Volume 13 Issue 26. winter. 2025. Pages 96 to 126.

Journal Educational Planning Studies

Research Paper

Development of a conceptual model for improving the human reliability in the healthcare system with an emphasis on training and empowerment strategies

Hossien Mahmoudi Sefidkouhi[1], Esmaeil Najafi [*2], Alireza Haji[3], Abdollah Arasteh[4]

1. Ph.D. student, Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Corresponding Author, Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Sharif University, Tehran, Iran.
4. Associate Professor Department of Materials and Industrial Engineering, Babol Noshirvani University of Technology, Babol, Iran.

10.22080/eps.2025.28281.2299

Received: August 3, 2024
Accepted: August 21, 2024
Available online: March 5, 2025

Keywords: Human resources, educational planning, training and empowerment, human reliability, health system.

Abstract

Aim: This research aims to propose a model for improving human reliability in the healthcare-sector, focusing on performance evaluation indicators, particularly training, empowerment, and educational planning.

Methodology: This research is applied and employs a descriptive-analytical approach. The statistical population includes all hospitals in the country. Data from 318 error and incident reports in 54 sample hospitals from October 2022 to October 2023 were collected and analyzed. First, the performance-shaping factors for staff were identified and classified. Then, the Chi-square goodness-of-fit test and Pareto charts were used for analysis. The new classification of factors was validated and tested through the Fuzzy Analytic Network Process(FANP) and Success Likelihood Index Method(SLIM) in 15 emergency hospital departments.

Results: The findings indicated that training, empowerment, improving performance evaluation processes, and strengthening internal communications are key factors in increasing human reliability. The proposed model emphasizes the role of these factors in improving efficiency and reducing human errors, with a focus on educational planning. Educational planning is effective in identifying needs, designing courses, and assessing their effectiveness in reducing errors and enhancing reliability.

Conclusions and suggestions: The developed model helps healthcare managers optimize evaluation and training processes by focusing on identified strengths and weaknesses. It is recommended that educational planning and evaluation be implemented comprehensively and continuously.

Innovation and originality: This research presents an innovative model by combining two advanced analytical methods, FANP and SLIM, and adapting them to the specific needs of the healthcare sector. The model focuses on key factors to continuously improve employee performance and reduce human errors.

*Corresponding Author: Esmaeil Najafi
Address: Iran- Tehran - End of Shahid Sattari Highway - Daneshgah Square - Shohadayeh Hesarak Boulevard - Islamic Azad University, Science and Research Branch - Postal Code: 14778-93855
Email: esmaeilnajafi1400@gmail.com
Tel: +21-44845205

Extended Abstract

Introduction

Human reliability is a crucial component of healthcare operations, directly influencing patient safety, service quality, and operational efficiency. Errors in medical settings can have severe consequences, making it essential to identify and mitigate the factors contributing to human errors. This study aims to develop a comprehensive model to enhance human resource reliability in the healthcare system, focusing on employee performance evaluation indicators, educational planning, and empowerment strategies. By systematically analyzing performance-shaping factors, the research seeks to design targeted interventions that improve workforce reliability and ultimately enhance healthcare outcomes.

Methodology

This research is applied and employs a descriptive-analytical approach. The statistical population includes all hospitals in the country. To achieve the research objectives, the study analyzed 318 documented reports of errors and incidents from 54 hospitals across the country between October 2022 and October 2023. These reports provided insights into recurring error patterns and the contributing performance-shaping factors. The data was analyzed using statistical methods such as the Chi-square goodness-of-fit test to validate the significance of performance indicators and Pareto analysis to identify the most influential factors.

To refine and validate the proposed classification of performance-shaping factors, the study applied the model in 15 hospital emergency departments—high-stress environments where human reliability significantly impacts patient outcomes. Advanced analytical methodologies, including the Fuzzy Analytic Network Process (FANP) and the Success Likelihood Index Method (SLIM), were employed to assess the weight and impact of various factors on human performance and calculate the likelihood of errors in specific scenarios.

Findings

A key finding of the study is the pivotal role of educational planning in enhancing human reliability. Effective training requires careful planning and continuous adaptation to the specific needs of healthcare professionals. Simulation-based training programs that replicate real-world scenarios proved particularly effective in improving decision-making and reducing errors in high-pressure environments such as emergency departments. Periodic assessments and feedback mechanisms further ensured alignment with evolving clinical demands and organizational goals.

Empowerment strategies also emerged as a crucial factor in enhancing reliability. The research identified participatory decision-making, recognition and reward systems, and professional development opportunities as effective means to foster a culture of accountability and continuous improvement. Empowered staff exhibited greater engagement in proactive problem-solving and collaboration, ultimately reducing the likelihood of errors.

Performance evaluation was identified as another cornerstone of the proposed model. Traditional evaluation methods often emphasize error identification, which can be counterproductive. Instead, the study advocates for a developmental approach that focuses on continuous learning and growth. Integrating performance evaluation with training and empowerment strategies ensures a cohesive approach to workforce development, fostering a supportive work environment that encourages excellence.

Conclusion

This study underscores the importance of integrating educational planning, empowerment strategies, and performance evaluation into a systematic approach to improving human reliability in healthcare. The proposed model emphasizes proactive measures, such as comprehensive training programs addressing specific skill gaps, fostering a supportive work environment to minimize stress, and enhancing collaboration. By leveraging methodologies like FANP and SLIM, healthcare organizations can quantitatively assess human performance factors and prioritize interventions based on their impact.

The broader implications of this research highlight the significance of reducing errors and enhancing efficiency in building a safer and more effective healthcare system. Aligning training, empowerment, and performance evaluation with the unique demands of healthcare systems can lead to sustained improvements in patient outcomes and organizational performance. Moreover, the successful implementation of the proposed model requires a collaborative effort involving administrators, policymakers, and healthcare professionals. By adopting this model, healthcare systems can better navigate modern challenges, delivering higher standards of care while minimizing risks and inefficiencies.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Author contributed equally to the conceptualization and writing of the article. author approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work

Conflict of Interest

Author declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors are very grateful to all those who helped throughout the entire process of conducting this research.

دوفصل‌نامهٔ مطالعات برنامه‌ریزی آموزشی
Journal Educational Planning Studies
دوره ۱۳ شماره ۲۶ زمستان ۱۴۰۳. صفحات ۹۶ تا ۱۲۶.

مقاله پژوهشی

تدوین مدل مفهومی ارتقای قابلیت اطمینان منابع انسانی در نظام سلامت با تأکید بر راهبردهای آموزش و توانمندسازی

حسین محمودی سفیدکوهی [۱]، اسماعیل نجفی [*۲]، علیرضا حجی [۳]، عبدالله آراسته [۴]

۱. دانشجوي دكتري، گروه مهندسي صنايع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامي، تهران، ايران
۲. دانشیار، گروه مهندسي صنايع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامي، تهران، ايران
۳. دانشیار، گروه مهندسي صنايع، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران
۴. دانشیار، گروه مهندسي صنايع، ، دانشگاه صنعتی نوشیروانی، بابل، ایران

10.22080/eps.2025.28281.2299

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۵/۱۳
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۶/۱۴
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۱۲/۱۵

کلیدواژه‌ها:
منابع انسانی، برنامه‌ریزی آموزشی، آموزش و توانمندسازی، قابلیت‌اطمینان‌انسانی ، نظام سلامت.

چکیده

هدف: این تحقیق با هدف ارائه مدلی برای بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی در حوزه سلامت با تمرکز بر شاخص‌های ارزیابی عملکرد، به‌ویژه آموزش، توانمندسازی و برنامه‌ریزی‌آموزشی انجام شده است.

روش‌شناسی: این پژوهش از نوع کاربردی و با روش توصیفی-تحلیلی است. جامعه آماری شامل کلیه بیمارستان‌های کشور است. داده‌ها از ۳۱۸ گزارش خطا و حادثه در ۵۴ بیمارستان نمونه از مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۲ جمع‌آوری‌وتحلیل شده است. ابتدا عوامل شکل‌دهنده‌ی عملکرد کارکنان شناسایی و طبقه‌بندی شده‌اند. سپس از آزمون نیکویی برازش کای-دو و نمودارهای پارتو برای تحلیل استفاده شد. طبقه‌بندی جدید عوامل با فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی(FANP) و روش شاخص احتمال موفقیت(SLIM) در ۱۵ بخش اورژانس بیمارستانی آزمایش گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که آموزش، توانمندسازی، بهبود فرایندهای ارزیابی عملکرد و تقویت ارتباطات داخلی، عوامل کلیدی در افزایش قابلیت‌اطمینان‌انسانی هستند. مدل پیشنهادی نقش این عوامل را در ارتقای کارایی و کاهش خطاهای انسانی با تأکید بر برنامه‌ریزی آموزشی تبیین می‌کند. برنامه‌ریزی‌آموزشی برای شناسایی نیازها، طراحی دوره‌ها و ارزیابی اثربخشی در کاهش خطاها و افزایش قابلیت‌اطمینان مؤثر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها: مدل توسعه‌یافته به مدیران حوزه‌ی بهداشت‌ودرمان کمک می‌کند تا فرآیندهای ارزیابی و آموزش را با تمرکز بر نقاط قوت‌وضعف شناسایی‌شده بهینه‌سازی کنند. پیشنهاد می‌شود برنامه‌ریزی‌های‌آموزشی و ارزیابی به‌صورت جامع و مداوم اجرا شوند.

نوآوری و اصالت: این تحقیق با ترکیب دو روش تحلیلی پیشرفته FANP و SLIM و تطبیق آن‌ها با نیازهای خاص حوزه سلامت، مدلی نوین ارائه داده است که با تمرکز بر عوامل کلیدی، بهبود مستمر عملکرد کارکنان و کاهش خطاهای انسانی را دنبال می‌کند.

* **نویسنده مسئول:** اسماعیل نجفی
آدرس: *تهران- انتهای بزرگراه شهید ستاری- میدان دانشگاه- بلوار شهدای حصارک- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات، دانشکده فنی و مهندسی، گروه مهندسی صنایع.*
ایمیل: esmaeilnajafi1400@gmail.com
تلفن: ۰۲۱-۴۴۸۴۵۲۰۵

مقدمه

نظام سلامت یکی از ارکان حیاتی در حفظ و ارتقای کیفیت زندگی انسان‌ها به‌شمار می‌رود. در این نظام پیچیده، نیروی انسانی به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در ارائه خدمات باکیفیت و تضمین ایمنی بیماران نقش برجسته‌ای ایفا می‌کند. قابلیت اطمینان انسانی به‌عنوان یکی از ارکان اساسی در تضمین کیفیت و ایمنی خدمات بهداشتی و درمانی شناخته می‌شود. با این‌حال، یکی از مسائل و چالش‌های جدی در محیط‌های بهداشتی‌ودرمانی در سراسر جهان، وقوع خطاهای انسانی است. این خطاها می‌توانند پیامدهای جبران‌ناپذیری برای بیماران به‌همراه داشته باشند و کاهش آن‌ها نیازمند بهبود برنامه‌ریزی‌های آموزشی و ارتقای عملکرد نیروی انسانی است. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهند که خطاهای پزشکی عمدتاً در مواردی هم‌چون تشخیص بیماری، تجویز دارو، هوشبری، مراقبت‌های ویژه، اورژانس، اتاق عمل، رادیولوژی، آزمایش‌های بالینی، رادیوتراپی و تجهیزات پزشکی رخ می‌دهند که در آن‌ها عامل انسانی به‌تنهایی عامل بیش از ۷۰ درصد حوادث نامطلوب است. به‌طور کلی، تقریباً از هر ۱۰ پذیرش، ۱ مورد به یک رویداد نامطلوب منتهی می‌شود که حدود نیمی از آن‌ها قابل پیشگیری هستند.

خطاهای انسانی در محیط‌های درمانی به دلایل مختلفی رخ می‌دهند که از جمله آن‌ها می‌توان به دانش و مهارت ناکافی، استرس شغلی، محیط کار نامناسب و تعاملات پیچیده تیمی اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بسیاری از این عوامل قابل پیشگیری یا کاهش هستند، به‌شرطی که شناسایی و تحلیل دقیقی از آن‌ها صورت پذیرد. مطالعات متعدد بیانگر این هستند که عوامل مختلفی بر عملکرد کارکنان و وقوع خطا تأثیر دارند که این عوامل تحت عنوان عوامل شکل‌دهنده عملکرد (PSFs)شناخته می‌شوند. این عوامل در چهار دسته اصلی طبقه‌بندی می‌شوند:

۱. عوامل فردی: شامل دانش، مهارت، تجربه، سلامت جسمی و روانی کارکنان.
۲. عوامل سازمانی: شامل فرهنگ ایمنی، ساختار مدیریتی، رهبری و فرآیندهای ارزیابی عملکرد.
۳. عوامل محیطی: شامل شرایط فیزیکی محیط کار، طراحی تجهیزات و دسترسی به منابع.
۴. عوامل مرتبط با بیمار: شامل پیچیدگی بیماری، رفتار بیمار و همراهان.

پژوهش Mahmoudi Sefidkouhi et al. (2023) به‌طور خاص طبقه‌بندی جدیدی از عوامل شکل‌دهنده عملکرد نیروی انسانی در نظام سلامت ارائه کرده است. این تحقیق ۴۳ عامل شکل‌دهنده عملکرد را در ۸ دسته اصلی طبقه‌بندی کرده است که در آن‌ها نقش این عوامل در بروز یا کاهش خطاهای انسانی مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که توجه به عواملی چون تجربه کارکنان، فرهنگ ایمنی، آموزش و تجهیزات می‌تواند در کاهش خطاها مؤثر باشد.

طبقه‌بندی دیگر از عوامل شکل‌دهنده عملکرد که توسط محققان ارائه شده است، عوامل به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: عوامل فردی، عوامل سازمانی و عوامل محیطی. عوامل فردی شامل مهارت‌ها، تجربه و ویژگی‌های شخصی است، در حالی‌که عوامل سازمانی به سیاست‌ها، ساختارها و فرآیندهای سازمانی مربوط می‌شود و در نهایت، عوامل محیطی به عواملی چون تکنولوژی‌های استفاده‌شده و شرایط فیزیکی محیط کار اشاره دارند (Bleetman et al., 2012) . تحلیل دقیق این عوامل و طراحی برنامه‌های آموزشی مناسب برای ارتقای مهارت‌ها و دانش کارکنان بهداشتی می‌تواند نقش اساسی در کاهش خطاهای انسانی داشته باشد. از این‌رو، توجه به عوامل

شکل‌دهنده عملکرد کارکنان و تدوین مدل‌هایی برای ارتقای قابلیت اطمینان انسانی و کاهش خطاها اهمیت زیادی دارد.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که بیشتر مدل‌های تحلیل عملکرد مبتنی بر PSF در حوزه بهداشت‌ودرمان، به‌طور کامل توسعه نیافته‌اند و به‌دلیل تفاوت‌های عمده میان محیط‌های بهداشتی و سایر صنایع، نیاز به رویکردهای بومی‌شده و توسعه‌یافته‌تری دارند .(Reason, 2000) پژوهش‌های اخیر تأکید دارند که به‌کارگیری تکنیک‌های بهبود یافته‌ای که قادر به پرداختن به عوامل شخصی، سازمانی و محیطی به‌طور هم‌زمان باشند، ضروری است. این تکنیک‌ها باید راهکارهای آموزشی و توانمندسازی را به‌عنوان بخشی از فرآیند بهبود قابلیت اطمینان انسانی در نظام سلامت در نظر بگیرند.(Mahmoudi Sefidkouhi et al., 2024)

همان‌طور که اشاره شد، نظام سلامت به‌عنوان یکی از حساس‌ترین و پیچیده‌ترین نظام‌های اجتماعی به عملکرد نیروی انسانی وابسته است. کیفیت خدمات درمانی، ایمنی بیماران و موفقیت در ارائه مراقبت‌های بهداشتی به میزان زیادی به قابلیت اطمینان انسانی بستگی دارد. قابلیت اطمینان انسانی به توانایی کارکنان در انجام صحیح وظایف خود بدون وقوع خطا اشاره دارد و به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی در بسیاری از صنایع، به‌ویژه در حوزه‌های حساس مانند بهداشت‌ودرمان شناخته می‌شود. ارزیابی قابلیت اطمینان انسان (HRA) شناسایی و کاهش خطاهای انسانی است که می‌توانند منجر به حوادث و پیامدهای ناخواسته در سیستم‌های مختلف شوند .(Reason, 1990) در محیط‌های درمانی، که شرایط بحرانی و پیچیده‌ای دارند، وقوع خطاهای انسانی می‌تواند پیامدهای جدی و جبران‌ناپذیری برای بیماران و سیستم درمانی به همراه داشته باشد.

