



Structural Analysis of Factors Influencing the Resilience of the Hospital Medical Equipment Supply Chain Using Fuzzy MICMAC

Mohammadai. Farokhlagha¹, Sahebzadeh. Mandana^{*2}, Hematyar Tabatabaei. Yahya³

- 1- MSc, Health Services Management, Department of Health Services Management, Faculty of Medical Management and Informatics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
- 2- Assistant Professor, Health Services Management, Health Management and Economics Research Center and Department of Health Services Management, Faculty of Medical Management and Informatics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
- 3- PhD, Condensed Matter Physics, Department of Physics, Faculty of Complex Systems, Nonlinear Dynamics and Chaos, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Received Date:

2024.10.16

Accepted Date:

2025.3.9

*Corresponding

Author Email:

Behi1367@gmail.com

Abstract

Background and purpose: The complexity and extreme fluctuations in the healthcare environment, along with the occurrence of unforeseen disasters and risks, have increased the likelihood of disruptions in hospital supply chains. Strengthening supply chain resilience is a key strategy to mitigate these challenges and ensure the continued delivery of efficient and effective hospital services during crises. This study aims to conduct a structural analysis of the factors influencing the resilience of the hospital medical equipment supply chain using the Fuzzy MICMAC approach.

Methods: This mixed-method (qualitative-quantitative) study included faculty members knowledgeable in the field, heads of medical equipment departments in universities and hospitals, senior managers from medical equipment manufacturing and importing companies, and healthcare administrators. Data were collected through checklists and semi-structured interviews. Fuzzy matrix completion and MICMAC analysis were used for data processing, performed using Fuzzy MICMAC software.

Results: Among the identified factors, logistics management was found to have the highest impact on the resilience of the hospital medical equipment supply chain. In contrast, factors such as integration and coordination, cooperative relationships, competition, flexibility, human resource management, and risk/crisis management had the lowest direct impact. Environmental conditions, transparency and protection, information-sharing systems, and human resource management were identified as the least affected factors. Economic factors emerged as a highly influential indirect factor, significantly affecting supply chain resilience.

Conclusion: To enhance the resilience of hospital medical equipment supply chains, logistics management and economic factors must be prioritized. Additionally, agility and speed, risk/crisis management, competition, and the development of integrated and cooperative relationships play a moderately indirect role and should be considered in strategic planning.

Keywords: Resilience, Supply Chain, Medical Equipment, Hospital, Fuzzy MICMAC



Copyright©2024 Scientific Association of Hospital Affairs, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

تحلیل ساختاری عوامل مؤثر بر تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی با استفاده از میک مک فازی

فرخ لقا محمدی^۱، ماندانا صاحب زاده^{۲*}، یحیی همت یار طباطبایی^۳

۱- کارشناسی ارشد، مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، گروه مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲- استادیار، مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، مرکز تحقیقات مدیریت و اقتصاد سلامت و گروه مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۳- دکتری، ماده چگال نرم، دانشکده فیزیک، گروه سیستم های پیچیده، دینامیک غیر خطی و آشوب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

چکیده:

زمینه و هدف: مقدمه: پیچیدگی و نوسانات شدید محیطی همراه با بروز سوانح و خطرات غیره منتظره، احتمال اختلال در زنجیره تأمین بیمارستان را افزایش داده است. تاب آوری زنجیره تأمین، یکی از راهبردهای مقابله با این چالش ها و تداوم ارائه خدمات مناسب و کارآمد بیمارستان در زمان فاجعه است. هدف این پژوهش تحلیل ساختاری عوامل مؤثر بر تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی با استفاده از میک مک فازی بود.

مواد و روش ها: این پژوهش کیفی - کمی، جامعه پژوهش اعضا هیئت علمی مطلع از موضوع در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، روسای اداره های تجهیزات پزشکی دانشگاه و معاونت درمان، مسئولین واحدهای تجهیزات پزشکی بیمارستان ها، مدیران شرکت های تولیدکننده تجهیزات پزشکی، مدیران شرکت های واردکننده تجهیزات پزشکی بودند. ابزار گردآوری اطلاعات چک لیست و مصاحبه بود. تجزیه و تحلیل داده ها به روش تکمیل ماتریس فازی و تحلیل ماتریس با نرم افزار میک-مک فازی انجام شد.

نتایج: عامل «مدیریت لجستیک» تأثیرگذاری بیشتری بر تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی سرمایه ای بیمارستانی دارد. «عوامل یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی، رقابت، انعطاف پذیری، مدیریت منابع انسانی و مدیریت ریسک - مدیریت بحران» به عنوان عواملی که کمترین تأثیرگذاری را دارند شناخته شدند و عوامل «شرایط محیطی، شفافیت و حراست، سیستم اشتراک اطلاعات و مدیریت منابع انسانی» کمترین تأثیرپذیری را دارند. «عوامل اقتصادی» به عنوان یک عامل با تأثیر غیرمستقیم بسیار قوی، تأثیر مهمی بر تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی دارند.

نتیجه گیری: برای افزایش تاب آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی، توجه به «مدیریت لجستیک و عوامل اقتصادی» بسیار حیاتی است. علاوه بر این، عواملی مانند «چابکی و سرعت، مدیریت ریسک-مدیریت بحران، رقابت، یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی» نیز از تأثیر غیرمستقیم متوسطی برخوردارند.

کلیدواژه: تاب آوری، زنجیره تأمین، تجهیزات پزشکی، بیمارستان

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

* نویسنده مسئول مقاله:
Behi1367@gmail.com

مقدمه

در طی دو دهه اخیر مدیریت زنجیره تأمین به عنوان یکی از کلیدی‌ترین عوامل رقابت و موفقیت سازمان‌ها مطرح شده و مورد توجه صاحب‌نظران و محققان مدیریت تولید قرار گرفته است (۱). زنجیره تأمین شبکه متوالی از شرکای کسب و کاری است که در فرایندهای تولیدی دخیل بوده و مواد خام اولیه را به محصولات یا خدمات نهائی تبدیل می‌کنند تا تقاضای مشتریان به موقع و با کیفیت بالا و با کمترین هزینه برآورده شود (۲). در بازار جهانی امروز سازمان‌ها بیشتر به زنجیره تأمین خود متکی هستند تا رقابت را حفظ کنند. رقابت شدید باعث شده سازمان‌ها و شرکت‌ها از بازارهای جدید و هزینه‌های تولید کمتر، از طریق توسعه زنجیره‌های تأمین خود که به ایجاد زنجیره‌های تأمین جهانی پیچیده‌تر منجر می‌شود، بهره ببرند (۳، ۴). این پیچیدگی، زنجیره تأمین را در برابر انواع مختلفی از خطرات آسیب‌پذیر کرده است (۵).

