"Research Article"

Designing a supply chain resilience assessment model with the approach of NDEA (case of study: government hospitals of Yazd province)

Mohsen Shafiei Nikabadi[۱], Fereshteh Bahrami*[۲]

Abstract:
As one of the most important institutions providing health and treatment services, the hospital plays an important role in the return of the physical and mental health of the society, therefore, effective management during a crisis can have a significant effect on the optimal performance of this institution. Resilient hospitals play a vital role in reducing mortality and severity of injuries by providing emergency services needed during accidents and disasters. Therefore, this research was carried out with the aim of "designing a model for assessing the resilience of the supply chain of public hospitals in Yazd province with the approach of network data coverage analysis". This research is applied in terms of purpose and a descriptive-survey study in terms of method. The data has been collected through the review of articles and opinions of experts in the field of health. Determining the effective and ineffective hospitals, and finally, according to the results of the data coverage analysis, the sensitivity analysis of the data has been done. The results of the coverage analysis of input-oriented network data have shown that only ۰۷percent of the studied hospitals were efficient and after determining the efficiency of ۴ stages and as a result of the efficiency of the network, the hospitals were respectively (It is ranked from the most efficient to the least efficient) and at the end, suggestions for improving the efficiency of hospitals and future research are provided.

Key words: performance evaluation, resilience, hospital supply chain, network data coverage analysis

۱.Introduction

Today, severe environmental changes and their unpredictability have increasingly attracted the attention of managers and planners in various fields. Lack of attention to these sudden and surprising changes not only puts organizations and institutions under threat and destruction, but it can lead to human crisis in organizations such as hospitals. (Khadmi-Jalgah-Najad, ۲۰۱۹). The importance of health supply chain is of great interest not only for the private sector to increase profits and reduce costs, but also for governments and the general public, and it has a direct impact on the quality of life of people in society. Achieving an ideal and efficient supply chain can be a fundamental step in improving the satisfaction of patients and health professionals and reducing costs. Hospitals are vital social institutions that provide essential health services to save lives and promote human health. However, the potential of hospitals to reduce risk and disasters is not only to continue providing essential health services in times of crisis, but also to manage community resilience to disasters in normal times (Ito & Aruga, ۲۰۲۲). Therefore, according to the type of function and being in the first place of reference for the injured, it should have the best performance; Therefore, in order to maintain the basic functions and quickly return the hospital to its original state, the resilience of the hospital is important (Mohammed Hosseini Issini, ۲۰۱۹) and this calls attention to the necessity of availability and efficiency of hospitals. With the increasing

۱Associate Professor, Department of Industrial Management, Semnan University, Semnan, Iran. *Corresponding Author: shafiei@semnan.ac.ir
۲ PhD student, Department of Industrial Management, Semnan University, Semnan, Iran. Bahrami.f۲۰۲۲@semnan.ac.ir

impact of disasters on people's lives in recent times, the need for resilience in the health care supply chain is very vital (Beg et al., ۲۰۱۹). The field of health and medicine is one of the fields where many disorders and risks occur (Mohammadipour, ۲۰۱۹). In this situation, people also expect hospitals to have a high level of continuity and sustainability, that is, to be available at all hours and provide medical care (Ernest Dube, ۲۰۲۰). Therefore, to maintain the performance of a hospital during disasters (Hiba Mehtadi et al., ۲۰۲۱); Supply chain resilience is defined as the ability to proactively plan and design the supply chain network to anticipate unexpected disruptive events and respond adaptively to disruptions, which requires coordination and integration of resources and capabilities of supply chain entities to ensure adequate preparedness, effective recovery and response. , but most importantly, providing robust services to patients in the event of a disruption. However, this supply chain must also support the well-being of its customers (Sawyer and Harrison, ۲۰۲۲). Therefore, according to the said contents and the importance of resilience in the field of health, especially hospitals, this research aims to provide a suitable model to evaluate the efficiency of the resilience of the supply chain through the overlay analysis of network data in the studied hospitals.

۲. Literature Review

The issue of health and safety in every country is considered one of the most important main goals of every country, and in proof of this statement, we can refer to the Constitution of the Islamic Republic of Iran. The health and community health sector always seeks this goal to use the minimum resources in the best way to provide health and treatment services in the best way (Khatami Firouzabadi et al., ۲۰۱۷). It is important to evaluate the efficiency of health systems and medical centers at both micro and macro levels. In recent years, the managers of these centers have had a great desire to meet the different needs of patients with high quality services. It is necessary to achieve this goal by measuring the performance and efficiency of each department of health centers (Jehan-tigh and Astavareh, ۲۰۱٦). Performance evaluation is a process that organizations always seek to calculate in any way and through it they try to improve and improve the organization's members and activities. Hospitals, as the most important unit of the healthcare service delivery system, feel the need for performance evaluation more than other organizations, because the weak performance of managers causes delay in treatment or progression of disease or death (Nazari, ۱۹۹٦), so in order to perform better Hospital managers need to examine the efficiency of different departments of hospitals and determine the causes of their inefficiency, which leads to people's satisfaction with the health and medical services of the country. (Samuel et al., ۲۰۱٤). In order to provide medical services and fulfill their mission, hospitals are made up of different departments. Therefore, when examining the efficiency of hospitals, we should pay attention to examining their different units. These sectors have different and different inputs and outputs, and these inputs and outputs do not necessarily have the same scale. Therefore, the technique of data coverage analysis can be used to check the efficiency of hospitals. On the other hand, according to the main goal of the research, which is modeling to identify the factors affecting the performance of hospitals and comparing the units with each other and then ranking them, the data network coverage analysis technique can achieve this goal. Shafi'i Nikabadi and Hosseini, ۲۰۱۸). In a comprehensive definition of resilience as the ability of a system based on four actions of planning and preparation; returnability; Recovery and adaptation are due to adverse events (Linko and Trump, ۲۰۲۰). At the time of an accident, hospitals, in addition to receiving and treating the injured, continue to take care of the existing patients. Therefore, in order to face these conditions, the concept of resilience should be used (Khademi Jalgenejad, ۲۰۱۸, by creating resilient health systems, the hospital is able to predict, respond, cope and recover, and is also compatible with shocks and tensions (Laberda and et al., ۲۰۱۷) Data envelopment analysis is a mathematical programming approach and one of the non-parametric methods of evaluating the performance and ranking of homogeneous decision-making units (Pratab Singh et al., ۲۰۲۲) and for relative evaluation using multiple inputs and outputs. Scores evaluate the efficiency of decision-making units (Shafii Nik-Abadi et al., ۲۰۱۷). Since the conventional coverage analysis models cannot be used to measure the performance of units with a network structure, the network data coverage analysis approach should be used. (Pikani et al., ۲۰۲۲), which can be used to evaluate the performance of units with a network structure such as two-stage, series, parallel, mixed, etc. (Kao, ۲۰۱۷).

۳. Methodology

In terms of the purpose, this research is an applied research with the help of the evaluation method based on mathematical modeling, and in terms of the method of collecting information using library studies and the review of previous research and the opinions of health experts in the field under investigation, ١٠ main dimensions with ٤٠ sub-dimensions. The component was identified and investigated. Since the aim of this research is to provide a suitable model to evaluate the efficiency of hospitals with an emphasis on the resilience component of the hospital supply chain, the data analysis method is also based on open multi-stage NDEA and the statistical population includes public hospitals. It is Yazd province in the summer of ١٤٠١. In this research, using Lingo software, optimal values were found.

٤.Conclusion

The research results help the managers to be able to evaluate their performance in comparison with the competitors and if they have a low performance, look for their reasons and weaknesses and take action to fix them. The output of the model and determining the ranking of hospitals helps the managers to examine the input, intermediate and output data in order to improve their performance and take action to improve the status of these variables and improve the resilience of the supply chain of hospitals. The results from table ١١ show that the resilience indicators of hospitals in terms of coordination with suppliers, stock management, support systems, medical equipment management strategies, government and organizations support for recovery and the nature and severity of the accident. Compared to other indicators, they do not have a favorable situation against disturbances and crises, and they should be paid attention to and strengthened, and in order to increase patient satisfaction, the factors that lead to the deterioration of the target function should be reduced in order to provide the necessary preparation to face the crisis situation. and achieve the desired situation with proper planning, because hospitals are one of the most important organizations that provide medical care, and in order to be efficient and perform well, they must respond in the best possible way in the face of accidents.

٥. Discussion

In order to create resilience, several factors are involved, and by examining them, solutions are provided to reduce the disruptive factors: continuous examination of the necessary and necessary equipment and emergency drugs and their supply and proper management and storage are effective, as well as adherence The hospital and suppliers fulfill their obligations in order to integrate the supply chain and various sectors, conclude long-term contracts with suppliers in order to increase cooperation, plan crisis management, activate the hospital incident command process to be ready and respond to warnings according to Present the incident.

((مقاله پژوهشی))

طراحی مدل ارزیابی تابآوری زنجیره تامین با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

(مورد مطالعه: بیمارستانهای دولتی استان یزد)

محسن شفیعی نیک‌آبادی[۱*]، فرشته بهرامی[۲]

چکیده:

بیمارستان به عنوان یکی از مهمترین نهادهای ارائه دهنده خدمات بهداشتی و درمانی نقش مهمی را در بازگشت سلامت جسمی و روانی جامعه دارد لذا اعمال مدیریت کارآمد در زمان وقوع بحران می‌تواند در عملکرد مطلوب و بهینه این نهاد تأثیر بسزایی داشته باشد. بیمارستانهای تاب آور با ارائه خدمات اورژانسی مورد نیاز در هنگام حوادث و بلایا نقش حیاتی در کاهش مرگ و میر و شدت جراحات دارند. لذا این پژوهش با هدف" طراحی مدل ارزیابی تابآوری زنجیره تامین بیمارستانهای دولتی استان یزد با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای" انجام شده است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر نوع روش یک مطالعه توصیفی- پیمایشی است. داده‌ها از طریق بررسی مقالات و نظرات خبرگان حوزه سلامت گردآوری گردیده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داه‌های شبکه‌ای چند مرحله‌ای انجام گرفته است. تعیین بیمارستانهای کارا و ناکارا و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها به تحلیل حساسیت داده‌ها پرداخته شده است. نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای ورودی محور نشان داده است که تنها ۷درصد از بیمارستان‌های مورد مطالعه کارا بوده و پس از تعیین کارایی ٤ مرحله و در نتیجه کارایی شبکه، بیمارستانها به ترتیب (از بیشترین کارایی به کمترین کارایی) رتبه‌بندی شده و در آخر پیشنهاداتی جهت بهبود کارایی بیمارستان‌ها و تحقیقات آتی ارائه شده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، تابآوری، زنجیره تامین بیمارستان، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

مقدمه

امروزه تغییرات شدید محیطی و غیرقابل پیش بینی بودن آنها به طور فزاینده‌ای توجه مدیران و برنامه‌ریزان حوزه‌های مختلف را به خود جلب کرده است.کم توجهی به این تغییرات غافلگیر کننده و برق آسا نه تنها سازمانها و موسسات را در معرض تهدید و نابودی قرار می‌دهد بلکه در سازمان‌هایی مانند بیمارستان می‌تواند بحران انسانی به دنبال داشته باشد. بنابراین مقابله با عدم اطمینان و تطبیق سریع با تغییرات محیطی از مهمترین عوامل موفقیت در هر سازمان به شمار می‌رود (خادمی‌جلگه‌نژاد،۱۳۹۹). اهمیت موضوع زنجیره تامین سلامت نه تنها از طرف بخش خصوصی برای افزایش سود و کاهش هزینه بلکه برای دولت‌ها و عموم مردم نیز بسیار مورد توجه است و تاثیر مستقیمی روی کیفیت زندگی افراد جامعه دارد. دستیابی به زنجیره تامین ایده‌آل و کارآمد می‌تواند گامی اساسی در بهبود رضایت بیماران و دست اندرکاران سلامت و کاهش هزینه‌ها داشته باشد. همچنین طی

۱- دانشیارگروه مدیریت صنعتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. (نویسنده مسؤول) shafiei@semnan.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. Bahrami.f۲۰۲۲@semnan.ac.ir

سالهای اخیر، با گسترش مراجعین به بیمارستان‌ها به دلیل اختلالات و بلایا در زنجیره تامین سلامت و به طور خاص بیمارستان‌ها دچار اختلال گسترده شده‌اند (محمد حسینی ایسینی، ۱۳۹۹). بیمارستان‌ها مؤسسات حیاتی اجتماعی هستند که خدمات بهداشتی ضروری را برای نجات جان افراد و ارتقای سلامت انسان ارائه می‌کنند. با این حال، پتانسیل بیمارستان‌ها برای کاهش خطر و بلایا، نه تنها برای ادامه ارائه خدمات بهداشتی ضروری در مواقع بحران، بلکه برای مدیریت تاب‌آوری جامعه در برابر بلایا در زمان‌های عادی انجام می‌شود (ایتو و آروگا[۱]، ۲۰۲۲). بعبارتی بیمارستانها به عنوان ساختمان‌های استراتژیک در حوادث خطرناک شناخته می‌شوند و نقش کلیدی در شرایط بحران دارند (شوشانگ و همکاران[۲]، ۲۰۲۰). لذا با توجه به نوع کارکرد و قرار داشتن در اولین جایگاه مراجعه آسیب‌دیدگان، باید بهترین عملکرد را داشته باشد؛ بنابراین برای حفظ عملکردهای اساسی و بازگشت سریع بیمارستان به حالت اولیه، تابآوری بیمارستان حائز اهمیت است (محمدحسینی ایسینی،۱۳۹۹) و این امر لزوم در دسترس و کارآمد بودن بیمارستانها را مورد توجه قرار می‌دهد، همچنین بیمارستانها باید بتوانند با افزایش ناگهانی تقاضا، به‌ویژه در هنگام وقوع بلایای طبیعی، پاسخگو باشند، حتی زمانی که اثرات بلایا توسط این مؤسسات و کارکنان آن‌ها احساس می‌شود. بلایا، رویدادهای ناگهانی و غیرمنتظره شامل: زلزله، سیل، طوفان، سونامی، آتش‌سوزی و سایر رویدادهای شدید آب و هوایی مانند امواج گرما و.. (کوری و همکاران[۳]، ۲۰۱۸)؛ حوادث بیولوژیکی، شیمیایی و هسته‌ای، تروریسم و بیماری همه‌گیر می‌باشند (حسن و همکاران[٤]، ۲۰۱۹). بروز حوادث و رخدادهای غیرمنتظره امری طبیعی و غیرقابل‌اجتناب است. رخدادهایی که برای مدیریت چالشهای آتی نیاز به افزایش تاب‌آوری زنجیره به عنوان یکی از مراکز پرریسک با بالاترین میزان مواجهه با شرایط غیرمنتظره و ارائه راهکارهایی برای افزایش میزان تابآوری برای تداوم ارائه خدمات مناسب در زمان وقوع پیشامدهاست (ظروفی،۱٤۰۰). در دسترس بودن عرضه، منبع‌یابی جهانی و افزایش برون سپاری؛ این زنجیره‌های تامین را طولانی‌تر و پیچیده‌تر کرده است. بنابراین زنجیره‌های تامین بهداشت و درمان در برابر اختلالات آسیب‌پذیرتر شده‌اند. با تاثیر فزاینده بلایا بر زندگی انسان‌ها در زمان‌های اخیر، نیاز به تابآوری در زنجیره تامین مراقبت‌های بهداشتی بسیار حیاتی است (بگ و همکاران[٥]،۲۰۱۹؛ آلدریگتی و همکاران[٦]، ۲۰۱۹)، زیرا این موارد نه تنها تقاضای خدمات زنجیره تامین را افزایش می‌دهند، بلکه تداوم ارائه خدمات بهداشتی را نیز برهم می‌زنند. امروزه قابلیت تابآوری این توانایی را به زنجیره تأمین می‌دهد تا پس از اختلال بتوانند به حالت اولیه خود یا یک حالت جدید و مطلوب‌تر بازگردند. حوزه سلامت و پزشکی یکی از حوزه‌هایی است که اختلالات و ریسک‌های زیادی در آن اتفاق می‌افتد (محمدی پور،۱۳۹۹). مردم نیز در این شرایط انتظار دارند که بیمارستان‌ها سطح بالایی از تداوم و پایداری را داشته باشند، یعنی در همه ساعات در دسترس باشند و مراقبت‌های پزشکی ارائه کنند (ارنست دوبه[۷]، ۲۰۲۰). با این حال، نمونه‌های مستندی وجود دارد که در آن بیمارستان‌ها در چنین شرایطی تحت فشار قرار گرفته‌اندکه منجر به شکست جزئی یا کامل در برآوردن چنین انتظاراتی می‌شود. لذا برای حفظ