تکنیک‌های ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی که عمدتاً در صنایع حساس و پیچیده‌ای مانند صنایع هسته‌ای و هوافضا توسعه یافته‌اند، به‌رغم اهمیت فراوان خود در شناسایی و کاهش خطاهای انسانی، به‌دلیل ویژگی‌های خاص محیط‌های بهداشتی و پیچیدگی‌های موجود در تعاملات فردی و تیمی، قادر به ارزیابی دقیق عوامل شکل‌دهنده عملکرد نیروی انسانی در حوزه بهداشت‌ودرمان نمی‌باشند .(Kirwan,1994)این تکنیک‌ها به دلیل تمرکز بیشتر بر عوامل فنی و تجهیزات، توانایی محدودی در شناسایی و درک وابستگی‌های پیچیده میان عوامل مختلف تأثیرگذار بر عملکرد انسانی دارند.

با توجه به پیچیدگی‌های محیط‌های بهداشتی و نقش برجسته عوامل انسانی در ارتقای کیفیت خدمات، نیاز به مدل‌های جامع و یکپارچه برای ارزیابی و ارتقای قابلیت‌اطمینان‌انسانی در این بخش ضروری به نظر می‌رسد. این مدل‌ها باید توانایی شناسایی و کمی‌سازی تأثیر عوامل مختلف شکل‌دهنده عملکرد را داشته باشند و از سوی دیگر، به‌طور مؤثر از راهبردهای آموزشی و توانمندسازی برای کاهش خطاهای انسانی استفاده کنند. به‌ویژه، ترکیب تکنیک‌های FANP و SLIM می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد نوآورانه مطرح شود، چرا که هر دو روش به‌طور هم‌زمان به ارزیابی وابستگی‌های میان عوامل مختلف و تحلیل احتمالات موفقیت عملکرد انسانی می‌پردازند .(Poranen et al., 2024) این مدل‌ها نه‌تنها به بهبود عملکرد فردی کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند تأثیرات مثبت قابل‌توجهی در بهبود قابلیت اطمینان کلی سیستم‌های بهداشتی داشته باشند و از طریق ارتقای کیفیت خدمات، هزینه‌های ناشی از خطاهای انسانی را کاهش داده و سلامت جامعه را بهبود بخشند.

برای بهبود عملکرد کارکنان و کاهش خطاهای انسانی، آموزش و توانمندسازی کارکنان به‌عنوان دو راهبرد اساسی شناخته می‌شوند. تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که برنامه‌های آموزشی مبتنی بر مهارت و دانش می‌توانند تأثیر قابل‌توجهی در کاهش خطاهای انسانی در محیطهای حساس مانند بیمارستان‌ها داشته باشند. به‌ویژه، برنامه‌های آموزشی که به‌طور منظم و مداوم برگزار می‌شوند، می‌توانند باعث ارتقای دانش فنی، مهارت‌های ارتباطی و مدیریت استرس کارکنان شده و در نتیجه، قابلیت‌اطمینان‌انسانی را افزایش دهند (Da Silva et al., 2023).

یکی از راه‌های تحقق توسعه در سازمان‌ها، برنامه‌ریزی‌های آموزشی صحیح و اصولی منابع انسانی و استفاده درست از آن‌ها است(Saneii Mehri et al, 2024). برنامه‌ریزی آموزشی به‌عنوان یک طرح کلی برای فعالیت‌های آموزشی و فرایندی جهت نظم‌دهی به فعالیت‌های یاددهی و یادگیری شناخته می‌شود. این نوع برنامه‌ریزی یکی از اساسی‌ترین نظام‌های برنامه‌ریزی در هر کشور و یا سازمان به‌شمار می‌آید(Barkhoda et al, 2024). برنامه‌ریزی آموزشی، فرآیندی استراتژیک برای شناسایی نیازهای آموزشی، طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی هدفمند و ارزیابی اثربخشی آن‌ها است. این رویکرد در نظام سلامت اهمیت دوچندانی دارد، زیرا آموزش مناسب کارکنان می‌تواند مستقیماً بر کاهش خطاهای انسانی و افزایش کیفیت خدمات درمانی تأثیرگذار باشد. از این‌رو، توجه به طراحی مدل‌های جامع برای ارزیابی و ارتقای قابلیت اطمینان منابع انسانی با تأکید بر آموزش و توانمندسازی، ضروری به‌نظر می‌رسد.

پژوهش(2021) .Da Silva et al، بر اهمیت آموزش‌های مداوم و شبیه‌سازی‌های عملی در کاهش خطاهای انسانی و افزایش قابلیت اطمینان کارکنان در محیطهای درمانی تأکید دارد. علاوه‌براین، (2022) .Liu et al، با مروری بر تکنیک‌های تحلیل عوامل انسانی، ضرورت برنامه‌ریزی جامع آموزشی را برای ارتقای عملکرد منابع انسانی در نظام سلامت مورد بررسی قرار داده‌اند. هم‌چنین، Bijelic et al (2024)، نشان داده‌اند که برنامه‌های هدفمند آموزش و توانمندسازی در بخش مراقبت‌های ویژه(ICU) ، تأثیر مثبتی بر عملکرد کارکنان و کاهش خطاهای بحرانی دارد.

مطالعات دیگر مانند(2021) .Gaba et al، بر استفاده از شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی برای بهبود تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی و کاهش خطاهای انسانی متمرکز بوده‌اند. (2024) .Saad et al نیز نشان داده است که تحلیل ریسک و آموزش‌های مناسب می‌توانند ایمنی بیمار را ارتقا داده و خطاهای انسانی را کاهش دهند. از سوی دیگر، (2023) .Kumari et al، نقش هوش مصنوعی را در بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی و مدیریت اطلاعات در نظام سلامت بررسی کرده‌اند. مطالعات (2023) .Alsabri et al (2021) .Liu et al نیز به‌ترتیب به بررسی تأثیر فرهنگ‌سازمانی و طراحی برنامه‌های آموزشی در بخش اورژانس پرداخته و تأکید کرده‌اند که توجه به فاکتورهای محیطی و سازمانی می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در کاهش خطاهای انسانی داشته باشد.

برنامه‌ریزی آموزشی یکی از عوامل اساسی در بهبود عملکرد نیروی انسانی به‌شمار می‌رود. این فرآیند شامل تحلیل نیازهای آموزشی، طراحی دوره‌های کاربردی و ارزیابی مستمر اثربخشی برنامه‌ها است .(Aziz, 2023) در حوزه سلامت، برنامه‌ریزی آموزشی نقشی محوری در کاهش خطاهای انسانی و ارتقای ایمنی بیمار دارد. پژوهش‌های پیشین تأکید دارند که استفاده از مدل‌های جامع برنامه‌ریزی آموزشی می‌تواند به بهینه‌سازی آموزش‌ها و افزایش قابلیت‌اطمینان‌انسانی منجر شود. به‌ویژه، ترکیب روش‌های مدرن مانند شبیه‌سازی و

آموزش‌های مبتنی بر فناوری‌های نوین (مانند واقعیت مجازی) تأثیر بسزایی در کاهش خطاها و افزایش اثربخشی دارد(Gaba et al., 2021) .

در این پژوهش، اصول برنامه‌ریزی آموزشی به‌عنوان چارچوبی برای تحلیل عوامل شکل‌دهنده عملکرد و تدوین مدل ارتقای قابلیت اطمینان انسانی مورد استفاده قرار گرفته است. شواهد حاکی از آن است که برنامه‌ریزی آموزشی در حوزه سلامت می‌تواند با شناسایی ضعف‌های مهارتی و طراحی دوره‌های آموزشی متناسب، به کاهش حوادث پزشکی کمک کند. برای نمونه، مطالعات Gaba و همکاران (۲۰۲۱) نشان داده‌اند که برنامه‌های شبیه‌سازی مبتنی بر نیازهای واقعی، تأثیر چشمگیری بر کاهش خطاهای انسانی دارند. به‌طور خاص، مطالعات نشان می‌دهند که برنامه‌های آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی، تمرینات عملی و استفاده از فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی (VR) می‌توانند محیط‌هایی امن برای کارکنان بهداشتی ایجاد کنند تا مهارت‌های خود را بدون ریسک خطاهای واقعی در محیط کار، تقویت نمایند .(Gaba et al., 2021) این روش‌ها به‌ویژه برای تقویت تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی و افزایش اعتماد به نفس کارکنان مؤثر هستند و به کاهش خطاها کمک می‌کنند.

با وجود اهمیت عوامل شکل‌دهنده عملکرد، بسیاری از روش‌های موجود برای تحلیل و بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی که در صنایع دیگر توسعه یافته‌اند، به‌دلیل تفاوت‌های محیطی و عملیاتی در نظام سلامت، کاربرد محدودی دارند. علاوه‌براین، عدم وجود طبقه‌بندی جامع و بومی‌شده از عوامل شکل‌دهنده عملکرد نیروی انسانی، فرآیند شناسایی نقاط ضعف و ارائه راه‌حل‌های بهبود را دشوار کرده است.

از طرفی، برنامه‌ریزی آموزشی به‌عنوان یکی از ابزارهای کلیدی برای بهبود عملکرد کارکنان و کاهش خطاهای انسانی مطرح می‌شود. ارزیابی برنامه‌های آموزشی یکی از دغدغه‌های پژوهش‌گران حیطه آموزشی است که نتایج آن می‌تواند در تداوم، تصحیح و یا بازنگری برنامه‌های آتی و ارتقای عملکرد افراد و سازمان‌ها مورد توجه قرار گیرد(Goudini, et al, 2023). در حوزه سلامت، این فرآیند می‌تواند از طریق ایجاد دوره‌های شبیه‌سازی، آموزش‌های مبتنی بر فناوری‌های نوین، و کارگاه‌های عملی، نقشی مؤثر در ارتقای مهارت‌ها و کاهش نقاط ضعف ایفا کند. با این‌حال، درک عمیق و کاربردی از تأثیر برنامه‌ریزی آموزشی بر بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی در نظام سلامت هم‌چنان نیازمند بررسی‌های جامع است. به‌ویژه، پرسش‌هایی در این زمینه مطرح هستند که نیازمند پاسخ‌اند:

- عوامل کلیدی تأثیرگذار بر قابلیت‌اطمینان‌انسانی در نظام سلامت کدام‌اند؟
- چگونه می‌توان این عوامل را به‌طور جامع شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل کرد؟
- برنامه‌ریزی آموزشی چگونه می‌تواند به کاهش خطاهای انسانی و ارتقای عملکرد کارکنان درمانی کمک کند؟
- چه مدل‌هایی می‌توانند برای طراحی و اجرای اثربخش برنامه‌های آموزشی در نظام سلامت به کار گرفته شوند؟
- چه شاخص‌هایی می‌توانند اثربخشی این برنامه‌ها را ارزیابی کنند؟

این مقاله تلاش دارد با تحلیل گزارش‌های خطای انسانی، شناسایی و طبقه‌بندی عوامل شکل‌دهنده عملکرد، در گامی نوآورانه با ترکیب دو روش تحلیلی پیشرفته با ارائه مدل جامعی مبتنی بر دو روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای

فازی[۱] (FANP) روش شاخص احتمال موفقیت[۲] (SLIM)، پاسخی به این سؤالات ارائه دهد. مدل پیشنهادی با تأکید بر آموزش و برنامه‌ریزی آموزشی، ابزارهایی کاربردی برای طراحی، اجرا و ارزیابی آموزش‌های هدفمند در محیط‌های درمانی ارائه خواهد کرد. نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان الگویی راهبردی برای ارتقای کیفیت خدمات درمانی و کاهش خطاهای انسانی مورد استفاده قرار گیرد.

روش‌شناسی

این پژوهش با هدف تدوین مدلی برای ارتقای قابلیت اطمینان انسانی در نظام سلامت، از رویکرد ترکیبی شامل روش‌های کیفی و کمی استفاده کرده است. تحقیق حاضر از نوع کاربردی و با رویکرد توصیفی-تحلیلی طراحی و اجرا شده است. استفاده از رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) برای شناسایی عوامل مؤثر بر قابلیت اطمینان انسانی و طراحی مدل پیشنهادی به کار گرفته شده است.

در مرحله کیفی، از روش‌های تحلیل محتوا و نظرات خبرگان برای شناسایی و طبقه‌بندی عوامل شکل‌دهنده عملکرد استفاده گردید. در مرحله کمی، از روش‌های آماری پیشرفته مانند آزمون کای-دو، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی(FANP) و روش شاخص احتمال موفقیت(SLIM) برای تحلیل داده‌ها و ارزیابی مدل پیشنهادی بهره گرفته شد.

جامعه آماری این تحقیق شامل تمامی بیمارستان‌های کشور است که در بازه زمانی مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۲ گزارش خطا و حوادث انسانی را به وزارت بهداشت، درمان و آموزش‌پزشکی ارسال کرده‌اند. از میان این بیمارستان‌ها، ۵۴ بیمارستان به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. نمونه‌گیری به روش تصادفی طبقه‌ای انجام شد تا اطمینان حاصل شود که بیمارستان‌های منتخب از نظر اندازه، موقعیت جغرافیایی و نوع خدمات ارائه‌شده، نماینده‌ای از کل جامعه آماری باشند. برای افزایش اعتبار نتایج، ۱۴۱ گزارش خطای اضافی از ۱۴ بیمارستان دیگر نیز جمع‌آوری و تحلیل شد.

داده‌های اولیه این تحقیق شامل ۳۱۸ گزارش خطا و حوادث انسانی است که از بیمارستان‌های منتخب جمع‌آوری گردیده است. این گزارش‌ها شامل شرح خطاها، عوامل مؤثر بر وقوع آن‌ها و پیامدهای مرتبط بودند. داده‌ها از طریق بررسی اسناد و مدارک بیمارستان‌ها، مصاحبه با کارکنان بخش‌های مختلف و پرسشنامه‌های طراحی‌شده جمع‌آوری شد. برای اطمینان از دقت و صحت داده‌ها، از روش‌های triangulation (استفاده از چندین منبع داده) استفاده شد.

