌عضلانی قرار دارند. مزایای ارگونومی در پرستاری شامل افزایش کیفیت مراقبت‌های پرستاری و کاهش فرسودگی شغلی کارکنان است [۹].

یکی از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری برای مفاهیم مبهم و غیرخطی سیستم استنتاج فازی است. در چند سال اخیر، سیستم‌های استنتاج فازی بر پایه‌ی شبکه‌ی عصبی تطبیقی در علوم مختلف به کار رفته‌اند. این نوع سیستم‌ها با بهره‌گیری از قدرت آموزش شبکه‌های عصبی و مزیت کلامی سیستم‌های فازی توانسته‌اند از مزایای هر دو در جهت تحلیل فرایندهای پیچیده‌ی بسیار قدرتمند عمل کنند [۱۰]. سیستم استنتاج عصبی‌فازی تطبیقی (ANFIS) نوعی سیستم استنتاج فازی است که در چهارچوب شبکه‌های تطبیقی پیاده‌سازی شده است. رویکردهای محاسباتی نرم از جمله شبکه‌های عصبی مصنوعی و استنتاج فازی، به‌طور گسترده برای مدل‌سازی رفتار خبره به کار رفته‌اند [۱۱]. ANFI با استفاده از مقادیر داده‌های ورودی/خروجی دریافتی، می‌تواند نقشه‌ای از دانش انسانی (به شکل قواعد if–then فازی) و الگوریتم یادگیری ترکیبی ایجاد کند. استراتژی ANFIS در مدل‌سازی و شبیه‌سازی (مدل‌سازی توابع غیرخطی)، کنترل پارامترهای ماشین القایی و پیش‌بینی سری‌های زمانی آشفته به کار می‌رود [۱۱]. اطلاعات پرسش‌نامه‌ها به‌صورت ماتریسی در ANFIS ثبت می‌شوند.

از مزایای سیستم‌های استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [۱۰]:

- سیستم فازی‌عصبی قابلیت یادگیری را با حفظ مزایای سیستم استنتاج فازی دارد.
- برای مرتب‌سازی داده‌ها و شناسایی الگوها از خاصیت شبکه‌های عصبی استفاده می‌کند.
- ایجاد یک سیستم است. نتاج فازی شفاف که دارای اشکالات کمی است، نسبت به شبکه‌های عصبی، خطای کمتری را در محاسبات نشان می‌دهد.
- این سیستم ضمن حفظ مزایای سیستم خبره‌ی فازی، نیاز به وجود خبره را نیز کاهش می‌دهد.

جو ارگونومی مبحث جدیدی است و مطالعات کمی در این خصوص انجام گرفته است و اندک مطالعاتی راجع به جو ارگونومی و تأثیر آن بر دردهای خودگزارش‌دهی وجود دارد. کار در بخش‌ها و محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی‌درمانی، از جمله بیمارستان‌ها، استرس‌زا است. بهبود و ارتقای جو ارگونومی در کاهش استرس کارکنان در محیط کار مؤثر است. ANFIS با بهره‌گیری از قدرت

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

آموزش شبکه‌های عصبی و مزیت کلامی سیستم‌های فازی، توانسته از مزایای هر دو در جهت تحلیل فرایندهای پیچیده‌ی بسیار قدرتمند عمل کند و به‌طور گسترده برای مدل‌سازی رفتار خبره به کار رود. بر این اساس، مطالعه‌ی حاضر با هدف ارائه‌ی مدل تبیینی رابطه‌ی جو ارگونومی و استرس شغلی کارکنان بیمارستان با استفاده از رویکرد سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی طراحی شد.

روش کار

بعد از اخذ مجوزهای مطالعه (تصویب طرح و معرفی‌نامه‌ها)، توزیع پرسش‌نامه‌ها به جامعه‌ی هدف و جمع‌آوری آن‌ها از فرم‌های گوگل، از طریق اتوماسیون اداری و فایل اکسل طراحی‌شده و کاغذی انجام شد. در این مرحله، محقق با حضور در بخش‌های بیمارستان، توضیحات لازم را به همکاران در خصوص نحوه‌ی تکمیل پرسش‌نامه‌ها داد. بعد از تکمیل پرسش‌نامه‌ها توسط همکاران (جامعه‌ی هدف)، پرسش‌نامه‌ها جمع‌آوری شدند. سپس، ثبت اطلاعات به‌صورت ماتریسی در Excel و SPSS به مرحله‌ی اجرا درآمد. در مرحله‌ی بعد، برنامه‌نویسی متلب در نسخه‌ی R2022a انجام شد. مرحله‌ی آخر تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری بود که فرضیه‌ی یک و دو با استفاده از SPSS نسخه‌ی ۲۷ تجزیه‌وتحلیل آماری (توصیفی) شدند. فرضیه‌های سه تا نه با استفاده از برنامه‌ی نوشته‌شده در MATLAB مدل‌سازی و ارزیابی مدل شدند. اثرهای متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته که تأثیر هر متغیر بر عملکرد مدل را برای تخمین مقدار خروجی توصیف می‌کند، تجزیه‌وتحلیل شد (Sensitivity Analysis).

با استفاده از معیارهای ارزیابی عملکرد، سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (RMSE، MAE و R2) برای داده‌های آموزشی و آزمایشی (روش‌های خوشه‌بندی کاهشی و FCM) و معیارهای سنجش اعتبار مدل تحقیق، دقت و قابلیت اعتماد به مدل در پیش‌بینی میزان استرس شغلی با محوریت جو ارگونومی و زیرمتغیرهای آن مشخص شد.

جامعه‌ی آماری کارکنان رسته‌ی بهداشتی‌درمانی شاغل در یکی از بیمارستان‌های ارومیه هستند. روش نمونه‌گیری در این مطالعه از نظر هدف، کاربردی بود و نمونه‌گیری به‌صورت سرشماری انجام شد. به‌طوری که تمامی کارکنان رسته‌ی بهداشتی‌درمانی به تعداد ۵۲۶ نفر وارد مطالعه شدند. تنها معیار خروج از مطالعه عدم تمایل و رضایت کارکنان در همکاری با این تحقیق است. بعد از توزیع پرسش‌نامه، در نهایت، ۳۷۶ پرسش‌نامه برگشت و قابل استفاده تشخیص داده شد.