---

۱ Ito & Aruga
۲ Shushang, et al
۳ Corey, et al
٤ Hassan, et al
٥ Beg, et al
٦ Aldrighetti, et al
۷ Ernest dubbed

عملکرد یک بیمارستان در هنگام بلایا (هیبا مهتدی و همکاران[۱]، ۲۰۲۱)؛ تابآوری زنجیره تأمین به عنوان توانایی برنامه‌ریزی و طراحی فعالانه شبکه زنجیره تأمین برای پیش‌بینی رویدادهای مخرب غیرمنتظره و پاسخ انطباقی به اختلالات تعریف شده است. برای زنجیره‌های تأمین مراقبت‌های بهداشتی، این امر مستلزم هماهنگی و یکپارچه‌سازی منابع و قابلیت‌های نهادهای زنجیره تأمین برای اطمینان از آمادگی کافی، بازیابی مؤثر و پاسخگویی است، اما مهم‌تر از همه، ارائه خدمات قوی به بیماران در صورت بروز اختلال می‌باشد با این حال، این زنجیره تامین باید از رفاه مشتریان خود نیز حمایت کند (ساویر و هریسون[۲]، ۲۰۲۲). بنابراین با توجه به مطالب گفته شده و اهمیت تابآوری حوزه سلامت بویژه بیمارستانها این پژوهش درصدد است تا با ارائه مدل مناسبی به ارزیابی کارایی تابآوری زنجیره تامین از طریق روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در بیمارستانهای مورد مطالعه بپردازد. با توجه به نکات مطرح شده، سوالات این پژوهش عبارتست از:

۱) شاخص‌های تابآوری ارزیابی بیمارستانهای دولتی استان یزد کدام‌اند؟
۲) مدل ارزیابی تابآوری با رویکرد DEA شبکه‌ای در بیمارستانهای دولتی استان یزد چگونه است؟
۳) کاراترین بیمارستانهای دولتی استان یزد بر اساس شاخص‌های تابآوری و مدلDEA شبکه‌ای کدام‌اند؟

هر پژوهش گام‌های مختص به خود را دارد، در پژوهش حاضر فرآیند انجام پژوهش به شرح شکل ۱ است:

شکل ۱: فرآیند پژوهش

Figure ۱: Research process

مساله بهداشت و سلامت در هر کشور یکی از مهمترین اهداف اصلی هر کشور محسوب می‌شود و در اثبات این گفته می‌توان به قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران اشاره کرد. بخش سلامت و بهداشت جامعه، همواره به دنبال این هدف هستند تا از

[۱] Hiba Mehtadi, et al
[۲] Sawyer & Harrison

حداقل منابع به بهترین شکل استفاده نموده تا به بهترین نحو، خدمات بهداشتی و درمانی را ارائه نمایند (خاتمی فیروز آبادی و همکاران، ۱۳۹۷). ارزیابی بهره‌وری سیستمهای سلامت و مراکز درمانی در دو سطح خرد و کلان حائز اهمیت است. در سالهای اخیر مدیران این مراکز تمایل زیادی به برآورد نیازهای متفاوت بیماران با کیفیت خدمات بالا داشته‌اند. لازمه دستیابی به این هدف، سنجش عملکرد و کارایی هر بخش مراکز بهداشتی درمانی می‌باشد (جهان‌تیغ و استواره،۱۳۹٦). ارزیابی عملکرد فرآیندی است که همواره سازمانها به هر نحوی به دنبال محاسبه آن می‌باشند و از طریق آن سعی در اصلاح و ارتقاء اعضا و فعالیتهای سازمان دارند. بیمارستانها بعنوان مهمترین واحد نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی ضرورت ارزیابی عملکرد را بیش از دیگر سازمانها احساس می‌کنند چرا که ضعف عملکرد مدیران باعث تاخیر در درمان یا پیشرفت بیماری یا مرگ می‌شود (نظری[۱]، ۱۹۹٦)، بنابراین به منظور عملکرد بهتر مدیران بیمارستانها نیاز به بررسی کارایی بخش‌های مختلف بیمارستانها و تعیین علل عدم کارایی آنهاست که منجر به رضایتمندی مردم از خدمات حوزه سلامت و درمانی کشور می‌شود. با توجه به ارزش والای سلامتی انسانها، ارائه خدمات درمانی در جوامع انسانی در زمره اساسی‌ترین نیازهای جوامع قرار گرفته است (ساموئل و همکاران[۲]، ۲۰۱٤). بیمارستانها در راستای ارائه خدمات درمانی و به منظور تحقق رسالت خود، از بخشهای مختلفی تشکیل شده‌اند. لذا به هنگام بررسی کارایی بیمارستانها، باید به بررسی واحدهای مختلف آنها توجه داشته باشیم. این بخش‌ها دارای نهاده‌ها و ستاده‌های مختلف و متفاوتی هستند که این نهاده‌ها و ستاده‌ها لزوما از مقیاس یکسانی برخوردار نمی‌باشند. از اینرو، برای بررسی کارایی بیمارستانها می‌توان از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمود. از طرفی با توجه به هدف اصلی پژوهش که مدلسازی جهت شناسایی عوامل تاثیرگذار بر کارایی عملکرد بیمارستانها و مقایسه واحدها با یکدیگر و سپس رتبه‌بندی آنها می‌باشد تکنیک تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها می‌تواند این هدف را محقق سازد (شفیعی نیکآبادی و حسینی، ۱۳۹۸).

کلمه تابآوری[۳] به معنی ایستادگی، توانایی قوی، پافشاری کردن است (دعاگویان، ۱۳۹۸). در یک تعریف جامع تابآوری به عنوان توانایی یک سیستم بر اساس چهار عمل برنامه‌ریزی و آماده‌سازی؛ بازگشت‌پذیری؛ بازیابی و انطباق با توجه به رخدادهای نامطلوب است (لینکو و ترامپ[٤]، ۲۰۲۰). بیمارستانها در زمان بروز حادثه، علاوه بر اینکه به پذیرش و درمان مصدومین توجه می‌کنند، مراقبت از بیماران موجود را نیز ادامه می‌دهند. بنابراین برای رویارویی با این شرایط، باید از مفهوم تابآوری بهره برد (خادمی جلگه نژاد،۱۳۹۸). امروزه بیمارستانهای باتجربه و تابآور، در مقابله با یک فاجعه، آسیب‌پذیری کمتر و بازیابی سریعتری نسبت به بیمارستانهای سنتی که ظرفیتهای خود را تنها بر اساس فاجعه‌های گذشته توسعه داده‌اند دارند. تابآوری، استراتژیهای مقابله با فاجعه را توسعه می‌دهد؛ آگاهی از مسیرهای جلوگیری از شکست را افزایش می‌دهد و در تغییر مسیرها و یادگیری در مورد مسیرهای بالقوه دیگر کمک می‌کند (شیرعلی و همکاران، ۲۰۱٦). با ایجاد سیستم‌های بهداشتی تابآور، بیمارستان قادر به پیش‌بینی، پاسخگویی، مقابله و بازیابی است و همچنین سازگار با شوکها و تنشها است (لابردا و همکاران[٥]، ۲۰۱۷). تورن[٦]

---

[۱] Nazari
[۲] Samuel, et al
[۳] Resistance
[٤] Linko & Trump
[٥] Labreda, et al
[٦] Torn

(۲۰۱۹)، تابآوری سیستم‌های بهداشتی را توانایی ادامه دادن و تحقق اهداف خود در مواجهه با چالش‌ها؛ ظرفیت بازیگران؛ نهادها و جمعیت‌های بهداشتی جهت آماده‌سازی و پاسخگویی موثر به بحران؛ حفظ عملکرد اساسی در صورت بروز بحران و آگاهی با درسهای آموخته شده در هنگام بحران، سازماندهی مجدد در صورت شرایط نیاز به آن؛ قادر به تطبیق عملکرد خود برای مقابله با شوک و تغییر در صورت لزوم برای بهبودی از فاجعه تعریف می‌کند.

تحلیل پوششی داده‌ها[۱] یک رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی و از روشهای ناپارامتریک ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری همگن[۲]است (پراتاب سینگ و همکاران[۳]،۲۰۲۲). روشی مبتنی بر رویکرد بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است و برای ارزیابی نسبی با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه، نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده را ارزیابی می‌کند (شفیعی نیک‌آبادی و همکاران،۱۳۹۷). همچنین تحلیل پوششی راهکارهایی را برای مدیریت بهتر منابع به منظور رسیدن به خروجیهای مورد انتظار ارائه می‌دهد (شفیعی نیک‌آبادی و سلیمی، ۱۳۹٤). از آنجایی که مدل‌های تحلیل پوششی مرسوم را نمی‌توان برای اندازه‌گیری عملکرد واحدها با ساختار شبکه استفاده کرد، باید از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه[٤] استفاده شود (پیکانی و همکاران[٥]،۲۰۲۲). NDEA یک رویکرد کاربردی و موثر است که می‌تواند برای ارزیابی عملکرد واحدها با ساختار شبکه‌ای مانند دو مرحله‌ای، سری، موازی، مختلط و غیره به کار رود (کائو[٦]، ۲۰۱۷). این مدل علاوه بر کارایی کلی هر واحد تصمیم‌گیرنده به بررسی فرآیندهای داخلی و مراحل کاری واحدهای تصمیم‌گیرنده نیز می‌پردازد (شفیعی نیک‌آبادی و همکاران،۱۳۹٦). کاربرد این رویکرد در بخش آموزش، بانکداری، مراقبت‌های بهداشتی، صنایع هتلداری و ... می‌باشد (تان و دسپوتیس[۷]، ۲۰۲۱). در بخش سلامت، اولین استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به سال ۱۹۸۳ برمی‌گردد که نونامیکر و لوین[۸] به بررسی کارایی خدمت‌رسانی پرستاران پرداختند. همچنین در سال ۱۹۸٤،شرمان[۹] اولین کسی بود که کارایی یک بیمارستان را ارزیابی نمود (اوزکان[۱۰]، ۲۰۰۸).

در این بخش به بررسی مطالعات خارجی و داخلی مرتبط با موضوع پژوهش بطور خلاصه پرداخته می‌شود:

جدول ۱ : تحقیقات مرتبط با پژوهش

Table ۱: Research related to the research

محقق research fellow	اقدامات Actions	نتایج Results

۱ Data envelopment analysis
۲ decision making units
۳ Pratab Singh, et al
٤ network data envelopment analysis
٥ Picani, et al
٦ Cao
۷ Ton and despotism
۸ Nunamaker and Levine
۹ SHerman
۱۰ Ozkan