برای شناسایی عوامل شکل‌دهنده عملکرد کارکنان، از روش دلفی با مشارکت ۱۰ نفر از خبرگان حوزه سلامت و قابلیت‌اطمینان‌انسانی استفاده گردید. این خبرگان شامل متخصصان مدیریت بیمارستان، پزشکان، پرستاران و کارشناسان ایمنی بیمار بودند. در مرحله اول، عوامل شناسایی‌شده از طریق مرور ادبیات و مطالعات پیشین استخراج شدند. سپس این عوامل در جلسات دلفی مورد بررسی و اصلاح قرار گرفتند. در نهایت، عوامل شکل‌دهنده عملکرد در ۸ دسته اصلی شامل عوامل فردی ایستا، فردی پویا، سازمانی، محیطی، تیمی، سیستمی،

[۱] Fuzzy Analytic Network Process
[۲] Success Likelihood Index Method

وظیفه‌ای و مرتبط با بیمار طبقه‌بندی شدند.

برای تحلیل داده‌ها، از روش‌های آماری و تحلیلی پیشرفته زیر استفاده گردید:

آزمون نیکویی برازش کای-دو: این آزمون برای بررسی صحت توزیع داده‌ها و اعتبارسنجی طبقه‌بندی عوامل شکل‌دهنده عملکرد به کار رفت. فرضیه صفر این آزمون بیان می‌کند که داده‌ها از توزیع مورد انتظار پیروی می‌کنند. نتایج آزمون نشان داد که تفاوت میان فراوانی مشاهده‌شده و مورد انتظار ناچیز است و بنابراین، طبقه‌بندی عوامل معتبر است.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP) : این روش برای وزن‌دهی عوامل اصلی و فرعی و تعیین اولویت آن‌ها استفاده شد. مراحل اجرای این روش به شرح زیر است:

- تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی توسط خبرگان
- محاسبه وزن‌های فازی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی
- نرمال‌سازی وزن‌ها و تعیین اولویت عوامل

روش شاخص احتمال موفقیت (SLIM): از این روش برای ارزیابی احتمال وقوع خطاهای انسانی بر اساس عوامل شناسایی‌شده و اولویت‌بندی آن‌ها بهره برده شد.

مطالعه موردی

برای بررسی کاربردپذیری مدل پیشنهادی، تحلیل‌های میدانی در ۱۵ بخش اورژانس بیمارستانی انجام شد. این بخش‌ها به‌صورت تصادفی از بین بیمارستان‌های شرکت‌کننده در تحقیق انتخاب شدند. در این مرحله، وظایف کارکنان به‌صورت سلسله‌مراتبی تجزیه‌وتحلیل گردید و عوامل مؤثر بر خطاها در هر وظیفه شناسایی و رتبه‌بندی شدند. سپس، شاخص‌های موفقیت عملکرد انسانی (HEP)برای وظایف مختلف محاسبه گردید.

اعتبار و پایایی تحقیق

برای اطمینان از اعتبار(Validity) و پایایی(Reliability) تحقیق، از روش‌های مختلفی استفاده شد:

- اعتبار محتوا: با استفاده از نظرات خبرگان، اعتبار محتوای پرسشنامه‌ها و طبقه‌بندی عوامل تأیید شد.
- پایایی: پایایی داده‌ها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ بررسی شد و مقدار آن ۰٫۸۵ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی بالای داده‌ها است.
- اعتبار سازه: با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی، اعتبار سازه‌های مدل تأیید شد.

این تحقیق با محدودیت‌هایی نیز مواجه بود:

۱. دسترسی به داده‌ها: برخی از گزارش‌های خطا به دلیل حساسیت موضوع به‌طور کامل در دسترس نبودند.
۲. نمونه‌گیری: به دلیل محدودیت‌های زمانی و مالی، نمونه‌گیری تنها از ۵۴ بیمارستان انجام شد.
۳. تعمیم‌پذیری: نتایج این تحقیق ممکن است به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و سازمانی در سایر کشورها

قابل تعمیم نباشد.

در این تحقیق، اصول اخلاقی تحقیق رعایت شده است. به‌عنوان مثال، اطلاعات شخصی کارکنان و بیماران محرمانه نگه داشته شد و تنها داده‌های کلی و غیرقابل شناسایی مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین، مشارکت‌کنندگان به‌صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و از حق انصراف در هر مرحله از تحقیق برخوردار بودند.

ویژگی‌های روش‌شناسی تحقیق

- رویکرد چندمرحله‌ای: تحلیل داده‌ها، طبقه‌بندی عوامل، و ارزیابی مدل در چندین مرحله انجام شد.
- استفاده از داده‌های واقعی: گزارش‌های خطای انسانی از بیمارستان‌ها برای تضمین کاربردپذیری مدل.
- تأکید بر ابزارهای تحلیلی پیشرفته: استفاده از FANP و SLIM برای تحلیل دقیق داده‌ها و طراحی مدل.

این روش‌شناسی به‌عنوان چارچوبی جامع برای تحلیل خطاهای انسانی در محیط‌های درمانی و طراحی راهبردهای آموزشی برای کاهش آن‌ها عمل می‌کند.

یافته‌های پژوهش

ارائه عوامل شکل‌دهنده عملکرد پیشنهادی برای حوزه بهداشت‌ودرمان

در بخش نخست این مقاله، فرض اصلی برای استخراج عوامل شکل‌دهنده عملکرد در حوزه بهداشت‌ودرمان (H-PSF[1])بر این مبنا استوار است که تنها خطاها و حوادثی که از زمان آغاز ارتباط بیمار(یا خانواده بیمار) با مراکز بیمارستانی تا زمان ترخیص بیمار رخ داده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این پژوهش، تمرکز خود را به خطاها و حوادث مربوط به یک بخش خاص یا بیماری خاص محدود نکرده و تمام خطاها و حوادث در بخش‌های مختلف بیمارستان و برای انواع بیماری‌ها را مد نظر قرار داده است.

برای استخراج مجموعه‌ای جامع و مناسب از عوامل شکل‌دهنده عملکرد(PSF) حوزه بهداشت‌ودرمان، ابتدا مطالعات پیشین درباره PSFهای سایر حوزه‌ها بررسی شد. سپس با بهره‌گیری از روش دلفی و مشورت با ۱۰ نفر از خبرگان شامل ۸ متخصص حوزه بهداشت‌ودرمان و ۲ متخصص حوزه قابلیت‌اطمینان‌انسانی، مطابقت یا عدم مطابقتPSFهای سایر حوزه‌ها با حوزه بهداشت‌ودرمان و هم‌چنین ضرورت افزودنPSFهای اختصاصی برای این حوزه بررسی شد.

نتیجه این مطالعات و جلسات مشورتی، انتخاب ۴۳ عامل شکل‌دهنده عملکرد بود که در ۸ دسته اصلی طبقه‌بندی شدند. این عوامل که مختص حوزه بهداشت‌ودرمان تعریف شده‌اند، به‌عنوان عوامل شکل‌دهنده عملکرد در حوزه بهداشت‌ودرمان شناخته می‌شوند. دسته‌بندی اصلی این عوامل در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

[1] Healthcare- Performance Shaping Factors

جدول شماره ۱- هشت دسته اصلی از عوامل شکل‌دهنده عملکرد بخش بهداشت‌ودرمان

عنوان دسته	توضیحات
عوامل فردی ایستا	این دسته از PSFها شامل هر عاملی است که عملکرد افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، ولی ارتباط زیادی با لحظه دقیق وقوع حادثه نداشته باشد را شامل می‌شود. در واقع، این عوامل عواقب و نتایج ویژگی‌های ذاتی و سابقه افراد قبل از وقوع اتفاق است.
عوامل فردی پویا	این دسته از PSFها شامل هر عاملی است که عملکرد افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ارتباط زیادی با لحظه دقیق یا لحظات کوتاهی قبل از وقوع حادثه دارد را شامل می‌شود.
عوامل مرتبط با کار یا وظیفه	عوامل وظیفه‌ای با ویژگی‌های کارها و نحوه انجام آن‌ها توسط افراد اشاره دارد. در واقع هر رخدادی که به خاطر ویژگی‌های کار و نحوه اجرای آن رخ دهد در زیر مجموعه عوامل وظیفه‌ای قرار می‌گیرد.
عوامل تیمی	PSFهای تیمی عواملی هستند که بر عملکرد افراد به عنوان اعضای تیمی که برای رسیدن به یک هدف مشترک با هم در تعامل هستند و خروجی نهایی نتیجه همکاری کل اعضای تیم است تأثیر می‌گذارد.
عوامل سازمانی	PSFهای سازمانی شامل عواملی هستند که توسط یک سازمان تعریف و کنترل می‌شوند. عوامل سازمانی مرتبط با ویژگی‌ها و نگرش‌های یک سازمان و همچنین برخی رفتارهای سازمانی تأثیرگذار بر عملکرد کارکنان می‌باشد.
عوامل سیستمی	PSFهای سیستمی ویژگی‌های سیستم سلامت(بیمارستان) و چگونگی تعاملات بین افراد و ویژگی‌های سیستم را که ممکن است بر عملکرد افراد تاثیر گذارد را مشخص می‌کند.
عوامل محیطی	عوامل محیطی شامل هر عاملی است که در خارج از سازمان بهداشت‌ودرمان رخ می‌دهد و نمی‌توان بر روی آن‌ها کنترلی داشت. مانند شرایط آب‌وهوایی، افراد شخص ثالث و ...
بیمار	یک دسته PSF که مختص حوزه بهداشت‌ودرمان است و در سایر حوزه‌ها کاربرد ندارد PSF بیمار است. در این دسته که شامل دو PSF بیمار و همراه بیمار است، در صورتی‌که بیمار یا همراه وی در رخداد حادثه نقشی داشته باشد این PSFها در نظر گرفته می‌شود. این دسته اصلی در حوزه بهداشت‌ودرمان بسیار با اهمیت است، زیرا بسیاری از حوادث به دلیل رفتار یا عملکرد غیرقابل پیش‌بینی بیمار یا همراه و خانواده وی حاصل می‌گردد.

برای بررسی مجموعه پیشنهادی عوامل شکل‌دهنده عملکرد در سیستم بهداشت‌ودرمان، از ۳۱۸ گزارش خطای پزشکی استفاده شد که در بازه زمانی مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۲ در ۵۴ بیمارستان سراسر ایران رخ داده و به وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی گزارش شده بودند. تعداد دفعات وقوع هر یک از عوامل شکل‌دهنده عملکرد سیستم بهداشت‌ودرمان در دو حالت "با تکرار" و "بدون تکرار" مورد ارزیابی قرار گرفت. از میان این بیمارستان‌ها، گزارش‌های مربوط به ۱۷ بیمارستان انتخاب شدند، زیرا این بیمارستان‌ها توضیحات جامعی درباره خطاها و حوادث پیش‌آمده در بازه مذکور ارائه داده بودند. این توضیحات شامل عوامل و افراد دخیل، دلایل وقوع خطاها و حوادث، و سایر جزئیات مرتبط بود. در حالت "با تکرار"، فرض بر این بود که یک عامل شکل‌دهنده عملکرد ممکن است چندین بار در گزارش یک خطا یا حادثه پزشکی تکرار شود. در مقابل، در حالت "بدون تکرار"، فرض بر این بود که هر عامل شکل‌دهنده عملکرد فقط یک‌بار در گزارش یک خطا یا حادثه پزشکی لحاظ شود، حتی اگر در توضیحات گزارش به‌طور مکرر ذکر شده باشد. نتایج حاصل از بررسی ۳۱۸ گزارش خطای پزشکی در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲: فراوانی عوامل شکل‌دهنده عملکرد سیستم بهداشت‌ودرمان در ۳۱۸ گزارش خطاها و حوادث

گروه‌های اصلی عوامل شکل‌دهنده عملکرد	عوامل فرعی شکل‌دهنده عملکرد	با تکرار	بدون تکرار
عوامل شخصی ایستا	تجربه	۱۴۷	۱۳۴
	آشنایی	۳۳	۳۱
	مناسب برای شغل	۸	۸
	انگیزه	۲۱	۱۷
	ویژگی‌های فردی	۲۳	۲۳
عوامل شخصی پویا	حواس‌پرتی	۱۸۶	۱۴۴
	ادراک	۲۲	۲۱
	تفسیر	۱۱۱	۸۵
	استرس	۱۶۸	۱۴۵
	خستگی	۳۶	۳۰
	هوشیاری	۲۹	۲۶
	مهارت‌های تصمیم‌گیری	۱۵۰	۱۳۲
	احتیاط	۲۳۱	۱۹۴
	اعتماد به نفس	۹	۹
	مدیریت تجربه	۳۲	۳۰
عوامل وظیفه ای	حجم کار	۲۴	۱۹
	یکنواختی	۳۰	۲۸
	فشار زمانی	۲۴	۲۰
	پیچیدگی کار	۱۱۳	۱۰۷
	دستورالعمل‌های کاری	۵۷	۵۰
عوامل تیمی	ارتباط بین کارکنان	۲۵	۲۴
	کار گروهی	۱۳۱	۱۲۷
عوامل سازمانی	فرهنگ ایمنی	۴۶۰	۲۶۵
	سیستم‌های مدیریت ایمنی	۳۶۷	۲۳۹
	آموزش	۲۳۷	۲۰۳
	کیفیت و در دسترس بودن رویه‌ها، استانداردها و مقررات	۳۵	۳۲
	رهبری	۷۲	۶۱
	نظارت	۱۷۹	۱۵۷
	الگوی تغییر	۳۱	۳۱
	روابط درون سازمانی	۲۶	۲۰
	مشوق‌ها برای کارکنان	۱۳	۱۱
عوامل سیستمی	طراحی سیستم	۱۵	۱۵
	رابط انسان و ماشین	۱۹	۱۶
	تجهیزات	۲۲۱	۲۰۶
	محل کار	۲۰	۲۰
	اعتماد به تجهیزات	۴۹	۴۱
	سیستم‌های ارتباطی	۱۲	۱۲
	شباهت	۲۳	۲۳
عوامل محیطی	شرایط آب‌وهوایی	۳	۳
	اشخاص ثالث	۱۰	۱۰
	طراحی شهری	۷	۶
عوامل مرتبط با بیمار	بیمار	۲۰۷	۱۹۰
	همراه بیمار	۱۸	۱۸
مجموع		۲۹۸۳	۳۶۳۴

بر اساس اصل پارتو، در حالت "با تکرار"، ۱۴ عامل شکل‌دهنده عملکرد در پیدایش ۸۰ درصد از خطاها یا حوادث نقش داشته‌اند. این عوامل به ترتیب اهمیت شامل فرهنگ ایمنی، سیستم‌های مدیریت ایمنی، آموزش، احتیاط، تجهیزات، بیمار، حواس‌پرتی، نظارت، استرس، مهارت‌های تصمیم‌گیری، تجربه، کار تیمی، پیچیدگی کار و تفسیر هستند. علاوه بر این، در حالت "بدون تکرار"، ۱۵ عامل شکل‌دهنده عملکرد در پیدایش خطاها یا حوادث شناسایی شده‌اند. این عوامل نیز به ترتیب اهمیت شامل فرهنگ ایمنی، سیستم مدیریت ایمنی، تجهیزات، آموزش، احتیاط، بیمار، نظارت، استرس، حواس‌پرتی، تجربه، مهارت‌های تصمیم‌گیری، کار تیمی، پیچیدگی کار، تفسیر و رهبری می‌باشند. نتایج تحلیل پارتو نشان می‌دهد که با تمرکز بر تعداد محدودی از عوامل شکل‌دهنده عملکرد(H-PSF)ها، می‌توان به‌طور قابل‌توجهی میزان خطاها و حوادث در حوزه بهداشت‌ودرمان را کاهش داد.