در این تحقیق، از پرسش‌نامه‌های جو ارگونومی و استرس شغلی استفاده شد. پرسش‌نامه‌ی جو ارگونومی با ۴۰ سؤال شامل چهار خرده‌مقیاس تعهد مدیریت، مشارکت کارکنان، شناسایی و کنترل خطرها و آموزش و دانش است. پاسخ‌ها بر اساس مقیاس پنج‌گزینه‌ای لیکرت (از کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم) ثبت شد. مقیاس‌های فرعی که به دو نمره‌ی عملکرد عملیاتی و رفاه کارکنان منجر می‌شود، در نمره‌ی کلی جو ارگونومی، با جمع کردن امتیازات این دو مقدار تعیین شد [۵].

برای ارزیابی استرس شغلی از پرسش‌نامه‌ی استرس شغلی HSE استفاده شد. پرسش‌نامه‌ی استرس شغلی HSE دارای ۳۵ سؤال و ۷ خرده‌مقیاس است که شامل تقاضا، کنترل، حمایت مسئولان، حمایت همکاران، ارتباط، نقش و تغییرات می‌شود. برای نمره‌گذاری سؤالات از طیف پنج‌ارزشی لیکرت استفاده شد. قابل ذکر است که در سؤالات با جنبه‌ی منفی، ارزش‌گذاری خانه‌های فوق معکوس خواهد شد. سؤالات ۳، ۵، ۶، ۹، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۳۴ پرسش‌نامه‌ی استرس شغلی معکوس طراحی شده‌اند. در این تحقیق، برای اندازه‌گیری پایایی، از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. ضریب آلفای کرونباخ جو ارگونومی ۰/۹۵ و ضریب آلفای کرونباخ استرس شغلی ۰/۹۱ به دست آمد. وجود آلفای کرونباخ در بازه‌ی ۰/۷ تا ۰/۹ نشان‌دهنده‌ی این است که هر دو پرسش‌نامه از پایایی قابل قبولی برخوردار هستند [۷].

در این تحقیق، از ترکیب سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی با نام سیستم‌های فازی‌عصبی تطبیقی استفاده شده است. از نقطه‌قوت شبکه‌های عصبی قابلیت یادگیری و انطباق آن با مجموعه‌ی داده‌ها است و تئوری مجموعه‌های فازی نیز امکان ارائه‌ی اطلاعات در قالب قواعد اگر آن‌گاه را فراهم می‌کند.

ANFIS برای مدل‌سازی سیستم از طریق مجموعه‌ای از داده‌های ورودی/ خروجی و استفاده از تکنیک‌های استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی کاربرد دارد. در این نوع از مدل‌سازی به هیچ پیش‌فرضی در مورد ساختار مدل بر مبنای خصوصیات متغیرها نیازی نیست. گاهی، در مدل‌سازی سیستم، قادر به تشخیص تابع عضویت از طریق بررسی داده‌ها نیستیم. اگرچه می‌توان پارامترهای مربوط به تابع عضویت را به‌صورت دلخواه تعیین کرد، باید توجه داشت که انتخاب مناسب این پارامترها تأثیر بسزایی در عملکرد سیستم خواهد داشت. در چنین مواردی، می‌توان از تکنیک‌های یادگیری فازی‌عصبی تطبیقی بهره جست [۸]. مدل مفهومی تحقیق در شکل ۱ آورده شده است.

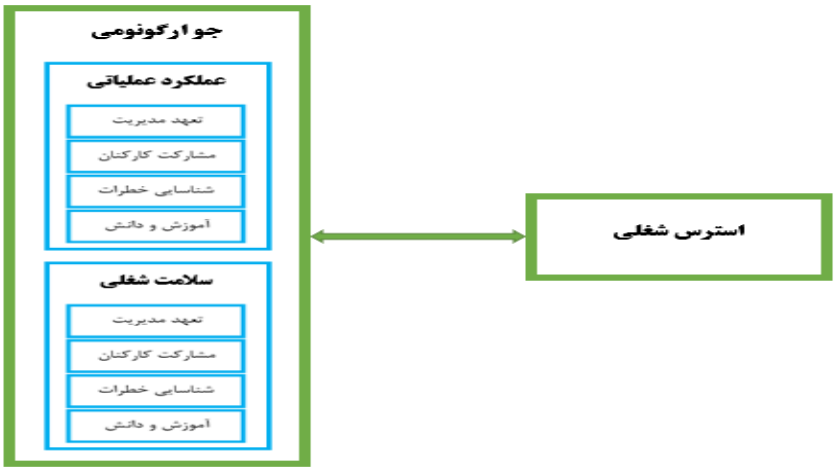
یادگیری عصبی تطبیقی دارای عملکردهای مشابه با شبکه‌های عصبی است. این تکنیک‌ها روشی را برای یادگیری اطلاعات از یک مجموعه‌ی داده فراهم می‌آورند. جعبه‌ابزار منطق فازی پارامترهای تابع عضویت را طوری محاسبه می‌کند که سیستم استنتاج فازی بر مجموعه‌ی داده‌های ورودی/ خروجی منطبق شود [۹].

برای ارزیابی مدل ANFIS نیز از چندین معیار ارزیابی عملکرد استفاده شد. این موارد شامل مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) میانگین خطای مطلق (MAE) و ضریب تبیین (R^2) است. مزیت برجسته‌ی RMSEها نسبت به میانگین خطاهای مطلق این است که RMSEها از توابع قدرمطلق استفاده نمی‌کنند [۱۰]. ویلموت و ماتسورا (۲۰۰۵) پیشنهاد کرده‌اند که RMSE شاخص خوبی برای عملکرد مدل نیست و ممکن است شاخص

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

گمراه‌کننده‌ی خطای میانگین باشد و MAE معیار بهتری برای این منظور خواهد بود [۱۱]. این محققان اذعان می‌کنند زمانی که توزیع گاوسی است، RMSE برای نشان دادن عملکرد مدل از MAE مناسب‌تر است [۷]. برخی محققان R^2 را معیاری استاندارد برای ارزیابی تحلیل‌های رگرسیونی و ارزیابی عملکرد مدل‌ها در تمام حوزه‌های علمی پیشنهاد می‌کنند [۱۲]. در اکثر تحقیقات، از RMSE برای ارزیابی مدل استفاده شده است. در این تحقیق، از هر سه معیار ارزیابی استفاده شده است. معیارهای اعتبارسنجی مدل ANFIS در جدول ۱ آورده شده است.



شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق برای محاسبات ANFIS

جدول ۲: سنجش اعتبار مدل استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی [۱۳]

معیار اعتبارسنجی	معادل انگلیسی	بازه‌ی مقادیر	مقدار بهینه
مجذور میانگین مربعات خطا	RMSE	از صفر تا بی‌نهایت	هرچه کمتر باشد، بهتر است (کمتر از ۰/۱عالی است.)
میانگین خطای مطلق	MAE	از صفر تا بی‌نهایت	هرچه کمتر باشد، بهتر است.
ضریب تبیین (تشخیص)	R^2	از صفر تا یک	بین ۰/۶ تا ۰/۸ مناسب/ بین ۰/۸ تا ۱ عالی

اعتبارسنجی و ارزیابی مدل بر اساس اختلاف ما بین داده‌های خروجی مدل و داده‌های واقعی انجام شد. داده‌های استفاده‌شده برای اعتبارسنجی باید اولاً به‌صورت تصادفی انتخاب شوند و ثانیاً در فرایند آموزش مدل استفاده نشوند.

رابطه ۱:

$$RMSE = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}(actual(t)-predicted(t))^2}{n}\right)}$$

رابطه ۲:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|(actual(t)-predicted(t))|}{n}$$

رابطه ۳:

$$R^2=1-\frac{\sum_{i=1}^{n}(actual(t)-predicted(t))^2}{\sum_{i=1}^{n}(actual(t)-MEANactual(t))^2}$$

مدل‌سازی سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی

در این بخش به بررسی متغیرهای تحقیق با رویکرد فازی‌عصبی تطبیقی می‌پردازیم. از جعبه‌ابزار فازی نرم‌افزار متلب نسخه‌ی R2022a برای تحلیل استفاده شده است. با توجه به اینکه در جعبه‌ابزار محدودیت‌هایی در ارائه‌ی برخی نتایج وجود دارد، از برنامه‌نویسی متلب برای تحلیل داده‌های تحقیق استفاده شد. مفروضات تحلیل رایانه‌ای به روش خوشه‌بندی کاهشی و میانگین سی فازی، ساختار مدل تحقیق با رویکرد ANFIS، سیستم استنتاج فازی سوگنو با ۸ ورودی و ساختار قوانین سیستم استنتاج فازی سوگنو با ۸ ورودی و یک خروجی در پیوست تحقیق آورده شده است.

لایه‌های ANFIS

برای سادگی، سیستم استنتاج فازی با دو ورودی v و d و یک خروجی f در نظر گرفته شده است.

لایه‌ی ۱ (لایه فازی‌سازی)

هر گره ورودی i در این لایه یک گره تطبیقی است که درجه‌ی عضویت برچسب کلامی را تولید می‌کند. این لایه یک لایه‌ی فازی است که در آن v و d ورودی سیستم هستند. خروجی این لایه با معادله‌ی (۱) نشان داده شده است.

$$O_{1,i} = \mu_{v,i}(V)\ for\ i = 1,2$$
$$O_{1,j} = \mu_{d,j}(V)\ for\ j = 1,2$$

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

لایه‌ی ۲ (لایه‌ی قواعد فازی)

این لایه وزن هر تابع عضویت را بررسی می‌کند، مقادیر ورودی را از لایه‌ی اول دریافت می‌کند و به‌عنوان تابع عضویت برای نمایش مجموعه‌های فازی متغیرهای ورودی مرتبط عمل می‌کند. هر گره در این لایه دارای گره ثابت است که با M برچسب‌گذاری شده است و خروجی از طریق حاصل‌ضرب تمام سیگنال‌های دریافتی محاسبه می‌شود. خروجی در این لایه را می‌توان با استفاده از معادله‌ی (۲) نمایش داد.

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{v,i}(V).\mu_{Dj}(d), \qquad i = 1,2$$

لایه ۳

لایه‌ی ۳ (لایه‌ی نرمال‌سازی)

هر گره در این لایه با دایره‌ای که با N مشخص شده است و نشان‌دهنده‌ی نرمال شدن قوانین فعال‌شده از لایه‌ی قبلی است. این لایه تطبیق پیش‌شرط قوانین فازی را انجام می‌دهد؛ یعنی سطح فعال‌سازی هر قانون را محاسبه می‌کند. تعداد لایه‌ها برابر با تعداد قوانین فازی است. خروجی این لایه را می‌توان با استفاده از معادله‌ی (۳) بیان کرد.

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \qquad i = 1,2$$

لایه‌ی ۴ (لایه‌ی توابع عضویت خروجی)

این لایه مقادیر خروجی لایه‌ی ۳ را که از استنتاج قوانین حاصل می‌شود، ارائه می‌دهد. خروجی، نتیجه‌ی فعال شدن قانون نرمال‌سازی‌شده و چندجمله‌ای مرتبه‌ی اول است. خروجی وزنی قانون با تابع گره به‌صورت معادله‌ی (۴) نمایش داده می‌شود.