امانوئل و هریسون (۲۰۲۲)	تابآوری در زنجیره تامین مراقبت‌های بهداشتی: مروری بر واکنش بریتانیا به کرونا	این تحقیق اکتشافی تابآوری زنجیره‌های تامین مراقبت‌های بهداشتی بریتانیا را از دیدگاه مشتری در پرتو همه‌گیری ویروس کرونا تحلیل می‌کند.
لطفی و همکاران (۲۰۲۲)	بهینه‌سازی قوی فازی و داده‌محور ترکیبی برای تابآوری زنجیره تامین مراقبت‌های بهداشتی پایدار با رویکرد VMI	نتایج نشان می‌دهد که افزایش برش فازی، سطح اطمینان، ضریب استحکام، ضریب انعطاف‌پذیری و سطح اطمینان CVaR میزان هزینه‌ها افزایش می‌یابد. تابع Minimaxبرای تصمیم گیرندگان محافظه کار مناسب است.
شوشانگ و همکاران (۲۰۲۲)	چارچوبی برای ارزیابی کمی تابآوری لرزه‌ای سیستم‌های بیمارستانی	مطالعه موردی یک سیستم بیمارستانی معمولی نشان داد که برای بازیابی عملکرد اضطراری پس از یک زلزله شدید به اندازه کافی تابآور نیست.
اجرسیتو مانگاوابلای و همکاران (۲۰۲۱)	بررسی آمادگی بیمارستانی، تابآوری پرستاران بالینی در رسیدگی به کووید ۱۹در عربستان	یافته‌های این مطالعه به بهبود برنامه آموزش مداوم، حمایت روان‌شناختی و برنامه سلامت روان کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود که نیازهای پرستاران بالینی در زمان شیوع بیماری برطرف می‌شود.
ماریا موتینیو (۲۰۲۱)	تابآوری بیمارستان پس از زلزله ۲۰۱۵ در نپال	تابآوری بیمارستان از پیچیدگی در حال ظهور و برنامه‌ریزی، سازگاری و همچنین از وابستگی متقابل با تابآوری فردی ناشی می‌شود.
سعید فلاح علی آبادی (۲۰۲۰)	به سوی توسعه مدلی برای ارزیابی تابآوری بیمارستان در بلایا: یک بررسی سیستماتیک	از آنجایی که شاخص‌های متنوعی بر تابآوری بیمارستان تأثیر می‌گذارند، باید مطالعات دیگری برای پیشنهاد برخی از آنها انجام شود.
هوندال و همکاران(۲۰۲۱)	روش ناب شش سیگما به عنوان مکانیزم تابآوری سازمانی در مراقبت‌های بهداشتی	نتایج نشان داد که شش سیگما ناب (LSS) به کاهش تأثیر کووید ۱۹ در محیط مراقبت‌های بهداشتی کمک می‌کند.
جعفرنژاد و همکاران (۲۰۱۹)	تابآوری زنجیره تامین در صنعت تجهیزات پزشکی	هدف این پژوهش یافتن عوامل کلیدی موثر بر انعطاف‌پذیری و تابآوری زنجیره تامین تجهیزات و بررسی روابط پویای این عوامل با استفاده از روش دلفی و روش SD می-باشد.
مونز و همکاران (۲۰۱۹)	بررسی ۵۶ مقاله جهت بررسی عملکرد زنجیره‌های تامین داخلی بیمارستان	نشانگرهای عملکرد (هزینه‌ها، زمان، پارامترهای موجودی سطح خدمات و..) بر جریانات تدارکات داخلی در یک بیمارستان تاثیر می‌گذارند.
کیملارو و همکاران(۲۰۱۸)	تحلیل عاملی برای ارزیابی تابآوری بیمارستان	به دنبال ارائه یک روش سریع برای کیفی سازی تابآوری فاجعه در تسهیلات مراقبت درمانی از طریق ۳ عامل مدیریت آموزش و همکاری، منابع و قابلیت تجهیزات و رویه-های عملیاتی سازی و ساختاری
سامسودین و همکاران(۲۰۱۸)	ویژگیهای آمادگی فاجعه و تابآوری بیمارستان در مالزی	۴ شاخص برای تاباوری بیمارستان شامل مقاومت، افزونگی، منابع و سرعت بیان شد. آموزش و منابع انسانی، سازگاری در زمان مناسب جزو شاخصهایی هستند که بیشترین امتیاز را کسب کردند.
لابردا و همکاران(۲۰۱۷)	تابآوری ۲۱ بیمارستان دولتی و خصوصی در کشور فیلیپین	بر اساس شاخصهای تابآوری بیمارستان برنامه‌ریزی، ذخیره‌سازی، ایمنی مراقبتهای حیاتی، آموزش و بازیابی نتایج نشان داد که بیمارستانهای دولتی واجد امتیازات بالاتری نسبت به بیمارستانهای خصوصی هستند.
جعفر و تانجا (۲۰۱۷)	برنامه ریزی تداوم، یک بررسی در بیمارستانهای دهلی	یافته ها نشان داد که درک اندکی از سطح آمادگی برای بیمارستان که بتواند عملکرد خود را در طول و بعد از حادثه حفظ کند وجود دارد با وجود اینکه تمام پاسخ دهندگان بر وجود یک برنامه ریزی تداوم واقف بودند.
جلگه نژاد و همکاران (۱۴۰۰)	سناریونگاری زنجیره تأمین تابآور بیمارستان با روش تحلیل تأثیر متقابل	یافته‌ها نشان می‌دهد که شدت تأثیرگذاری وضعیتهای نامطلوب، بیشتر از وضعیتهای مطلوب است. بنابراین برای تابآوری زنجیره تامین بیمارستان لازم است که سناریوهای نامطلوب بیشتر مدنظر قرار گیرند.
جلگه نژاد و همکاران (۱۳۹۹)	آینده پژوهی زنجیره تامین بیمارستان با سناریونگاری منطق شهودی	چهار سناریوی سازگار، آشفته، از هم گسیخته و مبارز بر مبنای بحرانی‌ترین محرکها در زمینه تابآوری زنجیره تامین بیمارستان تدوین شد بهره‌گیری از ویژگی الهام بخش این سناریوها می‌تواند به مدیران حوزه سلامت و مدیریت بحران کمک کند تا آمادگی لازم برای مواجهه با بحران را کسب نمایند. روش سناریونگاری منطق شهودی، می‌تواند برای آینده پژوهی در سایر حوزه‌های نظام سلامت مورد استفاده قرار گیرد.

زابلی و همکاران (۱۳۹۹)	استاندارد سازی و اعتباریابی ابزار تابآوری سازمانی در بیمارستانهای نظامی	بیمارستانهای نظامی با بازبینی در ماموریت و عملکردهای جاری خویش تدابیر ویژه‌ای را برای افزایش سازگاری ظرفیتی در بحرانها فراهم نمایند. باید بتوانند برای افزایش تابآوری خدمات بازتوانی بعد از حادثه را تمرین و ارائه نمایند.
خادمی جلگه نژاد و همکاران (۱۳۹۸)	عوامل موثر بر تابآوری زنجیره تامین بیمارستان	عوامل مربوط به تمرینات کافی کارکنان، برنامه ریزی مدیریت فاجعه، سیستم فرماندهی و ظرفیت بالقوه بیشترین تاثیر بر تابآوری زنجیره تامین بیمارستان دارند.

با توجه به پژوهشهای داخلی و خارجی انجام شده می‌توان نتیجه گرفت، ارزیابی عملکرد بیمارستانها با در نظر گرفتن شاخصهای مرتبط با تابآوری به روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای مشاهده نشده است.

در جدول ۲ به معرفی بیمارستان‌های دولتی استان یزد به شرح زیر پرداخته می‌شود:

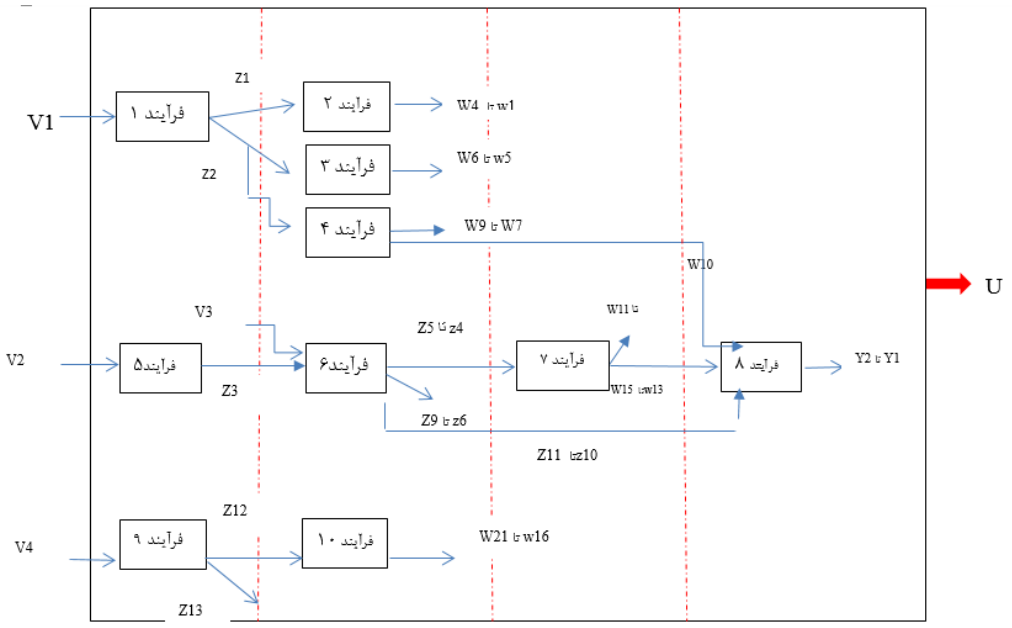
جدول ۲: لیست بیمارستان‌های دولتی یزد

Table ۲: List of government hospitals in Yazd

ردیف Row	نام بیمارستان Hospital name	ردیف Row	نام بیمارستان Hospital name
۱	بیمارستان افشار(یزد)	۸	بیمارستان آیت الله خاتمی (خاتم)
۲	بیمارستان شهید بهشتی (تفت)	۹	بیمارستان شهید رهنمون (یزد)
۳	بیمارستان امام جعفر صادق (میبد)	۱۰	بیمارستان خاتم الانبیا (یزد)
٤	بیمارستان شهید صدوقی (یزد)	۱۱	بیمارستان حکیم بهابادی (بهاباد)
٥	بیمارستان شهدای محراب (یزد)	۱۲	بیمارستان خاتم الانبیا (ابرکوه)
٦	بیمارستان ضیائی (اردکان)	۱۳	بیمارستان حضرت ولیعصر (بافق)
۷	بیمارستان حضرت فاطمه الزهرا (مهریز)	----	----------

در این پژوهش هدف اصلی طراحی مدل ارزیابی تابآوری زنجیره تامین بیمارستانهای دولتی استان یزد و شناسایی عوامل تاثیرگذار بر کارایی عملکرد بیمارستانها و مقایسه واحدها با یکدیگر و سپس رتبه‌بندی آنها می‌باشد تکنیک تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها می‌تواند این هدف را محقق سازد.

بر این اساس مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل ۲ در قسمت زیرآورده شده است.



شکل ۲: سیستم چند مرحله‌ای (٤ مرحله ای) سری با مراحل موازی

Figure ۲: Multi-stage (٤-stage) series system with parallel stages

ابزار و روش

این پژوهش از نظر هدف، پژوهشی کاربردی و با کمک روش ارزیابی مبتنی بر مدلسازی ریاضی است و از نظر روش گردآوری اطلاعات با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی تحقیقات پیشین و نظرات خبرگان حوزه سلامت در زمینه مورد بررسی ۱۰ بعد اصلی با ٤۰ زیر مولفه شناسایی و مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که هدف این پژوهش ارائه مدل مناسبی به منظور ارزیابی کارایی بیمارستان‌ها با تاکید بر مولفه تابآوری زنجیره تامین بیمارستان می‌باشد، روش تحلیل داده‌ها نیز بر اساس NDEA چند مرحله‌ای باز و جامعه آماری شامل بیمارستان‌های دولتی استان یزد در تابستان ۱٤۰۱ می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار لینگو[۱] به یافتن مقادیر بهینه پرداخته شد. با توجه به اهمیت و ضرورت ارزیابی عملکرد در شناسایی واحدهای کارا و ناکارا و شناسایی نقاط قوت و ضعف هرکدام از این واحدها و برنامه‌ریزی برای بهبود این واحدها در جهت افزایش کارایی آنها بایستی بیمارستان مورد مطالعه جهت حداکثر کردن راندمان کاری خود سعی و تلاش داشته باشند. بنابراین، این پژوهش درصدد است تا با استفاده از NDEA، ضمن ارزیابی عملکرد بیمارستانها بر اساس مولفه تابآوری زنجیره تامین، مدلی ارائه کند که با استفاده از عمده‌ترین معیارها، امکان ارزیابی عملکرد این حوزه را فراهم آورد.

[۱] Lingo

تجزیه و تحلیل گام‌های پژوهش

این بخش با توجه به هدف پژوهش در ۳ گام تنظیم و ارائه شده است:
در گام اول به شناسایی شاخص‌های تابآوری زنجیره تامین بیمارستانها پرداخته شده که پاسخی برای سوال اول پژوهش است در گام دوم، به اجرای مدل پرداخته شده (پاسخ به سوال دوم) و در گام سوم نتایج حاصل خلاصه و جمع‌بندی شده است که اجرای هر گام به شرح زیر می‌باشد.

گام اول: شناسایی و بررسی شاخصهای تابآوری در زنجیره تامین بیمارستانها

در این گام از پژوهش شاخص‌هایی با استفاده از مطالعه ادبیات و مقالات و نظرات خبرگان حوزه سلامت در ۱۰ بعد اصلی شناسایی گردید. جدول ۳، نمای کلی از شاخص‌ها که برای ارزیابی تابآوری استخراج شده‌اند نشان داده شده است.

جدول ۳: ابعاد و زیر مولفه‌های تابآوری زنجیره تامین بیمارستان

Table ۳: dimensions and sub-components of hospital supply chain resilience

ردیف Row	ابعاد Dimensions	زیرشاخصها و علامت اختصاری Subscripts and abbreviations	منابع References
۱	آمادگی و پاسخگویی کارکنان در زمان فاجع	آموزش نقشها و مسئولیتها (W۷)	(سیملارو و همکاران، ۲۰۱۸) (جعفر و تانجا، ۲۰۱۷) (خادمی جلگه نژاد، ۱۴۰۰) (ژنگ و همکاران، ۲۰۱۴) (آدینی و همکاران، ۲۰۰۶) (خادمی جلگه‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷) (بورلاکینس و همکاران،۲۰۱۱) (مونز و همکاران، ۲۰۱۹) (لابردا وهمکاران،۲۰۱۷) (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۵) (سیدین و همکاران، ۱۳۹۳) (خانگه، ۲۰۱۲) (سامودین و همکاران، ۲۰۱۸) (زابلی و همکاران،۱۳۹۹) (ربیعیان و همکاران،۱۳۹۷) (شکوهیان و همکاران،۱۳۹۷) (هوهنستین و همکاران،۲۰۱۴) (منسا و مرکوری، ۲۰۱۴) (سازمان بهداشت جهانی،
		یادگیری از تجربیات (W۸)	
		تمرینات کافی (W۹)	
		نیروی کار داوطلب (W۱۰)	
۲	آمادگی در برابر بلایا	کمیته اضطراری یا مرکز ارزیابی (W۵)	
		دوره ارزیابی دوره ای و بازنگری طرحها (W٦)	
۳	ایمنی زیرساختها و تجهیزات	پروتکل ها و رویه‌های استاندارد (W۱)	
		دسترسی به بیمارستان (W۲)	
		استراتژیهایی برای تخلیه (W۳)	
		بازگرداندن تجهیزات به سطح قبل از حادثه (W٤)	
٤	آسیب پذیری و ایمنی بیمارستان	شناسایی عوامل اصلی تهدیدات و حوادث (V۱)	
		ابلاغ حوادث و تهدیدات اصلی مصوب به واحدها (Z۲)	
		ایجاد سیستم نظارت و هشدار دهنده زود هنگام به رویدادها (Z۱)	
۵	تامین کنندگان کالا و خدمات مورد نیاز بیمارستان	هماهنگی با تامین کنندگان (Z۱۰)	
		انعطاف‌پذیری تامین کنندگان (Z٦)	
		برنامه ارتباط با تامین کننده (Z۷)	
		تحریم‌های دارویی و تجهیزات (V۳)	
		پشتیبانی دولت و سازمانها برای بازیابی (Z۱۱)	
		مدیریت ذخایر (Z٤)	