به عبارت دیگر راهبردهای مختلف زنجیره تأمین از جمله تاب‌آوری به دنبال افزایش انعطاف‌پذیری و توسعه توانائی زنجیره تأمین در پاسخ‌گویی سریع به تغییر تقاضای مشتری است (۶). ماهیت زنجیره تأمین به گونه‌ای است که ایجاد جریان روان و بدون وقفه از مواد اولیه تا مصرف‌کننده نهائی بین تمام اجزاء زنجیره ضروری است (۷، ۸).

زنجیره تأمین تاب‌آور قابلیت انطباقی زنجیره تأمین به منظور آماده شدن برای رویدادهای غیرقابل انتظار، پاسخگویی به اختلالات و بازیابی از آن‌ها از طریق حفظ تداوم عملیات در سطح مطلوبی از ارتباط و کنترل بر روی ساختار و عملکرد است (۹).

برل و همکاران تاب‌آوری زنجیره تأمین را اینگونه تعریف کرده‌اند "توانائی زنجیره تأمین در رسیدگی به اختلال است، بدون اینکه بر ارائه خدمات به مشتری تأثیر قابل توجهی بگذارد".

زنجیره تأمین تاب‌آور می‌تواند یک منبع قوی برای مزیت رقابتی باشد (۱۰). مزیت رقابتی زنجیره تأمین تنها به هزینه‌های پایین، کیفیت بالا، کاهش زمان تأخیر و سطح بالای خدمات بستگی ندارد؛ بلکه به توانائی زنجیره در دوری کردن از فجایع و غلبه بر شرایط بحرانی بستگی دارد و این همان تاب‌آوری زنجیره تأمین است (۱۱).

تاب‌آوری در سلامت و موفقیت سازمانی و همین‌طور در شکست‌های سازمانی نقش عمده‌ای دارد لذا برای تمامی مدیران توسعه تاب‌آوری دارای جایگاه ویژه و متضمن پایداری و موفقیت است (۱۲، ۱۳).

حوزه بهداشت و درمان در هر کشوری از مهم‌ترین حوزه‌ها و دارای اهمیتی استراتژیک می‌باشد (۱۴). با توجه به اینکه نظام سلامت با جان شهروندان مرتبط است و در صورتی که نیازهای دارویی و تجهیزاتی بیماران در زمان مناسب تأمین نشوند، نتایج و عواقب خطرناکی ایجاد می‌گردد، برای مثال عدم وجود یک وسیله یا عدم دسترسی به موقع به آن در عمل جراحی می‌تواند منجر به از دست رفتن جان یک انسان شود لذا زنجیره تأمین بیمارستان در نظام سلامت دارای ریسک بالا و همچنین پیچیدگی زیاد است (۱۵).

زمانی که حوادث مختلف اتفاق می‌افتد، شرایط پیچیده‌تری با در نظر گرفتن زنجیره تأمین بیمارستان ایجاد می‌شود؛ زیرا در آن عناصر بیشتری دخیل هستند و بررسی تاب‌آوری آن حساسیت بیشتری دارد. در این شرایط، زنجیره تأمین بیمارستان و مدیریت آن پیچیده است و این پیچیدگی، تاب‌آوری را سخت‌تر می‌کند. تأمین کالاها و خدمات از طیف وسیع تأمین‌کنندگان، در کنار ارائه خدمات به بیماران با طیف وسیعی از نیازهای سلامتی، چالش بزرگی است که بیمارستان‌ها برای ارائه مراقبت‌های اضطراری با آن مواجه هستند (۱۶).

تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها بر یکدیگر بتواند فرایند تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات در درون و بیرون بیمارستان را با رویکردی فازی و با در نظر گرفتن عدم قطعیت عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات بیمارستانی و اعلام نظر خبرگان تحلیل نماید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش کیفی - کمی و با تحلیل ساختاری (۱۷) به بررسی تأثیرات متقابل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و اخذ نظرات خبرگان در سال ۱۴۰۱ پرداخت.

جامعه پژوهش شامل اعضای هیئت علمی مطلع از موضوع در دانشگاه، روسای اداره‌های تجهیزات پزشکی دانشگاه و معاونت درمان، مسئولین واحدهای تجهیزات پزشکی بیمارستان‌ها، مدیران شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات پزشکی، مدیران شرکت‌های واردکننده تجهیزات پزشکی که در واحدهای تجهیزات پزشکی بیمارستان‌های آموزشی درمانی شهر اصفهان مستقر هستند، واحدهای تجهیزات پزشکی معاونت‌های درمان، غذا، دارو و بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، مدیرعامل و یا مدیر فروش شرکت‌های واردکننده و توزیع‌کننده تجهیزات پزشکی، هیئت علمی و متخصصان رشته مهندسی پزشکی و خبرگان این عرصه بودند. معیارهای انتخاب جامعه پژوهش شامل حداقل ۱۰ سال سابقه کار در حوزه تجهیزات پزشکی و دارای حداقل مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد بود.

نمونه پژوهش ۲۰ نفر از مدیران شرکت‌های مطرح شده و مسئولین ادارات تجهیزات پزشکی بیمارستان‌ها به همراه دو نفر از روسای ادارات تجهیزات پزشکی معاونت درمان و معاونت غذا و دارو همچنین تعدادی از اساتید مطلع از موضوع در

صنعت تجهیزات پزشکی با توجه به تنوع محصولات و بخش‌های مختلف بازار با تنوع زیادی سر و کار دارد. با توجه به نیاز بیمارستان‌ها به تجهیزات پزشکی باکیفیت بالا و وجود تأمین‌کنندگان با قابلیت‌ها و استراتژی‌های مختلف تأمین تجهیزات، تصمیم‌گیری مدیران مراکز درمانی برای انتخاب بهترین سیاست برای سفارش، خرید، انبار و توزیع باید به گونه‌ای باشد که بتوانند، در هر موقعیتی تجهیزات مناسب با کمترین قیمت ممکن را در اختیار بیماران خود قرار دهند و به هدف والای حداکثری رضایتمندی بیماران دست یابند.

تا کنون پژوهش‌های گوناگونی در خصوص عوامل تأثیرگذار بر زنجیره تأمین بیمارستان به صورتی جداگانه و مستقل از یکدیگر انجام شده است ولی تأمین تجهیزات پزشکی تحت تأثیر عدم قطعیت‌های فراوانی است که در تعامل و میانجیگری یکدیگر قرار دارند. این عدم قطعیت‌ها شامل عوامل مختلفی هستند که به دلیل ماهیت پیچیده صنعت تجهیزات پزشکی و محیط عملیاتی آن ایجاد می‌شوند. این عوامل شامل عدم قطعیت‌های اقتصادی و مالی، عدم قطعیت‌های قانونی و مقرراتی، عوامل فناوری و نوآوری، عوامل محیطی و زنجیره تأمین جهانی، تغییرات در تقاضای بازار می‌شود. این عدم قطعیت‌ها با هم در تعامل هستند؛ برای مثال، نوسانات اقتصادی ممکن است بر قوانین واردات تأثیر بگذارد یا یک بلای طبیعی می‌تواند تقاضای تجهیزات خاصی را به سرعت افزایش دهد. برای مقابله با این عدم قطعیت‌ها، شرکت‌ها معمولاً به دنبال انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین، پیش‌بینی‌های دقیق‌تر و استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای بهبود فرآیندهای پیش‌بینی و مدیریت ریسک هستند (۱۴، ۷).