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i(p_i V + q_i d + r_i), \quad i = 1.2$$

لایه‌ی ۵ (لایه‌ی نافازی‌سازی)

این لایه، لایه‌ی خروجی نامیده می‌شود که تمام ورودی‌های لایه‌ی ۴ را جمع‌بندی می‌کند و نتایج طبقه‌بندی فازی را به مقادیر غیرفازی تبدیل می‌کند. این لایه از گره ثابت منفرد با برچسب Σ تشکیل شده است. این گره مجموع تمام سیگنال‌های دریافتی را با استفاده از معادله‌ی (۵) محاسبه می‌کند.

$$O_{5,i} = \sum_i \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{w_1 + w_2}, \qquad i = 1,2$$

نتایج

نتایج معیارهای ارزیابی مدل، شامل RMSE، MAE و R2 (جدول ۳ و شکل‌های ۳ تا ۶)، به روش خوشه‌بندی کاهشی و FCM برای داده‌های آموزشی و آزمایشی و معیارهای اعتبارسنجی مدل (جدول ۱)، نشان‌دهنده‌ی دقت و قابلیت اعتماد به مدل در پیش‌بینی میزان استرس شغلی با محوریت جو ارگونومی و ابعاد آن است.

متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق جو ارگونومی (سلامت شغلی و رفاه کارکنان و عملکرد عملیاتی) و استرس شغلی بودند. نتایج ارزیابی متغیرها نشان داد (جدول ۲) که کمترین نمره مربوط به مشارکت کارکنان و بیشترین نمره مربوط به شناسایی و کنترل خطرهای شغلی بود. نمره‌ی جو ارگونومی ۳/۰۷ و نمره‌ی استرس شغلی ۲/۷۵ بود.

جدول ۲. نتایج ارزیابی استرس شغلی و جو ارگونومی و ابعاد آن در جمعیت مطالعه‌شده

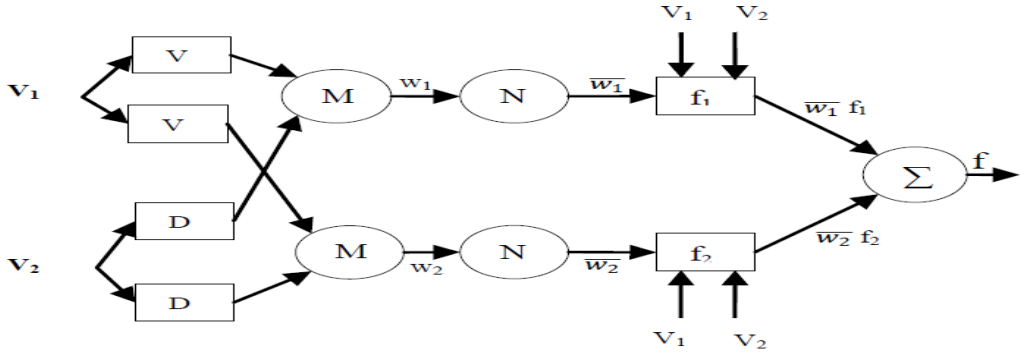
	تعداد	حداقل نمره	حداکثر نمره	میانگین نمره	انحراف معیار نمره	نمره‌ی تصحیح‌شده (دامنه‌ی ۱–۵)
عملکرد عملیاتی	۳۷۶	۲۰	۹۶	۶۳/۲۸	۱۷/۶۷	۳/۱۶
سلامت شغلی و رفاه	۳۷۶	۱۹	۹۳	۵۹/۴۲	۱۷/۰۷	۲/۹۷
تعهد مدیریت	۳۷۶	۱۰	۴۸	۳۱/۱۲	۱۰/۱۸	۳/۱۱
مشارکت کارکنان	۳۷۶	۹	۴۳	۲۷/۰۴	۸/۵۶	۲/۷۰
شناسایی و کنترل خطرهای شغلی	۳۷۶	۱۰	۵۰	۳۲/۴۰	۹/۶۷	۳/۲۴
آموزش و دانش	۳۷۶	۱۰	۵۰	۳۲/۱۳	۹/۱۸	۳/۲۱
جو ارگونومی	۳۷۶	۳۹	۱۸۹	۱۲۲/۷۰	۳۴/۴۱	۳/۰۷
استرس شغلی	۳۷۶	۵۸	۱۳۵	۹۶/۱۳	۱۸/۳۵	۲/۷۵

جدول ۳: معیارهای ارزیابی عملکرد ANFIS

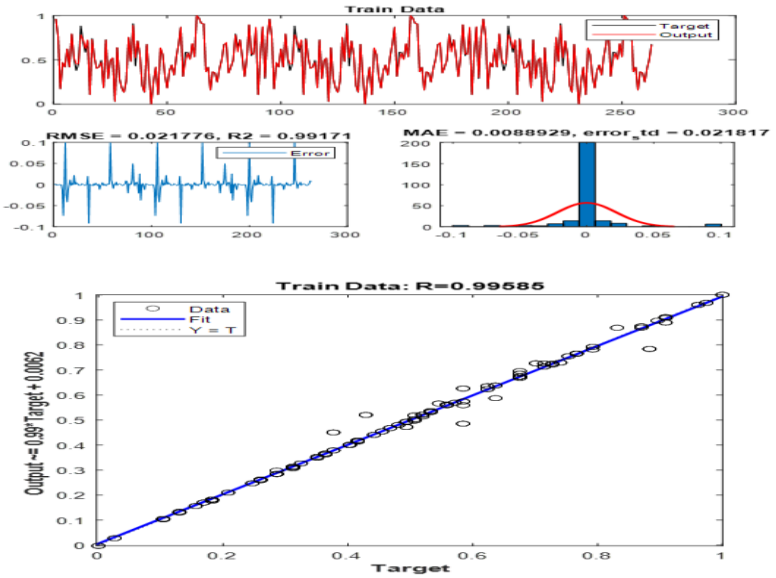
معیار	خوشه‌بندی کاهشی		FCM	
	داده‌های آموزش	داده‌های آزمایش	داده‌های آموزش	داده‌های آزمایش
RMSE	۰/۰۲۱۷۷۶	۰/۰۲۸۵۱	۰/۰۳۳۴۵۵	۰/۰۴۰۰۸۸
MAE	۰/۰۸۸۹۲۹	۰/۰۰۹۳۱۴۲	۰/۰۱۳۰۸۷	۰/۰۱۶۹۶۸
R^2	۰/۹۹۱۷۱	۰/۹۹۲۱۳	۰/۰۹۸۰۴۳	۰/۹۷۰۹