بررسی صحت و اعتبار مجموعه PSFهای پیشنهادی با استفاده از آزمون نیکویی برازش کای-دو

اعتبار مجموعهPSFهای پیشنهادی با استفاده از آزمون نیکویی برازش کای-دو مورد بررسی قرار می‌گیرد. این آزمون به مقایسه توزیع فراوانی مشاهده‌شده با توزیع مورد انتظار می‌پردازد. فرض صفر این آزمون بیان می‌کند که داده‌ها از توزیع موردنظر پیروی می‌کنند و تفاوت میان فراوانی مشاهده‌شده و مورد انتظار ناچیز است. آماره آزمون محاسبه و با مقدار بحرانی مقایسه می‌شود تا فرض صفر تأیید یا رد گردد. در این بخش، این فرض آزمون می‌شود که آیا نتایج به‌دست‌آمده از تعداد دفعات رخدادPSF ها در ۳۱۸ گزارش اولیه دارای صحت و اعتبار کافی برای تعمیم به سایر سیستم‌های بهداشت‌ودرمان(مانند بیمارستان‌های دیگر) است؟ به‌عبارت دیگر، آیا مدیران سیستم بهداشت‌ودرمان می‌توانند حتی در بیمارستان‌های دیگر، با اطمینان بالا از نتایج این تحقیق به‌عنوان یک ابزار کمکی در تصمیم‌گیری‌های خود بهره ببرند؟ برای این منظور، ۱۴۱ گزارش خطای پزشکی مربوط به دوره زمانی مهرماه ۱۴۰۱ تا مهرماه ۱۴۰۲ در ۱۴ بیمارستان متفاوت از ۱۷ بیمارستان اولیه به‌عنوان گزارش‌های ثانویه مورد بررسی قرار گرفت. تعداد دفعات رخداد هر یک ازPSF ها در این گزارش‌ها نیز استخراج شد و PSF ۱۳۶۱ در حالت "با تکرار" و PSF ۱۱۹۰ در حالت "بدون تکرار" شناسایی گردید. دلیل انتخاب این ۱۴ بیمارستان، نمونه‌گیری از بیمارستان‌هایی متفاوت از ۱۷ بیمارستان اولیه بود تا نتایج آزمون نیکویی برازش از اعتبار بیشتری برخوردار باشد. این گزارش‌ها از طریق مراجعه مستقیم به بیمارستان‌ها جمع‌آوری شدند. برای انجام آزمون نیکویی برازش هر کدام از PSFها به‌عنوان یک رده مجزا یا Ci در نظر گرفته شده است و تعداد دفعات رخداد و نسبت رخداد هر کدام از PSFها در ۳۱۸ گزارش اولیه به ترتیب با ni و p_i نشان داده می‌شود که در آن p_i به‌صورت نسبت تعداد دفعات رخداد PSF شماره i به‌تعداد دفعات رخداد کل PSFها محاسبه می‌شود. همچنین، تعداد دفعات رخداد هر کدام از PSFها در ۱۴۱ گزارش ثانویه oi و مقادیر مورد انتظار برای تعداد دفعات رخداد هر کدام ازPSFها در گزارشات ثانویه با ei نشان داده می‌شود. همچنین خطای نوع I یا α برابر ۰.۰۵ در نظر گرفته شده است. فرض صفر و فرض مقابل به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

H۰: نتایج بررسی گزارشات اولیه دارای اعتبار مناسبی برای تعمیم به سایر سیستم‌های بهداشت‌ودرمان هستند
H۱: نتایج بررسی گزارشات اولیه دارای اعتبار مناسبی برای تعمیم به سایر سیستم‌های بهداشت‌ودرمان نیستند

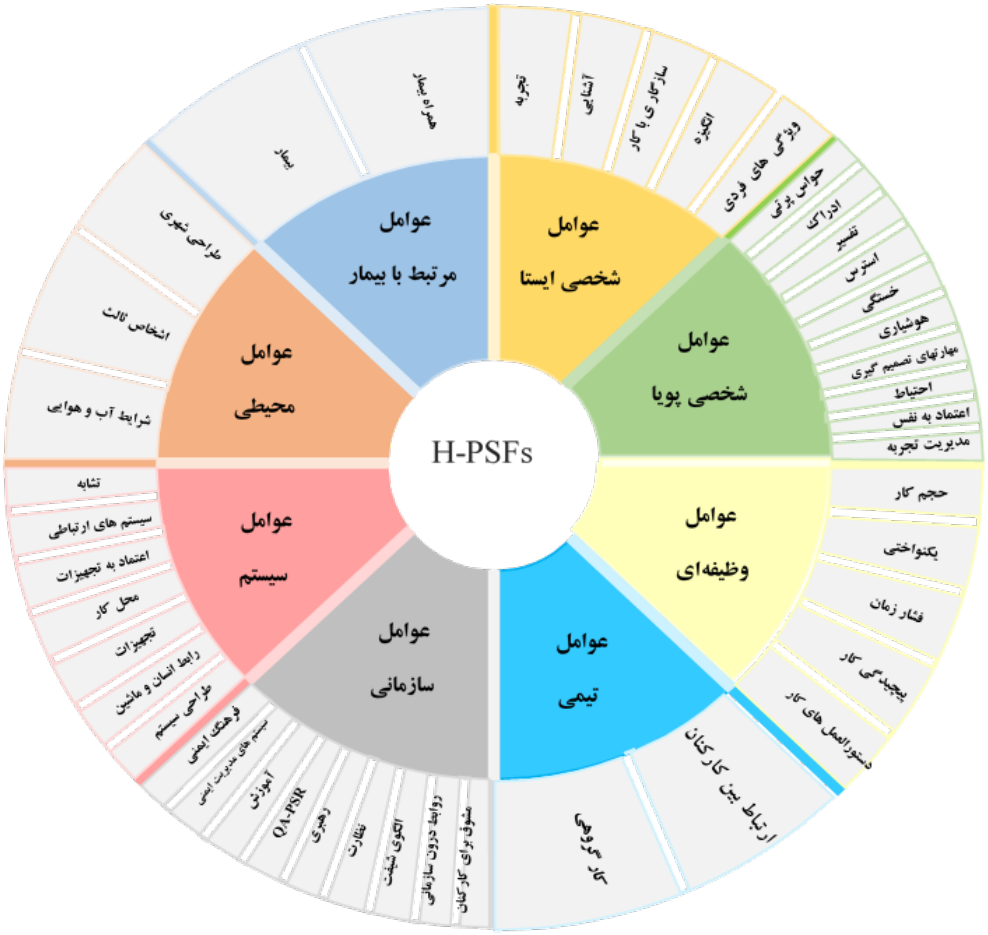
نتایج انجام آزمون فرض مذکور در حالتی که دسته‌های با فراوانی مورد انتظار کمتر از ۵ با هم ادغام نشوند در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول شماره ۳: نتایج حاصل از انجام آزمون فرض صحت و اعتبار نتایج حاصل از بررسی PSFها

C_i	بدون تکرار					با تکرار				
	Contribution to chi-square	e_i	o_i	p_i	n_i	Contribution to chi-square	e_i	o_i	p_i	n_i
تجربه	۰,۱۱۱۲۶	۵۳,۴۳۸	۵۱	۰,۰۴۴۹۰۶	۱۳۴	۰,۲۹۸۵۵	۵۵,۰۵۴	۵۱	۰,۰۴۰۴۵۱	۱۴۷
آشنايي	۰,۰۳۲۸۶	۱۲,۳۶۳	۱۳	۰,۰۱۰۳۸۹	۳۱	۰,۰۳۳۲۳	۱۲,۳۵۹	۱۳	۰,۰۰۹۰۸۱	۳۳
سازگاري با كار	۱,۵۰۳۷۹	۳,۱۹۰	۱	۰,۰۰۲۶۸۱	۸	۰,۳۳۱۲۰	۲,۹۹۶	۲	۰,۰۰۲۲۰۱	۸
انگيزه	۲,۱۰۷۰۲	۶,۷۷۹	۳	۰,۰۰۵۶۹۷	۱۷	۱,۰۴۳۵۷	۷,۸۶۵	۵	۰,۰۰۵۷۷۹	۲۱
ويژگي‌هاي فردي	۰,۰۰۳۲۳	۹,۱۷۲	۹	۰,۰۰۷۷۰۸	۲۳	۰,۰۱۷۳۰	۸,۶۱۴	۹	۰,۰۰۶۳۲۹	۲۳
حواس‌پرتي	۰,۶۵۹۴۰	۵۷,۸۲۵	۶۴	۰,۰۴۸۵۹۲	۱۴۵	۰,۲۷۰۳۴	۶۹,۶۶۰	۷۴	۰,۰۵۱۱۸۳	۱۸۶
ادراک	۰,۰۱۶۷۶	۸,۳۷۵	۸	۰,۰۰۷۰۳۸	۲۱	۰,۰۷۰۲۱	۸,۲۳۹	۹	۰,۰۰۶۰۵۴	۲۲
تفسير	۱,۴۸۸۲۰	۳۳,۸۹۷	۴۱	۰,۰۲۸۴۸۵	۸۵	۰,۲۸۲۷۵	۴۱,۷۵۲	۴۵	۰,۰۳۰۵۴۵	۱۱۱
استرس	۲,۰۲۶۴۹	۵۷,۸۲۵	۴۷	۰,۰۴۸۵۹۲	۱۴۵	۰,۷۶۰۸۸	۶۲,۹۱۹	۵۶	۰,۰۴۶۲۳	۱۶۸
خستگي	۰,۰۸۹۷۵	۱۱,۹۶۴	۱۳	۰,۰۱۰۰۵۴	۳۰	۰,۰۱۹۸۵	۱۳,۴۸۳	۱۴	۰,۰۰۹۹۰۶	۳۶
هوشياري	۰,۲۵۶۶۷	۱۰,۳۶۹	۱۲	۰,۰۰۸۷۱۳	۲۶	۰,۴۲۱۲۵	۱۰,۸۶۱	۱۳	۰,۰۰۷۹۸	۲۹
مهارت تصميم‌گيري	۱,۰۲۸۸۳	۵۲,۶۴۱	۶۰	۰,۰۴۴۲۳۶	۱۳۲	۰,۴۱۳۹۴	۵۶,۱۷۸	۶۱	۰,۰۴۱۲۷۷	۱۵۰
احتياط	۰,۷۵۳۲۹	۷۷,۳۶۶	۸۵	۰,۰۶۵۰۱۳	۱۹۴	۰,۳۴۷۹۱	۸۶,۵۱۴	۹۲	۰,۰۶۳۵۶۶	۲۳۱
اعتماد به نفس	۰,۵۵۴۵۹	۳,۵۸۹	۵	۰,۰۰۳۰۱۶	۹	۰,۷۸۷۶۰	۳,۳۷۱	۵	۰,۰۰۲۴۷۷	۹
مديريت‌تجربه	۲,۹۷۲۸۸	۱۱,۹۶۴	۶	۰,۱۰۰۵۴	۳۰	۱,۳۲۴۷۸	۱۱,۹۸۵	۸	۰,۰۰۸۸۰۶	۳۲
حجم كار	۲,۷۶۴۸۷	۷,۵۷۷	۳	۰,۰۰۶۳۶۷	۱۹	۳,۹۸۹۷۳	۸,۹۸۸	۳	۰,۰۰۶۶۰۴	۲۴
يكنواختي	۱,۵۵۴۴۶	۱۱,۱۶۶	۷	۰,۰۰۹۳۸۳	۲۸	۰,۱۳۵۸۷	۱۱,۲۳۶	۱۰	۰,۰۰۸۲۵۵	۳۰
فشار زمان	۱,۱۴۶۶۳	۷,۹۷۶	۱۱	۰,۰۰۶۷۰۲	۲۰	۱,۰۰۹۰۲	۸,۹۸۸	۱۲	۰,۰۰۶۶۰۴	۲۴
پيچيدگي كار	۵,۰۴۴۰۸	۴۲,۶۷۱	۲۸	۰,۰۳۵۸۵۸	۱۰۷	۱,۲۶۶۳۱	۴۲,۳۲۱	۳۵	۰,۰۳۱۰۹۵	۱۱۳
دستورالعمل‌هاي كار	۱,۲۲۳۷۱	۱۹,۹۴۰	۱۵	۰,۰۱۶۷۵۶	۵۰	۰۵,۴۹۴	۲۱,۳۴۸	۱۸	۰,۰۱۶۵۸۵	۵۷
ارتباط بين كاركنان	۰,۶۹۰۶۵	۹,۵۷۱	۷	۰,۰۰۸۰۴۳	۲۴	۰,۱۹۸۴۱	۹,۳۶۳	۸	۰,۰۰۶۸۷۹	۲۵
كار تيمي	۰,۱۳۸۳۲	۵۰,۶۴۷	۴۸	۰,۰۴۲۵۶	۱۲۷	۰,۳۱۶۱۰	۴۹,۰۶۲	۵۳	۰,۳۶۰۴۸	۱۳۱
فرهنگ ايمني	۲,۲۲۰۷۹	۱۰۵,۶۸۰	۱۲۱	۰,۰۸۸۸۰۷	۲۶۵	۰,۷۳۸۳۶	۱۷۲,۲۷۸	۱۶۱	۰,۱۲۶۵۸۲	۴۶۰
سيستم‌هاي مديريت ايمني	۱,۱۹۸۶۰	۹۵,۳۱۲	۱۰۶	۰,۰۸۰۰۹۴	۲۳۹	۰,۷۹۴۲۴	۱۳۷,۴۴۸	۱۲۷	۰,۱۰۰۹۹۱	۳۶۷
آموزش	۰,۲۰۲۱۰	۸۰۹۵۵	۸۵	۰,۰۶۸۰۲۹	۲۰۳	۰,۲۰۲۴۶	۸۸,۷۶۱	۹۳	۰,۰۶۵۲۱۷	۲۳۷
كيفيت و در دسترس بودن رويه‌ها، استانداردها و مقررات	۰,۰۰۴۴۶	۱۲,۷۶۱	۱۳	۰,۰۱۰۷۲۴	۳۲	۱,۱۵۵۵۱	۱۳,۱۰۸	۱۷	۰,۰۰۹۶۳۱	۳۵
رهبري	۱,۱۶۶۲۵	۲۳,۳۲۶	۱۹	۰,۰۲۰۴۴۲	۶۱	۰,۳۲۶۰۹	۲۶,۹۶۵	۲۴	۰,۰۱۹۸۱۳	۷۲
نظارت يا سرپرستي	۱,۷۹۸۱۷	۶۲,۶۱۱	۵۲	۰,۰۵۲۶۱۴	۱۵۷	۰,۲۴۳۳۲	۶۷,۰۳۹	۶۳	۰,۰۴۹۲۵۷	۱۷۹
الگوي شيفت	۰,۰۱۰۶۴	۱۲,۳۶۳	۱۲	۰,۰۱۰۳۸۹	۳۱	۰,۹۸۹۸۰	۱۱,۶۱۰	۱۵	۰,۰۰۸۵۳۱	۳۱
روابط درون سازماني	۰,۵۱۳۶۹	۷,۹۷۶	۱۰	۰,۰۰۶۷۰۲	۲۰	۰,۰۰۷۰۸	۹,۷۳۷	۱۰	۰,۰۰۷۱۵۵	۲۶
مشوق‌هاي كاركنان	۰,۰۸۵۷۴	۴,۳۸۷	۵	۰,۰۰۳۶۸۶	۱۱	۰,۹۳۲۹۵	۴,۸۶۹	۷	۰,۰۰۳۵۷۷	۱۳
طراحي سيستم	۰,۶۸۰۸۴	۵,۹۸۲	۸	۰,۰۰۵۰۲۷	۱۵	۱,۰۱۰۱۸	۵,۶۱۸	۸	۰,۰۰۴۱۲۸	۱۵
رابط انسان-ماشين	۱,۰۷۵۲۳	۶,۳۸۱	۹	۰,۰۰۵۳۶۲	۱۶	۰,۴۹۸۸۹	۷,۱۱۶	۹	۰,۰۰۵۲۲۸	۱۹
تجهيزات	۰,۶۲۲۵۵	۸۲,۱۵۱	۷۵	۰,۰۶۹۰۳۵	۲۰۶	۰,۵۵۳۵۱	۸۲,۷۶۹	۷۶	۰,۰۶۰۸۱۵	۲۲۱
محيط كار	۰,۱۱۹۴۰	۷,۹۷۶	۷	۰,۰۰۶۷۰۲	۲۰	۲,۷۱۵۰۶	۷,۴۹۰	۱۲	۰,۰۰۵۵۰۴	۲۰
اعتماد به تجهيزات	۰,۳۳۷۹۱	۱۶,۳۵۱	۱۴	۰,۰۱۳۷۴	۴۱	۱,۰۳۱۷۹	۱۸,۳۵۱	۱۴	۰,۰۱۳۴۸۴	۴۹
سيستم‌هاي ارتباطي	۰,۰۰۹۶۱	۴,۷۸۲	۵	۰,۰۰۴۰۲۱	۱۲	۲,۷۳۴۷۳	۴,۴۹۴	۸	۰,۰۰۳۳۰۲	۱۲
تشابه	۰,۸۷۱۷۸	۹,۱۷۲	۱۲	۰,۰۰۷۷۰۸	۲۳	۳,۳۶۷۷۸	۸,۶۱۴	۱۴	۰,۰۰۶۳۲۹	۲۳
شرايط آب‌وهوايي	۱,۱۹۶۳۸	۱,۱۹۶	۰	۰,۰۰۱۰۰۵	۳	۱,۱۲۳۵۶	۱,۱۲۴	۰	۰,۰۰۰۸۲۶	۳
اشخاص ثالث	۲,۲۳۸۶۹	۳,۹۸۸	۱	۰,۰۰۳۳۵۱	۱۰	۰,۱۴۸۲۷	۳,۷۴۵	۳	۰,۰۰۲۷۵۲	۱۰
طراحي شهري	۲,۳۹۲۷۶	۲,۳۹۳	۰	۰,۰۰۲۰۱۱	۶	۲,۶۲۱۶۳	۲,۶۲۲	۰	۰,۰۰۱۹۲۶	۷
بيمار	۱,۹۳۷۷	۷۵,۷۷۱	۸۸	۰,۰۶۳۶۷۳	۱۹۰	۳,۰۸۸۸۷	۷۷,۵۲۵	۹۳	۰,۵۶۹۶۲	۲۰۷
همراه يا خانواده بيمار	۲,۰۳۴۶۸	۷,۱۷۸	۱۱	۰,۰۰۶۰۳۲	۱۸	۰,۲۹۸۵۵	۶,۷۴۱	۱۱	۰,۰۰۴۹۵۳	۱۸
مجموع	۴۶,۹۲۱۸	۱۱۹۰	۱۱۹۰	۱	۲۹۸۴	۴۰,۸۳۸۱	۱۳۶۱	۱۳۶۱	۱	۳۶۳۴