لذا این پژوهش در نظر دارد با شناسایی عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات بیمارستانی و تحلیل

دانشکده مدیریت و دانشکده فناوری‌های نوین دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بودند.

توزیع فراوانی اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان نشان داد، ۴ نفر از شرکت کنندگان (۱۶.۶٪) کمتر از ۱۰ سال، ۱۱ نفر از آن‌ها (۶۲.۵٪) بین ۱۰ تا ۲۰ سال، ۳ نفر از آن‌ها (۱۲.۵٪) بین ۲۰ تا ۳۰ سال و ۲ نفر (۸.۴٪) بیش از ۳۰ سال سابقه خدمت داشته‌اند. از لحاظ تحصیلات، ۷ نفر (۲۹.۱٪) دارای تحصیلات دکتری، ۲ نفر دارای تحصیلات کارشناسی ارشد (۸.۴٪) و ۱۵ نفر دارای مدرک لیسانس (۶۲.۵٪) بوده است.

مرحل انجام پژوهش به شرح زیر بود:

مرحله اول: جمع‌آوری عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین به روش تحلیل داده‌های فاز مروری به روش تحلیل محتوای کیفی صورت گرفته است.

در این پژوهش ابتدا با مرور مقالات و ادبیات مربوط، عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری جمع‌آوری شد.

جستجوی مقالات مرتبط با ادبیات موضوع با استفاده از عبارات، "supply chain+ hospital OR healthcare+ medical equipment+ resilience+ structural analysis" در پایگاه‌های معتبری همچون PubMed, Scopus, science direct انجام شد. جستجو تا زمان اشباع داده‌های به دست آمده انجام شد.

مرحله دوم: تحلیل محتوای کیفی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین

در این مرحله بر عوامل تأثیرگذاری که در مرحله اول از مرور مقالات و ادبیات مربوط به دست آمد. تحلیل محتوای کیفی انجام شد (۱۸). خروجی این مرحله مضامین فرعی و مضامین اصلی منتج از دسته‌بندی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی بود.

مرحله سوم: تأیید اعتبار مضامین توسط خبرگان بعد از دست‌یابی به مضامین تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین در مرحله قبل، مضامین فوق در فرم راهنمای مصاحبه آورده شد و برای ۲۰ نفر خبرگان (نمونه پژوهش) ایمیل گردید. چنانچه خبرگان پیشنهاد اصلاح، اضافه یا حذف مواردی را داشتند اعمال شد. بر اساس مضامین نهایی شده ماتریس تأثیرگذاری متقابل فازی مضامین مورد نظر بر یکدیگر برای استفاده در مرحله بعد طراحی شد.

در این پژوهش بعد از مطالعه مقالات مرتبط عوامل مؤثر بر زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی استخراج گردید، عوامل در جدول طراحی شده دسته‌بندی شد. با مراجعه حضوری و انجام مصاحبه با جامعه پژوهش نظرات ایشان اخذ؛ و مجدداً ضمن اعمال نظرات مطرح شده نتایج حاصل به ایشان ارائه و جهت تأیید نهایی نظرخواهی صورت گرفت.

با توجه به اینکه تصمیم پژوهشگر، تحلیل ساختاری عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی با روش میک‌مک فازی بود. با توجه به نقطه نظرات چند تن از خبرگان و اعضا هیئت علمی اعلام گردید که عوامل اعلام شده باید بسته به نوع زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی (سرمایه‌ای، مصرفی و فراورده‌های خونی) تفکیک گردد. ضمن مشورت با اساتید فن و با توجه به اهمیت تجهیزات سرمایه‌ای با ارائه سه دلیل عمده شامل: ۱- حیاتی بودن تجهیزات سرمایه‌ای در ارائه خدمت به بیماران ۲- انحصاری بودن تأمین این تجهیزات و همچنین گران بودن قطعات و هزینه نگهداشت این تجهیزات، پژوهشگر جهت بررسی تجهیزات سرمایه‌ای را مورد مطالعه قرار گرفته شد.

متغیرهای زبانی شدت دار (برای مثال، قوی، متوسط، ضعیف) پر کنند. با وجود این، برای استفاده از مدل‌های تحلیل فازی باید متغیرهای ترتیب دار کلمات را به عنوان پیش فرض به کارشناسان معرفی کرد. روش کار بدین صورت است که کارشناسان می‌توانند تأثیرات متقابل دو متغیر را از ضعیف تا خیلی قوی مشخص کنند. پس از انجام تحلیل‌های فازی نیز می‌توان خروجی ماتریس اثرات متقابل را بر اساس همین متغیرهای زبانی ترتیب دار دوباره دسته‌بندی و مرتب کرد یا متغیرهای زبانی ترتیبی دیگری را جایگزین کرد. برای مثال، کارشناسان می‌توانند با متغیرهای زبانی شدت دار سه تایی تأثیرات را ارزیابی کنند، اما در هنگام ارائه خروجی از متغیرهای زبانی پنج تایی استفاده شود، سپس بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی، متغیرهای کیفی تبدیل به اعداد فازی می‌شوند، محاسبات فازی بر روی آن‌ها صورت می‌گیرد و سپس به کمک روش‌های مرسوم در ریاضیات فازی، فازی زدایی و گزارش می‌شوند و بسته به نتایج، برجسب‌های زبانی خروجی برای آن‌ها تعریف می‌شود.

احتمالاً به دلیل به دست آمدن تعداد زیاد عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی، لزوم بررسی کیفی تأثیرات متقابل عوامل بر یکدیگر، همکاری مشارکت‌کنندگان در بررسی جدول تأثیرات متقابل با مشکل روبرو می‌شدند.

برای حل این مشکل عوامل جمع‌آوری شده، با تحلیل کیفی عوامل، تقلیل داده‌ها صورت گرفت. پس از تأیید خبرگان مضامین وارد جدول تأثیرات متقابل میک‌مک فازی شدند. به این ترتیب با کاهش ملموس تعداد عوامل امکان همکاری مشارکت‌کنندگان فراهم گردید.

در ادامه ماتریس نظرات بررسی شده و سپس بر اساس درصدها، پنج حالت تولید شد که معادل با ۰.۱، ۰.۳، ۰.۵، ۰.۷،

مجدداً نظرخواهی برای تعیین عوامل و مضامین مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای بیمارستانی انجام گردید. در نهایت با انجام مطالعات ۸۳ عامل اولیه مؤثر بر تاب‌آوری تعیین شد. عوامل یافت شده در مرحله قبل به ۱۸ مضمون اصلی تقلیل یافت. پس از ارسال ۱۸ مضمون برای خبرگان و دریافت نقطه نظرات آن‌ها و انجام تحلیل کیفی، مضامین اصلی به ۱۳ مضمون تقلیل یافت. تعداد عامل تأثیرگذار مشخص و ماتریس تأثیرات متقابل ترسیم گردید.