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

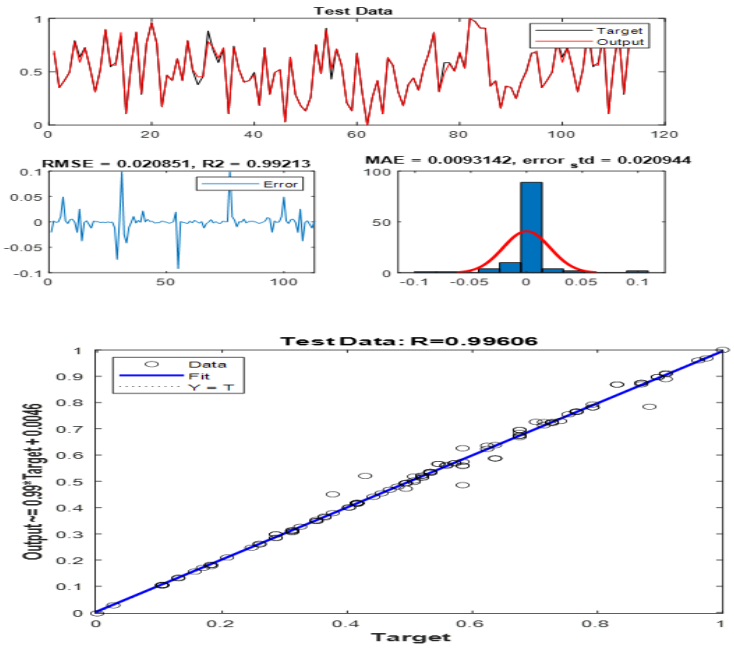
[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]



شکل ۲: معماری اصلی ANFIS **[۱۱]**



شکل ۳: نمودارهای داده‌های آموزشی به روش خوشه‌بندی کاهشی و معیارهای ارزیابی عملکرد



شکل ۴: نمودارهای داده‌های آزمایشی به روش خوشه‌بندی کاهشی و معیارهای ارزیابی عملکرد

توضیح شکل ۳: منحنی بالایی مکان هندسی داده‌های آموزشی (خروجی ANFIS) و داده‌های اصلی تحقیق را نشان

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

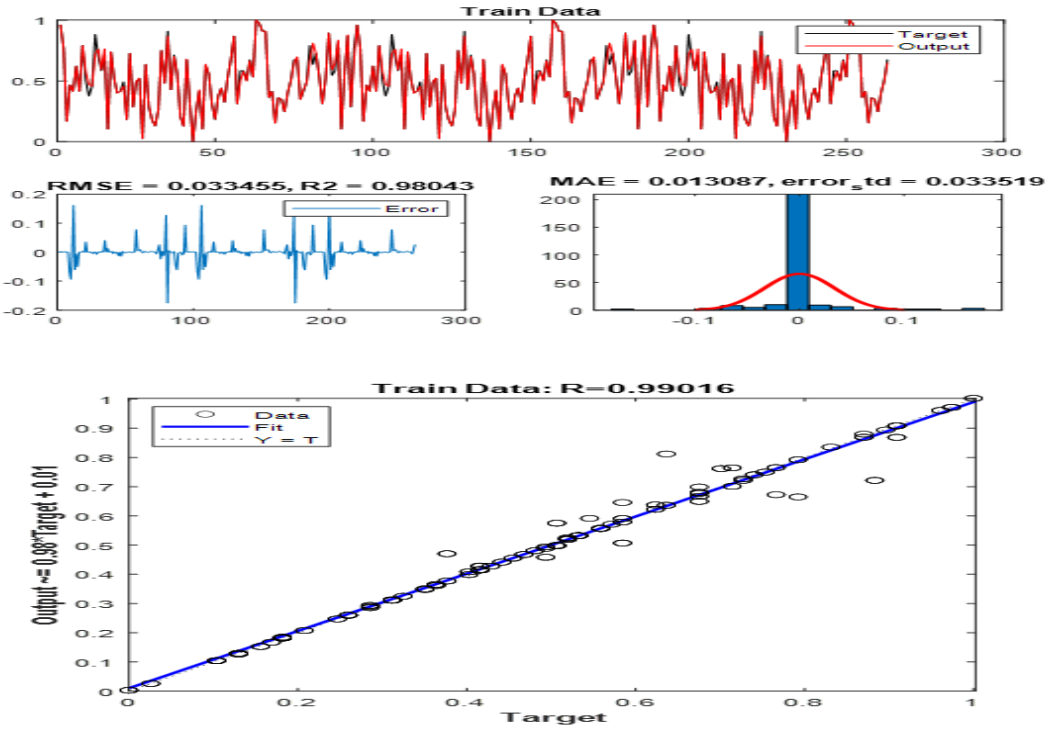
می‌دهد. در وسط، در سمت چپ نمودار خطاها با میانگین RMSE داده‌های آموزشی و در سمت راست نمودار توزیع خطاها با انحراف معیار آن‌ها درآورده شده است. در پایین منحنی رگرسیون خطی داده‌های اصلی تحقیق و داده‌های خروجی سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی نشان داده شده است.

توضیح شکل ۴: منحنی بالایی مکان هندسی داده‌های آموزشی (خروجی ANFIS) و داده‌های اصلی تحقیق را نشان می‌دهد. در وسط، در سمت چپ نمودار خطاها با میانگین RMSE داده‌های آموزشی و در سمت راست نمودار توزیع خطاها با انحراف معیار آن‌ها درآورده شده است. در پایین منحنی رگرسیون خطی داده‌های اصلی تحقیق و داده‌های خروجی سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی نشان داده شده است.

توضیح شکل ۵: منحنی بالایی مکان هندسی داده‌های آموزشی (خروجی ANFIS) و داده‌های اصلی تحقیق را نشان می‌دهد. در وسط، در سمت چپ نمودار خطاها با میانگین RMSE داده‌های آموزشی و در سمت راست نمودار توزیع خطاها با انحراف معیار آن‌ها درآورده شده است. در پایین منحنی رگرسیون خطی داده‌های اصلی تحقیق و داده‌های خروجی سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی نشان داده شده است.

