Journal of Decisions and Operations Research

www.journal-dmor.ir

J. Decis. Oper. Res. Vol. 8, No. 1 (2023) 72–87.

Paper Type: Original Article

Provide a Model for Assessing Supply Chain Antifragility (Case Study: Darupakhsh Company)

Mohammad Mehdi Rahimian Asl[1,*], Mohammad Hasan Maleki[2]

[1] *Department of Industrial Management - Production and Operations, Institute for Management and Planning Studies (Affiliated to presidency), Tehran, Iran; mm.rahimian@hotmail.com.*

[2] *Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economics, University of Qom, Qom, Iran; mh.maleki@qom.ac.ir.*

Citation:

Rahimian Asl, M. M., & Maleki, M. H. (2023). Provide a model for assessing supply chain antifragility (case study: Darupakhsh Company). *Journal of decisions and operations research*, *8*(1), 72-87.

Received: 06/10/2021 Reviewed: 06/11/2021 Revised: 09/01/2022 Accepted: 20/02/2022

Abstract

Purpose: The purpose of this paper to evaluate the level of antifragility in the supply chain of a Daroopakhsh company. To improve the company's competitive position and confrontation to disruptions and breakdowns, the supply chain must move towards antifragility. Accordingly, the supply chain, in addition to being prepared to deal with and respond to disruptions, has the ability to recover pre-disruption conditions and create even better conditions. To move in this direction, it is necessary for decision makers to properly recognize the current position of their supply chain and make the right decisions to improve its dominance.

Methodology: To achieve this goal, the present study intends to determine the declining performance of this supply chain system in optimal, current and minimum conditions using Demetel technique, graph theory method and matrix approach. Finally, using the importance-performance analysis method, the components of supply chain are analyzed and prioritize the improvement of each factor.

Findings: Based on the results, respectively, supply chain structure, improvement and recovery, learning, flexibility and innovation are in the first to fifth priority to improve the dominance structure of the company's supply chain.

Originality/Value: This research supports organizations in assessing the level of sufficiency of their supply chain and facilitates decision making. The following approach can simplify the dynamic nature of the environment for managing supply chain disruptions and even allow managers to compare different supply chains. Continuous assessment and monitoring of the level of chain volatility enables the creation of a competitive advantage to achieve greater market share even during a disruption or ongoing disruptions.

Keywords: Supply chain management, Antifragility, DEMATEL technique, Graph theory and matrix approach, Performance importance analysis, Fuzzy approach.

Corresponding Author: mm.rahimian@hotmail.com http://dorl.net/dor/20.1001.1.25385097.1402.8.1.4.6

Licensee. **Journal of Decisions and Operations Research**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Journal of Decisions and Operations Research

تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

دوره ۸، شماره (۱)، (۱۴۰۲)، ۸۷-۷۲

www.journal-dmor.ir

نوع مقاله: پژوهشی

ارایه مدلی برای ارزیابی پادشکنندگی زنجیره تامین (موردمطالعه: شرکت توزیع دارو پخش)

محمدمهدی رحیمیان اصل[۱*]، محمدحسن ملکی[۲]

[۱]گروه مدیریت صنعتی، تولید و عملیات، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی (وابسته به نهاد ریاست جمهوری)، تهران، ایران.

[۲]گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه قم، قم، ایران.

چکیده

هدف: برای بهبود جایگاه رقابتی شرکت و مقابله با اختلالات و شکست‌ها، زنجیره تامین می‌بایست به‌سوی پادشکنندگی حرکت کند. بر این اساس، زنجیره تامین علاوه بر آمادگی مواجهه با اختلالات و پاسخ به آن، توان بازیابی شرایط قبل از اختلال را داشته و حتی شرایط بهتری را نیز ایجاد نماید. برای حرکت در این مسیر، لازم است تا تصمیم‌گیران جایگاه فعلی زنجیره تامین خود را به‌درستی شناخته و برای بهبود وضعیت پادشکنندگی آن تصمیمات درستی اتخاذ نمایند. برای همین منظور، هدف اصلی پژوهش حاضر ارزیابی سطح عملکرد پادشکنندگی در زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش و تعیین اولویت بهبود مولفه‌های آن است.

روش‌شناسی پژوهش: جهت دستیابی به این هدف، پژوهش حاضر قصد دارد با کاربست تکنیک دیمتل و روش تئوری گراف و رویکرد ماتریسی میزان عملکرد پادشکنندگی این سیستم زنجیره تامین را در حالت‌های بهینه، فعلی و کمینه مشخص نماید و درنهایت با استفاده از روش تحلیل اهمیت-عملکرد، مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش را مورد تحلیل قرار داده و اولویت بهبود هر فاکتور را مشخص نماید.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست‌آمده به ترتیب، ساختار زنجیره تامین، بهبود و بازیابی، یادگیری، انعطاف‌پذیری و نوآوری، در اولویت اول تا پنجم برای بهبود ساختار پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت قرار دارند.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: پژوهش پیش‌رو سازمان‌ها را در ارزیابی سطح پادشکنندگی زنجیره تامین خود پشتیبانی نموده و منجر به تسهیل تصمیم‌گیری می‌گردد. روشی که در ادامه ارایه می‌شود، می‌تواند ماهیت پویای محیطی را برای مدیریت اختلالات زنجیره تامین ساده کرده و حتی امکان مقایسه زنجیره تامین‌های مختلف را به مدیران بدهد. ارزیابی و رصد مستمر سطح پادشکنندگی زنجیره تامین امکان ایجاد مزیت رقابتی برای دستیابی به سهم بازار بیشتر حتی در طول یک اختلال و یا اختلالات مستمر را فراهم می‌کند.

کلیدواژه‌ها: مدیریت زنجیره تامین، پادشکنندگی، تکنیک دیمتل، تئوری گراف و رویکرد ماتریسی، تحلیل اهمیت عملکرد، رویکرد فازی.