در ابتدا از ۲۵ خبره خواسته شد تا پرسش‌نامه پیوست را تکمیل نمایند در این پرسشنامه، سه سطح کم، متوسط و زیاد در نظر گرفته شده بود و از آن‌ها خواسته شد که بیان نمایند که میزان تأثیر هر متغیر بر متغیر دیگر به صورت فازی چگونه است در واقع تعیین نمایند از نظر آن‌ها، چند درصد تأثیرگذاری زیاد، چند درصد متوسط و چند درصد کم هست. برای خبرگان معمولاً استفاده از عبارات‌های کیفی بر اساس تجربه در یک حوزه تخصصی راحت‌تر است؛ بنابراین، استفاده از متغیرهای زبان‌شناختی می‌تواند راه‌حل مناسبی در نظر گرفته شود، اما پیش از شکل‌گیری ریاضیات فازی راهی برای تبدیل متغیرهای کیفی به متغیرهای کمی وجود نداشت. هدف از میک‌مک فازی آن است که امکان استفاده از متغیرهای زبانی در مرحله گردآوری داده‌ها و ارائه یافته‌ها فراهم شود. ایده اصلی این است که با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی برای کارشناسان و خبرگان شرکت‌کننده در یک پژوهش، این امکان فراهم شود که بتوانند جداول تأثیرات متقابل را به جای مقادیر کمی عددی مطلق با مقادیر کیفی زبان‌شناختی پر کنند (۱۹).

با استفاده از این روش، کارشناسان و خبرگان شرکت‌کننده، می‌توانند درایه‌های ماتریس اثرات متقابل را با

برای محاسبه میزان تأثیرگذاری از عبارت ذیل استفاده شد:

$$I_k = +_{j=1}^n LMDI(k, j)$$

در عبارت فوق برای هر متغیر در سطر، مقادیر تک تک ستون‌های مرتبط با آن ستون با هم جمع فازی شدند و در نهایت مقدار به دست آمده میزان تأثیرگذاری متغیر را که با I_k نمایش داده می‌شد، نشان می‌داد.

در گام بعدی، رتبه‌بندی ماتریس تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم متغیرها انجام شد. به این ترتیب که برای ماتریس تأثیرپذیری و تأثیرگذاری از فرمول ذیل برای به دست آوردن رتبه استفاده شد.

$$c(D_k) = \frac{(d_1 + 4d_2 + d_3)}{6}$$

که در آن d_1 و d_2 و d_3 به ترتیب مقادیر سه تایی D_k بودند.

$$c(I_k) = \frac{(i_1 + 4i_2 + i_3)}{6}$$

که در آن i_1 و i_2 و i_3 به ترتیب مقادیر سه تایی I_k بودند. محاسبه تأثیرپذیری و تأثیرگذاری غیرمستقیم هر متغیر و رتبه‌بندی آن‌ها:

برای محاسبه‌ی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم، نیاز هست که ماتریس در خودش ضرب شود تا زمانی که دیگر هیچ تغییری حاصل نشود. پس از رسیدن به این حالت، مراحل قسمت قبل تکرار می‌شود و ماتریس‌های D_k و I_k و رتبه‌بندی‌های $c(D_k)$ و $c(I_k)$ به دست آمد.

متغیرهای L ، R و C برای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری محاسبه می‌شود. L متناظر با \min و C متناظر با Median و R متناظر با \max است. برای تأثیرپذیری، متغیرها به شکل ذیل محاسبه شدند:

$$L_{dep} = \min\{a_k; D_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

$$C_{dep} = \text{median}\{b_k; D_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

$$R_{dep} = \max\{c_k; D_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

۰.۹ در نظر گرفته شدند سپس میانگین نظرات محاسبه شد و اعداد در میانگین نظرات محاسبه شده به نزدیک‌ترین اعداد از طیف ۰.۱، ۰.۳، ۰.۵، ۰.۷، ۰.۹ گرد شدند در ادامه برای ماتریس میانگین معادل با هر یک از حالات به دست آمده یکی از برچسب‌ها خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، قوی و خیلی قوی در نظر گرفته شد که به ترتیب ۰.۱ معادل با خیلی ضعیف، ۰.۳ معادل با ضعیف، ۰.۵ معادل با متوسط، ۰.۷ معادل با قوی و ۰.۹ معادل با خیلی قوی لحاظ شد. برای هر یک از برچسب‌ها، مجموعه‌ی فازی معادل لحاظ شد به گونه‌ای که:

حالت خیلی ضعیف: (۰، ۰، ۰/۵)

حالت ضعیف: (۰ و ۱ و ۲)

حالت متوسط: (۱ و ۲ و ۳)

حالت قوی: (۲ و ۳ و ۴)

حالت خیلی قوی: (۴ و ۴ و ۳.۵)

مجدداً ماتریس میانگین نظرات بر اساس تبدیلات فوق تغییر یافت؛ و نام ماتریس جدید $LMDI(k, j)$ در نظر گرفته شد

در ادامه برای محاسبه میزان تأثیرپذیری هر متغیر از جمع فازی و فرمول‌های ذیل استفاده شد.

نحوه‌ی محاسبه‌ی جمع فازی به شکل ذیل هست:

$$T_1 + T_2 = [a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2]$$

که a_1 و b_1 و c_1 مقادیر سه تایی T_1 و a_2 و b_2 و c_2 مقادیر T_2 سه تایی هستند

$$D_k = +_{j=1}^n LMDI(j, k)$$

در عبارت فوق برای هر متغیر در ستون، مقادیر تک تک سطرهای مرتبط با آن ستون با هم جمع فازی شده و در نهایت مقدار به دست آمده میزان تأثیرپذیری متغیر را که با D_k نمایش داده می‌شد، نشان داده شد.

میزان موثق بودن داده‌های پژوهش را به حد قابل قبولی افزایش داد.

انتقال‌پذیری: ارائه جزئیات بیشتر در رابطه با مشارکت کنندگان و محیط انجام پژوهش صورت گرفت. برخی از این جزئیات شامل اطلاعات جمعیت شناختی مثل سن، جنس، سابقه کار، میزان تحصیلات و یا سایر موارد با توجه به نوع تحقیق و مشارکت کنندگان آن بودند. با توجه به این اطلاعات، محققین می‌توانستند بررسی کنند که آیا نتایج در جمعیت یا مکانی دیگر کاربرد دارد یا خیر؟

اطمینان‌پذیری: به منظور ایجاد اطمینان‌پذیری، جزئیات پژوهش و یادداشت‌برداری‌ها ثبت و ضبط شد تا محقق دیگری به جز محقق اصلی بتواند روند مطالعه را برای دقت علمی یافته‌ها پیگیری نماید.