توضیح شکل ۶: منحنی بالایی مکان هندسی داده‌های آموزشی (خروجی ANFIS) و داده‌های اصلی تحقیق را نشان می‌دهد. در وسط، در سمت چپ نمودار خطاها با میانگین RMSE داده‌های آموزشی و در سمت راست نمودار توزیع خطاها با انحراف معیار آن‌ها درآورده شده است. در پایین منحنی رگرسیون خطی داده‌های اصلی تحقیق و داده‌های خروجی سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی نشان داده شده است.

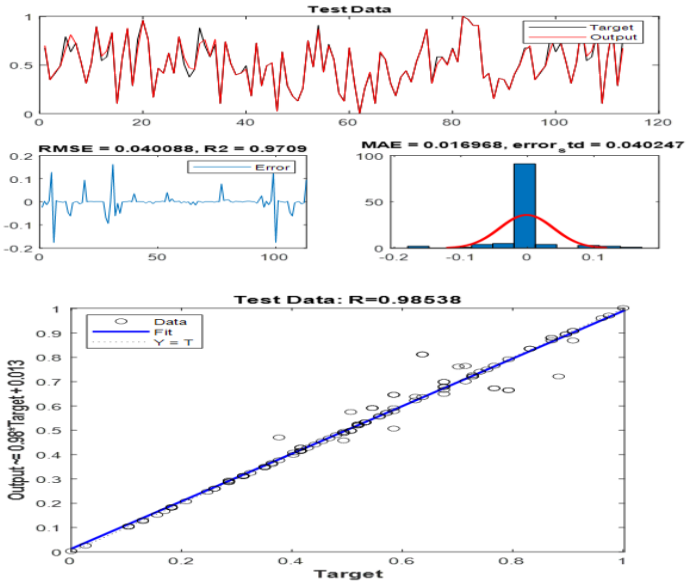
اثرهای متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته که تأثیر هر متغیر بر عملکرد مدل را برای تخمین مقدار خروجی توصیف می‌کند، تجزیه‌وتحلیل شد. ابتدا، تمامی پارامترها مقادیر ورودی برای ANFIS در نظر گرفته شدند. در مرحله‌ی بعد، یکی از پارامترها از پارامترهای ورودی حذف شد و دوباره مدل با همان ساختار آماده شد. عملکرد مدل‌ها در غیاب هر پارامتر ورودی با معیار عملکرد RMSE ارزیابی شد. حذف یکی از پارامترهای ورودی باعث تغییر در عملکرد مدل شد. اثر هر پارامتر با توجه به تغییر در شدت عملکرد ارزیابی شد. نتایج تحلیل حساسیت ANFIS در جدول ۴ نشان داده شده است. حذف متغیر OPJH (عملکرد عملیاتی‌شناسایی خطرهای شغلی)، هم در سطح داده‌های آموزشی و هم در سطح داده‌های آزمایشی، باعث کاهش چشمگیر دقت مدل و افزایش RMSE شد. بنابراین، پارامتر OPJH مهم‌ترین پارامتر برای مدل‌سازی رابطه‌ی جو ارگونومی بیمارستان و استرس شغلی کارکنان است.



شکل ۵: نمودارهای داده‌های آموزشی به روش FCM و معیارهای ارزیابی عملکرد

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]



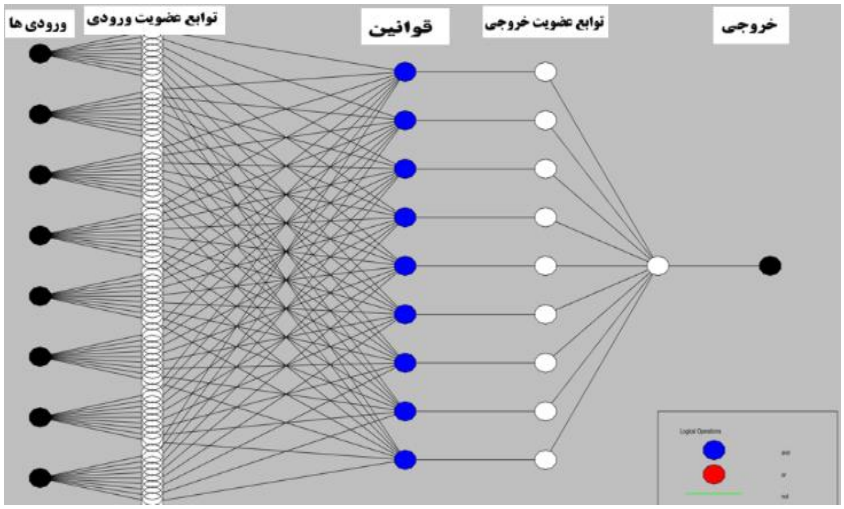
شکل ۶: نمودارهای داده‌های آزمایشی به روش FCM و معیارهای ارزیابی عملکرد

جدول۴: نتایج آنالیز حساسیت متغیرهای مستقل

ورودی‌ها	متغیر حذفی	FCM	
		داده‌های آموزش	داده‌های آزمایش
OPEI-OPMC-OPJH-OPTK-EWMC-EWEI-EWJH-EWTK	-	۰/۰۱۲۵۹۹	۰/۰۱۲۸۳۴
OPEI-OPJH-OPTK-EWMC-EWEI-EWJH-EWTK	OPMC	۰/۰۴۳۸۶	۰/۰۴۶۴۶۵
OPMC-OPJH-PTK-EWMC-EWEI-EWJH-EWTK	OPEI	۰/۰۱۸۴۴۶	۰/۰۱۹۲۱۷
OPMC-OPEI-OPTK-EWMC-EWEI-EWJH-EWTK	OPJH	۰/۰۴۵۹۰۳	۰/۰۴۹۷۴۳
OPMC-OPEI-OPJH-EWMC-EWEI-EWJH-EWTK	OPTK	۰/۰۱۶۱۴۶	۰/۰۱۷۷۸۸
OPMC-OPEI-OPJH-OPTK-EWEI-EWJH-EWTK	EWMC	۰/۰۳۳۵۶۷	۰/۰۳۵۰۷۹
OPMC-OPEI-OPJH-OPTK-EWMC-EWJH-EWTK	EWEI	۰/۰۱۴۶۸	۰/۰۱۶۸۰۲
OPMC-OPEI-OPJH-OPTK-EWMC-EWEI-EWTK	EWJH	۰/۰۳۷۱۴۷	۰/۰۴۱۴۸۴
OPMC-OPEI-OPJH-OPTK-EWMC-EWEI-EWJH-	EWTK	۰/۰۳۰۴۳۶	۰/۰۳۸۳۳۵