۱- مقدمه

برای خیلی پیش‌تر از زمانی که زنجیره تامین و مدیریت آن وارد ادبیات مدیریت عملیات شود، همواره ریسک در کسب‌وکار و زنجیره تامین وجود داشته است. از قرن‌ها و حتی هزاران سال پیش، رویدادهای مختلفی درباره وقفه‌های تامین ادویه، مواد غذایی، فلزات گران‌بها و تعداد زیادی از محصولات دیگر به دلیل از بین رفتن کشتی‌ها در طوفان و دزدی دریایی گزارش شده است. به‌سادگی قابل بیان است که در طول تاریخ، همواره مدیریت ریسک زنجیره تامین چالش برانگیز بوده است [16].

* نویسنده مسئول

mm.rahimian@hotmail.com

http://dorl.net/dor/20.1001.1.25385097.1402.8.1.4.6

امروزه نیز، رقابت میان شرکت‌ها در میان آشفتگی بازارهای جهانی و شرایط ناپایدار نه‌تنها شدت گرفته بلکه بسیار تنگاتنگ شده است. درنتیجه کسب‌وکارها با اختلالات فراوان در مقیاس بی‌سابقه‌ای رو به رو شده‌اند. در این فضای متلاطم، تمرکز شرکت‌ها بر روی مدیریت کارآمد زنجیره‌های تامین خود بوده که این کارآمدی تاثیر شگرفی بر روی توفیق آن‌ها در رقابت با سایرین دارد. چراکه رقابت بیش از آن‌که در سطح شرکت‌ها باشد در سطح زنجیره‌های تامین آن‌ها رخ می‌دهد. زنجیره تامین یکی از مهم‌ترین بخش‌هایی است که می‌تواند سازمان را در عرصه‌ی رقابت از دیگر رقبا متمایز کند و جایگاه آن را در بازارهای جهانی ارتقا دهد رضاپور و همکاران [22] از طرف دیگر، با توجه به تعدد روابط و پیچیدگی‌های مطرح در زنجیره‌های تامین، شکست در بسیاری از عرصه‌ها و تصمیمات اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. درواقع، تمامی فعالیت‌های زنجیره تامین ریسک‌های لاینفکی دارند که می‌توانند منجر به وقوع اختلالات غیرمنتظره شوند. توسعه جهانی زنجیره‌های تامین، چرخه حیات کوتاه‌تر محصولات و افزایش درخواست‌های مشتریان، کسب‌وکارها را آگاه ساخته است که اختلالات زنجیره تامین می‌تواند علت وقوع رویدادهای نامطلوب و ضربه‌های مالی باشد [16]، [19].

در همین راستا، شرکت‌ها به‌عنوان جزیی از یک سیستم تامین می‌بایست در حوزه‌های مختلف همچون موجودی، انتخاب تامین‌کننده، بازاریابی، منابع انسانی و پیش‌بینی تقاضا تصمیمات مهمی بگیرند. در مطالعه ادبیات زنجیره تامین، برای روبه‌رو شدن با چالش‌های متعدد، مفاهیم مختلفی چون چابکی[1]، تاب‌آوری[2] و پایداری[3] مطرح‌شده است [12]، [32]. یکی از نظریات مطرح در جلوگیری از اختلالات و شکست زنجیره تامین، پادشکنندگی[4] است. پادشکنندگی قابلیت بهبود سیستم در موقعیت‌های خطر و اختلال است [9]، [26]، [31]. در این حالت نه‌تنها هیچ اختلالی قادر به واردکردن آسیب به سیستم نیست، بلکه در چنین شرایطی سیستم رشد می‌کند. بر اساس این نظریه، زنجیره تامین باید طوری طراحی گردد که آمادگی مواجه‌شدن با اختلالات را داشته و بتواند پاسخی کارا و موثر به آن‌ها دهد. به‌علاوه قابلیت بازیابی شرایط قبل از اختلال را داشته باشد و یا حتی بتواند شرایط بهتری را نیز ایجاد نماید. این یعنی قابلیتی بیش از چابکی و تاب‌آوری. در چنین حالتی سیستم‌های تامین پادشکننده در مواجهه با اختلالات حرکت صعودی‌شان بیش از حرکت نزولی‌شان است و این به معنای آن نیست که سیستم هیچ‌گونه شکستی را تجربه نکند. به عبارت بهتر، یک کسب‌وکار می‌بایست توان شناسایی عوامل ریسک را داشته و از خلل درگیر شدن با آن‌ها به‌گونه‌ای کسب یادگیری کند که در بلندمدت هیچ جایی برای شکست‌های بزرگ در عرصه رقابت باقی نگذارد. بر این اساس، یادگیری مهم‌ترین رکن سیستم‌های پادشکننده است که می‌تواند از طریق ریسک کنترل‌شده، یادگیری دو حلقه‌ای، یادگیری از اشتباهات و یادگیری از طریق قوانین جدیدی که از قبل ناشناخته بوده است، حاصل شود [9]، [18]، [32].

از منظر دیگر، ممکن است زنجیره‌های تامین پادشکننده، کم‌هزینه‌ترین زنجیره‌ها نباشند؛ اما توانایی بیشتری برای غلبه بر اختلالات دارند و قادرند که از عهده محیط کسب‌وکار غیرقطعی برآیند. به‌عنوان‌مثال فراگیری زنجیره تامین ناب و تولید به هنگام اغلب موجب کمبود موجودی بوده و سطح پاسخ‌گویی را در رویدادهای عدم اطمینان کاهش می‌دهند. آن‌ها موجودی ذخیره برای پاسخ به کمبودهای غیرمنتظره مواد که درنتیجه تلاطم و تغییر در بازار ایجاد می‌شوند را ندارند. این چالش می‌تواند عواقب منفی بالقوه را به علت مواجهه با ریسک داشته باشد که به زیان‌های مالی به‌مراتب بیشتری منجر می‌گردد [23].