در حالت با تکرار، مقدار آماره کای‌دو برابر ۴۰.۸۳۸۱ اســـت. از آن‌جا که $\chi^2_{\alpha,(k-1)} = \chi^2_{0.05,42} = 58.124 > \chi^2_0 =$ ۴۰.۸۳۸۱ پس دلیلی برای رد فرض صـفر وجود ندارد و دلیلی برای رد فرض صـفر در حالت با تکرار وجود ندارد و فرض صفر در حالت با تکرار پذیرفته می‌شود. در حالت بدون تکرار نیز مقدار آماره کای‌دو برابر ۴۶.۹۲۱۸ است. از آن‌جا که $\chi^2_{\alpha,(k-1)} = \chi^2_{0.05,42} = 58.124 > \chi^2_0 =$ ۴۲.۹۲۱۸ پس دلیلی برای رد فرض صـفر وجود ندارد و فرض صـفر در حالت بدون تکرار پذیرفته می‌شود.

نتایج حاصـــل از آزمون نیکویی برازش صـــحت و اعتبار نتایج بخش قبلی را تأیید می‌کند و این اطمینان را به مدیران سیستم‌های بهداشت‌ودرمان می‌دهد که یافته‌های این تحقیق می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کمکی مؤثر در تحلیل قابلیت‌اطمینان‌انســـانی و اتخاذ تصـــمیمات مدیریتی مورد اســـتفاده قرار گیرد. طبقه‌بندی عوامل شـــکل‌دهنده عملکرد کارکنان حوزه بهداشـــت‌ودرمان در شـــکل شـــماره ۱ ارائه شـــده اســـت. انتظار می‌رود این طبقه‌بندی مبنای ارزشـــمندی برای تحقیقات آینده در حوزه قابلیت‌اطمینان‌انســـانی در بخش بهداشـــت‌ودرمان باشد. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، یکی از نقاط ضعف تحقیقات پیشین در این حوزه، فقدان یک طبقه‌بندی جامع از عوامل شکل‌دهنده عملکرد مختص بهداشت‌ودرمان بوده است. طبقه‌بندی پیشنهادی این چالش را تا حد زیادی برطرف کرده و گامی مؤثر در جهت رفع این خلأ تحقیقاتی به شمار می‌رود.



شکل شماره ۱- طبقه‌بندی جدید از عوامل شکل‌دهنده عملکرد کارکنان حوزه بهداشت‌ودرمان

تجزیه‌وتحلیل خطای عملیات انسانی[1]

تجزیه‌وتحلیل خطای عملیات انسانی روشی برای شناسایی علل ریشه‌ای خطاهای انسانی در سیستم‌های پیچیده و توسعه استراتژی‌هایی برای پیشگیری از آن‌ها است. این روش که در صنایع مختلف به‌کار گرفته شده، به بهبود عملکرد سیستم‌ها از طریق کاهش خطاها و ایجاد محیط‌های ایمن‌تر کمک می‌کند. رویکردهای متداول شامل بررسی حادثه، تحلیل علت ریشه‌ای، تحلیل عوامل انسانی، قابلیت‌اطمینان‌انسانی، مطالعات مشاهده‌ای، شبیه‌سازی، و تحلیل مبتنی بر سناریو است. اجرای این روش‌ها به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا سیستم‌های امن‌تر، قابل‌اعتمادتر و با عملکرد بهتر ایجاد کنند.

در این مطالعه، اطلاعات از ۱۰ کارشناس (۸ کارشناس بهداشت‌ودرمان و ۲ کارشناس قابلیت‌اطمینان انسانی) در بخش اورژانس بیمارستان‌ها جمع‌آوری شد. عوامل شکل‌دهنده خطاهای انسانی شناسایی و به دو دسته اصلی و فرعی طبقه‌بندی شدند. وزن‌دهی عوامل اصلی با نظر کارشناسان و وزن‌دهی عوامل فرعی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی انجام شد. در نهایت، شاخص احتمال موفقیت برای محاسبه احتمال خطای انسانی به‌کار گرفته شد. مراحل اجرای هر یک از مراحل گفته شده به شرح ذیل است:

گام ۱: شناسایی کلیه عوامل تاثیرگذار بر خطاهای انسانی

- مطالعه مرور ادبیات
- بررسی تکنیک‌های تخصیص قابلیت اطمینان انسانی

گام ۲: دسته‌بندی عوامل تاثیرگذار بر خطاهای انسانی در عوامل اصلی و فرعی

- دسته‌بندی کلیه عوامل شناسایی تاثیرگذار بر خطاهای انسانی در هشت دسته اصلی

گام ۳: محاسبه وزن عوامل اصلی و فرعی با استفاده از نظرات خبرگان

- تعیین خبرگان حوزه بهداشت‌ودرمان و قابلیت‌اطمینان
- محاسبه وزن نسبی هر یک از خبرگان
- جمع‌آوری پرسش‌نامه و تعیین وزن هر یک از عوامل اصلی
- نرمال‌سازی وزن هر یک از عوامل اصلی

گام ۴: محاسبه وزن هر یک از عوامل فرعی وظایف شغلی با استفاده از روش FANP

- تعیین خبرگان حوزه بهداشت‌ودرمان
- تعیین مقدار عدد فازی با توجه به iامین عامل با استفاده از رابطه زیر

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \right]^{-1} \quad (۱)$$

[1] Human operational error analysis (HOEA)

برای به‌دست‌آوردن عملیات جمع فازی (قسمت اول معادله S) مقادیر تحلیل وسعت m یک ماتریس خاص به صورت زیر انجام می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j , \sum_{j=1}^{m} m_j , \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \quad (۲)$$

برای به‌دست‌آوردن، عملیات اضافی فازی (قسمت دوم معادله S) مقادیر به صورت زیر انجام می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i , \sum_{i=1}^{n} m_i , \sum_{i=1}^{n} u_i\right) \quad (۳)$$

سپس، معکوس بردار در معادله بالا را به گونه‌ای محاسبه می‌کنیم که:

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \quad (۴)$$

- تعیین درجه امکان $M_۲ = (l_۲, m_۲, u_۲) \geq M_۱ = (l_۱, m_۱, u_۱)$ از طریق روابط زیر

$$V(M_۲ \geq M_۱) = sup_{y \geq x}\left[\min\left(\mu_{M_۱}(x), \mu_{M_۲}(y)\right)\right] \quad (۵)$$

و می‌توان به‌طور معادل به صورت زیر بیان کرد:

$$V(M_۲ \geq M_۱) = hgt(M_۱ \cap M_۲) = \mu_{M_۲}(d) = \begin{cases} ۱ & if\ m_۲ \geq m_۱ \\ ۰ & if\ l_۱ \geq u_۲ \\ \dfrac{l_۱ - u_۲}{(m_۲ - u_۲) - (m_۱ - l_۱)} & otherwise \end{cases} \quad (۶)$$

که در آن d منتخب بالاترین نقطه تقاطع D بین $\mu_{M_۱}$ و $\mu_{M_۲}$ اســـت. برای مقایســـه $M_۱$ و $M_۲$ به هر دو مقدار $V(M_۲ \leq M_۱)$ و $V(M_۲ \geq M_۱)$ نیاز داریم.

- تعیین درجه امکان بزرگتر بودن یک عدد فازی محدب از k اعداد فازی محدب

$M_i\ (i = ۱,۲, \dots, K)$ را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$V(M \geq M_۱, M_۲, \dots, M_K) = V[(M \geq M_۱) and (M \geq M_۲) and, \dots (M \geq M_k)] \quad (۷)$$
$$= \min V(M \geq M_i), i = ۱,۲, \dots, K$$

فرض کنید $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_K)$ برای $k = ۱,۲, \dots, n$ سپس بردار وزن به‌صورت زیر بدست می‌آید:

$$W' = (d'(A_۱), d'(A_۲), \dots, d'(A_n))^T \quad (۸)$$

- تعیین بردارهای وزن نرمال شده

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=۱}^{n} d'(A_i)} \quad (۹)$$

$$W = \left(d(A_۱), d(A_۲), \dots, d(A_n)\right)^T \quad (۱۰)$$

که در آن W یک عدد غیر فازی است.

گام ۵: استفاده از روش SLIM برای محاسبه احتمال خطای انسانی

- تجزیه‌وتحلیل وظایف سلسله مراتبی
- تعیین رتبه هر یک از عوامل تاثیرگذار بر خطای انسانی برای وظایف تعیین شده
- محاسبه احتمال خطای انسانی

برای تعیین احتمال خطا بر اساس عوامل شناسایی شده در مرحله قبل، معادله‌ای بر اساس تئوری مجموعه‌های فازی و SLIM ایجاد شده است. این روش از یک پایه قوی بهره می‌برد و به‌طور گسترده برای ارزیابی قابلیت‌اطمینان‌انسانی استفاده می‌شود. این امر مبتنی بر این واقعیت است که احتمال وقوع خطا در یک موقعیت خاص تابعی از PSFها است. SLIM از معادلات زیر برای محاسبه احتمال خطای انسانی استفاده می‌کند:

$$SLI = \sum_{i=1}^{n} R_i W_i \,, 1 \le SLI \le 9 \quad (11)$$

$$\log P = a.SLI + b \quad (12)$$

$$HEP = 1 - Ps \quad (13)$$

جایی که SLI مخفف شاخص احتمال موفقیت، Ri رتبه هر PSF و Wi وزن هر PSF می‌باشد. a و b دو ثابت هستند که باید بر اساس حداقل و حداکثر احتمال خطای انسانی محاسبه شوند. برای توسعه معادله SLI باید دو مرحله انجام شود. در مرحله اول که وزن PSF نامیده می‌شود، وزن PSFها باید تعیین شود. در مرحله دوم که رتبه‌بندی PSFها نامیده می‌شود، PSFها باید بر اساس وضعیت واقعی سازمان رتبه‌بندی شوند.

مطالعه موردی: تحلیل بخش اورژانس بیمارستان

پس از شناسایی عوامل اصلی و فرعی تاثیرگذار بر بروز خطاهای انسانی در بخش بهداشت‌ودرمان، تجزیه‌وتحلیل وظایف سلسله مراتبی نیز با توجه به مطالعات میدانی به شرح جدول شماره ۴ انجام شده است.

جدول شماره ۴- وظایف سلسله مراتبی در بخش اورژانس بیمارستان

۱- پذیرش بیمار و ثبت اطلاعات	۱-۱- ثبت اطلاعات دموگرافیک بیمار در کلیه صفحات پرونده بیمار ۱-۲- اولویت‌بندی بیماران بر اساس وضعیت بیماری(تعیین سطح بیماری) ۱-۳- ارجاع به بخش‌های مختلف بر اساس منابع موجود
۲- معاینه و انجام خدمات تشخیصی و درمانی	۲-۱- معاینه اولیه بیمار توسط پزشک و پرستار ۲-۲- مراجعه جهت دریافت خدمات تشخیصی و درمانی ۲-۳- بررسی نتایج آزمایشات و تشخیص ارجاع به بخش مراقبت ویژه یا ترخیص ۲-۴- تجویز دارو و مراقبت در منزل برای بیماران سطح ۴ و ۵ ۲-۵- تجویز دارو و مراقبت در منزل برای بیماران سطح ۱، ۲ و ۳ و انتقال آن به بخش. ۲-۶- تکمیل پرونده پزشکی بیمار

برای ارزیابی اهمیت عوامل شخصی مانند دانش، خستگی، سلامت جسمانی و زمان کار در خطاهای اورژانس بیمارستان، عوامل شغلی مانند حجم کار، روش‌ها و محیط فیزیکی و عوامل سازمانی نظرسنجی کردند. مانند شرایط ایمنی بیمار، فرهنگ درمان، آموزش، ارتباطات و فرهنگ مدیریت خطا در پیشگیری از خطاهای انسانی اورژانس بیمارستان از ۱۰ نفر از کارشناسان متخصص بخش اورژانس با استفاده از یک مقیاس لیکرت ۵ درجه‌ای نظرسنجی شد.