مدل نهایی تحقیق

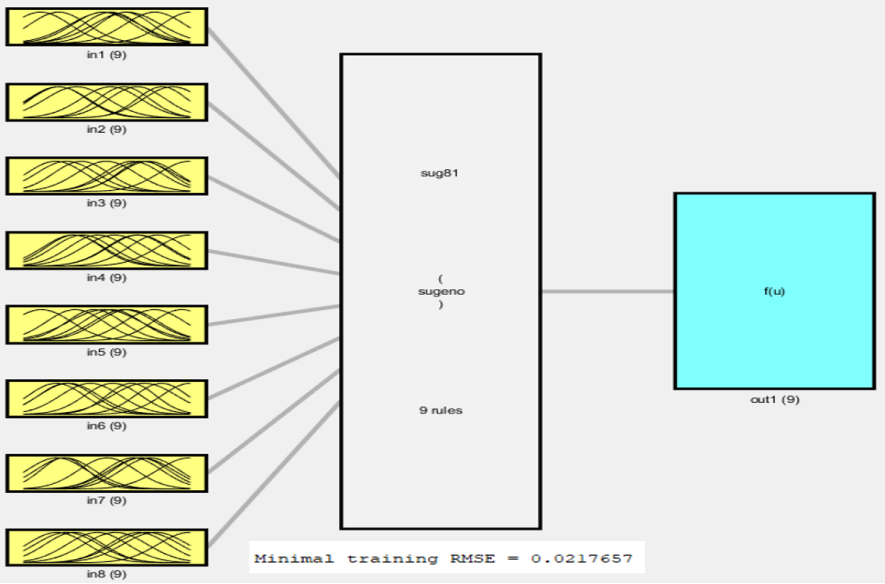
ساختار سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (ساختار ANFIS) در شکل ۷ و مدل نهایی استخراجی از ANFIS در شکل ۸ آمده است. مقدار حداقل RMSE برای داده‌های آموزشی در این مدل ۰/۰۲ برآورد شد که در مقایسه با معیارهای ارزیابی مدل، دارای قابلیت اعتماد بالایی است.



شکل ۷: ساختار سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (خروجی برنامه)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]



شکل ۸: سیستم سوگنوی با ۸ ورودی و یک خروجی (مدل نهایی استخراجی از ANFIS)

بحث

هدف اصلی تحقیق حاضر طراحی مدل سیستم استنتاج فازی‌عصبی تطبیقی (ANFIS) برای ارزیابی و پیش‌بینی استرس شغلی کارکنان با محوریت جو ارگونومی در یکی از بیمارستان‌ها بود. با توجه به اینکه این تحقیق در نوع خود مشابهی ندارد، مقایسه با تحقیقات مشابه امکان‌پذیر نیست.

همچنین، نتایج ارزیابی جو ارگونومی و ابعاد آن نشان داد که کمترین نمره مربوط به مشارکت کارکنان و بیشترین نمره مربوط به شناسایی و کنترل خطرهای شغلی بود. میزان جو ارگونومی ۳/۰۷ و میزان استرس شغلی ۲/۷۵ بود. بنابراین، جو ارگونومی در حد میانگین و نمره‌ی استرس شغلی در سطح پایین‌تر از میانگین است. همچنین، نمره‌ی عملکرد عملیاتی ۳/۱۶، سلامت شغلی و رفاه کارکنان ۲/۹۷، تعهد مدیریت ۳/۱۱ و آموزش و دانش ۳/۲۱ بود. نتایج ارزیابی تحلیل حساسیت مدل نشان داد که بعد عملکرد عملیاتی‌شناسایی و کنترل خطرهای شغلی مهم‌ترین پارامتر است؛ چون با حذف آن خطای مدل افزایش یافت.

نتایج معیارهای ارزیابی مدل شامل: RMSE، MAE و R2، هم به روش خوشه‌بندی کاهشی و هم به روش FCM هم در سطح داده‌های آموزشی و هم در سطح داده‌های آزمایشی نشان‌دهنده‌ی دقت و قابلیت اعتماد به مدل در پیش‌بینی میزان استرس شغلی با محوریت جو ارگونومی و ابعاد آن است. اعتبارسنجی و ارزیابی مدل بر اساس اختلاف ما بین داده‌های خروجی مدل و داده‌های واقعی انجام شد. تمامی مقادیر RMSE کمتر از ۰/۱ و مطلوب و تمامی مقادیر R2 بیشتر از ۰/۸ و مطلوب بود. شاخص MAE نیز بهتر بود. در تحقیق حاضر، اعتبار مدل ارائه‌شده در پیش‌بینی میزان استرس شغلی با محوریت جو ارگونومی با دقت و قابلیت اعتماد بالایی تأیید شد.

نتیجه‌گیری

مدل طراحی‌شده می‌تواند با قابلیت اعتماد بالایی میزان استرس شغلی کارکنان بیمارستان را با محوریت جو ارگونومی و مؤلفه‌های آن ارزیابی و پیش‌بینی کند. با بهبود جو ارگونومی در ابعاد عملکرد عملیاتی و سلامت شغلی و رفاه کارکنان می‌توان از میزان استرس شغلی کارکنان کاست. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که مهم‌ترین متغیر در این مدل، شناسایی و کنترل خطرهای شغلی است. بنابراین، درک اهمیت شناسایی خطرهای شغلی و مدیریت آن‌ها و کاهش ریسک خطرها توسط سازمان، در کاهش استرس شغلی کارکنان نقش مؤثری خواهد داشت. در این تحقیق، جو ارگونومی و ابعاد آن با هشت ورودی و استرس شغلی به‌عنوان تنها خروجی مدل تحقیق، مدل‌سازی شدند. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، هفت حیطه‌ی استرس شغلی به‌عنوان خروجی‌های مدل، برای شناسایی دقیق تأثیر زیرمؤلفه‌های جو ارگونومی بر حیطه‌های استرس شغلی، بسط داده شود.