ازاین‌رو، پادشکنندگی زنجیره تامین را می‌توان در چهار جنبه مورد بررسی قرار داد، آمادگی برای مواجهه با رویدادهای مخرب، پاسخ به این رویدادها در حین وقوع، بازیابی از این رویدادها و رشد و ایجاد مزیت رقابتی پس از آن‌هاست. اقدامات پادشکنندگی زنجیره تامین باید به‌منظور اطمینان از این‌که این جنبه‌ها با حداقل هزینه و زمان حداکثر می‌شوند به‌گونه‌ای عمل کنند که یک زنجیره تامین توانایی نهفته‌ای به توسعه واکنش‌های متفاوت برای مطابقت با ماهیت خطرهایی که با آن مواجهه است، داشته باشد. این به این معنی است که عناصر زنجیره تامین ممکن است برای ارایه پاسخ مناسب به یک رویداد مخرب به‌جای انتخاب مجموعه‌ای از پاسخ‌های از پیش موجود، تغییر کنند. این قابلیت تطبیقی منعکس‌کننده ماهیت حوادث مخربی است که ممکن است غیرقابل‌پیش‌بینی، ذاتا مربوط به زنجیره تامین، هم‌راستا با واکنش‌های زنجیره تامین و... باشند. درنهایت با گذشت زمان، زنجیره تامین ممکن است از حوادث مخرب و واکنش‌های مربوط به هر حادثه یاد بگیرد و ممکن است قابلیت‌های جدید نیز توسعه یابند که آن را برای تهدیدات مشابه در آینده پاد شکننده‌تر می‌نماید [24]. در اینجا چالش مهمی که فراروی مدیران زنجیره تامین قرار می‌گیرد، ارزیابی سطح پادشکنندگی در زنجیره تامین است.

---

[1] Agility
[2] Resiliencey
[3] Sustainability
[4] Antifragility

درواقع مدیران توان کنترل و بهبود آن‌چه را که نمی‌توانند ارزیابی کنند، ندارند. فقدان روش مناسب ارزیابی سیستم‌های پادشکننده، اثربخشی نظارت بر آن‌ها را کاهش می‌دهد. آن‌ها به‌ندرت توان بررسی تاثیر تعیین استراتژی کسب‌وکار بر پادشکنندگی زنجیره تامین را دارند.

ازاین‌رو، ارایه روش بهبودیافته‌ای برای ارزیابی میزان پادشکنندگی در زنجیره تامین به کسب‌وکارها کمک می‌کند تا اثربخشی راهبردهای مقابله با ریسک خود را بسنجند. تعیین شاخص پادشکنندگی زنجیره تامین، ارزیابی پادشکنندگی را قبل و بعد از اجرای اقدامات مدیریت ریسک تسهیل می‌کند. هم‌چنین با استفاده از آن‌ها سطح پادشکنندگی در محیط‌های نامطمین بررسی مجدد گشته و پیگیری آن در طول زمان ادامه می‌یابد. این ارزیابی دانش عمیقی از ویژگی‌های سیستم برای درک موقعیت‌های ریسک ارایه می‌کند و هم‌چنین منجر به دسته‌بندی بیشتر نواحی که در آن‌ها مدیریت ریسک و مقابله با آن موردنیاز است، می‌گردد.

در همین راستا، پژوهش پیش‌رو سازمان‌ها را در ارزیابی سطح پادشکنندگی زنجیره تامین خود پشتیبانی نموده و منجر به تسهیل تصمیم‌گیری می‌گردد. روشی که در ادامه ارایه می‌شود، می‌تواند ماهیت پویای محیطی را برای مدیریت اختلالات زنجیره تامین ساده کرده و حتی امکان مقایسه زنجیره تامین‌های مختلف را به مدیران بدهد. ارزیابی و رصد مستمر سطح پادشکنندگی زنجیره تامین امکان ایجاد مزیت رقابتی برای دستیابی به سهم بازار بیشتر حتی در طول یک اختلال و یا اختلالات مستمر را فراهم می‌کند.

۲- پیشینه پژوهش

برای اولین بار طالب [27] در پژوهش خود با عنوان "پادشکنندگی: چیزی که از اختلالت حاصل می‌گردد" سیستم‌ها را به سه دسته شکننده، پایدار و پادشکننده تقسیم نمود. در این تقسیم‌بندی سیستم‌های شکننده در اختلالات به‌راحتی از بین می‌روند. سیستم پایدار این شرایط را تحمل نموده و از بین نمی‌رود؛ اما سیستم‌های پادشکننده نه‌تنها در اختلالات از بین نمی‌روند، بلکه با یادگیری مستمر در بلندمدت رشد می‌کنند. درنهایت وی در پژوهش خود تاکید دارد که در فضای کنونی کسب‌وکار با افزایش شدت رقابت، نوسانات بازار و نواسانات تکنولوژی، می‌بایست تمام کسب‌وکارها به سمت پادشکنندگی حرکت نمایند.

جانسون و جورج [13] در پژوهش خود بر اساس مدل‌های مفهومی سعی در شناخت بیشتر پادشکنندگی کرده و فاکتورهای یک سیستم پادشکننده را بررسی کردند و یادگیری به هنگام اختلالات را به‌عنوان مهم‌ترین فاکتور معرفی نمودند.

زایتسمن [32] با درنظر گرفتن عدم قطعیت در زنجیره تامین، بیان می‌کند که زنجیره تامین پادشکننده زنجیره تامینی است که تمام عدم قطعیت‌ها را پیش‌بینی کرده و برای مقابله با آن‌ها از آمادگی مناسبی برخوردار باشد. در این حالت عملکرد سیستم همراه با رشد خواهد بود.

کنون و همکاران [14] با نقد دیدگاه‌های جانسون و جورج [13] بر پویایی تغییرات معیارها و فاکتورهای سنجش پادشکنندگی یک سیستم در طول زمان تاکید نمودند. آن‌ها با طراحی مدل جدیدی بیان داشتند که این مدل جدید می‌تواند با تعریف استانداردهای رسمی در انتخاب معیارها و شیوه‌هایی برای جمع‌آوری نتایج ارزیابی خود را بهبود دهد.