در جدول شماره ۵ نظرات هر یک از کارشناسان برای سؤالات ارائه شده برای تعیین وزن عوامل اصلی بیان شده و براساس میانگین وزن نهایی هر عامل اصلی وزن نرمال‌شده محاسبه شده است.

جدول شماره ۵- نظرات هر یک از کارشناسان و وزن نرمال‌شده

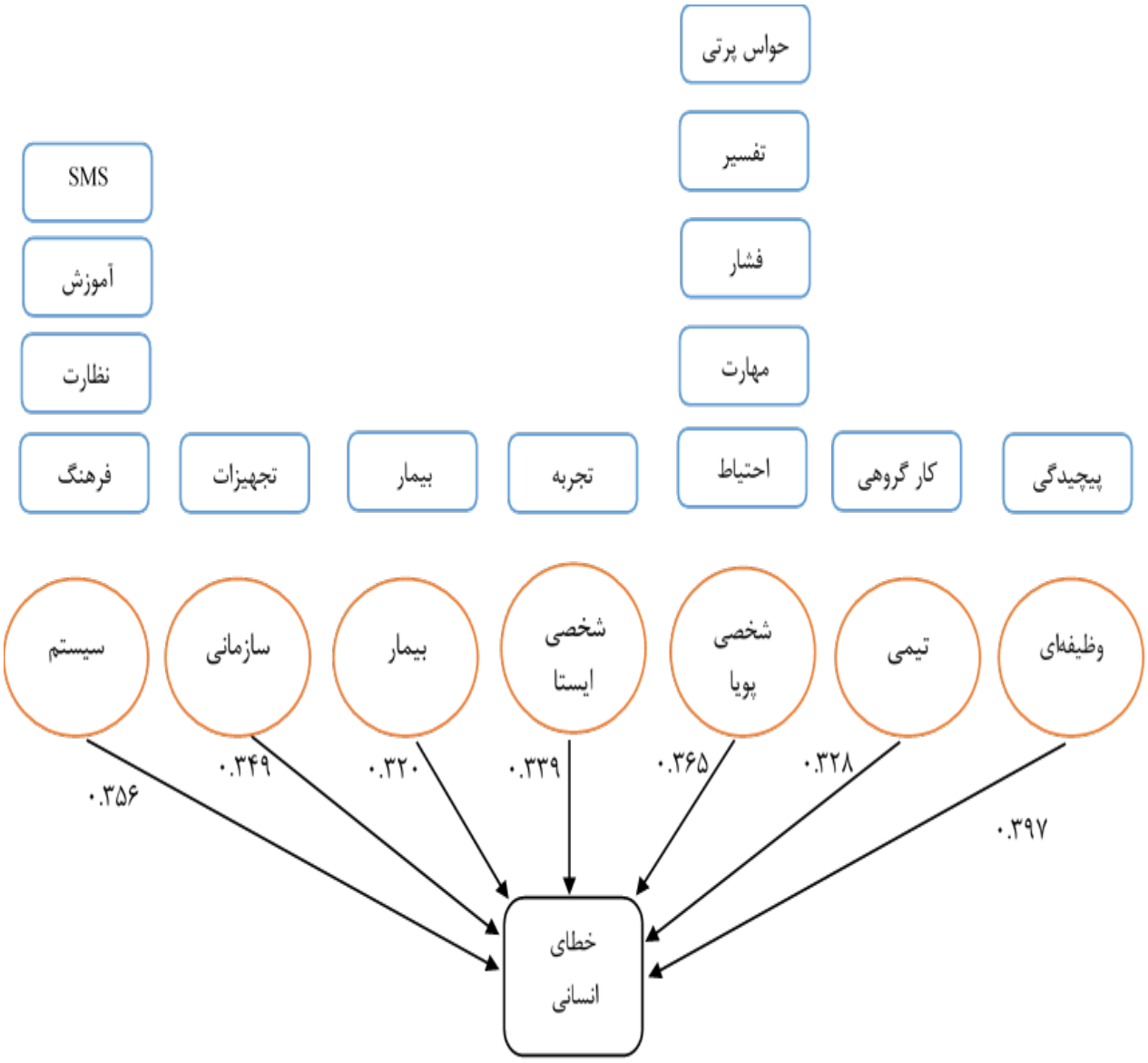
عامل اصلی	عوامل فرعی	خبرگان										میانگین وزنی امتیازات	وزن نرمال‌شده
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰		
		۰٫۱۲	۰٫۱۱	۰٫۰۹	۰٫۱۱	۰٫۰۸	۰٫۰۸	۰٫۰۸	۰٫۰۶	۰٫۱۲	۰٫۱۵		
شخصی‌ایستا	تجربه	۵	۳	۵	۳	۲	۵	۲	۳	۴	۲	۰٫۳۳۹	۰٫۱۳۸
شخصی پویا	حواس‌پرتی	۳	۳	۵	۳	۳	۴	۵	۴	۵	۴	۰٫۳۸۷	۰٫۱۴۹
	تفسیر	۲	۴	۳	۵	۳	۳	۵	۴	۲	۴	۰٫۳۴۶	
	استرس	۵	۵	۳	۵	۲	۵	۳	۴	۳	۳	۰٫۳۸۲	
	مهارت‌های تصمیم‌گیری	۵	۵	۵	۲	۵	۵	۵	۲	۲	۲	۰٫۳۶۸	
	احتیاط	۳	۲	۵	۴	۳	۳	۵	۲	۳	۴	۰٫۳۴۳	
تیمی	کار گروهی	۲	۳	۳	۵	۳	۳	۳	۳	۲	۵	۰٫۳۲۸	۰٫۱۳۴
سازمانی	فرهنگ ایمنی	۳	۴	۴	۵	۲	۵	۲	۵	۲	۴	۰٫۳۵۷	۰٫۱۴۲
	سیستم‌های مدیریت ایمنی	۲	۵	۳	۲	۴	۳	۴	۲	۴	۲	۰٫۳۰۶	
	آموزش	۴	۴	۵	۳	۴	۳	۴	۵	۲	۳	۰٫۳۵۷	
	نظارت	۵	۴	۴	۴	۳	۴	۵	۲	۲	۴	۰٫۳۷۶	
سیستمی	تجهیزات	۴	۲	۴	۳	۴	۴	۳	۳	۳	۵	۰٫۳۵۶	۰٫۱۴۵
مرتبط با بیمار	بیمار	۵	۴	۵	۲	۳	۲	۲	۴	۲	۳	۰٫۳۲۰	۰٫۱۳۰
وظیفه‌ای	پیچیدگی کار	۵	۴	۴	۲	۴	۵	۵	۳	۵	۳	۰٫۳۹۷	۰٫۱۶۲

با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته در مرحله اول، وزن عامل شخصی ایستا برابر ۰٫۱۳۸، وزن عوامل شخصی پویا برابر ۰٫۱۴۹، وزن عوامل تیمی برابر ۰٫۱۳۴، وزن عوامل سازمانی برابر ۰٫۱۴۲، وزن عوامل سیستمی برابر ۰٫۱۴۵، وزن عوامل مرتبط با بیمار برابر ۰٫۱۳۰ و وزن عوامل وظیفه‌ای برابر با ۰٫۱۶۲ می‌باشد. از این رو معادله SLI به صورت زیر خواهد بود.

$$SLI = ۰.۱۳۸PSF_{ps} + ۰.۱۴۹PSF_{pd} + ۰.۱۳۴PSF_{t} + ۰.۱۴۲PSF_{o} + ۰.۱۴۵PSF_{s} + ۰.۱۳۰PSF_{p} + ۰.۱۶۲PSF_{d} \quad (۱۴)$$

در رابطه فوق PSF_{ps}، PSF_{pd}، PSF_t، PSF_o، PSF_s، PSF_p، PSF_d به ترتیب رتبه عوامل شخصی ایستا، شخصی پویا، تیمی، سازمانی، سیستمی، عوامل مرتبط با بیمار و وظیفه‌ای می‌باشد.

مدل مفهومی به‌دست آمده از محاسبات HEP برای بخش اورژانس بیمارستان به‌صورت گرافیکی در شکل شماره ۲ ترسیم شد.



شکل شماره۲- مدل مفهومی عوامل مؤثر بر خطاهای انسانی در بخش اورژانس بیمارستان

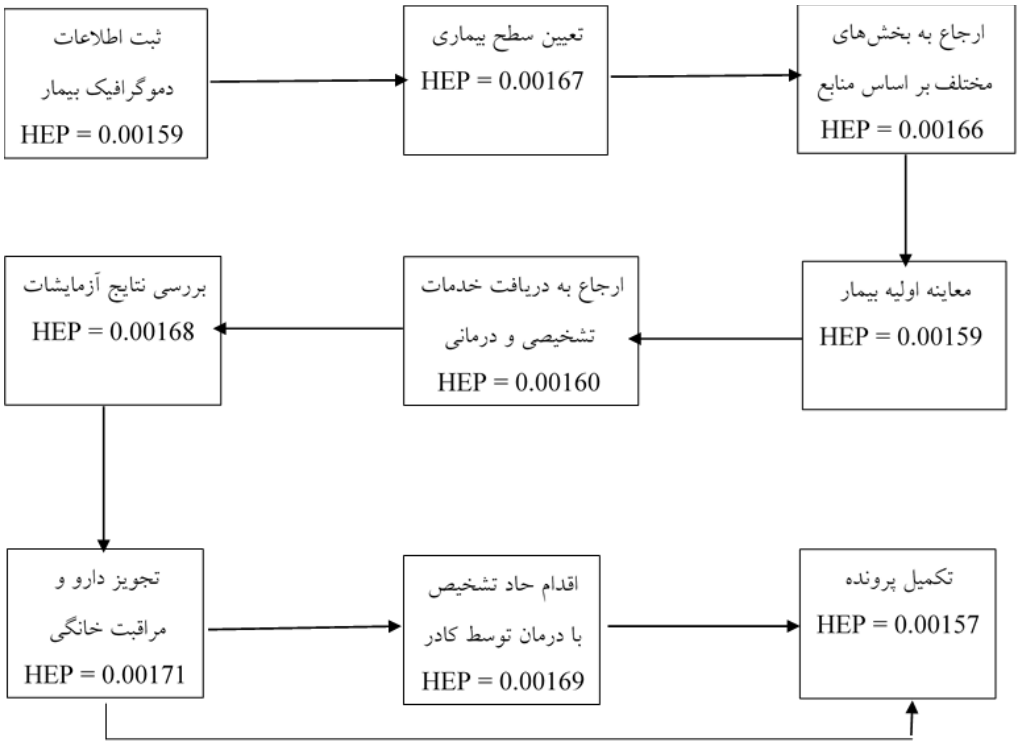
برای هر وظیفه در جدول شماره ۶، ماتریس‌های مقایسه زوجی با استفاده از عوامل اصلی خبرگان ایجاد شده است. از ماتریس داده‌های مقایسه‌های زوجی برای رتبه‌بندی و وزن‌دهی عوامل اصلی وظایف شغلی استفاده شد.

جدول شماره ۶. رتبه، وزن هر عامل اصلی برای هر وظیفه و مقدار HEP برای هر یک از وظایف

وظیفه		PSF_{ps}	PSF_{pd}	PSF_t	PSF_o	PSF_s	PSF_p	PSF_d	SLI	Log (احتمال موفقیت)	احتمال موفقیت	HEP
ثبت اطلاعات دموگرافیک بیمار در تمام صفحات پرونده بیمار	R_i	۳٫۱۹۱	۳٫۱۷۱	۳٫۴۹۲	۳٫۴۷۴	۲٫۸۷۱	۲٫۶۸۹	۳٫۴۹۴	۳٫۱۵۲	-۰٫۰۰۱۶	۰٫۹۹۸۴	۰٫۰۰۱۵۹
	W_i	۰٫۰۴۵	۰٫۲۱۲	۰٫۰۳۲	۰٫۲۴۶	۰٫۱۲۵	۰٫۲۲۰	۰٫۱۲۱				
اولویت‌بندی بیماران بر اساس وضعیت بیماری (تعیین سطح بیماری)	R_i	۲٫۹۴۰	۲٫۵۳۳	۲٫۵۷۵	۲٫۶۲۷	۳٫۰۳۲	۳٫۰۰۵	۲٫۹۵۲	۲٫۹۳۹	-۰٫۰۰۱۶۷	۰٫۹۹۸۳	۰٫۰۰۱۶۷
	W_i	۰٫۰۸۷	۰٫۰۱۶	۰٫۰۶۰	۰٫۰۵۲	۰٫۲۲۳	۰٫۳۱۱	۰٫۲۵۱				
ارجاع به بخش‌های مختلف بر اساس منابع در دسترس	R_i	۳٫۴۵۲	۲٫۵۸۵	۲٫۷۸۰	۳٫۴۶۱	۳٫۲۰۱	۲٫۸۲۶	۲٫۵۵۴	۲٫۹۶۷	-۰٫۰۰۱۶۶	۰٫۹۹۸۳	۰٫۰۰۱۶۶
	W_i	۰٫۲۰۲	۰٫۱۹۰	۰٫۱۰۳	۰٫۱۴۷	۰٫۰۸۸	۰٫۰۴۶	۰٫۲۲۴				
معاینه اولیه بیمار توسط پزشک و پرستار	R_i	۲٫۹۱۶	۳٫۳۸۵	۲٫۸۹۲	۳٫۲۵۲	۲٫۶۰۵	۲٫۹۹۸	۳٫۳۰۴	۳٫۱۵۲	-۰٫۰۰۱۶۰	۰٫۹۹۸۴	۰٫۰۰۱۵۹
	W_i	۰٫۰۱۰	۰٫۲۱۳	۰٫۳۰۵	۰٫۰۵۰	۰٫۰۲۶	۰٫۰۶۲	۰٫۳۳۴				
ارجاع به دریافت خدمات تشخیصی و درمانی	R_i	۲٫۹۶۳	۳٫۲۳۵	۳٫۱۵۸	۳٫۳۵۱	۲٫۹۲۷	۳٫۴۵۵	۲٫۷۹۳	۳٫۱۲۶	-۰٫۰۰۱۶۱	۰٫۹۹۸۳	۰٫۰۰۱۶۰
	W_i	۰٫۰۹۷	۰٫۲۷۰	۰٫۰۶۴	۰٫۰۷۷	۰٫۲۷۹	۰٫۱۴۰	۰٫۰۷۲				
بررسی نتایج آزمایشات و تشخیص ارجاع به بخش مراقبت یا ترخیص	R_i	۲٫۸۸۶	۲٫۹۴۸	۲٫۷۷۸	۲٫۵۲۶	۲٫۷۰۳	۳٫۰۵۸	۲٫۸۸۷	۲٫۸۹۶	-۰٫۰۰۱۶۹	۰٫۹۹۸۳	۰٫۰۰۱۶۸
	W_i	۰٫۰۱۹	۰٫۱۹۱	۰٫۲۰۱	۰٫۰۹۸	۰٫۰۵۲	۰٫۳۷۷	۰٫۰۶۲				
تجویز دارو و مراقبت‌های خانگی برای بیماران سطح ۴ و ۵	R_i	۲٫۹۰۶	۳٫۰۷۱	۲٫۷۵۷	۲٫۷۶۹	۲٫۵۳۴	۳٫۳۸۶	۲٫۵۵۱	۲٫۸۲۱	-۰٫۰۰۱۷۱	۰٫۹۹۸۲	۰٫۰۰۱۷۱
	W_i	۰٫۰۸۹	۰٫۰۰۴	۰٫۲۳۷	۰٫۱۷۲	۰٫۱۵۰	۰٫۱۸۲	۰٫۱۶۶				
اقدام حاد تشخیص یا درمان توسط کادر تخصصی برای بیماران	R_i	۲٫۷۱۶	۲٫۷۱۹	۲٫۶۸۱	۲٫۹۶۰	۳٫۴۲۳	۲٫۸۳۹	۲٫۹۸۹	۲٫۸۷۰	-۰٫۰۰۱۷۰	۰٫۹۹۸۳	۰٫۰۰۱۶۹
	W_i	۰٫۰۹۳	۰٫۲۰۳	۰٫۰۹۲	۰٫۱۷۸	۰٫۰۵۰	۰٫۱۸۰	۰٫۲۰۳				
تکمیل پرونده پزشکی بیمار	R_i	۳٫۳۳۱	۳٫۱۱۹	۳٫۴۲۸	۳٫۴۸۱	۲٫۸۳۶	۳٫۲۵۹	۳٫۴۳۹	۳٫۱۹۹	-۰٫۰۰۱۵۸	۰٫۹۹۸۴	۰٫۰۰۱۵۷
	W_i	۰٫۲۰۲	۰٫۱۹۸	۰٫۰۷۰	۰٫۱۴۲	۰٫۲۳۹	۰٫۰۸۷	۰٫۰۶۳				

در تخمین HEP مطابق با جدول شماره ۶، مقادیر ثابت a و b برابر با ۰٫۰۰۰۳۵ و ۰٫۰۰۲۷- در نظر گرفته شده است.