		سیستم‌های پشتیبان (**Z۵**)	(۲۰۱۵ (بالتاچی و همکاران، ۲۰۰۷) (مک دنیل و همکاران، ۲۰۰۸) (کنفرانس جهانی، ۲۰۰۵) (کاوون و همکاران، ۲۰۱۶) (چند و لوسمر، ۲۰۱۵) (سم و همکاران، ۲۰۱۱) (آچور و همکاران، ۲۰۱۴)
		همکاریها و مشارکتها (**Z۸**)	
		ظرفیت بالقوه (**Z۹**)	
		فرهنگ مردم در زمان حادثه (**Z۱۲**)	
٦	**عوامل بیرونی**	سیاستهای دولت (**Z۱۳**)	
		ماهیت و شدت حادثه (**V٤**)	
۷	**مدیریت فاجعه**	دانش و مهارت در مدیریت فاجعه (**W۱٦**)	
		نظارت و ارزیابی (**W۱۷**)	
		برنامه مدیریت فاجعه (**W۱۸**)	
		سیستم فرماندهی و ارتباطی (**W۱۹**)	
		تداوم خدمات درمانی (**W۲۰**)	
		استراتژی‌های بازیابی و سازگاری (**W۲۱**)	
۸	**تامین منابع مالی**	اعتبارات اختصاصی و مدیریت منابع مالی (**Z۳**)	
		مسائل اقتصادی (**V۲**)	
		استراتژی های مدیریت تجهیزات پزشکی (برنامه های توزیع داروهای محدود برای بخش های مهم) (**W۱٤**)	
۹	**سازگاری و ظرفیت**	کمیت و کیفیت کارکنان اورژانس و گروه متخصص (**W۱۱**)	
		راهبردهای محافظتی و انگیزشی (مراقبت خانواده ها، حمایت اجتماعی) (**W۱۲**)	
		دانش کارکنان کلیدی مدیریت بحران (**W۱۳**)	
		شناسایی و مدیریت مهارتهای کلیدی کارکنان (کمک های اولیه و (**W۱۵**)	
۱۰	**تداوم خدمات بحران**	استراتژی افزایش ظرفیت بستری (فضای فیزیکی، کارکنان، منابع و..) (**Y۱**)	
		امکان افزایش تجهیزات برای نجات در محل (آمبولانس و..) (**Y۲**)	

معرفی شاخص‌ها

در این قسمت به اختصار به معرفی ابعاد اصلی تابآوری زنجیره تامین بیمارستان پرداخته شده است (خانگه و همکاران،۱۳۹۱):

آمادگی و پاسخگویی کارکنان در زمان فاجعه: عملکرد سیستم خدمات و درمان از جمله بیمارستانها نیازمند کارکنان آموزش دیده و با تجربه است. لذا در زمان بحران جهت ارتقا تابآوری بایستی از شایستگی لازم برخوردار باشند (مونز و همکاران، ۲۰۱۹؛ سیملارو ۲۰۱۸).

آمادگی در برابر بلایا : به معنای داشتن برنامه و اقدامات مربوطه و آمادگی لازم جهت افزایش توان بیمارستانها و مراکز بهداشتی درمانی جهت پاسخگویی به رویدادهای مختلف و کاهش خسارات ناشی از آنها می‌باشد.

ایمنی زیرساختها و تجهیزات بعد از فاجعه و جایگزینی منابع: از اجزای اصلی بیمارستان می‌باشند که ایمنی آن جهت تابآور بودن بیمارستان از اهمیت زیادی برخودار است. لذا جهت اطمینان از تابآور بودن آن بایستی برنامه‌ریزی‌های لازم انجام شود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۵).

مدیریت فاجعه : هم تراز بودن مناسب تقاضا در زمان بحران با ظرفیت تسهیلات بیمارستان نیازمند مدیریت مناسب در زمان فاجعه می‌باشد. همچنین برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری منجر به آمادگی پزشکی و مدیریت بیمارستان می‌شود. لذا با تمرکز بر مدیریت مناسب بحران می‌توان تابآوری را ارتقا داد (سیملارو، ۲۰۱۸).

سیستم‌های پشتیبانی و ظرفیت: داشتن ذخیره اضطراری و استراتژی مدیریت منابع اضطراری و مدیریت تجهیزات پزشکی و کیفیت و کمیت کارکنان و متخصصان و راهبردهای انگیزشی کارکنان جهت ارائه خدمات بموقع و صحیح پیش‌بینی‌های مربوط به تجهیزات پزشکی و دارویی و سیستم‌های آب و برق برای زمان حادثه از اهمیت زیادی برخودار است و در صورت فقدان هر یک، بیمارستان قادر به ارائه خدمات نمی‌باشد این پیش‌بینی‌ها و توجه به آنها منجر به سازگاری و ارتقا تابآوری در مواجه با بحران می‌شود (سیملارو، ۲۰۱۸).

تامین کنندگان کالا و خدمات مورد نیاز بیمارستان: تامین‌کنندگان اقلام مورد نیاز بیمارستان مانند دارو، تجهیزات پزشکی و درمانی نقش مهمی در ارائه مطلوب خدمات بهداشتی و درمانی بعنوان بازیگر اصلی در زنجیره تامین بیمارستان ایفا می‌کنند (مونز و همکاران، ۲۰۱۹).

عوامل بیرونی : عواملی که درخارج از محیط بیمارستان قرار دارند ولی بر تابآوری زنجیره تامین بیمارستان تاثیر می‌گذارند (آچور و همکاران، ۲۰۱٤).

تامین منابع مالی: شرایط نامناسب اقتصادی، کاهش ارزش پول ملی، رشد بی رویه تورم از جمله عواملی هستند که بر حوزه سلامت بویژه بیمارستانها تاثیرگذار هستند. عدم توانایی در تامین منابع مالی، عدم تطابق بین نیازها و اعتبارات تخصیصی و عدم توانایی در خودگردانی بیمارستانها تابآوری زنجیره تامین بیمارستانها را کاهش می‌دهد (سیملارو، ۲۰۱۸).

آسیب‌پذیری و ایمنی بیمارستان: آسیب‌پذیری بیمارستان به میزان کمبودها و نقاط ضعف آن در زمان وقوع حادثه و بلایا بستگی دارد. بررسی صحیح و منظم مخاطرات و آسیب پذیری‌های محتمل لازمه برنامه‌ریزی و مدیریت موثر خطر بوده و برنامه‌ریزی باید بر مخاطرات محلی متمرکز باشد. شاخص ایمنی بیمارستان نیز معرف این احتمال است که بیمارستان می‌تواند در شرایط وقوع بلایا فعال بوده و وظایف خود را انجام دهد (سیدین و همکاران، ۲۰۱٤).

گام دوم : معرفی نهاده‌ها و ستانده‌های مدل تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها

در این پژوهش، پس از شناسایی شاخص‌ها، با توجه به ساختار شبکه مورد مطالعه و تحقیقات مشابه جهت تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل از مدل NDEA چند مرحله‌ای ورودی‌محور که توسط کوک و همکاران در سال ۲۰۱۰ ارائه شده بهره گرفته بدین معنی که خروجی‌های هر مرحله می‌توانند محصول نهایی تلقی شده و سیستم را ترک کنند و یا به عنوان ورودی وارد مرحله بعد شوند، ضمن این‌که ورودی‌های جدیدی نیز در هر مرحله می‌توانند وارد سیستم شوند، در حالی‌که در سیستم‌های بسته امکان ورود ورودی‌های جدید در هر مرحله به سیستم وجود ندارد و خروجی‌های مرحله آخر، خروجی نهایی محسوب می‌شوند. بر اساس این مدل می‌توان مشخص کرد که میزان کارایی هر یک از بیمارستان‌های تحت بررسی چگونه است. به این ترتیب قابلیت رتبه‌بندی بیمارستان‌های تحت بررسی فراهم می‌شود. در خصوص ماهیت مدل به با توجه به رویکرد پژوهش جهت تخصیص بهینه منابع و کنترل بیشتر بر ورودی‌های سیستم بیمارستان تا خروجی‌های آن، مدل مذکور با ماهیت ورودی‌گرا در نظر گرفته و کارایی بر این اساس محاسبه گردید. این مدل از چهار مرحله تشکیل شده است که مرحله اول شامل سه فرآیند و مرحله دوم شامل پنج فرآیند و مرحله سوم شامل یک فرآیند و مرحله چهارم شامل یک فرآیند که بر اساس آنها کارایی بیمارستانها نمونه محاسبه شده است. در این پژوهش با توجه به ساختار شبکه مورد مطالعه و تحقیقات مشابه، از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای چند مرحله‌ای باز که توسط کوک و همکاران در سال ۲۰۱۰ ارائه گردیده استفاده شده است، بدین معنی که خروجی‌های هر مرحله می‌توانند محصول نهایی تلقی شده و سیستم را ترک کنند و یا به عنوان ورودی وارد مرحله بعد شوند، ضمن این‌که ورودی‌های جدیدی نیز در هر مرحله می‌توانند وارد سیستم شوند. در حالی‌که در سیستم‌های بسته امکان ورود ورودی‌های جدید در هر مرحله به سیستم وجود ندارد و خروجی‌های مرحله آخر، خروجی نهایی محسوب می‌شوند. لذا مدل مفهومی پژوهش مطابق شکل ۲ در قسمت بالا آورده شده است.

انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی در تعیین نمرات کارایی تحلیل پوششی داده‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است (۲٤). بر اساس مدل مفهومی فوق، پارامترهای مدل بصورت زیر تعریف شده‌اند:

جدول ٤: ورودی‌ها و خروجی‌های مشترک مدل

Table ٤: Common inputs and outputs of the model

ورودی Entrance	پارامترهای مشترک Parameters Common	خروجی output
ورودی ایمنی زیرساختها	Z۱	خروجی آسیب پذیری و ایمنی
ورودی آمادگی در برابر بلایا ورودی آمادگی و پاسخگویی کارکنان در زمان فاجعه	Z۲	خروجی آسیب پذیری و ایمنی
ورودی تامین کنندگان کالا و خدمات	Z۳	خروجی منابع مالی
ورودی تداوم خدمات بحران	W۱۰	خروجی آمادگی و پاسخگویی کارکنان در زمان فاجعه
ورودی سازگاری و ظرفیت	Z۴	خروجی تامین کنندگان کالا و خدمات
ورودی سازگاری و ظرفیت	Z۵	خروجی تامین کنندگان کالا و خدمات

ورودی تداوم خدمات بحران	Z۱۰	خروجی تامین کنندگان کالا و خدمات
ورودی تداوم خدمات بحران	Z۱۱	خروجی تامین کنندگان کالا و خدمات
ورودی تداوم خدمات بحران	W۱۴	خروجی سازگاری و ظرفیت
ورودی مدیریت فاجعه	Z۱۲	خروجی عوامل بیرونی

در جداول زیر به تعریف ورودی‌ها و خروجی‌های هر فرآیند پرداخته می‌شود.

جدول ۵: ورودی‌ها و خروجی‌های مدل

Table ۵: Inputs and outputs of the model

ورودی Entrance	فرآیند Process	خروجی output
v۱	۱ (آسیب پذیری و ایمنی بیمارستان)	Z۲، Z۱
Z۱	۲ (ایمنی زیرساختها)	W۴، W۳، W۲،W۱
Z۲	۳ (آمادگی در برابر بلایا)	W۶ ،W۵
Z۲	۴ (آمادگی و پاسخگویی کارکنان)	W۱۰ ،W۹ ،W۸،W۷
V۲	۵ (منابع مالی)	Z۳
Z۳،V۳	۶(تامین کنندگان کالا و خدمات)	Z۱۱،Z۱۰،Z۹ ،Z۸ ،Z۷ ،Z۶ ،Z۵ ،Z۴
Z۵، Z٤	۷ (سازگاری و طرفیت)	W۱۵،W۱۴ ،W۱۳ ،W۱۲ ،W۱۱
W۱٤،W۱۰ ، Z۱۱ ،Z۱۰	۸ (تداوم خدمات بحران)	Y۲،Y۱
V٤	۹ (عوامل بیرونی)	Z۱۳،Z۱۲
Z۱۲	۱۰ (مدیریت فاجعه)	W۲۰ W۲۱،W۱۹ ،W۱۸،W۱۷ ،W۱۶
--	خروجی نهایی U: (تابآوری زنجیره تامین)	--

مدل ریاضی

در این بخش از پژوهش تابع هدف و محدودیتهای مدل مربوطه آورده شده است که در اینجا تابع هدف بدنبال حداکثر کردن تابآوری می‌باشد. همچنین این مدل دارای ۷ محدودیت بوده که بصورت زیر (رابطه ۲ تا ۸) تعریف شده است.

تابع هدف و محدودیت‌های مدل برای محاسبه کارایی بیمارستان K بصورت رابطه زیر می‌باشد:

$$E_K = MAX\ uy$$

$$(z_۶+z_۷+z_۸+z_۹+z_{۱۳}+ w_{۱+}w_۴+w_۵+w_۶+w_۷+w_۸+w_۹+w_{۱۱}+w_{۱۲}+w_{۱۶}+w_{۱۷}+w_{۱۸}+w_{۱۹}+w_{۲۰}.+w_{۲۱+}\ y_۱+y_۲) \quad (۱)$$

$$s.t \quad (v_۱ + v_۲ + v_۳+v_۴) = ۱ \quad (۲)$$

a)
$$(z_۶+z_۷+z_۸+z_۹+z_{۱۳}+ w_۱+w_۴+w_۵+w_۶+w_۷+w_۸+w_۹+w_{۱۱}+w_{۱۲}+w_{۱۶}+w_{۱۷}+w_{۱۸}+w_{۱۹}+w_{۲۰}.+w_{۲۱}+\ y_۱+y_۲)- (v_۱ + v_۲ + v_۳+v_۴) <=۰ \quad (۳)$$

b)
$$(z_۱+z_۲+z_۳+z_{۱۲}+z_{۱۳}) - (v_۱ + v_۲ +v_۴) <=۰ \quad (۴)$$

c)
$$(w_{۱+}\ w_۲+w_۳+w_۴+w_۵+w_۶+w_۷+w_۸+w_۹+w_{۱۰}.+\ z_۴+z_۵+z_۶+z_۷+\ z_۸+\ z_۹+ z_{۱۰}.+z_{۱۱}+w_{۱۶}+w_{۱۷}\ +w_{۱۸}+w_{۱۹}+\ w_{۲۰}.\ +w_{۲۱})-(\ z_۱+z_۲+z_۳+z_{۱۲+}v_۳) <=۰ \quad (۵)$$

d) $(w_{11}+w_{12}+w_{13}+w_{14}+w_{15})-(z_4+z_5) <= 0$ (۶)

e) $(y_1 + y_2) - (w_{10}+w_{13}+w_{14}+w_{15}+ z_{10}+z_{11}) <= 0$ (۷)

f) $V, u, z, w, y \geq 0$ (۸)

در این مدل، u ضریب اختصاص داده شده به تابآوری، v_1 تا v_4 ضرایب اختصاص داده شده به ورودی‌ها، z_1 تا z_{13} و w_1 تا w_{21} و y_1 تا y_2 ضرایب مربوط به واسطه‌ها (خروجی‌های مرحله قبل و ورودی‌های مرحله بعد) می‌باشند.