بندل [2] در پژوهش خود بر نقش حیاتی ارتباطات میان مشتریان، تامین‌کنندگان و سایر بازیگران زنجیره تامین جهت دستیابی به پادشکنندگی تاکید می‌کند.

قاسمی و علیزاده [7] ضمن تاکید بر کاربرد مفاهیم تئوری پادشکنندگی در محیط‌های صنعتی به مورد کاوی تحلیل پادشکنندگی سازمانی در یک شرکت تولیدکننده اسکناس و اوراق ضمانت‌شده پرداختند. آن‌ها با به‌کارگیری منطق فازی سطح پادشکنندگی این شرکت را در برابر اختلالات با هفت معیار اصلی سنجیده و درنهایت رضایت‌بخش توصیف کردند.

کاپمن و ایوانف [4] در مقاله خود با عنوان "پادشکنندگی در معاملات فناوری" تجارت فناوری را از منظر پادشکنندگی، عدم تقارن و قابلیت اختیاری مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با تاکید بر ماهیت ناپایدار و نامشخص تجارت فناوری، توانایی انطباق و پاسخ سریع برای افزایش احتمال بقا در یک فضای کاملا رقابتی را ضروری دانسته و با بررسی اثر قابلیت اختیاری و عدم تقارن مثبت در طراحی سرمایه‌گذاری از طرف شرکت و سرمایه‌گذاران چارچوبی برای پادشکنندگی فرآیندها در این زمینه ارایه دادند.

رحیمیان اصل و ملکی / تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، صفحه: ۸۷-۷۲

دوز پاسوس و همکاران [5] با تحلیل بخش بانکی جهان دریافتند که روش‌های سنتی اندازه‌گیری ریسک دیگر سناریوهای واقعی را با عدم اطمینان منعکس نمی‌کنند و رویدادهایی را که می‌توانند پویایی بازارها را تغییر دهند، کنار می‌گذارند. آن‌ها مفهوم پادشکنندگی را در مقایسه با مفاهیم دیگر مدیریت ریسک انتخاب می‌کنند و با تعریف "شاخص پادشکنندگی بانکی" تحلیل می‌کنند که آیا یک سیستم در برابر اختلالات تسلیم می‌شود (شکننده است)، مقاومت می‌کند (مقاوم) یا از مزایای آن ناشی از بی‌نظمی و استرس بهره می‌برد (پادشکننده). این شاخص را بر اساس محاسبه یک عدد فازی مثلثی برای کمی کردن معیارهای کیفی سنجش پادشکنندگی تبیین می‌کنند.

رمضانی و کامارینا-ماتوس [20] در پژوهش خود استدلال می‌کنند که همکاری در اکوسیستم‌های تجاری رویکردی امیدوارکننده برای مقابله با اختلالات است. آن‌ها ضمن مرور بر استراتژی‌های موجود برای ایجاد یک ساختار پادشکننده، برای انتخاب استراتژی اثربخش‌تر، یک چارچوب مدل‌سازی و شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی چند عامل و سیستم با توجه به زمینه‌های انقلاب چهارم صنعتی ارایه می‌دهند.

در **جدول ۱** مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه پادشکنندگی در سال‌های اخیر به‌طور خلاصه بررسی شدند. با بررسی مطالعات صورت پذیرفته در پیشینه پژوهش می‌توان دریافت که تعدادی از آن‌ها به ارزیابی سطح پادشکنندگی در حوزه‌های مختلف سازمانی پرداخته‌اند، اما کمتر پژوهشی به بررسی و تحلیل پادشکنندگی در سطح زنجیره تامین شرکت‌ها تمرکز نموده است.

جدول ۱- بررسی اجمالی مطالعات صورت گرفته در حوزه پادشکنندگی.
Table 1- Overview of studies conducted in the antifragility.

پژوهشگر	زمان	تمرکز	روش تحقیق
میونوز و همکاران [17]	2021	استراتژی‌های پیشگیرانه و واکنشی پادشکنندگی سازمانی	مرور ادبیات
سعد [24]	2021	طراحی سیستم خرید پادشکننده	مرور ادبیات
باتجز و همکاران [3]	2020	طراحی مدل پادشکنندگی سازمان	کیفی
رمضانی و کامارینا-ماتوس [20]	2020	مدل‌سازی پادشکنندگی کسب‌وکار	تحلیل پویایی سیستم
دوز پاسوس و همکاران [5]	2019	سنجش پادشکنندگی بانکداری	کمی
یوزونف و همکاران [30]	2019	پادشکنندگی فعال با به‌کارگیری قابلیت‌های انقلاب چهارم صنعتی	کیفی
رنجبر و همکاران [21]	2019	بررسی تاثیر فناوری شناسایی با استفاده از فرکانس رادیویی در افزایش سطح شکست‌ناپذیری و کاهش هزینه‌های زنجیره تامین صنایع تولیدی ارومیه	توصیفی ـ پیمایشی
کاپمن و ایوانف [4]	2018	پادشکنندگی در تجارت فناوری	آمیخته
خوش‌سپهر و همکاران [15]	2017	ارزیابی بهره‌وری زنجیرهٔ تامین شرکت فولاد مبارکه اصفهان با رویکرد شکست‌ناپذیری	کمی
قاسمی و همکاران [8]	2017	تدوین چارچوب برای سنجش و ارزیابی شکست‌ناپذیری سیستم‌ها	کمی
قاسمی و علیزاده [7]	2017	مورد کاوی تحلیل پادشکنندگی سازمانی در یک شرکت تولیدکننده اسکناس و اوراق ضمانت‌شده	کمی

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی؛ ازنظر اجرا، توصیفی و ازنظر روش‌شناسی، آمیخته است. هدف نهایی پژوهش حاضر سنجش سطح عملکرد پادشکنندگی در زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش است. جامعه نظری پژوهش شامل کلیه مدیران و کارشناسان زنجیره تامین صنعت داروسازی کشور است. با روش نمونه‌گیری گلوله برفی[1]، خبرگان با شرط حداقل ۱۰ سال سابقه مرتبط پژوهشی و اجرایی، تحصیلات مرتبط، علاقه‌مندی به موضوع پژوهش و ... در این حوزه انتخاب شدند. فرایند نمونه‌گیری تا زمانی ادامه یافت که دیگر مفهوم جدیدی در نظرات و مصاحبه خبرگان پدید نیامد. درواقع اشباع نظری[2] اتفاق افتاده و کفایت نظری خبرگان و داده‌های جمع‌آوری‌شده بر اساس مصاحبه‌های ایشان حاصل گردید. بر این اساس نمونه‌گیری تا ۲۵ تن از خبرگان انتخابی خاتمه یافت و عملیات گردآوری داده‌ها متوقف شد.