محدودیت‌های مطالعه

هر تحقیقی با توجه به ماهیت خاص خود، دارای محدودیت‌هایی است و تحقیق حاضر نیز از این اصل مستثنی نیست.

۱. تحقیق حاضر درباره‌ی کارکنان بیمارستان امام رضا (ع) در شهرستان ارومیه صورت گرفته و جهت تعمیم نتایج آن به سایر بیمارستان‌های دولتی و خصوصی و همچنین، سایر شهرهای کشور باید احتیاط کرد.

۲. این تحقیق صرفاً تأثیر متغیر جو ارگونومی بیمارستان در استرس شغلی کارکنان را بررسی کرده است؛ درحالی‌که متغیرهای

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

فراوانی هستند که بر استرس شغلی کارکنان تأثیر می‌گذارند.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی ارومیه بوده است و نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری و همچنین پرسنب بیمارستان امام رضا (ع) تشکر و قدر دانی می نمایند.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی در مالعه حاضر وجود ندارد

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر پس از کسب کد اخلاق از با شماره IR.UMSU.REC.1401.191 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ارومیه و با رعایت ملاحظات اخلاقی انجام پذیررفته است.

سهم نویسندگان

حجت الله نصیری در جمع آوری اطلاعات و نگارش مقاله و تیمور الهیاری در تجریه و تحلیل اطلاعات و نگارش مقاله مشارکت داشته اند.

حمایت مالی

هزینه های مطالعه از طریق پایان نامه دوره کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی ارومیه و با کد ۱۱۶۳۹ تامین شده است.

REFERENCES

1. Shojaei Z, Helali F, Ghomshe SFT, Abdollahpour N, Bakhshi E, Rahimi S. Stress prevention at work with the participatory ergonomics approach in one of the Iranian Gas Refineries in 2017. *Iran Occupational Health*. 2020;**17**(1):594-609.
2. Barker LM, Nussbaum MA. The effects of fatigue on performance in simulated nursing work. *Ergonomics*. 2011;**54**(9):815-29. PMID: 21854176 DOI: 10.1080/00140139.2011.597878
3. Szeto GP, Wong TK, Law RK, Lee EW, Lau T, So BC, Law SW. The impact of a multifaceted ergonomic intervention program on promoting occupational health in community nurses. *Appl Ergon*. 2013;**44**(3):414-22. PMID: 23153515 DOI: 10.1016/j.apergo.2012.10.004
4. Faez E, Zakerian SA, Azam K, Hancock K, Rosecrance J. An Assessment of Ergonomics Climate and Its Association with Self-Reported Pain, Organizational Performance and Employee Well-Being. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;**18**(5):2610. PMID: 33807782 DOI: 10.3390/ijerph18052610
5. Hoffmeister K, Gibbons A, Schwatka N, Rosecrance J. Ergonomics Climate Assessment: A measure of operational performance and employee well-being. *Appl Ergon*. 2015;**50**:160-9. PMID: 25959331 DOI: 10.1016/j.apergo.2015.03.011
6. Yassierli, Gandawijaya I, Aisha AN. Pengembangan Model Pengukuran Iklim Ergonomi dalam Manajemen Keselamatan Perusahaan. *Jurnal Manajemen Teknologi*. 2019;**18**(2):120-9.
7. Oh JJ, Song MS, Kim SM. Development and validation of Korea sleep scale A. *J Korean Acad Nurs*. 1998;**28**(3):563-72. DOI: 10.4040/jkan.1998.28.3.563
8. Kia SM. Fuzzy Logic in MATLAB: *Kian*; 2016.
9. Mathworks. MATLAB 2022Documentation: *Mathworks*; 2022.
10. Çakıt E, Olak AJ, Karwowski W, Marek T, Hejduk I, Taiar R. Assessing safety at work using an adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) approach aided by partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2020;**76**:102925. DOI: /10.1016/j.ergon.2020.102925
11. Chai T, Draxler RR. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?–Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific model development*. 2014;**7**(3):1247-50. DOI: 10.5194/gmd-7-1247-2014, 2014
12. Chicco D, Warrens MJ, Jurman G. The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation. *PeerJ Comput Sci*. 2021;**7**:e623. PMID: 34307865 DOI: 10.7717/peerj-cs.623
13. Alinejhad AH, A. A. Designing an adaptive neural fuzzy inference system (ANFIS) model for evaluating and predicting the organization's knowledge management level based on innovation. *Modern Research in Decision Making*. 2020; **5**(1):171-89.

پیوست‌های تحقیق

مفروضات تحلیل رایانه‌ای به روش خوشه‌بندی کاهشی و FCM به شرح زیر است:

سهم داده‌های آموزش: ۰/۷

سهم داده‌های آزمایش: ۰/۳

روش آموزش: FCM و خوشه‌بندی کاهشی

تعداد خوشه‌ها: ۱۰

حداکثر تعداد تکرار: ۱۰۰

حداقل بهبود: ۵-e۱

حداکثر تعداد ایپوک: ۱۰۰

Error Goal:0

Influence Radius:0.5

Squash Factor:1.25

اندازه‌ی گام اصلی: ۰/۰۱

میزان کاهش اندازه‌ی گام: ۰/۹

میزان افزایش اندازه‌ی گام: ۱/۱

Partition matrix Exponent:2

نام فایل: ErgoStressData.xlsx

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]

اندازه‌ی داده‌ها: ماتریس ۹*۳۶۷ (۹ ستون و ۳۴۵ سطر)

اطلاعات ANFIS

Number of linear parameters: 81 Number of nodes: 173
Number of nonlinear parameters: 144 Total number of parameters: 225
Number of training data pairs: 263 Number of checking data pairs: 0
Number of fuzzy rules: 9 Minimal training RMSE = 0.0217758

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-27]

[DOI: 10.32592/joohe.10.4.251]