تأیید‌پذیری: در این مرحله با هدف بررسی تأیید‌پذیری، دو محقق (یا بیشتر)، مشخص شدند که در مورد تصمیماتی که در حین پژوهش اخذ شد اعلام نظر نمودند و در مورد این که چه داده‌ای جمع‌آوری گردید و چگونه تفسیر گردید، تصمیم‌گیری نمودند.

با ورود داده‌های به دست آمده حاصل از نظرات خبرگان در ماتریس فازی، به وسیله نرم‌افزار میک مک فازی، پس از تکمیل ماتریس تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم در میک مک فازی، میانگین نظرات خبرگان در مورد هر در جدول وارد شد و سپس تحلیل ماتریس با استفاده از نرم‌افزار میک مک فازی انجام شدند.

نهایتاً تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم مضامین بر زنجیره تأمین تاب‌آور تجهیزات پزشکی بیمارستانی با استفاده از نرم‌افزار میک مک فازی مشخص گردیدند و تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین مضامین بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات بیمارستانی تعیین گردیدند.

برای تأثیرپذیری، متغیرها به شکل ذیل محاسبه شدند:

$$\{L_{inf} = \min\{a_k: I_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

$$C_{inf} = \text{median}\{b_k: I_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

$$R_{inf} = \max\{c_k: I_k = [a_k, b_k, c_k]\}$$

سپس C_{inf}^1 و C_{inf}^2 محاسبه شدند:

$$C_{inf}^1 = \frac{(L_{inf} + C_{inf})}{2}$$

$$C_{inf}^2 = \frac{(C_{inf} + R_{inf})}{2}$$

مقادیر مجموعه برای حالت پنج تایی محاسبه شدند:

$$\delta_1 \text{ Very weak} = (L_{inf}, L_{inf}, C_{inf}^1)$$

$$\delta_2 \text{ Weak} = (L_{inf}, C_{inf}^1, C_{inf})$$

$$\delta_3 \text{ Moderate} = (C_{inf}^1, C_{inf}, C_{inf}^2)$$

$$\delta_4 \text{ Strong} = (C_{inf}, C_{inf}^2, R_{inf})$$

$$\delta_5 \text{ Very Strong} = (C_{inf}^2, R_{inf}, R_{inf})$$

محاسبه مجموعه لغات خروجی برای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم:

مراحل قسمت قبل در حالت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم تکرار شدند.

برای تأمین روایی و پایایی مطالعه از روش ارزیابی لینکلن و گوبا^۱ استفاده شد که معادل روایی و پایایی در تحقیقات کمی است. بدین منظور و بر پایه این روش چهار معیار موثق بودن و اعتبار (باورپذیری)^۲، انتقال‌پذیری^۳، اطمینان‌پذیری^۴ و تأیید‌پذیری^۵ برای ارزیابی در نظر گرفته شد.

اعتبار: پژوهشگر با صرف زمان کافی، ضمن مصاحبه با چند تن از صاحب‌نظران و ارائه آخرین اطلاعات به دست آمده برای کسب اطمینان از یکسانی دیدگاه شرکت کنندگان

¹ Lincoln & Guba

² Credibility

³ Transferability

⁴ Dependability

⁵ Confirmability

یافته‌ها

در این پژوهش ابتدا با مرور مقالات و ادبیات مربوط، عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری جمع‌آوری شد. بر اساس مطالعات انجام گرفته، عوامل یافت شده در ۱۸ مضمون فرعی دسته‌بندی گردید. پس از ارسال جدول فوق برای خبرگان و دریافت نقطه نظرات آن‌ها و انجام تحلیل کیفی، مضامین فرعی به ۱۳ مضمون اصلی تقلیل یافت.

پس از اتمام این مرحله با توجه به نظر اعضا هیئت علمی، پژوهش بر روی تجهیزات سرمایه‌ای متمرکز گردید. در نهایت برای بررسی تأثیر این عوامل بر یکدیگر، ماتریس فازی به شرح جدول زیر تهیه شد و در اختیار شرکت کنندگان قرار گرفت تا با امتیازدهی به صورت کیفی تأثیر هر عامل بر دیگری را تعیین کنند.

برای بررسی تأثیرپذیری مستقیم یک متغیر از عوامل دیگر و همچنین تأثیرگذاری یک متغیر بر عوامل دیگر از جمع جبری سطر و ستون این ماتریس استفاده شد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، عوامل اقتصادی و یکپارچگی، هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی به دلیل میزان اثرپذیری غیرفازی شده‌ی بیشتر، رتبه‌ی اول را به دست آورده‌اند. عوامل چابکی و سرعت و مدیریت ریسک-مدیریت بحران رتبه‌ی دوم را از جهت شدت تأثیرپذیری از عوامل دیگر کسب کرده‌اند. عوامل امنیت و رقابت تأثیرپذیری متوسطی داشتند و دیگر عوامل نمایش داده شده در جدول تأثیرپذیری ضعیف و بسیار ضعیفی داشتند (جدول ۱)

جدول ۱- عوامل نهایی مؤثر بر زنجیره تأمین

مدیریت لجستیک	چابکی و سرعت	انعطاف‌پذیری (سازگاری / اشتیاق)	نظارت و ارزیابی	امنیت	رقابت	شفافیت و صراحت (رویت‌پذیری)	مدیریت ریسک (مدیریت بحران)	شرایط محیطی (عوامل بیرونی)	عوامل اقتصادی (مدیریت منابع مالی)	سیستم اشتراک اطلاعات	مدیریت منابع انسانی	یکپارچگی و هماهنگی
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	یکپارچگی و هماهنگی
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	مدیریت منابع انسانی
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	سیستم اشتراک اطلاعات
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	عوامل اقتصادی (مدیریت منابع مالی)
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم

مدیریت لجستیک	چابکی سرعت	انعطاف پذیری (سازگاری / اشتیاق)	نظارت و ارزیابی	امنیت	رقابت	شفافیت و صراحت (رویت پذیری)	مدیریت ریسک (مدیریت بحران)	شرایط محیطی (عوامل بیرونی)	عوامل اقتصادی (مدیریت منابع مالی)	سیستم اشتراک اطلاعات	مدیریت منابع انسانی	یکپارچگی و هماهنگی
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم	کم

و شرایط محیطی» شدت تأثیرگذاری متوسطی بر عوامل دیگر داشتند. «عامل چابکی و سرعت» تأثیرگذاری ضعیفی داشت و دیگر عوامل تأثیرگذاری بسیار ضعیفی داشتند.