[1] Snowball sampling

[2] Theorerical saturation

برای شناسایی و تعیین چارچوب نظری و مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین از روش اسنادی با استفاده از مرور نظام‌مند مقالات در مجلات علمی معتبر دارای ضریب تاثیر بالا و مصاحبه با خبرگان استفاده شد. درواقع در این پژوهش از سه پرسشنامه استفاده گردید. پرسشنامه اول، پرسشنامه خبره سنجی است که برای غربال مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین صنعت دارو استفاده شد و از طریق روایی محتوا و صوری به تایید اساتید دانشگاه و خبرگان پژوهش رسیده است. هم‌چنین به‌منظور بررسی پایایی از آزمون ویلکاکسون[1] استفاده شد. پرسشنامه در دو مرحله در فاصله زمانی یک‌هفته‌ای توزیع شد و نتایج نشان داد که اختلاف معناداری بین نتایج دو پرسشنامه وجود نداشت و در سطح اطمینان ۹۵%، پایایی تایید شد. پرسشنامه‌های دو تکنیک مورداستفاده هم استاندارد بوده و روایی و پایایی آن‌ها تضمین است.

برای دستیابی به هدف پژوهش در مرحله نخست مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین از پیشینه پژوهش استخراج و توسط خبرگان با استفاده از آزمون دوجمله‌ای[2] غربال و نهایی می‌شوند.

در مرحله دوم با استفاده از روش فن آزمون تصمیم‌گیری و آزمایشگاه ارزیابی[3] (*DEMATEL*) میزان اهمیت هر مولفه در سیستم پادشکنندگی زنجیره تامین با رویکرد فازی مشخص می‌گردد. *DEMATEL* بر پایه نظرات خبرگان جهت بررسی رابطه متقابل میان عوامل درون یک سیستم و ساختاردهی سیستماتیک به آن‌ها به کار گرفته می‌شود. این روش شدت اثر روابط متقابل میان عوامل و درواقع میزان اهمیت آن‌ها را به‌صورت امتیاز عددی تعیین می‌کند و می‌تواند این عوامل را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید [25]. گام‌های این روش به‌اختصار بدین شرح است:

۱. تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم اولیه.
۲. تشکیل ماتریس نرمالیزه شده ماتریس ارتباط مستقیم.
۳. تشکیل ماتریس ارتباط کل.
۴. محاسبه میزان اثرگذاری (اهمیت) و اثرپذیری هر مولفه.
۵. رسم گراف علت و معلولی[4].

در مرحله سوم با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده درروش *DEMATEL* (مقادیر کمی شدت روابط میان مولفه‌ها)، برای تعیین سطح عملکرد زنجیره تامین شرکت موردمطالعه از منظر پادشکنندگی از روش تئوری گراف و رویکرد ماتریسی[5] با رویکرد فازی استفاده می‌شود که به‌عنوان روشی برای تصمیم‌گیری و اندازه‌گیری کمیت‌ها در محیط‌های صنعتی مطرح است [11]. گام‌های اجرای این روش در این پژوهش به‌اختصار بدین شرح است:

۱. نمایش روابط میان مولفه‌ها به‌صورت گراف جهت‌دار (براساس خروجی گام ۵ روش *DEMATEL*).
۲. نمایش ماتریسی گراف جهت‌دار:

- تعریف ماتریس مربعی E (بر اساس خروجی گام ۳ روش DEMATEL).
- تعریف ماتریس قطری V (براساس جمع‌بندی نظرات خبرگان در پرسشنامه تعیین عملکرد هر مولفه).
- تشکیل ماتریس متغیر نهایی[6] با تجمیع دو ماتریس E و V.

۳. نمایش تابع مقدار ثابت ماتریس متغیر نهایی و تعیین مقدار کمی عملکرد در حالت‌های کمینه، فعلی و بیشینه.

در مرحله آخر با به‌کارگیری نتایج گام‌های قبل، تحلیل اهمیت عملکرد[7] مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین صورت می‌پذیرد. این روش، اولین بار برای تحلیل عملکرد صنایع ارایه گردید. این روش مدیران سازمان‌ها را در شناسایی نقاط قوت و ضعف یاری می‌دهد. علاوه بر

[1] Wilcoxon test
[2] Binomial test
[3] Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)
[4] Causal diagram
[5] Graph Theory and Matrix Approach (GTMA)
[6] Variable Permanent Matrix (VPM)
[7] Importance-performance Analysis (IPA)

این، *IPA* به‌صورت هم‌زمان مهم‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار بر روی عملکرد سیستم و مهم‌ترین فاکتورهایی که عملکرد را کاهش داده‌اند و باید به‌سرعت بهبود یابند را شناسایی نموده و استراتژی‌هایی را در جهت بهبود عملکرد سیستم ارایه می‌کند [6].