جمع‌آوری مقادیر شاخص‌ها برای هریک از بیمارستان‌های دولتی استان یزد

پس از تعیین مدل نهایی پژوهش، نیاز به جمع‌آوری مقادیر پارامترهای تعریف شده در مدل برای هریک از بیمارستان‌ها می‌باشد. به همین منظور لیست بیمارستان‌های دولتی استان یزد تهیه گردید و از ۱۳ بیمارستان جهت انجام پژوهش استفاده شده است. مقادیر پارامترهای تعریف شده در مدل با استفاده از پرسشنامه برای بیمارستان‌های منتخب آورده شده است و در ادامه با استفاده از نرم‌افزار لینگو تحلیل داده‌ها انجام شده است.

جدول ٦: مقادیر شاخص‌های تاب آوری در بیمارستانها

Table ٦: Resilience index values in hospitals

متغیرها Variables	dmu۱	dmu۲	dmu۳	dmu٤	dmu٥	dmu٦	dmu۷	dmu۸	dmu۹	dmu۱۰	dmu۱۱	dmu۱۲	dmu۱۳
v۱	۰.۷۸٥	۰.۹۸۱	۰.۹۳۲	۱.۰۳۰	۱.۲۲٦	۰.۹۳۲	۰.۸۳٤	۰.۸۸۳	۱.۰۳۰	۱.۱۲۸	۱.۱۲۸	۰.۹۸۱	۱.۱٤۸
v۲	۰.۹۰۷	۰.۸٥۷	۱.۰۰۸	۱.۰٥۸	۱.۲۰۹	۰.۸٥۷	۰.۸٥۷	۰.۹٥۷	۰.۹۰۷	۱.۰۰۸	۰.۷٥۹	۱.۰٥۸	۱.۱۲٤
v۳	۰.۸۰٤	۰.۸۹۸	۰.۹٤٥	۱.۰٤۰	۱.۰۸۷	۰.۹٤٥	۰.۸٥۱	۰.۹۹۳	۱.۰٤۰	۱.۱۸۲	۰.۸۸۲	۱.۰٤۰	۰.۹۷۰
v٤	۰.۹۰۳	۰.۸۰۳	۰.۹٥٤	۱.۰۰٤	۰.۹٥٤	۱.۰۰٤	۰.۸٥۳	۱.۰٥٤	۱.۱٥٤	۱.۱٥٤	۰.۹٥٤	۱.۱٥٤	۱.۰۷۰
z۱	۱.۰۰۸	۰.۹۰۲	۰.۹٥٥	۱.۱۱٤	۰.۹۰۲	۱.۰۰۸	۱.۹٥٥	۱.۱٦۷	۱.۹۰۲	۱.۰۰۸	۱.۹۸۲	۱.۰۰۸	۱.۰٦۹
z۲	۰.۹۰٤	۱.۹۰٤	۱.۹۰٤	۱.۹٦۱	۱.۹۰٤	۱.۹۳۰	۱.۹۱۷	۱.۰۷٤	۱.۹۱۷	۲.۹۳۰	۱.۹۹۰	۱.۰۱۷	۱.۸٤٤
z۳	۰.۹۲٥	۰.۹۲٥	۱.۳۲٥	۱.۹۷٦	۱.۸۳۳	۱.۹۷٦	۱.۸۲۲	۱.۰۷۹	۱.۲۳۳	۲.۹۷٤	۱.۹۰۸	۰.۹۷٦	۱.۹٤۰
z٤	۰.۷۳۲	۰.۹٦۱	۱.۸۲٤	۱.۹٦۱	۱.۰۹۹	۱.۰۰۷	۱.۰۹۹	۱.۲۳٦	۱.۹۰۷	۱.۹۰۷	۱.۰۰۷	۱.۰۹۹	۱.۹۹۱
z٥	۱.۰۱۲	۰.۹۰٦	۰.۹۰٦	۱.۱۱۹	۱.۱۷۲	۰.۹۰٦	۱.۰٦٦	۱.۱۱۹	۱.۰۱۲	۱.٦۹۳	۱.۱۱۹	۰.۹٥۹	۰.۹٦٥
z٦	۱.۰٥۳	۰.۹٤۷	۰.۹٤۷	۰.۸۹٥	۱.۰٥۳	۱.۰۰۰	۰.۹٤۷	۱.۱٥۸	۱.۱۰٥	۱.۸۹٥	۱.۰٥۳	۰.۸۹٥	۱.۰٦۲
z۷	۱.۰۹۲	۰.۹۳٦	۰.۸۸٤	۰.۹۳٦	۱.۰٤۰	۰.۹۳٦	۰.۹۳٦	۱.۰۹۲	۰.۹۸۸	۱.۹٤۰	۱.۰۹۲	۰.۹۸۸	۱.۰٥۱
z۸	۱.۲۱۱	۰.۸٤۲	۱.۰۰۰	۱.۱۰٥	۱.۰۰۰	۰.۸۹٥	۰.۷۸۹	۱.۱٥۸	۰.۹٤۷	۱.۷۸۹	۱.۱٥۸	۰.۸۹٥	۱.۲۱۹
z۸	۱.۰۷۹	۱.۰۲۲	۱.۰۷۹	۱.۰۲۲	۱.۱۹۲	۰.۸٥۲	۰.۷۹٥	۱.۰۷۹	۰.۹٦٥	۱.۹۸۱	۱.۱۳٥	۰.۸٥۲	۱.۳۰۳
z۱۰	۱.۲۱۱	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۱٥۸	۱.۱٥۸	۰.۸۹٥	۰.۸٤۲	۱.۱٥۸	۰.۸٤۲	۱.٦۸٤	۱.۰٥۳	۱.۰٥۳	۰.۹۰۳

z۱۱	۱.۳۳٦	۰.۹۲٥	۰.۸۷٤	۱.۰۲۸	۰.۹۲٥	۰.۹۷٦	۰.۸۷٤	۱.۰۷۹	۰.۸۲۲	۱.۹۲٥	۰.۹۷٦	۱.۱۳۰	۱.۰۹۱
z۱۲	۱.۰۹۲	۰.۹۳٦	۰.۸۸٤	۰.۸۳۲	۰.۹۸۸	۰.۹۳٦	۰.۷۸۰	۱.۱۹٦	۱.۰٤۰	۱.۹٤۰	۱.۰۹۲	۱.۱٤٤	۱.۰٥۱
z۱۳	۱.۰۰٤	۰.۹٥۱	۱.۹٥۱	۰.۸٤٦	۱.۹٥۱	۱.۸۹۸	۱.۹٥۱	۱.۲۱٥	۰.۹٥۱	۱.۹۸۷	۲.۹٦۸	۱.۰۰٤	۱.۹۲۲
w۱	۱.۱۱۰	۰.۷۹۳	۱.۱٦۳	۰.۹٥۱	۱.۹۰٤	۰.۸٤٦	۱.۸٤٦	۱.۳۲۱	۰.۹٥۱	۱.۹۹۳	۲.۹٥۷	۱.۰۰٤	۱.۹۷۱
w۲	۰.۹٥۹	۰.۷٦۸	۱.۰٥٥	۰.۹۱۱	۰.۹٥۹	۱.۰٥٥	۰.۹۱۱	۱.۱٥۱	۰.۸٦۳	۱.۹٥٥	۱.۰٥٥	۱.۱۰۳	۱.۱۷٤
w۳	۱.۱٥۱	۰.۸٦۳	۱.۰۰۷	۱.۰٥٥	۰.۹٥۹	۰.۹۱۱	۱.۰۰۷	۱.۱۰۳	۰.۹٥۹	۱.۸۱٥	۱.۱۰۳	۰.۹۱۱	۱.۱۷٤
w٤	۱.۲۰٥	۰.۹٥٤	۰.۹۰۳	۱.۰۰٤	۰.۹۰۳	۰.۸۰۳	۰.۹٥٤	۱.۱۰٤	۰.۹۰۳	۱.۸٥۳	۱.۰٥٤	۱.۱۰٤	۱.۲۷۱
w٥	۱.۰٦٦	۰.۹٥۹	۰.۷۹۹	۱.۱۷۲	۱.۰٦٦	۰.۸٥۲	۱.۰٦٦	۱.۱۱۹	۰.۹۰٦	۱.۹٥۹	۱.۰٦٦	۰.۹۰٦	۱.۱۲٦
w٦	۱.۰۱۲	۰.۹۰٦	۱.۰٦٦	۰.۹٥۹	۱.۰۱۲	۱.۰۱۲	۰.۸٥۲	۱.۱۱۹	۱.۰۱۲	۱.۹٦٦	۱.۰۱۲	۰.۹٥۹	۰.۹٦٥
w۷	۱.۳۰٥	۰.۸۷۰	۰.۸۷۰	۱.۰۳۳	۱.۲٥۱	۰.۹۲٥	۰.۸۷۰	۰.۹۷۹	۱.۰۳۳	۱.۹۲٥	۰.۹۲٥	۰.۹۷۹	۰.۹۸۲
w۸	۱.٦٦۷	۰.۹٦۷	۱.۰۹۹	۱.۰٥٥	۰.۹٦۷	۰.۸۷۹	۰.۹٦۷	۱.۰۹۹	۱.۱٤۳	۱.۹٦۷	۱.۰٥٥	۰.۹٦۷	۰.۹۸۱
w۹	۰.۹۸۰	۱.۱۰۸	۰.۹۸۰	۱.۰٦٦	۰.۹۸۰	۰.۸۹٥	۱.۰۲۳	۱.۰۲۳	۱.۱۰۸	۱.۹۳۸	۰.۹۳۸	۰.۹۸۰	۰.۹۳۳
w۱۰	۰.۸۸٥	۱.۰۲٥	۱.۰۲٥	۰.۷۹۲	۰.۹۷۸	۰.۹۷۸	۰.۷۹۲	۱.۱٦٥	۱.۰۷۲	۱.۹۹۸	۱.۱۱۸	۰.۸۸٥	۱.۰۹۸
w۱۲	۱.۱۷۷	۱.۱۷۷	۰.۹۳۲	۰.۹۳۲	۱.۱۲۸	۰.۹۳۲	۱.۱۲۸	۱.۰۷۹	۰.۸۸۳	۱.۹۳۲	۰.۸۳٤	۰.۹۳۲	۱.۰۰۲
w۱۱	۱.۲٤۳	۰.۸۲۹	۱.۹۳٦	۰.۹۸٤	۱.۰۳٦	۰.۹۳۲	۰.۹۸٤	۱.۰۳٦	۱.۰۸۸	۱.۰۳٦	۰.۷۲٥	۰.۹۸٤	۱.۰۹۹
w۱۳	۱.۰٤۰	۰.۹۳٦	۱.۹۳٦	۱.۰۹۲	۰.۸۳۲	۰.۸۳۲	۱.۰۹۲	۰.۸۸٤	۰.۹۸۸	۱.۰۹۲	۱.۰۹۲	۱.۰۹۲	۱.۱۰۳
w۱٤	۰.۹۱۷	۰.۹۱۷	۰.۹۷۱	۱.۰۲٥	۱.۱۳۳	۱.۰۲٥	۰.۹۷۱	۰.۹۱۷	۱.۰۲٥	۰.۹۱۷	۰.۹۷۱	۰.۹۷۱	۱.۱۹۱
w۱٥	۰.۹٤٤	۰.۷۸٦	۰.۹٤٤	۱.۰٤۸	۱.۱۰۱	۰.۹٤٤	۱.۲۰٦	۰.۹٤٤	۰.۷۸٦	۰.۹۹٦	۱.۱۰۱	۱.۱۰۱	۱.۰٥۷
w۱٦	۰.۸٦۰	۰.۸۰٦	۰.۹۱۳	۰.۹٦۷	۱.۰۲۱	۰.۸٦۰	۰.۸٦۰	۱.۱۲۸	۱.۰۷٤	۱.۱۲۸	۱.۱۸۲	۱.۰۷٤	۱.۱۳٤
w۱۷	۰.۹۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۱۰۰	۱.۱٥۰	۱.۰٥۰	۰.۹۰۰	۱.۱۰۰	۰.۷٥۰	۰.۷٥۰	۱.۱٥۰	۱.۰۰۰	۱.۰٦٦
w۱۸	۱.۰۲۲	۰.۹٦٥	۱.۰۷۹	۱.۱۹۲	۱.۲٤۹	۱.۰۲۲	۰.۹۰۸	۱.۰۲۲	۱.۰۷۹	۰.٦۲٤	۱.۰۷۹	۰.۷۹٥	۰.۹٦۱
w۱۹	۰.۹٥۰	۰.۹۰۰	۱.۰٥۰	۱.۱۰۰	۱.۰۰۰	۰.۹٥۰	۰.۹٥۰	۰.۹٥۰	۰.۸٥۰	۰.۹۰۰	۱.۱۰۰	۰.۹٥۰	۱.۳٦۷
w۲۰	۱.۰۱۰	۱.۰٥٤	۰.۷٤۷	۱.۰٥٤	۰.۹٦٦	۱.۰۱۰	۱.۰٥٤	۱.۱۸٦	۰.۹٦٦	۰.۸۳٤	۰.۹۲۲	۱.۱٤۲	۱.۰۰۰
w۲۱	۱.۰۰۷	۰.۹۱۹	۱.۰٥۱	۱.۰٥۱	۰.۹٦۳	۰.۸۷٥	۱.۲۲٦	۰.۸۳۲	۰.۷۰۰	۱.۲٦۹	۱.۰٥۱	۱.۰۹٤	۱.۰٤۳
y۱	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰٤٥	۱.۰۹۱	۰.۹٥٥	۰.۸۱۸	۱.۱۸۲	۰.۹٥٥	۱.۰۰۰	۰.۸۱۸	۱.۰۰۰	۱.۰٤٥	۱.۱۲۲
y۲	۰.۹۸۰	۱.۱۰۸	۰.۹۸۰	۱.۰٦٦	۰.۹۸۰	۰.۸۹٥	۱.۰۲۳	۱.۰۲۳	۱.۱۰۸	۰.۹۳۸	۰.۹۳۸	۰.۹۸۰	۰.۹۳۳

یافته‌ها

مدل تحقیق بر اساس مقادیر ورودی‌ها و با استفاده از نرم‌افزار Lingo حل شده که خروجی‌های نرم‌افزار، مقادیر بهینه متغیرهای مدل شامل ($v_۱$ تا $v_٤$)؛ ($z_{۱۱}$, تا $z_{۱۳}$)؛($w_۱$ تا $w_{۲۱}$)؛($y_۱$, $y_۲$) هستند. در جدول زیر این مقادیر برای هر یک از DMU ها نشان داده شده است.