جدول ۲ نشان می‌دهد عامل «مدیریت لجستیک» تأثیرگذارترین عامل تعیین شده است و «عوامل اقتصادی» رتبه‌ی دوم را در تأثیرگذاری به دست آورد. «نظارت و ارزیابی، شفافیت و حراست، امنیت، سیستم اشتراک اطلاعات

جدول ۲- تأثیرگذاری فازی مستقیم و برچسب‌های اختصاص داده شده به آن‌ها

متغیرها	دامنه اعداد فازی	میزان اثرگذاری غیر فازی شده	رتبه تأثیرگذاری	شدت تأثیرگذاری
مدیریت لجستیک	(۲۸/۵, ۳۹, ۴۸)	۳۸/۷۵	۱	بسیار قوی
عوامل اقتصادی	(۲۶, ۳۷, ۴۷)	۳۶/۸۳	۲	قوی
نظارت و ارزیابی	(۲۴/۵, ۳۶, ۴۷)	۳۵/۹۱	۳	متوسط
شفافیت و حراست	(۲۴/۵, ۳۶, ۴۷)	۳۵/۹۱	۳	متوسط
امنیت	(۲۳, ۳۵, ۴۷)	۳۵	۳	متوسط
سیستم اشتراک اطلاعات	(۲۳, ۳۵, ۴۷)	۳۵	۳	متوسط
شرایط محیطی	(۲۴, ۳۵, ۴۵)	۳۴/۸۳	۳	متوسط
چابکی و سرعت	(۲۲, ۳۴, ۴۶)	۳۴	۴	ضعیف
یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی	(۲۱, ۳۳, ۴۵)	۳۳	۵	بسیار ضعیف
رقابت	(۲۱/۵, ۳۳, ۴۴)	۳۲/۹۱	۵	بسیار ضعیف
انعطاف‌پذیری	(۲۱/۵, ۳۳, ۴۴)	۳۲/۹۱	۵	بسیار ضعیف
مدیریت منابع انسانی	(۲۰, ۳۲, ۴۴)	۳۲	۵	بسیار ضعیف
مدیریت ریسک - مدیریت بحران	(۲۰/۵, ۳۲, ۴۳)	۳۱/۹۱	۵	بسیار ضعیف

قوی‌ای داشتند. «عوامل رقابت، امنیت، یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی و مدیریت لجستیک» شدت تأثیرپذیری غیرمستقیم متوسطی دارند. دیگر عوامل تأثیرپذیری فازی غیرمستقیم ضعیف و بسیار ضعیفی داشتند (جدول ۳).

تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد، «عوامل اقتصادی» رتبه‌ی اول تأثیرپذیری غیرمستقیم را کسب کرده و شدت تأثیرپذیری بسیار قوی‌ای دارد. «چابکی، سرعت و مدیریت ریسک، مدیریت بحران» در رتبه‌ی دوم قرار گرفتند و شدت پذیرگی

جدول ۳- تأثیرپذیری فازی غیرمستقیم و برجسته‌های اختصاص داده شده به آن‌ها

متغیرها	دامنه اعداد فازی	میزان اثرپذیری غیر فازی شده	رتبه تأثیرپذیری	شدت تأثیرپذیری
عوامل اقتصادی	(۶۴۰/۷۵, ۱۳۶۹, ۲۱۸۴)	۱۳۸۳/۴۵	۱	بسیار قوی
چابکی و سرعت	(۶۳۲, ۱۲۷۵, ۲۱۸۴)	۱۳۱۹/۳۳	۲	قوی
مدیریت ریسک - مدیریت بحران	(۶۰۰/۷۵, ۱۲۸۳, ۲۱۰۳)	۱۳۰۵/۹۵	۲	قوی
رقابت	(۵۳۶, ۱۲۱۷, ۲۱۰۳)	۱۲۵۱/۱۶	۳	متوسط
امنیت	(۵۲۵, ۱۲۱۰, ۲۱۴۰)	۱۲۵۰/۸۳	۳	متوسط
یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی	(۶۱۴, ۱۱۴۷, ۲۱۸۴)	۱۲۳۱	۳	متوسط
مدیریت لجستیک	(۵۱۲, ۱۱۸۵, ۲۱۰۳)	۱۲۲۵/۸۳	۳	متوسط
شرایط محیطی	(۵۰۹, ۱۱۵۹, ۲۰۲۰)	۱۱۹۴/۱۶	۴	ضعیف
نظارت و ارزیابی	(۴۸۵/۵, ۱۱۴۹, ۲۰۶۰)	۱۱۹۰/۲۵	۴	ضعیف
انعطاف پذیری	(۴۸۰, ۱۱۴۴, ۲۰۵۶)	۱۱۸۵/۳۳	۴	ضعیف
شفافیت و حراست	(۴۹۵, ۱۱۴۹, ۲۰۱۸)	۱۱۸۴/۸۳	۴	ضعیف
مدیریت منابع انسانی	(۴۴۳, ۱۰۸۵, ۱۹۷۴)	۱۱۲۶/۱۶	۵	بسیار ضعیف
سیستم اشتراک اطلاعات	(۴۶۰/۵, ۱۱۱۴, ۲۰۱۷)	۱۱۱۵/۵۸	۵	بسیار ضعیف

سیستم اشتراک اطلاعات» شدت تأثیرگذاری متوسطی دارند و دیگر عوامل نشان داده شده در جدول ۴ شدت تأثیرگذاری ضعیف و بسیار ضعیفی دارند.

جدول ۴ نشان می‌دهد «مدیریت لجستیک» رتبه‌ی اول تأثیرگذاری و شدت تأثیرگذاری بسیار قوی‌ای دارد. «عوامل اقتصادی، نظارت و ارزیابی، شفافیت و حراست، امنیت و

جدول ۴- تأثیرگذاری فازی غیرمستقیم و برجسب‌های اختصاص داده شده به آن‌ها

متغیرها	دامنه اعداد فازی	میزان اثرگذاری غیرفازی شده	رتبه تأثیرگذاری	شدت تأثیرگذاری
مدیریت لجستیک	(۶۲۴/۷۳, ۱۳۷۲, ۲۱۸۴)	۱۳۸۲/۷۵	۱	بسیار قوی
عوامل اقتصادی	(۵۸۹/۷۵, ۱۲۷۴, ۲۰۴۱)	۱۲۸۷/۷۹	۳	متوسط
نظارت و ارزیابی	(۵۶۱/۷۵, ۱۲۴۶, ۲۱۴۳)	۱۲۸۱/۴۵	۳	متوسط
شفافیت و حراست	(۵۵۶/۵, ۱۲۴۳, ۲۱۴۳)	۱۲۷۸/۵۸	۳	متوسط
امنیت	(۵۳۲, ۱۲۱۶, ۲۱۴۴)	۱۲۵۶/۶۶	۳	متوسط
سیستم اشتراک اطلاعات	(۵۳۰/۵, ۱۲۱۵, ۲۱۴۴)	۱۲۵۰/۷۵	۳	متوسط
شرایط محیطی	(۵۵۱/۷۵, ۱۲۱۴, ۲۰۵۸)	۱۲۴۴/۲۹	۴	ضعیف
چابکی و سرعت	(۵۰۹/۵, ۱۱۸۳, ۲۱۰۱)	۱۲۲۳/۷۵	۴	ضعیف
رقابت	(۵۰۰, ۱۱۵۰, ۲۰۱۸)	۱۲۰۱/۳۳	۵	بسیار ضعیف
انعطاف‌پذیری	(۴۹۹, ۱۱۵۲, ۲۰۱۸)	۱۱۸۷/۵	۵	بسیار ضعیف
یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی	(۴۵۴, ۱۱۵۱, ۲۰۶۰)	۱۱۸۶/۳۳	۵	بسیار ضعیف
مدیریت منابع انسانی	(۴۶۱/۵, ۱۱۱۴, ۲۰۱۷)	۱۱۵۵/۷۵	۵	بسیار ضعیف
مدیریت ریسک - مدیریت بحران	(۴۷۵, ۱۱۱۸, ۱۹۷۵)	۱۱۵۳/۶۶	۵	بسیار ضعیف