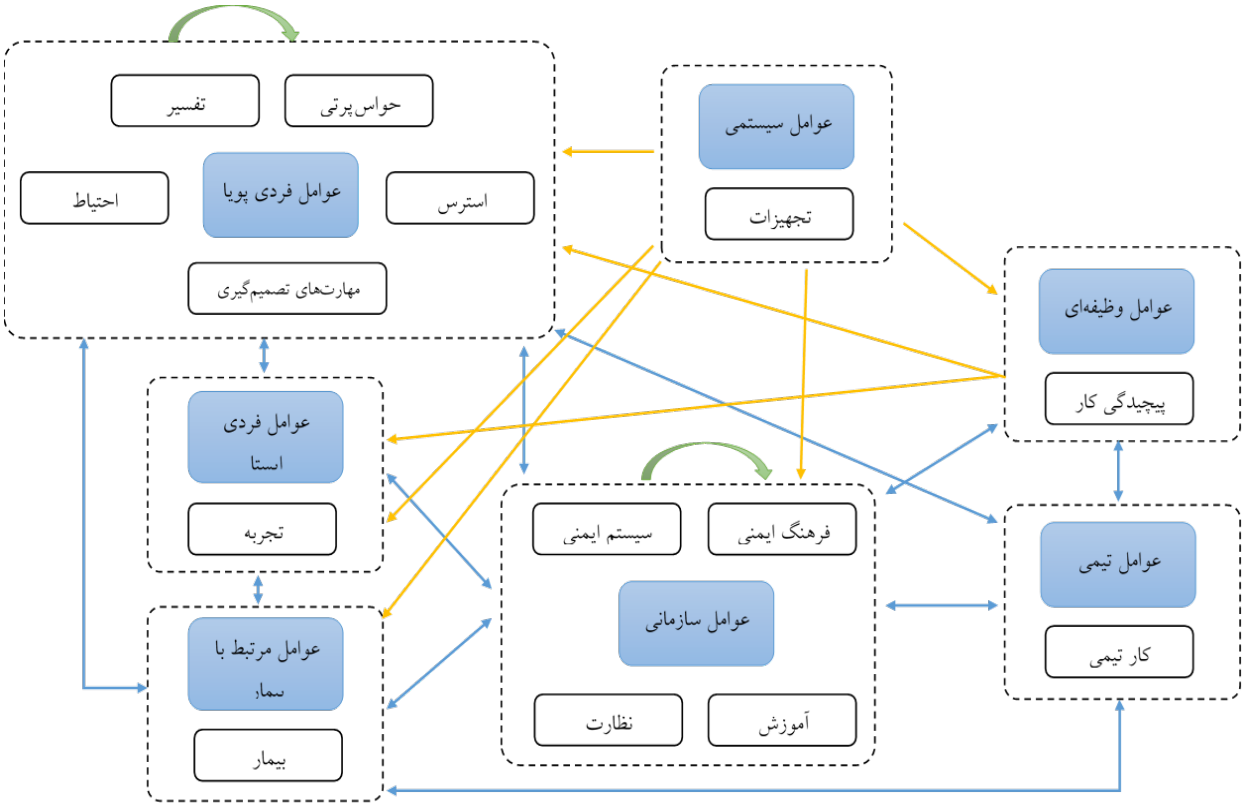
بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشترین خطای انسانی در بخش "تجویز دارو و مراقبت‌های خانگی برای بیماران سطح ۴ و ۵" مشاهده می‌شود. در این بخش، به‌دلیل تجویز داروی نامناسب و عدم توجه کافی به عوارض جانبی، احتمال بروز خطای انسانی افزایش یافته است. هم‌چنین، کمترین میزان خطای انسانی مربوط به "تکمیل پرونده پزشکی بیمار" بوده است.



شکل شماره ۳- سیستم قابلیت اطمینان بخش اورژانس بیمارستان

بر اساس سیستم طراحی‌شده در شکل شماره ۳، مشاهده می‌شود که بیشترین HEP در هنگام مراقبت از بیماران خانگی و تجویز داروی نادرست توسط پزشکان در خصوص بیماری فرد، بر اساس نتایج آزمایش‌ها و پاراکلینیک وی، رخ می‌دهد. تا پیش از این لحظه، بر اساس سیستم قابلیت‌اطمینان، مقدار تجمعی HEP برابر با ۰،۰۰۹۷ است. اگر تشخیص بیماری فرد به‌درستی انجام نشود، به‌دلیل محدودیت زمانی در درمان، احتمال از دست دادن عضوی از بدن یا فوت وی نیز افزایش می‌یابد.

بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده و بررسی قابلیت‌اطمینان‌انسانی در حوزه بهداشت‌ودرمان، الگوی ارتقای قابلیت‌اطمینان انسانی با محوریت شاخص‌های ارزیابی عملکرد کارکنان در این حوزه در شکل شماره ۴ نمایش داده شده است.



شکل شماره ۴- الگوی ارتقای قابلیت‌اطمینان‌انسانی در حوزه بهداشت‌ودرمان

مدل پیشـــنهادی این پژوهش نشـــان می‌دهد که برنامه‌ریزی آموزشـــی مؤثر، به‌ویژه برنامه‌هایی که بر نیازهای واقعی کارکنان تمرکز دارند، می‌تواند به بهبود عملکرد و کاهش خطاهای انســـانی کمک کند. اجرای موفقیت‌آمیز این مدل مستلزم موارد زیر است:

۱. طراحی برنامه‌های آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین.
۲. ایجاد سیستم‌های ارزیابی عملکرد چندبُعدی و ارائه بازخورد سازنده.
۳. تقویت فرهنگ سازمانی برای پذیرش آموزش‌های مداوم و بهبود فرآیندها.

این پژوهش با ارائه چارچوبی برای برنامه‌ریزی آموزشی، نوآوری مهمی در زمینه کاهش خطاهای انسانی و بهبود کیفیت خدمات درمانی ارائه داده است.

یافته‌ها: پاسخ به سؤالات اصلی تحقیق

سؤال ۱: عوامل کلیدی تأثیرگذار بر قابلیت اطمینان منابع انسانی در نظام سلامت کدام‌اند؟

تحلیل داده‌های ۳۱۸ گزارش خطا از بیمارســتان‌ها نشـــان داد که ۱۴ عامل اصـــلی در بروز ۸۰ درصـــد از خطاهای انسانی تأثیرگذار هستند. این عوامل شامل موارد زیر است:

۱. فرهنگ ایمنی: ضعف در ترویج فرهنگ ایمنی و گزارش‌دهی آزادانه خطاها.

۲. سیستم‌های مدیریت ایمنی: ناکارآمدی سیستم‌های مدیریتی در پیشگیری از خطاها.
۳. آموزش ناکافی: نبود برنامه‌های آموزشی مستمر و مرتبط با وظایف.
۴. حواس‌پرتی، استرس، و خستگی: از عوامل فردی که بر دقت و عملکرد تأثیر می‌گذارند.
۵. پیچیدگی کار و تجهیزات ناکافی: طراحی نامناسب وظایف و ابزارها.
۶. عوامل مرتبط با بیمار: رفتارهای غیرقابل پیش‌بینی بیمار یا همراهان.

این یافته‌ها نشان می‌دهد که با تمرکز بر این عوامل، می‌توان به کاهش خطاهای انسانی و افزایش قابلیت‌اطمینان‌انسانی دست یافت.

سؤال ۲: چگونه می‌توان عوامل مؤثر را در قالب یک مدل جامع طبقه‌بندی و تحلیل کرد؟

بر اساس تحلیل‌ها، عوامل شکل‌دهنده عملکرد کارکنان در ۸ دسته اصلی طبقه‌بندی شدند:

۱. عوامل فردی ایستا: ویژگی‌های فردی، تجربه، مهارت، انگیزه.
۲. عوامل فردی پویا: ادراک، تفسیر، حواس‌پرتی، استرس، خستگی.
۳. عوامل سازمانی: فرهنگ ایمنی، سیستم‌های مدیریت ایمنی، رهبری، و آموزش.
۴. عوامل وظیفه‌ای: حجم کار، پیچیدگی وظایف، و دستورالعمل‌های کاری.
۵. عوامل تیمی: ارتباطات و کار گروهی.
۶. عوامل سیستمی: طراحی سیستم‌ها و تعامل انسان و ماشین.
۷. عوامل محیطی: شرایط فیزیکی و دسترسی به منابع.
۸. عوامل مرتبط با بیمار: رفتار بیمار و همراهان.

این طبقه‌بندی مبنای طراحی مدل مفهومی پژوهش قرار گرفت و از طریق فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی وزن‌دهی شد.

سؤال ۳: برنامه‌ریزی آموزشی چگونه می‌تواند به کاهش خطاهای انسانی و ارتقای عملکرد کارکنان کمک کند؟

بررسی داده‌ها و آزمون مدل در ۱۵ بخش اورژانس بیمارستانی نشان داد که:

- آموزش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی: موجب افزایش توانایی کارکنان در مدیریت شرایط بحرانی و کاهش خطاهای مرتبط با تصمیم‌گیری شد.
- برنامه‌های مستمر آموزش مهارت‌های تخصصی: منجر به بهبود کیفیت خدمات درمانی و کاهش خطاهای فنی گردید.
- تقویت مهارت‌های ارتباطی: از طریق برنامه‌های آموزشی هدفمند، تعاملات تیمی را بهبود بخشیده و احتمال بروز خطاهای ناشی از سوءتفاهم‌ها را کاهش داد.

این نتایج نشان می‌دهند که برنامه‌ریزی آموزشی هدفمند ابزاری مؤثر برای افزایش قابلیت‌اطمینان انسانی در نظام سلامت است.

سؤال ۴: چه روش‌هایی برای طراحی و ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی مناسب هستند؟

مدل پیشنهادی پژوهش از ترکیب دو روش FANP و SLIM استفاده کرده است:

۱. فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی(FANP): برای وزن‌دهی عوامل و اولویت‌بندی نیازهای آموزشی.
۲. روش شاخص احتمال موفقیت(SLIM): برای پیش‌بینی موفقیت برنامه‌های آموزشی در کاهش خطاها.

نتایج نشان داد که این دو روش در شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار و ارزیابی اثربخشی آموزش‌ها بسیار کارآمد هستند. به‌عنوان مثال، آموزش‌های طراحی‌شده بر اساس این مدل، میزان خطاهای مرتبط با تفسیر نتایج آزمایشات را تا ۲۵٪ کاهش داد.

سؤال ۵: چه شاخص‌هایی برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی مناسب هستند؟
شاخص‌های کلیدی که برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی در این پژوهش استفاده شد، عبارتند از:

۱. کاهش نرخ خطاهای انسانی: مقایسه تعداد خطاها قبل و بعد از آموزش.
۲. افزایش دقت و کیفیت خدمات: بر اساس بازخورد بیماران و کارکنان.
۳. بهبود مهارت‌های ارتباطی و تصمیم‌گیری: ارزیابی عملکرد کارکنان در محیط‌های شبیه‌سازی‌شده.
۴. افزایش میزان گزارش‌دهی خطاها: به‌عنوان نشانه‌ای از ایجاد فرهنگ ایمنی در سازمان.

جمع‌بندی یافته‌ها

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی آموزشی هدفمند، با تأکید بر تحلیل دقیق عوامل شکل‌دهنده عملکرد، می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطاهای انسانی و ارتقای کیفیت خدمات درمانی ایفا کند. مدل پیشنهادی پژوهش، ابزاری کاربردی برای طراحی و ارزیابی برنامه‌های آموزشی در نظام سلامت ارائه داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تدوین مدلی برای ارتقای قابلیت اطمینان انسانی در نظام سلامت و با تأکید بر راهبردهای آموزش و توانمندسازی انجام شد. یافته‌های کلیدی این تحقیق به‌شرح زیر است:

- عوامل کلیدی مؤثر بر قابلیت‌اطمینان‌انسانی: تحلیل داده‌های ۳۱۸ گزارش خطا از بیمارستان‌ها نشان داد که ۱۴ عامل اصلی در بروز ۸۰ درصد از خطاهای انسانی تأثیرگذار هستند. این عوامل شامل فرهنگ ایمنی، سیستم‌های مدیریت ایمنی، آموزش ناکافی، حواس‌پرتی، استرس، خستگی، پیچیدگی کار، تجهیزات ناکافی، و عوامل مرتبط با بیمار هستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که با تمرکز بر این عوامل، می‌توان به کاهش خطاهای انسانی و افزایش قابلیت‌اطمینان‌انسانی دست یافت.
- طبقه‌بندی عوامل شکل‌دهنده عملکرد: عوامل شکل‌دهنده عملکرد کارکنان در ۸ دسته اصلی شامل عوامل فردی ایستا و پویا، سازمانی، محیطی، تیمی، سیستمی، وظیفه‌ای و مرتبط با بیمار طبقه‌بندی شدند. این طبقه‌بندی به عنوان چارچوبی جامع برای تحلیل خطاهای انسانی در محیط‌های درمانی ارائه شد.