جدول۷ : خروجی‌های مدل

Table ۷: Outputs of the model

متغیرها Variables	dmu۱	dmu۲	dmu۳	dmu٤	dmu٥	dmu٦	dmu۷	dmu۸	dmu۹	dmu۱۰	dmu۱۱	dmu۱۲	dmu۱۳
v۱	۰.۸۵۸	۰.۸۵٦	۰.۸٤۹	۰.۷۷٥	۰.٦۸۳	۰.۹۰۹	۰.۹۸۲	۰.۹۹۷	۰.۸۲٥	۰.۷۳۲	۰.۸۰۳	۰.۸۲۹	۰.۷۸۲
v۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱۲٤	۰.۱٦۱	۰.۳۱٥	۰	۰	۰
v۳	۰.٤۰٦		۰.۱۰۸	۰.۱۹۳	۰	۰.۱٦۱	۰.۱۷۱	۰	۰.۲۹۷	۰.۱۱۹	۰	۰.۱۷۸	۰.۱۰٤
v٤	۰	۰.۱۹۸	۰.۱۱۱	۰	۰.۱۷۰	۰	۰.٤۰٥	۰	۰	۰	۰.۹۸۰	۰	۰
z۱	۰	۰.۲۰۱	۰	۰.۳٥۹	۰.۲٦٦	۰.۱۹۷	۰	۰	۰.۱٤۳	۰.۲۷٦	۰	۰	۰
z۲	۰	۰.٤۸۲	۰	۰	۰	۰.۱٦٤	۰	۰	۰.٤۳۱	۰.۳۳۰	۰	۰.٤۸۹	۰
z۳	۰	۰.۱۹۷	۰.۸۰۳	۰.۲٤٥	۰.٤۳۷	۰.۳٦٦	۰.٦۷۸	۰	۰.۲۳۳	۰	۰	۰.۱۱۹	۰
z٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z٥	۰	۰	۰.۱٥۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷۱۳	۰	۰	۰	۰
z۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
z۱۲	۰.٦۱٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱٤۹	۰	۰	۰	۰	۰.٦٥٥	۰
z۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۸۲۲	۰	۰	۰.٦٦۸	۰	۰.٥٦۸
w۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.٥٥۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w٦	۰	۰	۰.۲۷۹	۰	۰	۰.۳۳۹	۰	۰	۰	۰.۲۸۰	۰	۰	۰
w۷	۰	۰	۰	۰	۰.۱۲٦	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰
w۸	۰.٦۰۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۹	۰	۰.۸۲٦	۰	۰.۳۲٥	۰	۰	۰	۰	۰.٥۷٦	۰	۰	۰	۰
w۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۳۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱۱	۰	۰	۰.۱۰٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱۳۲	۰.٦٤۱	۰	۰.٦٦۰	۰.۱٥٥

w۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰.٥۲٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷۸۲
w۱۸	۰	۰	۰.۳۷۷	۰.٤۱٥	۰.٤۹۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
w۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.٥۳٥
w۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷۰٤	۰
w۲۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۳۳۲	۰	۰	۰
y۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷۰٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰
y۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۱٥۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

محاسبه کارایی با مدل تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای چند مرحله‌ای

پس از تعیین مقدار عددی ضرایب در مدل DEA شبکه‌ای چند مرحله‌ای، کارایی مراحل با استفاده از روابط (۱) و (۲) محاسبه می‌شود. در این فرمول‌ها، مجموع خروجی‌های هر مرحله بر مجموع ورودی‌های همان مرحله تقسیم شده و در نتیجه کارایی مرحله حاصل می‌شود. در جدول زیر کارایی هر یک از بیمارستان‌های دولتی استان یزد در مراحل ۱ تا ٤ نشان داده شده است. علاوه بر این، کارایی کل سیستم با ضرب کارایی مرحله ۱ تا ٤ از رابطه (۲) محاسبه شده است. پس از محاسبه مقادیر بهینه، کارایی کل واحد تصمیم‌گیری و نیز زیر فرآیندها از طریق زیر محاسبه می‌گردد:

$$E_k = \sum_{r=1}^{s} u_r^* y_{rk} \qquad (۱)$$

و کارایی کل سیستم برابر است با (کوک و همکاران، ۲۰۱۰)

$$E_k = E_k^1 * E_k^2 * \dots E_k^n \qquad (۲)$$

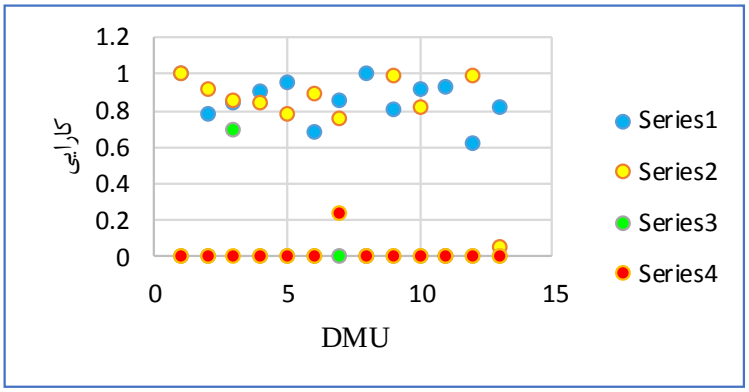
جدول ۸ : کارایی مراحل و کل شبکه

Table ۸: The efficiency of the stages and the whole network

DMU	کارایی مرحله Step efficiency				کارایی سیستم شبکه‌ای Network system efficiency
	۱	۲	۳	٤	
۱	۱.۰۰۰	۱.۰۰٤	۰	۰	۱.۰۰٤
۲	۰.۷۷۹	۰.۹۱٥	۰	۰	۰.۷۱۳
۳	۰.۸٤۳	۰.۸٥۰	۰.٦۹۹	۰	۰.٥۰۱
٤	۰.۹۰۱	۰.۸٤۱	۰	۰	۰.۷٥۸
٥	۰.۹٦۰	۰.۷۷۹	۰	۰	۰.۷٤۸
٦	۰.٦۸۲	۰.۸۹٥	۰	۰	۰.٦۱۱
۷	۰.۸٦۱	۰.۷٦۲	۰	۰.۲٤۰	۰.۱٥۷
۸	۰.۹۹۹	۰	۰	۰	۰
۹	۰.۸۰۰	۰.۹۹۰	۰	۰	۰.۷۹۲
۱۰	۰.۹۱۸	۰.۸۱۸	۰	۰	۰.۷٥۱
۱۱	۰.۹۲۷	۰	۰	۰	۰
۱۲	۰.٦۱۸	۰.۹۹۱	۰	۰	۰.٦۱۳
۱۳	۰.۸۲۲	۰.۰٥۸	۰	۰	۰.۰٤۸

میانگین Average	۰.۸۵۵	۰. ٦٨٥	۰.۰٥۳	۰.۰۱۸	۰.۰۰۰٥

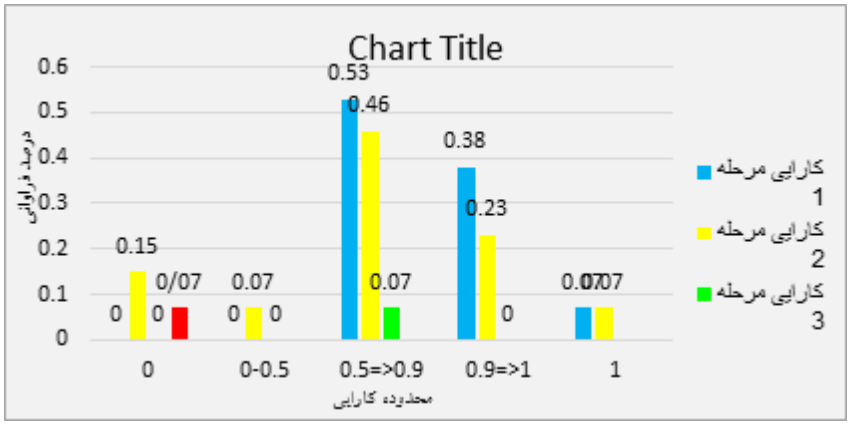
نتیجه محاسبات بر روی نمودار (۱) نشان داده شده است. مطابق این نمودار، تفاوت کارایی دو مرحله اول و دوم با مرحله چهارم زیاد است. در مورد بیمارستان شماره ۱ در مرحله ۱ و ۲ کارایی برابر یک می‌باشد، بیمارستان شماره ۸ نیز در مرحله اول و بیمارستانهای شماره ۹ و ۱۲ در مرحله دوم با کارایی ۹۹ درصد بیشترین کارایی را دارا می‌باشند. همچنین نمودار نشان می‌دهد که، بیمارستانهای مورد نمونه در مرحله ۱ و ۲ عملکرد بهتری را نسبت به دیگر مراحل دارند.



نمودار (۱) : مقایسه کارایی مراحل

Diagram (۱): Comparing the efficiency of the steps

بررسی کارایی بیمارستانهای دولتی استان یزد در بین ٤ مرحله نشان می‌دهد که تنها ۰.۰۷ درصد از بیمارستانها در مرحله ۱و ۲ در حوزه تابآوری کارا هستند. نمودار زیر درصد فراوانی بیمارستانها را در هر یک از حدود مشخص شده کارایی نشان می‌دهد.



نمودار (۲) : درصد فراوانی بیمارستان‌ها بر اساس کارایی در هر مرحله

Graph (۲): Frequency percentage of hospitals based on efficiency in each stage

ساختار کلی سیستم یک ساختار سری موازی چند مرحله‌ای می‌باشد که تنها بیمارستان شماره ۱ در مرحله ۱و۲ کارا شده که تنها ۰.۰۷ درصد از نمودار زیر را شامل می‌شود؛ همچنین نمودار زیر نشان می‌دهد که کارایی تقریبا ٦۱ درصداز بیمارستانها بین ۰.۹ تا ۰.۵ درصد می‌باشد و مابقی بین ۰.۵ تا ۰ درصد قرار دارند.

نمودار (۳) : درصد فراوانی بیمارستان‌ها بر اساس کارایی کل

Graph (۳): Frequency percentage of hospitals based on total efficiency

کارایی فرآیندها نیز بر اساس روابط ۲۲ تا ۲٤ محاسبه شده که در جدول زیر نشان داده شده است. برای محاسبه کارایی فرآیندها، ساختار شبکه بیمارستانهای دولتی استان یزد در نظر گرفته شده است.

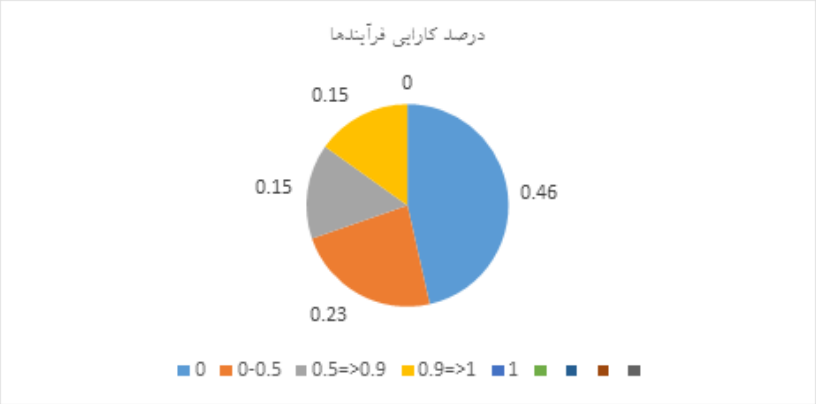
جدول ۹:کارایی بیمارستان‌های دولتی استان یزد در هر فرآیند با مدل DEA شبکه‌ای دو مرحله‌ای

Table ۹: Efficiency of public hospitals in Yazd province in each process with two-stage network DEA model

کارایی فرآیندها Process efficiency	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰	۰.۹۸۳	۰	۰.٤۰۰	۰.۲٤۰	۰.۵۰۹	۰	۰	۰.۷۹۳	۰.۹۰۷	۰	۰.۳۷۹	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
٤	۰	۰.۹۹٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۷۷۱	۰	۰	۰	۰
٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
٦	۰	۰	۰.۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۱.۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۹۸۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰.۲٦۱	۰	۰	۰	۱.۰۰۹	۰	۰

۰	۱.۰۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰

از آنجایی که ساختار کلی سیستم یک ساختار سری موازی چند مرحله‌ای می‌باشد و با توجه به آنچه در جدول بالا مشاهده می‌شود در فرآیند منابع مالی؛ بیمارستان شماره ۹، فرآیند تامین‌کنندگان کالا و خدمات بیمارستانهای شماره ۳، فرآیند سازگاری و ظرفیت بیمارستان شماره ۳، فرآیند عوامل بیرونی و مدیریت فاجعه بترتیب بیمارستان شماره ۱۱ و ۱۲ دارای کارایی برابر با ۱۰۰ درصد می‌باشند.



نمودار ٤ : درصد فراوانی بیمارستان‌ها بر اساس کارایی در هر فرآیند

Chart ٤: Frequency percentage of hospitals based on efficiency in each process

گام سوم : تعیین بیمارستان‌های کارا و ناکارا و رتبه‌بندی آنها

پس از تعیین کارایی مراحل ۱،۲،۳ و ٤ و در نتیجه کارایی شبکه، بیمارستانهای دولتی استان یزد به ترتیب (از بیشترین کارایی به کمترین کارایی) رتبه‌بندی می‌شوند. با توجه به جدول ۹، فقط یکی از بیمارستان‌ها کارایی ۱۰۰ درصد را داراست.

جدول ۱۰: رتبه‌بندی بیمارستان‌ها

Table ۱۰: Ranking of hospitals

رتبه Rank	نام بیمارستان Hospital name	کارایی شبکه Network performance	رتبه Rank	نام بیمارستان Hospital name	کارایی شبکه Network performance
۱	DMU۱	۱.۰۰٤	۸	DMU۸	۰.٦۱۱
۲	DMU۲	۰.۷۹۲	۹	DMU۹	۰.۵۰۱
۳	DMU۳	۰.۷۵۸	۱۰	DMU۱۰	۰.۱۵۷
٤	DMU٤	۰.۷۵۱	۱۱	DMU۱۱	۰.۰٤۸
۵	DMU۵	۰.۷٤۸	۱۲	DMU۱۲	۰
٦	DMU٦	۰.۷۱۳	۱۳	DMU۱۳	۰
۷	DMU۷	۰.٦۱۳	--	---	--

تحلیل حساسیت

از آنجایی که بیمارستانها در یک سیستم پیچیده اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی قرار دارند؛ عوامل متعددی از جمله بحران، حمله تروریستی، بحران اقتصادی، بلایای طبیعی و بیماری از جمله مواردی است که بر روی آن اثر می‌گذارد که نه تنها تبعات منفی برای جامعه محلی، ملی و بین‌المللی دارند، بلکه چالشهای بسیار زیادی برای مدیران و کارکنان بیمارستانها ایجاد می‌کنند. لذا ضرورت دارد تا بیمارستانها به گونه‌ای طراحی و مجهز به امکانات باشند که در مواقع بحران و بلایای طبیعی یا ساخته دست بشر کمترین آسیب را دیده و به سرعت افزایش ظرفیت داده و پاسخگوی نیازهای بهداشتی و درمانی جامعه تحت پوشش خود باشند؛ در واقع بیمارستان‌ها برای دستیابی به موفقیت، باید در کنار توجه به هدف افزایش بهره‌وری، به موضوع تابآوری در زنجیره تامین خود واکنش مناسب نشان داده و به بهترین شکل ممکن به آن پاسخ دهند. لذا با توجه به اهمیت بسیار بالای بیمارستان‌ها در ارائه خدمات بهداشتی و درمانی و تاثیر زیاد آن‌ها در کارایی نظام مدیریت سلامت کشور، استفاده از NDEA با ارائه امکان مقایسه و رتبه‌بندی و الگوگیری می‌تواند گامی مهم برای بهبود مستمر عملکرد بیمارستان‌ها و بخصوص بهداشت کشور باشد. ارزیابی عملکرد بیمارستانها با تحلیل پوششی شبکه‌ای با استفاده از مدل ریاضی ورودی‌محور برای ۱۳ بیمارستان دولتی طی سال ۱٤۰۱ انجام شده است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی بیمارستان‌ها نشان می‌دهد که در این مدل بیمارستان شماره ۱ با عملکرد ۱۰۰ درصد رتبه اول و بیمارستان شماره ۱۲ و ۱۳ با عملکرد صفر رتبه آخر را در میان ۱۳ بیمارستان مورد بررسی بدست آورده‌اند. همچنین جدول زیر مقادیری را نشان می‌دهد که اگر یک واحد متغیری افزایش داده شود، به چه میزان منجر به بدتر شدن تابع هدف می‌شود.