گام‌های اجرای این روش در این پژوهش به‌اختصار بدین شرح است:

۱. شناسایی مولفه‌های موردبررسی (مولفه‌ها از پیشینه پژوهش استخراج و توسط خبرگان با استفاده از آزمون دوجمله‌ای غربال و نهایی می‌شوند).
۲. تعیین درجه اهمیت و درجه عملکرد هر مولفه (اهمیت مولفه‌ها بر اساس خروجی گام ٤ روش *DEMATEL* و عملکرد مولفه‌ها بر اساس خروجی گام ۲ روش *GTMA*).
۳. تعیین ارزش آستانه[1] ۱ جهت تعیین اندازه خانه‌های ماتریس *IPA* (میانگین حسابی اهمیت‌های هر مولفه و عملکردهای هر مولفه).
٤. تشکیل ماتریس *IPA*.
۵. تعیین اولویت بهبود هر مولفه.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱- استخراج مولفه‌های نهایی

بالا بودن تعداد مولفه‌ها می‌تواند منجر به مشکلاتی در استخراج اوزان اهمیت هریک (افزایش نرخ ناسازگاری در پاسخ‌ها، کاهش دقت پاسخ‌دهنده به دلیل نیاز به زمان قابل‌توجه در تکمیل پرسشنامه و ...) گردد. به همین دلیل لازم است تا قبل از محاسبه اوزان اهمیت مولفه‌ها، اقدام به غربال و کاهش تعداد آن‌ها نمود. در همین راستا با گنجاندن تمامی مولفه‌های استخراج‌شده در پرسشنامه «نظرسنجی از خبرگان در خصوص غربال مولفه‌های مستخرج از ادبیات پژوهش و نظرسنجی اولیه از خبرگان» اقدام به پالایش معیارها گردید. ۲۲ مولفه مستخرج از ادبیات پژوهش، با استفاده از پرسشنامه خبره سنجی مورد ارزیابی ۲۵ نفر از مدیران صنعت و اساتید دانشگاهی حوزه زنجیره تامین قرار گرفت. برای هر شاخص، فرضیات H_0 و H_1 با سطح اطمینان ۹۵% تشکیل شد. با استفاده از نرم‌افزار *SPSS* و آزمون دوجمله‌ای اقدام به محاسبه سطح معناداری برای عوامل صورت گرفت. با توجه به نتایج پرسشنامه خبره سنجی و جدول خروجی *SPSS*، تعداد عواملی که سطح معناداری آن‌ها بالاتر از ۰/۵ بود ۹ عدد بوده که غربالگری شده و حذف گردیدند و ۱۳ مولفه نهایی انتخاب شدند؛ بنابراین با بررسی ضریب سطح معناداری عوامل زیر پذیرفته شدند. **جدول ۲** مولفه‌های نهایی مورد توافق خبرگان پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مولفه‌های نهایی پادشکنندگی زنجیره تامین.
Table 2- The final factors of supply chain Antifragility.

نماد	مولفه	تعریف	منبع
C_1	بازطراحی ساختار	قابلیت ایجاد و اعمال تغییرات طراحی در ساختار برای تسریع قابلیت پادشکنندگی در شبکه تامین	توردسیلا و همکاران [28]
C_2	همکاری	توانایی کار کردن موثر با سایر اعضای زنجیره تامین برای دستیابی به سود متقابل، به‌عنوان‌مثال، به اشتراک‌گذاری اطلاعات و دیگر منابع برای کاهش شکنندگی	سعد [4]
C_3	یادگیری	بهبود عملکرد زنجیره تامین در برابر استرس‌های شدیدتر با استفاده از یادگیری از اشتباهات کوچک رخ داده در مقابل استرس‌های کوچک‌تر	علی و همکاران [1]
C_4	ساختار	چندپارگی ساختار سیستم‌های پادشکننده به‌گونه‌ای که اعضا بهینگی بخش‌های خاصی را در نظر نگیرند و بهینگی کل مهم باشد.	ایوانف [10]
C_5	انعطاف‌پذیری	تطابق مستمر با خواسته‌های متغیر و متنوع مشتریان با ایجاد قراردادهای تامین انعطاف‌پذیر	علی و همکاران [1]
C_6	نوآوری	ایجاد انگیزه و توانایی برای جستجو و ابداع ایده‌های جدید کسب‌وکار، به‌عنوان‌مثال، محصولات جدید، فن‌آوری‌ها، فرآیندها و استراتژی‌هایی که می‌توانند قابلیت پادشکنندگی را افزایش دهند.	تاکاموهابوا و همکاران [29]

[1] Threshold value

جدول ۲- ادامه.

Table 2- Continued.

نماد	مولفه	تعریف	منبع
C_7	ظرفیت جذب	توانایی زنجیره تامین برای تحمل در برابر شوک‌های خارجی مستقیم در دامنه و فرکانس‌های مختلف	جانسون و جورج [13]
C_8	بهبود و بازیابی	بازگشت به حالت عملیاتی نرمال بعد از فوریت و ضرورت با سرعت و هزینه مناسب	علی و همکاران [1]
C_9	فراوانی	استفاده استراتژیک و گزینشی از ظرفیت اضافی و موجودی برای مقابله با اختلالات	جانسون و جورج [13]
C_{10}	سازگاری	سازگاری با ملزومات، احتیاجات و نیازمندی‌های در حال تغییر محیطی توافق یا عقد قرارداد با دولت برای به اشتراک گذاشتن مهارت‌ها و	تاکاموهابوا و همکاران [29]
C_{11}	مشارکت با دولت	دارایی‌ها، انتقال دانش، ریسک و درآمد برای ارایه خدمات و یا امکانات به عموم مردم. این کار علاقه دولت به حمایت از زنجیره‌های تامین خصوصی را افزایش می‌دهد.	تاکاموهابوا و همکاران [29]
C_{12}	یکپارچگی	برنامه‌ریزی مشترک، هم‌افزایی دانش و اطلاعات	ایوانف [10]
C_{13}	مشارکت با رقبا	ایجاد و حفظ همکاری میان رقبا برای دستیابی به هم‌افزایی، همچون به اشتراک‌گذاری منابع برای ایجاد و توسعه اقدامات تامینی و تقویت پادشکنندگی	تاکاموهابوا و همکاران [29]

۲-۴- تعیین میزان اهمیت (تاثیرگذاری) مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین

به‌منظور مواجهه با ابهامات موجود در ارزیابی‌های صورت گرفته از سوی انسان، از مقیاس زبانی فازی مندرج در **جدول ۳** و برای جمع بندی میان نظرات خبرگان از روش میانگین هندسی فازی جهت تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم اولیه در روش *DEMATEL*، استفاده شد.