بحث

در این مقاله، به بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای بیمارستانی پرداخته شده و از روش میک مک فازی برای تحلیل ساختاری این عوامل استفاده شده است.

با توجه به نتایج ارائه شده، مشخص شد عامل «مدیریت لجستیک» بیشترین تأثیرگذاری را بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی سرمایه‌ای بیمارستانی دارد و رتبه اول را کسب کرد. همچنین «عوامل اقتصادی» تأثیرپذیرترین عامل شناخته شده است. این نتایج نشان می‌دهند که برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی، توجه به «مدیریت لجستیک» و «عوامل اقتصادی» بسیار حیاتی است. «عوامل یکپارچگی و هماهنگی» و «ایجاد روابط تعاونی، رقابت، انعطاف‌پذیری، مدیریت منابع انسانی و مدیریت ریسک - مدیریت بحران» به عنوان عواملی که کمترین تأثیرگذاری را دارند شناخته شده‌اند و «عوامل شرایط محیطی، شفافیت و حراست، سیستم اشتراک اطلاعات و مدیریت منابع انسانی» کمترین تأثیرپذیری را دارند. این نتایج نشان می‌دهد که رسیدگی به این عوامل می‌تواند در اولویت‌های آخر قرار گیرد. با توجه نتایج گزارش شده، عواملی مانند «نظارت و ارزیابی، شفافیت و حراست، امنیت، سیستم اشتراک اطلاعات و شرایط محیطی»، از تأثیر متوسطی بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی برخوردارند. این نتایج نشان می‌دهند که این عوامل، به‌طور متوسط، می‌توانند بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تأثیرگذار باشند، اما نیاز به توجه و مدیریت مناسب دارند تا بتوانند به‌طور کامل از پتانسیل خود برای افزایش تاب‌آوری استفاده کنند.

عواملی مانند «چابکی و سرعت، مدیریت ریسک-مدیریت بحران، نظارت و ارزیابی، شفافیت و حراست، امنیت، سیستم اشتراک اطلاعات و شرایط محیطی» از تأثیر کمتری بر

تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی برخوردارند. این نتایج نشان می‌دهند که عواملی که در این زمینه تأثیر کمتری دارند، ممکن است برای تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین، نیاز به توجه کمتری داشته باشند یا به دلیل شناخت کمتری از رابطه خود با تاب‌آوری، اهمیت کمتری نسبت به دیگر عوامل دارند. در مطالعه خادمی و همکاران که به بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین پرداخته بودند نتایج نشان داد، عوامل مربوط به «تمرینات کافی کارکنان، برنامه‌ریزی مدیریت فاجعه، سیستم فرماندهی و ظرفیت بالقوه» بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری زنجیره تأمین بیمارستان دارند (۲۰). همچنین در مطالعه دیگر که توسط محقق نژاد انجام شد، هفت موضوع اصلی شامل «منابع مالی، منابع انسانی، فناوری‌ها، تقاضای القایی، مدیریت، تأمین و توزیع و ساختمان و تجهیزات» مشخص شد. در مطالعات دیگر عواملی مانند «فناوری» به عنوان ستون فقرات زنجیره تأمین خدمات بیمارستانی تعیین شد (۲۱). لین و همکاران در پژوهشی شاخص‌های «چابکی سازمانی» را مدیریت سازمانی چابک، طراحی محصول یا خدمات چابک و تولید و ساخت محصول جدید عنوان کردند (۲۲). اسمعیل لو و همکاران «فناوری اطلاعات» را به عنوان زیر ساخت پزشکی از راه دور و عامل مؤثر بر تاب‌آوری بیمارستان بیان نمودند (۲۳). در مطالعه حسینی و همکاران، «استفاده واقعی از فناوری اطلاعات» اثر مستقیم و قابل توجهی در زنجیره تأمین دارد (۲۴). با توجه به نتایج این پژوهش، «عوامل اقتصادی» به عنوان یک عامل با تأثیر غیرمستقیم بسیار قوی، تأثیر مهمی بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی دارند. علاوه بر این، عواملی مانند «چابکی و سرعت، مدیریت ریسک-مدیریت بحران، رقابت، یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی» نیز از تأثیر غیرمستقیم متوسطی برخوردارند. این نتایج نشان می‌دهند که این عوامل، از طریق

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده و مطالعات انجام شده در این حوزه به نظر می‌رسد، برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی، توجه به مدیریت لجستیک و عوامل اقتصادی بسیار حیاتی است. علاوه بر این، عواملی مانند چابکی و سرعت، مدیریت ریسک-مدیریت بحران، رقابت، یکپارچگی و هماهنگی و ایجاد روابط تعاونی نیز از تأثیر غیرمستقیم متوسطی برخوردارند. این نتایج نشان می‌دهند که این عوامل، از طریق تأثیر غیرمستقیم، می‌توانند به افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی کمک کنند، اما ارتباط آن‌ها با تاب‌آوری ممکن است پیچیده‌تر و غیرمستقیم باشد و نیاز به مطالعات بیشتری داشته باشد تا این ارتباطات به طور کامل درک شوند.

بر اساس نتایج این تحقیق پیشنهاد می‌شود، تدوین و اجرای طرح‌های بحرانی برای مدیریت مواجهه با ریسک‌های مختلف، از جمله نقصان در تأمین تجهیزات پزشکی، برای افزایش آمادگی در مواجهه با حوادث و بحران‌های احتمالی انجام گیرد. همچنین تشویق به تولید و تأمین داخلی تجهیزات پزشکی از طریق ایجاد همکاری با تولیدکنندگان داخلی و حمایت از صنایع محلی که می‌تواند به کاهش وابستگی به واردات و افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین کمک کند، از دیگر موارد پیشنهادی است. اعمال فناوری‌های مدرن مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها برای بهبود مدیریت لجستیک و پیش‌بینی نیازها و ریسک‌های زمانی، تقویت همکاری بین انواع مختلف سازمان‌ها و بخش‌های مختلف صنعت بهداشت و درمان، از جمله بخش‌های دولتی، خصوصی و غیردولتی، برای بهبود تعامل و تبادل اطلاعات و منابع و ارائه آموزش‌های منظم برای کارکنان در زمینه مدیریت ریسک، استفاده بهینه از تجهیزات پزشکی و پیشگیری از نقصان در زنجیره تأمین از دیگر مواردی است که می‌توان جهت بهبود فرایند زنجیره تأمین در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی ارائه نمود.