جدول۱۱: تحلیل حساسیت شاخص‌ها

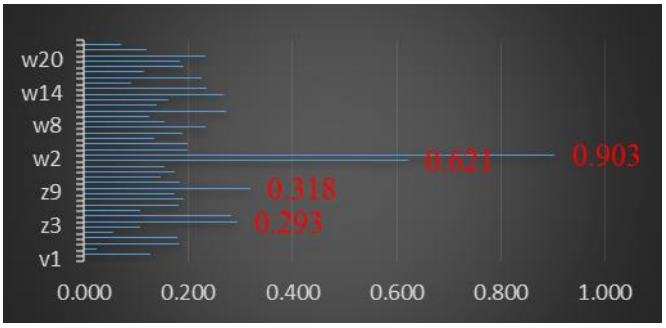
Table ۱۱: Sensitivity analysis of indicators

متغیرها Variables	DMU۱	DMU۲	DMU۳	DMU٤	DMU٥	DMU٦	DMU۷	DMU۸	DMU۹	DMU۱۰	DMU۱۱	DMU۱۲	DMU۱۳
v_1	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
v_2	۰.۰۰۰	۰.۱۳۷	۰.۱٤٦	۰.۱٦۹	۰.۲۹۲	۰.۰۰۱	۰.۳۹۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲٦۹	۰.۱۰٥	۰.۱٤٤
v_3	۰.۰۰۰	۰.۰۲۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۸۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۱٤	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
v_4	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۳٥	۰.۰۰۰	۰.۰٤٥	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۲۱	۰.۲۳٥	۰.۰۰۰	۰.۹۸۷	۰.۹۲۷
z_1	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۳۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۷۱۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۷۱	۰.۱٥٦	۰.۹٤٤
z_2	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۱٥	۰.۰۳٦	۰.۰۳۷	۰.۰۰۰	۰.۳۳۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۱۲
z_3	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.٤۳٥	۰.٥٦۰	۰.۰۰۰	۰.٤۰٤
z_4	۰.۰۰۰	۰.۰۰۹	۰.٥۳۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۳٥۸	۰.۲٤۱	۰.۳۰۹	۰.۲۷۹	۰.٦۲۱	۰.۳٦۳	۰.۱۲۷	۰.۹۷۳
z_5	۰.۰۰۰	۰.۰٤۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۷۱	۰.۳٦۳	۰.۲۸۱	۰.۱٥۱	۰.۳۲۳	۰.۸۹٤	۰.۳٦٤	۰.۲۱۸	۰.۸٥۸
z_6	۰.۰۰۰	۰.٥٤٤	۰.۱۷۰	۰.۰٥٥	۰.۰۳۸	۰.۰۲۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲٥۱	۰.۱۳۹	۰.۱۷۷	۰.۰۰۰
z_7	۰.۰۰۰	۰.۰۷۷	۰.۲٤۳	۰.۰٤۳	۰.۰۸٤	۰.۰۹٤	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۲۱	۰.۹۷٦	۰.٦۰۷	۰.۱۲٤	۰.۰۰۰
z_8	۰.۰۰۰	۰.۲۷۸	۰.۲۹۱	۰.۰۱۱	۰.۲۸۰	۰.۲٤٥	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۲۹	۰.۳۸۱	۰.٥۲٦	۰.۲٤٦	۰.۰۰۰
z_9	۰.۰۰۰	۰.۰٥۸	۰.۲۱٤	۰.۰٥۸	۰.۰۲۹	۰.۲۳۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۹۷	۰.٥۲۸	۰.٦۷۸	۰.۲٥٤	۰.۰۰۰
z_{10}	۰.۰۰۰	۰.۲٥۷	۰.٦٥۲	۰.۰٤۲	۰.۸۸۷	۰.۳۹۸	۰.٦٤۸	۰.۳٥۳	۰.۰۰۰	۰.۱۷۱	۰.٦۰۹	۰.۱۱٤	۰.۰۰۰
z_{11}	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۳٦۹	۰.۰۲۲	۰.۲٤٤	۰.٤٥۹	۰.۳۰۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۳٤٤	۰.۱٦۸	۰.۳٤٥	۰.۱٤٤

z۱۲	۰.۰۰۰	۰.۲۲۱	۰.۲۱٤	۰.۲٤۲	۰.۱٥۱	۰.۱۰۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۲۱	۰.۱۱۳	۰.٦۲۰	۰.۰۰۰	۰.۱۳۷
z۱۳	۰.۰۰۰	۰.۲۳٦	۰.۲٥۹	۰.۳۱٥	۰.۳۰٦	۰.۲۳۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲٤۱	۰.٥۱۹	۰.۰۰۰	۰.۱٦۱	۰.۰۰۰
w۱	۰.۰۰۰	۰.۰٤۰	۰.٦۲۳	۰.۰٤۳	۰.۱٥۰	۰.۱۹۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۸۳	۰.۳۸۸	۰.۲۳۰	۰.۱۳٦	۰.۰۰۰
w۲	۰.۰۰۰	۰.۸۳٤	۰.٥۳٤	۰.۸٥۳	۰.۸۹۱	۰.۸۱۹	۰.۲۹٤	۱.۱٥۱	۰.۷۷۳	۰.٦٤۱	۰.۲٦٥	۰.۸٦٥	۰.۱٥۷
w۳	۰.۰۰۰	۰.۹٥۳	۱.۱۷۷	۰.۹٦۹	۱.۰۳۲	۱.۰۳۳	۰.٤۹٥	۱.۱۰۳	۱.۱۲۷	۱.۱۷۸	۰.٥۱۷	۱.۰۹٤	۱.۰٥٥
w٤	۰.۰۰۰	۰.۱۲۷	۰.٤۱۹	۰.۳۳٥	۰.۳۱۸	۰.۲۹٥	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۳۲٥	۰.٤٤۱	۰.۱۸۹	۰.۱٤٤	۰.۰۰۰
w٥	۰.۰۰۰	۰.۲۲۹	۰.٤۰٥	۰.٥٤٦	۰.۱۹۸	۰.۲۳٥	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۳۱٦	۰.۲۹۷	۰.۱٦۰	۰.۲۱۰	۰.۰۰۰
w٦	۰.۰۰۰	۰.۱۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۳۳	۰.۰۸٤	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.٤۱٦	۰.۰۰۰	۰.۱۰۲	۰.۸۱۳	۰.۰۰۰
w۷	۰.۰۰۰	۰.۱۹۲	۰.۲۹۳	۰.۳٥٦	۰.۰۰۰	۰.۱۸۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۹۸۲	۰.۱٦۱	۰.۱۳۱	۰.۱۷۱	۰.۰۰۰
w۸	۰.۰۰۰	۰.۱۳٦	۰.۱۸٥	۰.۳۱۰	۰.۳۸۳	۰.۳۲٦	۰.۲٥۳	۰.۰۰۰	۰.۱۰٤	۰.۱۹۸	۰.۸۳۳	۰.۳۱۰	۰.۰۰۰
w۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.٥۲۳	۰.۰۰۰	۰.۱٥۸	۰.۱۰٦	۰.۱٥٤	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱٦۹	۰.۱٦۰	۰.۷٥۰	۰.۰۰۰
w۱۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۷۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰٦۸	۰.۰۰۰	۰.٦٦۸	۰.۰۰۰	۰.۱۹٦	۰.۱۷۳	۰.۰۰۰	۰.۲٤۸
w۱۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۷۸٤	۰.۲٦۰	۰.۱٤۱	۰.۰۰۰	۰.۱۳۰	۰.۰۰۰	۰.٤۰٥	۰.۹۰٥	۰.۲۷۷	۰.٤٤۰	۰.۲۰۲
w۱۱	۰.۰۰۰	۰.۳۸۱	۰.۰۰۰	۰.۳۲۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۸٦۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲٤۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
w۱۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰٤٥	۰.۰۹۱	۰.۰۸٥	۰.۰٥۸	۰.۲٤۲	۰.٦۳٦	۰.٥۰۹	۰.۲۷۳	۰.۰۰۰	۰.۱٥۲	۰.۰۰۰
w۱٤	۰.۰۰۰	۰.۰۸٥	۰.۱۲۸	۰.۱٥۰	۰.۰۸٥	۰.۰۰۰	۰.٦٤۲	۱.۷۲۰	۰.۰۰۰	۰.۱۲۷	۰.۱۲۰	۰.۱۲۷	۰.۲۹٥
w۱٥	۰.۰۰۰	۰.۰۱۰	۰.۰۰۰	۰.۱۳۸	۰.۹۱۸	۰.۱۳۹	۰.۰۰۰	۱.٥٤۹	۰.۰۰۰	۰.۳۰۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
w۱٦	۰.۰۰۰	۰.۲۳۷	۰.۱۹٤	۰.۳۸۳	۰.۰٦۰	۰.۱۱۰	۰.۲۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
w۱۷	۰.۰۰۰	۰.۰۹۰	۰.۹۳۷	۰.۱۸٦	۰.۰۱۸	۰.۰۰۰	۰.۱۹۰	۰.۰۰۰	۰.۳۳۷	۰.۳٦۳	۰.۳۱۰	۰.٥۱۳	۰.۰۰۰
w۱۸	۰.۰۰۰	۰.۲۰۹	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰٦۳	۰.۲۰۱	۰.۰۰۰	۰.۳٦٥	۰.٤٤٦	۰.۰۰۰	۰.۲۰۱	۰.۰۰۰
w۱۹	۰.۰۰۰	۰.۲٥۱	۰.۲٥۰	۰.۳۱۷	۰.۲۲۱	۰.۱٥٤	۰.۲٤۳	۰.۰۰۰	۰.۳٦٦	۰.٤۰۸	۰.۱۰۲	۰.۱۸۸	۰.۰۰۰
w۲۰	۰.۰۰۰	۰.۰٤٥	۰.۳۳۳	۰.۸۳۸	۰.۱۸٥	۰.۰۳٦	۰.۱٦۲	۰.۰۰۰	۰.۱٦۹	۰.۳۲۱	۰.۲۸۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
w۲۱	۰.۰۰۰	۰.۱۸۰	۰.٥۸۷	۰.۱۹٥	۰.۱۹۱	۰.۱٤۷	۰.۱۲۷	۰.۰۰۰	۰.٤۹۲	۰.۰۰۰	۰.٤۲٦	۰.٦۸٤	۰.۰۰۰
y۱	۰.۰۰۰	۰.۱٦۳	۰.۷۲۸	۰.۰۰۰	۰.۰٦۳	۰.۰۰٦	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۱۰۰	۰.٤۸۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰
y۲	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۹۰	۰.٥۱۸	۰.۱۰۱

با توجه به جدول شماره ۱۱، عواملی که بیشترین تاثیر را در هر یک از بیمارستانها دارند به صورت زیر هستند:

بیمارستان شماره ۱: در این بیمارستان هیچ یک از عوامل تاثیرگذار نبوده است. بیمارستان شماره ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۳: شاخص استراتژیهایی برای تخلیه؛ بیمارستان ۷: کمیت و کیفیت کارکنان اورژانس و گروه متخصص؛ بیمارستان ۸: عامل استراتژی مدیریت تجهیزات پزشکی؛ بیمارستان شماره ۱۱: یادگیری از تجربیات بیشترین تاثیر را بر تابع هدف دارند. در نهایت با توجه به معیارهای موجود در ساختار شبکه بیمارستانها و نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل NDEA چندمرحلهای در جدول بالا، جهت افزایش تابآوری زنجیره تامین بیمارستانها و ارتقای عملکرد آنها افزایش شاخص استراتژیهایی برای تخلیه و دسترسی به بیمارستان کارایی کل شبکه را تحت تاثیر قرار دادهاند. نمودار زیر میانگین تاثیر هر یک از عوامل را نشان میدهد.