جدول ۳- واژه‌های زبانی و مقادیر فازی مرتبط با هرکدام.

Table 3- Linguistic words and fuzzy values associated with each.

عبارت کلامی	مقدار فازی
بدون تاثیر	(0.0,0.1,0.3)
تاثیر خیلی کم	(0.1,0.3,0.5)
تاثیر کم	(0.3,0.5,0.7)
تاثیر زیاد	(0.5,0.7,0.9)
تاثیر خیلی زیاد	(0.7,0.9,1.0)

سپس ماتریس به‌دست آمده نرمال شده و ماتریس روابط کل فازی با توجه به رابطه زیر به دست می‌آید:

$$T = \lim_{k\to+\infty} (\widetilde{H}^1 \oplus \widetilde{H}^2 \oplus \ldots \oplus \widetilde{H}^k). \quad (۱)$$

که هر درایه آن عدد فازی به صورت $t_{ij} = (l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t)$ است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1}. \quad (۲)$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1}. \quad (۳)$$

$$[u_{ij}^t] = H_u \times (I - H_u)^{-1}. \quad (۴)$$

در این فرمول‌ها I ماتریس یکه و H_l، H_m و H_u هرکدام ماتریس $n\times n$ هستند که درایه‌های آن را به ترتیب عدد پایین، عدد میانی و عدد بالایی اعداد فازی مثلثی ماتریس H تشکیل می‌دهد. **جدول ٤** ماتریس روابط کل T را نمایش می‌دهد.

جدول ۴- ماتریس روابط کل.

Table 4- Total relations matrix.

نماد	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_1	(0.03,0.08,0.20)	(0.01,0.04,0.15)	(0.08,0.14,0.27)	(0.06,0.13,0.28)	(0.01,0.04,0.14)	(0.06,0.10,0.20)	(0.08,0.14,0.26)	(0.05,0.11,0.24)	(0.01,0.04,0.14)	(0.06,0.12,0.24)	(0.07,0.12,0.23)	(0.08,0.14,0.27)	(0.07,0.12,0.23)
C_2	(0.02,0.06,0.18)	(0.00,0.02,0.09)	(0.07,0.12,0.23)	(0.08,0.14,0.25)	(0.01,0.04,0.12)	(0.02,0.06,0.15)	(0.08,0.13,0.23)	(0.07,0.12,0.22)	(0.00,0.03,0.12)	(0.02,0.07,0.18)	(0.01,0.04,0.14)	(0.03,0.08,0.20)	(0.01,0.04,0.14)
C_3	(0.07,0.12,0.25)	(0.03,0.07,0.16)	(0.02,0.06,0.17)	(0.09,0.15,0.27)	(0.00,0.03,0.12)	(0.01,0.05,0.14)	(0.08,0.13,0.24)	(0.08,0.14,0.25)	(0.01,0.04,0.14)	(0.06,0.11,0.22)	(0.01,0.05,0.16)	(0.06,0.11,0.23)	(0.01,0.05,0.15)
C_4	(0.06,0.12,0.24)	(0.01,0.04,0.14)	(0.03,0.08,0.20)	(0.02,0.07,0.19)	(0.00,0.03,0.12)	(0.01,0.05,0.15)	(0.08,0.13,0.24)	(0.08,0.14,0.25)	(0.02,0.06,0.15)	(0.08,0.13,0.24)	(0.07,0.11,0.21)	(0.06,0.11,0.23)	(0.03,0.08,0.18)
C_5	(0.02,0.08,0.22)	(0.04,0.08,0.19)	(0.08,0.14,0.27)	(0.09,0.16,0.30)	(0.01,0.03,0.11)	(0.01,0.05,0.16)	(0.07,0.13,0.25)	(0.08,0.14,0.26)	(0.07,0.11,0.20)	(0.08,0.13,0.25)	(0.03,0.08,0.19)	(0.06,0.12,0.25)	(0.01,0.06,0.18)
C_6	(0.08,0.16,0.30)	(0.07,0.12,0.23)	(0.09,0.16,0.31)	(0.11,0.19,0.34)	(0.07,0.12,0.21)	(0.01,0.05,0.15)	(0.07,0.14,0.28)	(0.10,0.17,0.30)	(0.07,0.12,0.22)	(0.09,0.16,0.29)	(0.03,0.08,0.21)	(0.07,0.14,0.28)	(0.06,0.12,0.25)
C_7	(0.08,0.14,0.25)	(0.01,0.04,0.13)	(0.08,0.13,0.24)	(0.08,0.14,0.26)	(0.00,0.03,0.12)	(0.01,0.04,0.13)	(0.02,0.05,0.15)	(0.08,0.13,0.24)	(0.01,0.05,0.14)	(0.03,0.07,0.19)	(0.02,0.05,0.15)	(0.08,0.13,0.24)	(0.02,0.06,0.16)
C_8	(0.06,0.11,0.24)	(0.01,0.04,0.14)	(0.08,0.13,0.25)	(0.09,0.15,0.27)	(0.01,0.05,0.14)	(0.02,0.06,0.15)	(0.04,0.09,0.21)	(0.02,0.06,0.16)	(0.00,0.03,0.13)	(0.08,0.13,0.24)	(0.03,0.07,0.17)	(0.02,0.08,0.20)	(0.05,0.09,0.20)
C_9	(0.01,0.05,0.16)	(0.01,0.03,0.12)	(0.07,0.11,0.22)	(0.07,0.12,0.24)	(0.06,0.09,0.16)	(0.04,0.07,0.16)	(0.02,0.06,0.17)	(0.02,0.07,0.17)	(0.01,0.03,0.09)	(0.02,0.05,0.16)	(0.01,0.04,0.13)	(0.01,0.05,0.16)	(0.01,0.04,0.13)
C_{10}	(0.06,0.11,0.23)	(0.00,0.03,0.13)	(0.07,0.12,0.24)	(0.08,0.14,0.26)	(0.00,0.03,0.12)	(0.02,0.06,0.16)	(0.02,0.07,0.19)	(0.08,0.13,0.24)	(0.01,0.04,0.13)	(0.02,0.06,0.15)	(0.01,0.05,0.15)	(0.07,0.12,0.24)	(0.03,0.07,0.18)
C_{11}	(0.08,0.12,0.22)	(0.01,0.03,0.11)	(0.01,0.05,0.16)	(0.02,0.07,0.18)	(0.00,0.02,0.10)	(0.00,0.03,0.11)	(0.01,0.04,0.14)	(0.01,0.04,0.15)	(0.00,0.02,0.10)	(0.01,0.05,0.15)	(0.01,0.03,0.10)	(0.06,0.11,0.20)	(0.07,0.11,0.18)
C_{12}	(0.06,0.10,0.20)	(0.01,0.03,0.11)	(0.02,0.06,0.17)	(0.01,0.06,0.17)	(0.00,0.02,0.10)	(0.00,0.03,0.11)	(0.01,0.05,0.15)	(0.01,0.04,0.15)	(0.00,0.02,0.10)	(0.05,0.09,0.19)	(0.05,0.09,0.17)	(0.01,0.04,0.12)	(0.01,0.04,0.12)
C_{13}	(0.07,0.11,0.21)	(0.01,0.03,0.11)	(0.01,0.04,0.15)	(0.04,0.09,0.21)	(0.00,0.02,0.10)	(0.00,0.03,0.11)	(0.03,0.07,0.17)	(0.01,0.04,0.15)	(0.00,0.02,0.10)	(0.01,0.04,0.14)	(0.07,0.11,0.19)	(0.02,0.06,0.16)	(0.01,0.03,0.10)