تأثیر غیرمستقیم، می‌تواند به افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی بیمارستانی کمک کنند، اما ارتباط آن‌ها با تاب‌آوری ممکن است پیچیده‌تر و غیرمستقیم باشد و نیاز به مطالعات بیشتری داشته باشد تا این ارتباطات به طور کامل درک شوند. در این راستا مطالعات اخیر در زمینه زنجیره تأمین و تاب‌آوری در بیمارستان‌ها نشان می‌دهد که این موضوع بسیار اساسی و حیاتی است. بیمارستان‌ها باید با چالش‌های زیادی از جمله تغییرات ناگهانی در تقاضا، مشکلات تأمین کالاهای پزشکی و حتی بحران‌های طبیعی روبرو شوند. برخی از موضوعات کلیدی که در مقالات به تازگی بررسی شده‌اند عبارت‌اند از:

تکنولوژی و داده‌کاوی: استفاده از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا (IoT) و هوش مصنوعی (AI) برای پیش‌بینی نیازهای بیمارستان و بهبود مدیریت انبار و تأمین (۲۵).

همکاری با تأمین‌کنندگان و تأمین: بیمارستان‌ها باید روابط مؤثری با تأمین‌کنندگان خود برقرار کنند تا از تأمین مواد پزشکی و تجهیزات بهینه استفاده کنند (۲۰).

مدیریت ریسک و بحران: تدوین و اجرای برنامه‌های مدیریت بحران که شامل برنامه‌های آمادگی برای برخورد با واقعه بحرانی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با تأمین است (۲۲).

اداره انبار و تأمین: بهبود فرآیندهای انباردهی و تأمین به منظور بهبود کارایی و کاهش زمان تأخیر در تأمین مواد پزشکی (۲۵).

References

1. Amin H, Tahmasbi, Omidvari O, Bojarckenari MV, Razavizadeh S. Investigating the Mutual Effects of Factors Affecting Supply Chain Agility in Steel Companies Using Grey Dematel %J Iranian Journal of Supply Chain Management. 2018;20(59):29
2. Mensah P, Merkurjev Y. Developing a Resilient Supply Chain. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2014;110:309-19 .
3. Jahai M. An Interpretative Structural Model for factors of Supply Chain Resilience %J Researches of Management Organizational Resources. 2018;7(4):1-27.
4. Kamalahmadi M, Mellat-Parast MJJoPR. Developing a resilient supply chain through supplier flexibility and reliability assessment. 2016;54(1):302-21.
5. Christopher M, Towill DJJoPD, Management L. An integrated model for the design of agile supply chains. 2001.
6. Mentzer JT, DeWitt W, Keebler JS, Min S, Nix NW, Smith CD, Zacharia ZGJJoBl. Defining supply chain management 2000; 22(2): 1-25.
7. Rajesh R, Ravi VJC, Engineering I. Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach. 2015;87:126-39.
8. Ponomarov S. Antecedents and consequences of supply chain resilience: a dynamic capabilities perspective. 2012.
9. Khodabakhsh M, Niri Md, Imamian Sah. Identifying and ranking supply chain resilience factors in critical situations with non-factor defense approach. *Passive Defense Quarterly*. 2018;9(1):25-36.
10. Govindan K, Azevedo SG, Carvalho H, Cruz-Machado V. Lean, green and resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modeling approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2015;12(1):15-34.
11. Tahmasabi Ha, Hami M. Analyzing the criteria of resilience and sustainability of the supply chain in the pharmaceutical industry using the interpretive structural analysis method of the Quality and Standard Management Quarterly. 2020;9(4):8-40.
12. Jahantigh FF, Dehghani S. Quality Management of Medical Equipment Hospital Supply Chain Based on Game Theory %J Iranian Journal of Supply Chain Management. 2016;17(50):68.-
13. Mathew J, John J, Kumar S, editors. New trends in healthcare supply chain. *Annals of POMS Conference Proceedings; Denver; 2013*.
14. Bourlakis M, Clear F, Patten LJJoMM. Understanding the UK hospital supply chain in an era of patient choice. 2011;27(3-4):401-23.
15. Ranjbarnia B, Roustaei S, Pourmohammadi M. Analysis of factors affecting sustainable urban development with emphasis on the digital divide, using the fuzzy mik-mak method (case study: Tabriz 2018). *Human Geography Research*. 2018;50(4):891-905.
16. Iman MT, Noushadi MR. Qualitative Content Analysis. *Journal of Research in Islamic Sciences*. 2012;3(2):15.
17. Talebiyan H, Mowlae MM, Gharari F. Structural Analysis with Fuzzy MICMAC in Strategic Foresight %J *Journal of Iran Futures Studies*. 2017;2(1):75-104.
18. Khademi Jolganejad Afsaneh, Ahmadi Kohan Ali Reza, Heyrani Ali. Factors affecting the resilience of hospital supply chains (qualitative study). *Hospital*. 2019;18(2 (Issue 69):61-73.
19. Mohaghegh Nejad, M. Reza, Nasiripour, A. Ashkan, Zaboli, R. Olah, Damghanian, H. Model of factors affecting the hospital services supply chain. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 1400; 28(6): 959-969.
20. Lin C. Y., Kuo T. H. The mediate effect of learning and knowledge on organizational performance. *Industrial Management & Data Systems* 2007;107 (7): 1066-1083.
21. Esmail Lo, Yaser and Masoudi Asl, Irvan and Tabibi, Seyed Jamal Eldin and Cheraghali, Abdol Majid. Investigating the impact of customer relationship management on the supply chain with regard to the mediating role of information technology (case study: drug supply in military hospitals), 2017.

22. Hosseini, Seyed Mohammad Hossein, Hamidizadeh, Mohammad Reza, Hajipour, Bahman, Hajikarimi, Abbas Ali. Presenting a competitive hospital supply chain model in private hospitals in Tehran. *Health Information Management*, 2018; 15(3): 106-113.
23. Reza Hossein Pour, (2012). The importance and role of crisis logistics in the supply chain and crisis management support (with emphasis on armed forces logistics), *Quarterly Journal of Crisis Management and Emergency Situations*, 4(15), 60.
24. Gu, Y. and Dong, S. Logistics Cost Management from the Supply Chain Perspective. *Journal of Service Science and Management* 2016; 9, 229-232.
25. Moons K, Waeyenbergh G, Pintelon L. Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains – A literature study. *Omega*. 2019;82:205-17.