نمودار ۵ : میانگین تاثیر هر یک از عوامل بر تابع هدف

Diagram ٥: The average effect of each factor on the objective function

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج پژوهش به مدیران کمک می‌کند تا بتوانند عملکرد خود را در مقایسه با رقبا ارزیابی و در صورتی که عملکرد پایینی دارند به دنبال دلایل و نقاط ضعف خود بوده و نسبت به رفع آن‌ها اقدام نمایند. خروجی مدل و تعیین رتبه‌بندی بیمارستان‌ها به مدیران کمک می‌کند که در راستای ارتقای میزان عملکرد خود به بررسی داده‌های ورودی، واسطه‌ای و خروجی پرداخته و در جهت بهبود وضعیت این متغیرها و ارتقای تابآوری زنجیره تامین بیمارستانها اقدام نمایند نتایج حاصل از جدول ۱۱ نشان می-دهد که شاخص‌های تابآوری بیمارستانها از نظر هماهنگی با تامین‌کنندگان، مدیریت ذخایر، سیستم‌های پشتیبان، استراتژی‌های مدیریت تجهیزات پزشکی، پشتیبانی دولت و سازمانها برای بازیابی و ماهیت و شدت حادثه نسبت به دیگر شاخصها از وضعیت مطلوبی در برابر اختلالات و بحران برخوردار نیستند و بایستی مورد توجه قرار گرفته و تقویت شوند و جهت افزایش رضایت بیماران عواملی که منجر به بدتر شدن تابع هدف می‌شوند کاهش یابند تا آمادگی لازم جهت مواجه با وضیت بحران فراهم و با برنامه‌ریزی مناسب به وضعیت مطلوب دست یابند، چرا که بیمارستانها از مهمترین سازمانهای ارائه دهنده مراقبتهای درمانی هستند و به منظور بهره‌وری و عملکرد مطلوب بایستی در مواجه با حوادث (در قبل، همزمان و بعد از حادثه) به بهترین نحو ممکن پاسخگو باشند لذا در صورت ایجاد اختلالات، تهدید و بحران باید تمامی بخش‌های مختلف یک بیمارستان به سرعت بتواند به اختلالات پاسخ مناسب داده و توانایی بازگشت به حالت اولیه یا حالت جدید و مطلوبتر پس از اختلال و رسیدن به حالت پایداری را دارا باشند که این امر مستلزم تاباوری زنجیره تامین می‌باشد. جهت ایجاد تابآوری عوامل متعددی دخیل هستند که با بررسی آنها راهکارهایی به منظور کاهش عوامل اختلال زا ارائه می‌گردد:

۱. بررسی مداوم تجهیزات لازم و ضروری و داروهای اضطراری و تامین آنها و مدیریت صحیح و ذخیره کردن آنها و برنامه‌ریزی جهت استفاده صحیح از آنها و پیش‌بینی شرایط تحریم و تهیه هر چه سریعتر مواد و تجهیزات جهت مقابله با اثرات تحریم

۲. پایبندی بیمارستان و تامین‌کنندگان به تعهداتشان به منظور یکپارچگی زنجیره تامین و بخشهای مختلف، منعقد کردن قراردادهای بلندمدت با تامین کنندگان به منظور نزدیکی و افزایش همکاری، انتخاب تامین کننده مناسب و ایجاد رابطه با آن، وجود تامین‌کنندگان چندگانه و توسعه تامین‌کنندگان

۳. در برنامه‌ریزی مدیریت بحران جلساتی به منظور هماهنگی با اداراتی که در شرایط اضطراری از بیمارستان پشتیبانی و حمایت می‌کنند برگزار گردد؛ چرا که مشکلات مالی و بودجه می‌تواند دسترسی به تکنولوژیهای روز پزشکی و ظرفیت بالقوه دارویی و تجهیزات پزشکی را با مشکلاتی مواجه سازد.

٤. فعال کردن فرآیند فرماندهی حوادث بیمارستانی جهت آماده باش و اخطارها؛ بدین منظور برای پاسخ‌گویی مناسب و مؤثر به یک حادثه (ماهیت و شدت حادثه) ، نظام پاسخگو باید با فراهم کردن داده‌ها و تولید اطلاعات، سطح بحران را ارزیابی و تعیین نماید تا بتواند متناسب با سطح بحران خود را برای پاسخگویی آماده کرده و با بسیج امکانات و نیروی انسانی پاسخ متناسب با حادثه را ارائه نماید.

سپاسگزاری

در اینجا لازم می‌دانیم از مدیران و کارکنان بیمارستانهای دولتی استان یزد و کلیه افرادی که در این پژوهش ما را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نماییم.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

References

Achour, N., Miyajima, M., Pascale, F., & DF Price, A. (۲۰۱٤). Hospital resilience to natural hazards: classification and performance of utilities. Disaster prevention and management, ۲۳(۱), ٤۰-٥۲. **doi:**۱۰.۱۱۰۸/**DPM**-۰۳-۲۰۱۳-۰۰٥۷

Aldrighetti, R., Zennaro, I., Finco, S., & Battini, D. (۲۰۱۹). Healthcare supply chain simulation with disruption considerations: A case study from Northern Italy. Global Journal of Flexible Systems Management, ۲۰(Suppl ۱), ۸۱-۱۰۲. **doi:** ۱۰.۱۰۰۷/s٤۰۱۷۱-۰۱۹-۰۰۲۲۳-۸

Bag, S., Gupta, S., & Foropon, C. (۲۰۱۹). Examining the role of dynamic remanufacturing capability on supply chain resilience in circular economy. Management Decision, ٥۷(٤), ۸٦۳-۸۸٥. **doi:** ۱۰.۱۱۰۸/**MD**-۰۷-۲۰۱۸-۰۷۲٤

Cimellaro, G. P., Malavisi, M., & Mahin, S. (۲۰۱۸). Factor analysis to evaluate hospital resilience. ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, ٤(۱), ۰٤۰۱۸۰۰۲. **doi:** ۱۰.۱۰٦۱/**AJRUA**٦.۰۰۰۰۹٥۲

Currie, J., & Heslop, D. J. (۲۰۱۸). Operational systems evaluation of a large scale multi-agency decontamination exercise. International Journal of Disaster Risk Reduction, ۳۱, ۱۰٥٤-۱۰٦۱. **doi:**۱۰.۱۰۱٦/**j.ijdrr.**۲۰۱۸.۰۳.۰۲۷

Dube, E. (۲۰۲۰). The build-back-better concept as a disaster risk reduction strategy for positive reconstruction and sustainable development in Zimbabwe: A literature study. International journal of disaster risk reduction, ٤۳, ۱۰۱٤۰۱. **doi: ۱۰.۱۰۱٦/j.ijdrr.۲۰۱۹.۱۰۱٤۰۱**

Firouzi Jahantigh, F., Astavare, M. (۲۰۱٦). "Evaluating the performance of Tehran University of Medical Sciences hospitals using the combined model of data envelopment analysis and Prometheus method". Iran's work health. ۱٤(٥): ۱٤۰-۱٥۲. .[In Persian]
URL: http://ioh.iums.ac.ir/article-۱-۱۹٦۹-fa.html

Haldane, V., De Foo, C., Abdalla, S. M., Jung, A. S., Tan, M., Wu, S., ... & Legido-Quigley, H. (۲۰۲۱). Health systems resilience in managing the COVID-۱۹ pandemic: lessons from ۲۸ countries. Nature Medicine, ۲۷(٦), ۹٦٤-۹۸۰. **doi:۱۰.۱۰۳۸/s٤۱٥۹۱-۰۲۱-۰۱۳۸۱-y**

Hassan, E. M., & Mahmoud, H. (۲۰۱۹). Full functionality and recovery assessment framework for a hospital subjected to a scenario earthquake event. Engineering Structures, ۱۸۸, ۱٦٥-۱۷۷.
doi:۱۰.۱۰۱٦/j.engstruct.۲۰۱۹.۰۳.۰۰۸

Hundal, G. S., Thiyagarajan, S., Alduraibi, M., Laux, C. M., Furterer, S. L., Cudney, E. A., & Antony, J. (۲۰۲۱). Lean Six Sigma as an organizational resilience mechanism in health care during the era of COVID-۱۹. International Journal of Lean Six Sigma. **doi: ۱۰.۱۱۰۸/IJLSS-۱۱-۲۰۲۰-۰۲۰٤**

Ito, H., & Aruga, T. (۲۰۲۲). A conceptual framework to assess hospitals for disaster risk reduction in the community. International Journal of Disaster Risk Reduction, ۷۷, ۱۰۳۰۳۲.
doi:۱۰.۱۰۱٦/j.ijdrr.۲۰۲۲.۱۰۳۰۳۲

Kao, C. (۲۰۱۷). Network Data Envelopment Analysis. International Series in Operations Research & Management.

Khademi Jalgenejad, A., Ahmadikohen A., Hirani, A. (۲۰۱۸). Factors affecting hospital supply chain resilience (qualitative study). Hospital, ۱۸(۲ (serial ٦۹)), ٦۱-۷۳. .[In Persian]
URL: http://jhosp.tums.ac.ir/article-۱-٦۱٥۸-fa.html

Khademi Jalgenejad, A., Kohanali, R,. Hirani, A. (۲۰۱۹). Future research of resilient hospital supply chain with intuitive logic scenario planning. Hospital, ۱۹(۳ (serial ۷٤)), ۱٦-۲٦. .[In Persian]
URL: http://jhosp.tums.ac.ir/article-۱-۶۲۹٥-fa.html

Khatami Firouzabadi S M A, Shafiei Nikabadi M, Tebyanian H, Shoji N. (۲۰۱۸) Presenting a Dynamic Model for Periodical Evaluation of Organizations Using DEA Case study: ۱۳ hospitals in Semnan province.. Koomesh ۱۳۹۷; ۲۰ (۳) :٥٥٥-٥٦۰. **URL: koomeshjournal.semums.ac.ir/article-۱-٤۱٦۷-fa.html**

Labarda, C., Labarda, M. D. P., & Lamberte, E. E. (۲۰۱۷). Hospital resilience in the aftermath of Typhoon Haiyan in the Philippines. Disaster Prevention and Management: An International Journal. **doi:۱۰.۱۱۰۸/DPM-۰۲-۲۰۱۷-۰۰۲٥**

Mohammadipour, E. (۲۰۱۹). Determining the resilience strategies of the health tourism supply chain from the perspective of risk (case study: Ayatollah Yatharbi Kashan Hospital), Master of Business Administration, School of Management and Economics, Kashan University. .[In Persian] **https://www.irandoc.ac.ir**

Mohammad Hosseini Issini, F. (۲۰۱۹). Assessment and prioritization of factors affecting resilience in Bandar Abbas University Hospitals, Master's Degree, Faculty of Management, Economics and Accounting, Hormozgan University. .[In Persian**] https://www.irandoc.ac.ir**

Moons, K., Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (۲۰۱۹). Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains–a literature study. Omega, ۸۲, ۲۰٥-۲۱۷.
doi:۱۰.۱۰۱٦/j.omega.۲۰۱۸.۰۱.۰۰۷

Nazari, A. (۱۹۹٦). Performance evaluation of Semnan and Mazandaran provinces Health Network. Journal of Qazvin University of Medical Sciences, ۲(۸), ٤۸-٥۷.

Ozcan, Y. A. (۲۰۰۸). Health care benchmarking and performance evaluation. Springer US.

Peykani, P., Emrouznejad, A., Mohammadi, E., & Gheidar-Kheljani, J. (۲۰۲۲). A novel robust network data envelopment analysis approach for performance assessment of mutual funds under uncertainty. Annals of Operations Research, ۱-۲۷. **doi:۱۰.۱۰۰۷/s۱۰٤۷۹-۰۲۲-۰٤٦۲٥-۳**

Sawyerr, E., & Harrison, C. (۲۰۲۲). Resilience in healthcare supply chains: a review of the UK's response to the COVID۱۹ pandemic. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, ۵۳(۳), ۲۹۷-۳۲۹. **doi:۱۰.۱۱۰۸/IJPDLM-۰۹-۲۰۲۱-۰۴۰۳**

Seyedin, H., Abasi Dolat Abadi, Z., Sorani, M., Naghdi, S., & Rajabfard Mazraeno, F. (۲۰۱۴). Vulnerability assessment of general hospitals of Tehran University of Medical Sciences. Journal of Health Promotion Management, ۳(۲), ۶۵-۷۱. **URL: jhpm.ir/article-۱-۲۴۹-en.html**

Scott-Samuel, A., Bambra, C., Collins, C., Hunter, D. J., McCartney, G., & Smith, K. (۲۰۱۴). The impact of Thatcherism on health and well-being in Britain. International Journal of Health Services, ۴۴(۱), ۵۳-۷۱. **doi:۱۰.۲۱۹۰/HS.۴۴.۱.d**

Singh, A. P., & Yadav, S. P. (۲۰۲۲). A Two-stage Network Data Envelopment Analysis: An Education Sector Application. arXiv preprint arXiv:۲۲۰۶.۰۱۵۶۱. **doi:۱۰.۴۸۵۵۰/arXiv.۲۲۰۶.۰۱۵۶۱**

Shang, Q., Wang, T., & Li, J. (۲۰۲۲). A quantitative framework to evaluate the seismic resilience of hospital systems. Journal of Earthquake Engineering, ۲۶(۷), ۳۳۶۴-۳۳۸۸.
doi:۱۰.۱۰۸۰/۱۳۶۳۲۴۶۹.۲۰۲۰.۱۸۰۲۳۷۱

Shirali, G. A., Azadian, S. H., & Saki, A. (۲۰۱۶). A new framework for assessing hospital crisis management based on resilience engineering approach. Work, ۵۴(۲), ۴۳۵-۴۴۴.
doi:۱۰.۳۲۳۳/wor-۱۶۲۳۲۹

Shafi'i Nikabadi, M., Hosseini, F. (۲۰۱۸). "Evaluating the efficiency of hospitals using the fuzzy serological integration model and fuzzy network data coverage analysis". Hospital. ۱۸ (۴): ۷۵-۸۵. .[In Persian] **URL: http://jhosp.tums.ac.ir/article-۱-۵۸۴۷-fa.html**

Shafii Nikabadi, M., Salimi, A. (۲۰۱۴). Using fuzzy network data overlay analysis to investigate the effect of organizational culture on non-financial performance through the mediation of the role of knowledge use and exploitation. Productivity Management, ۹(۳(۳۴) Fall), ۴۵-۷۲. .[In Persian**] URL: https://sanad.iau.ir/fa/Article/۹۷۵۹۹۵. fa.html**

Shafii Nikabadi, M., Shahroudi, C., Owaisi Imran, A., Khosravi, M. (۲۰۱۷). "Evaluating the efficiency of Iran's regional power companies using data envelopment analysis and neural networks". Industrial management studies. ۱۶(۵۱): ۱۸۱-۲۰۶. .[In Persian]
doi: ۱۰.۲۲۰۵۴/jims.۲۰۱۸.۱۵۶۱۸.۱۵۵۱

Shafii Nikabadi, M., Yakideh, K and Owaisi Imran, A. (۲۰۱۶). "Presentation of network data coverage analysis model with integration of favorable and unfavorable intermediate and final outputs". Operations research in its applications (applied mathematics). ۱۴(۱) (series ۵۲), ۹۵-۱۱۶. .[In Persian] **URL: http://jamlu.liau.ac.ir/article-۱-۱۱۶۹-fa.html**

Tan, Y., & Despotis, D. (۲۰۲۱). Investigation of efficiency in the UK hotel industry: A network data envelopment analysis approach. International Journal of Contemporary Hospitality Management. **doi:۱۰.۱۱۰۸/IJCHM-۰۷-۲۰۲۰-۰۶۴۱**

Trump, B. D., Bridges, T. S., Cegan, J. C., Cibulsky, S. M., Greer, S. L., Jarman, H., ... & Linkov, I. (۲۰۲۰). An analytical perspective on pandemic recovery. Health security, ۱۸(۳), ۲۵۰-۲۵۶.
doi:۱۰.۱۰۸۹/hs.۲۰۲۰.۰۰۵۷

Zarabi, B. (۲۰۲۱). Evaluating resilience and providing solutions to improve the resilience of the supply chain of Baqiyatollah Hospital and Medical Center in Tehran, Master of Industrial Engineering, Business Management, Faculty of Management and Economics, Tabriz University.[In Persian] **https://www.irandoc.ac.ir**