- نقش برنامه‌ریزی آموزشی: یافته‌ها نشان داد که برنامه‌ریزی آموزشی مؤثر، به‌ویژه برنامه‌هایی که بر نیازهای واقعی کارکنان تمرکز دارند، می‌توانند به بهبود عملکرد و کاهش خطاهای انسانی کمک کنند. آموزش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی (VR) تأثیر قابل‌توجهی در کاهش خطاها داشتند.
- مدل پیشنهادی: مدل پیشنهادی این پژوهش با ترکیب روش‌های FANP و SLIM، ابزاری کاربردی برای طراحی و ارزیابی برنامه‌های آموزشی در نظام سلامت ارائه داد. این مدل نشان داد که چگونه عوامل مختلف(فردی، سازمانی، محیطی) در تعامل با یکدیگر بر عملکرد کارکنان و ایمنی بیمار تأثیر می‌گذارند.

یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعات پیشین در حوزه قابلیت‌اطمینان‌انسانی و آموزش در نظام سلامت هم‌خوانی دارد. به‌عنوان مثال:

- اهمیت آموزش مستمر: یافته‌های این تحقیق با مطالعات Da Silva و همکاران(۲۰۲۳) و Gaba و همکاران(۲۰۲۱) هم‌سو است که نشان دادند آموزش‌های مستمر و هدفمند می‌توانند به کاهش خطاهای انسانی و بهبود کیفیت خدمات درمانی منجر شوند. این پژوهش نیز تأکید کرد که برنامه‌های آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین، نقش کلیدی در ارتقای مهارت‌های کارکنان دارند.
- فرهنگ ایمنی: نتایج این تحقیق با پژوهش Reason(2000) و Kirwan(1994) هم‌خوانی دارد که بر اهمیت فرهنگ ایمنی و گزارش‌دهی آزادانه خطاها در کاهش خطاهای انسانی تأکید کردند. این پژوهش نیز نشان داد که ترویج فرهنگ ایمنی و ایجاد محیطی حمایتی برای گزارش‌دهی خطاها، می‌تواند به بهبود عملکرد کارکنان کمک کند.
- عوامل فردی و سازمانی: یافته‌های این تحقیق با مطالعات Mahmoudi Sefidkouhi و همکاران (۲۰۲۳) و Liu و همکاران(۲۰۲۱) هم‌سو است که نشان دادند عوامل فردی(مانند تجربه‌ومهارت) و عوامل سازمانی(مانند فرهنگ‌ایمنی و سیستم‌های مدیریتی) تأثیر قابل‌توجهی بر قابلیت‌اطمینان‌انسانی دارند.

در این بخش، یافته‌های تحقیق در قالب پاسخ به سؤالات اصلی تحقیق تحلیل می‌شوند:

سؤال ۱: عوامل کلیدی تأثیرگذار بر قابلیت اطمینان منابع انسانی در نظام سلامت کدام‌اند؟

تحلیل داده‌ها نشان داد که ۱۴ عامل اصلی در بروز ۸۰ درصد از خطاهای انسانی تأثیرگذار هستند. این عوامل شامل فرهنگ‌ایمنی، سیستم‌های مدیریت ایمنی، آموزش ناکافی، حواس‌پرتی، استرس، خستگی، پیچیدگی کار، تجهیزات ناکافی، و عوامل مرتبط با بیمار هستند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که با تمرکز بر این عوامل، می‌توان به کاهش خطاهای انسانی و افزایش قابلیت‌اطمینان‌انسانی دست یافت.

سؤال ۲: چگونه می‌توان این عوامل را در قالب یک مدل جامع طبقه‌بندی و تحلیل کرد؟

عوامل شکل‌دهنده عملکرد کارکنان در ۸ دسته اصلی طبقه‌بندی شدند: عوامل فردی ایستا و پویا، سازمانی، محیطی، تیمی، سیستمی، وظیفه‌ای و مرتبط با بیمار. این طبقه‌بندی به عنوان چارچوبی جامع برای تحلیل

خطاهای انسانی در محیط‌های درمانی ارائه شد. مدل پیشنهادی این پژوهش با ترکیب روش‌های FANPو SLIM، ابزاری کاربردی برای طراحی و ارزیابی برنامه‌های آموزشی در نظام سلامت ارائه داد.

سؤال ۳: برنامه‌ریزی آموزشی چگونه می‌تواند به کاهش خطاهای انسانی و ارتقای عملکرد کارکنان کمک کند؟

بررسی داده‌ها و آزمون مدل در ۱۵ بخش اورژانس بیمارستانی نشان داد که برنامه‌ریزی آموزشی مؤثر، به ویژه برنامه‌هایی که بر نیازهای واقعی کارکنان تمرکز دارند، می‌توانند به بهبود عملکرد و کاهش خطاهای انسانی کمک کنند. آموزش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی (VR) تأثیر قابل‌توجهی در کاهش خطاها داشتند.

سؤال ۴: چه روش‌هایی برای طراحی و ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی مناسب هستند؟

مدل پیشنهادی این پژوهش از ترکیب دو روش FANP و SLIM استفاده کرده است. این روش‌ها به دلیل توانایی در تحلیل وابستگی‌های پیچیده بین عوامل مختلف و پیش‌بینی احتمال خطا، به‌عنوان ابزارهای کارآمد برای طراحی و ارزیابی برنامه‌های آموزشی معرفی شدند.

سؤال ۵: چه شاخص‌هایی برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی مناسب هستند؟

شاخص‌های کلیدی برای ارزیابی اثربخشی برنامه‌های آموزشی شامل کاهش نرخ خطاهای انسانی، افزایش دقت و کیفیت خدمات، بهبود مهارت‌های ارتباطی و تصمیم‌گیری، و افزایش میزان گزارش‌دهی خطاها بودند. این شاخص‌ها به‌عنوان معیارهایی برای ارزیابی موفقیت برنامه‌های آموزشی در نظر گرفته شدند.

این پژوهش با ارائه مدلی جامع برای ارتقای قابلیت اطمینان انسانی در نظام سلامت، گامی مهم در جهت کاهش خطاهای انسانی و بهبود کیفیت خدمات درمانی برداشته است. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که برنامه‌ریزی آموزشی هدفمند، با تأکید بر تحلیل دقیق عوامل شکل‌دهنده عملکرد، می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطاهای انسانی و ارتقای کیفیت خدمات درمانی ایفا کند. اجرای موفق این مدل مستلزم توجه به موارد زیر است:

۱. طراحی برنامه‌های آموزشی جامع: ایجاد دوره‌های آموزشی مبتنی بر شبیه‌سازی و فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی (VR) برای تقویت مهارت‌های عملی کارکنان.
۲. بازبینی مستمر فرآیندهای ارزیابی: به‌کارگیری شاخص‌های ارزیابی عملکرد چندبُعدی و ارائه بازخوردهای منظم و سازنده به کارکنان.
۳. تقویت فرهنگ سازمانی: ایجاد فضای باز و حمایتی برای تبادل نظر و بیان مشکلات، و تشویق کار تیمی و ارتقای فرهنگ ایمنی در محیط کار.

توصیه‌های سیاستی

۱. توسعه سیاست‌های ملی برای آموزش و توانمندسازی کارکنان سلامت

الزام به برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم: تدوین سیاستی برای برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر و متناسب با نیازهای شغلی کارکنان حوزه سلامت. این دوره‌ها می‌توانند شامل آموزش‌های تخصصی، مهارت‌های نرم و فناوری‌های به‌روز باشند.

ایجاد سامانه ملی یادگیری الکترونیکی: طراحی و اجرای سامانه‌ای برای ارائه آموزش‌های آنلاین به کارکنان بخش سلامت، به‌ویژه در مناطق محروم.

تخصیص بودجه ویژه برای توانمندسازی منابع انسانی: پیش‌بینی منابع مالی مشخص برای ارتقای مهارت‌ها و توانمندی‌های کارکنان از سوی دولت و سازمان‌های مرتبط.

۲. تدوین استانداردهای ملی برای بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی

تدوین پروتکل‌های استاندارد عملکردی: ایجاد و ابلاغ راهنماهای عملیاتی استاندارد(SOPs) برای کاهش خطاهای انسانی در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی.

ارتقای سیستم‌های مدیریت عملکرد: طراحی سیستم‌های نظارت و ارزیابی مستمر برای شناسایی نقاط ضعف کارکنان و ارائه برنامه‌های بهبود عملکرد بر اساس آن.

تشویق گزارش‌دهی ایمن خطاها: تدوین سیاست‌هایی که کارکنان را به گزارش‌دهی خطاها تشویق کند بدون آنکه نگران تنبیه باشند، با هدف یادگیری و پیشگیری از تکرار خطاها.

۳. بهبود شرایط محیط کاری در نظام سلامت

ایجاد محیط‌های کاری سالم و ایمن: سیاست‌گذاری برای طراحی و تجهیز محیط‌های کاری با شرایط استاندارد(مانند تهویه مناسب، نور کافی، دسترسی به تجهیزات به‌روز) جهت کاهش استرس و بهبود دقت کارکنان.

مدیریت بار کاری کارکنان: تنظیم سیاست‌هایی برای کاهش ساعات کاری طولانی و ارائه حمایت‌های روان‌شناختی به کارکنان، به‌ویژه در بخش‌های پرتنش مانند اورژانس.

۴. بهره‌گیری از فناوری برای بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی

توسعه سیستم‌های مدیریت اطلاعات بیمارستانی(HIS): حمایت از پیاده‌سازی و توسعه فناوری‌های اطلاعاتی و نرم‌افزارهای پیشرفته برای کاهش خطاهای مرتبط با اطلاعات بیمار.

استفاده از شبیه‌سازی‌های آموزشی: تدوین سیاست‌هایی برای استفاده از فناوری‌های شبیه‌سازی در آموزش کارکنان به منظور بهبود مهارت‌های تصمیم‌گیری و کاهش خطاها.

۵. تقویت فرهنگ سازمانی در حوزه سلامت

ترویج فرهنگ ایمنی و کیفیت: سیاست‌گذاری برای ایجاد فرهنگ سازمانی مبتنی بر ایمنی بیمار و کیفیت خدمات، از طریق آموزش، مشوق‌های انگیزشی و اصلاح نگرش‌ها.

تشویق کار تیمی: ارائه برنامه‌هایی برای تقویت همکاری میان کارکنان و بخش‌های مختلف نظام سلامت جهت بهبود نتایج عملکردی.

۶. سیاست‌های پایش و ارزیابی مستمر

ایجاد شاخص‌های کلیدی ارزیابی: تعریف و اعمال شاخص‌های کلیدی برای پایش مستمر عملکرد کارکنان و اندازه‌گیری پیشرفت در بهبود قابلیت‌اطمینان‌انسانی .

اجرای برنامه‌های بازخورد منظم: سیاست‌گذاری برای ارائه بازخورد سازنده و دوره‌ای به کارکنان بر اساس ارزیابی‌های عملکردی.

منابع

Alsabri, M., Boudi, Z., Lauque, D., Dias, R. D., Whelan, J. S., Östlundh, L., ... & Bellou, A. (2022). Impact of teamwork and communication training interventions on safety culture and patient safety in emergency departments: a systematic review. *Journal of patient safety*, 18(1), e351-e361. https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000782

Aziz, A. (2023). The role of continuous education and training in improving hospital nurse performance: case study of employee development program implementation. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan*, *8*(3). https://dx.doi.org/10.30604/jika.v8i3.2072

Barkhoda, J., Heidarei, F., & Nosrati Saraydashti, R. (2024). Re-examining the Structure of the Educational and Organizational Program of the University by Resorting to the Learning Organization Theory of Peter Senge. Journal of Educational Planning Studies, 12(24), 253-271. .(In Persian). https://doi.org/10.22080/eps.2024.26664.2244.

Bijelic, B., Grozdanovic, D., Grozdanovic, M., & Jovanovic, E. (2024). Methods for Human Reliability Analysis in Dentistry. *Quality Management in Healthcare*, 10-1097. https://doi.org/ 10.1097/ QMH.0000000000000462

Bleetman, A., Sanusi, S., Dale, T., & Brace, S. (2012). Human factors and error prevention in emergency medicine. *Emergency Medicine Journal*, *29*(5), 389-393. https://doi.org/10.1136/emj.2010.107698

Da Silva, C. A., Almeida, R. P. P., Abrantes, A. F., Azevedo, K. B., Vicente, B., Carvalheira, F., ... & Mestre, T. (2023). Rethinking the continuous education and training of healthcare professionals in the context of digital technologies. In *Handbook of Research on Instructional Technologies in Health Education and Allied Disciplines* (pp. 105-129). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7164-7.ch005

Gaba DM, Howard SK, Fish KJ. (2021). Simulation and Training in Medical Environments. *Health Services Research*, 56(4), 765-782. https://doi.org/10.1177/104687810103200206

Goudini, J., & Rezazadeh, E. (2023). Evaluation of the undergraduate architecture course's educational program based on adaption to professional practice (with emphasis on schematic designs as one of the design phases). *Journal of Educational Planning Studies*, 11(22), 103-115. .(In Persian). https://doi.org/10.22080/eps.2023.23819.2127

Kirwan B. (1994). Human Error Identification Techniques for Risk Assessment of High- Risk Systems–Part 1: Review and Evaluation of Techniques. *Applied Ergonomics*, 25(5), 299-318. https://doi.org/10.1016/S0003-6870(98)00010-6

Kumari, Y., Raj, K., Pal, D. K., Moharana, A., & Subramaniyan, V. (2023). Leveraging Artificial Intelligence in Patient Care. In *Artificial Intelligence for Health 4.0: Challenges and Applications* (pp. 57-90). River Publishers.

Liu, P., Zhang, R., Yin, Z., & Li, Z. (2021). Human errors and human reliability. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 514-572. https://doi.org/10.1002/9781119636113.ch20

Mahmoudi Sefidkouhi H, Najafi E, Haji A, Arasteh A. (2023). Identification and Introduction of a New Classification of Key Performance Shaping Factors in Staff Performance in the Healthcare System. *Iranian Journal of Health Sciences*, 12(1), 45-62. http://dx.doi.org/10.32598/ijhs.11.2.904.1

Mahmoudi Sefidkouhi H, Najafi E, Haji A, & Arasteh A. (2024). Investigating the Human Reliability in the Healthcare Sector Using the Fuzzy Analytic Network Process and the Success Likelihood Index Method. *Iranian Journal of Public Health*, 53(3), 691-703). https://doi.org/10.18502/ijph.v53i3.15151

Poranen, A., Kouvonen, A., & Nordquist, H. (2024). Human errors in emergency medical services: a qualitative analysis of contributing factors. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, *32*(1), 78. https://doi.org/10.1186/s13049-024-01253-7

Reason J. (2000). Human Error: Models and Management. *BMJ*, 320(7237), 768-770. https://doi.org/10.1136/bmj.320.7237.768

Saad, A., Alsadi, J., Al-Absi, D. T., Almulla, M., Simsekler, M. C. E., Sadeq, A. A., ... & Anwar, S. (2024). An integrative risk assessment approach to enhancing patient safety in Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT). *Journal of Safety Science and Resilience*, *5*(3), 344-354. https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2024.04.003

Saneii Mehri, Z., & Naderpure, Z. (2024). Educational Planning at Farhangian University According to Students' Expectations. *Journal of Educational Planning Studies*, 13(25), 112-132. (In Persian). https://doi.org/10.22080/eps.2024.26193.2226

Sujan, M. A., Embrey, D., & Huang, H. (2020). On the application of human reliability analysis in healthcare: opportunities and challenges. *Reliability Engineering & System Safety*, *194*, 106189. https://doi.org/10.1016/j.ress.2018.06.017