گام بعدی به‌دست آوردن مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس T جهت محاسبه میزان اثرگذاری (اهمیت) و اثرپذیری هر مولفه است. مجموع سطرها و ستون‌ها با توجه به روابط زیر به دست می‌آید. آن‌گاه میزان اهمیت مولفه‌ها $(\widetilde{D}_i + R_i)$ و رابطه میان آن‌ها $(\widetilde{D}_i - R_i)$ مشخص می‌گردد. اگر $\widetilde{D}_i - R_i > 0$ باشد، معیار مربوطه اثرگذار و اگر $\widetilde{D}_i - R_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. سپس اعداد فازی $\widetilde{D}_i + R_i$ و $\widetilde{D}_i - R_i$ طبق رابطه زیر فازی‌زدایی و نتایج در **جدول ۵** نمایش داده می‌شود:

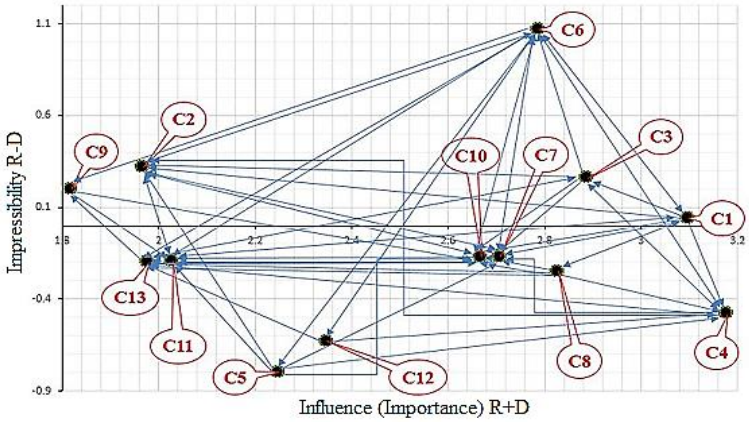
$$B = \frac{a_1 + a_3 + 2 \times a_2)}{4}. \qquad (۵)$$

جدول ۵- اهمیت و تاثیرگذاری مولفه‌ها (اعداد قطعی).

Table 5- Importance and effectiveness of factors (defuzzy numbers).

ماهیت	اهمیت استاندارد	$(\widetilde{D}_i - R_i)^{def}$	$(\widetilde{D}_i + R_i)^{def}$	نماد	مولفه‌ها
علت	0.095	0.04	3.10	C_1	بازطراحی ساختار
علت	0.060	0.32	1.97	C_2	همکاری
علت	0.089	0.26	2.89	C_3	یادگیری
معلول	0.098	-0.48	3.18	C_4	ساختار
معلول	0.069	-0.80	2.25	C_5	انعطاف‌پذیری
علت	0.086	1.07	2.79	C_6	نوآوری
معلول	0.083	-0.17	2.71	C_7	ظرفیت جذب
معلول	0.087	-0.25	2.83	C_8	بهبود و بازیابی
علت	0.056	0.20	1.82	C_9	فراوانی
معلول	0.082	-0.17	2.67	C_{10}	سازگاری
معلول	0.062	-0.19	2.03	C_{11}	مشارکت با دولت
معلول	0.072	-0.63	2.35	C_{12}	یکپارچگی
معلول	0.061	-0.20	1.98	C_{13}	مشارکت با رقبا

در گام آخر از روش *DEMATEL*، گراف نهایی روابط علی معلولی میان مولفه‌ها ترسیم می‌گردد. از آن‌جایی ماتریس T روابط جزیی میان مولفه‌ها را نیز نشان می‌دهد، جهت حذف این روابط جزیی و تمرکز بر روابط قابل‌اعتنا در تحلیل، می‌بایست یک ارزش آستانه تعریف نمود و تنها روابطی که مقادیر آن‌ها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد در ماتریسی E نمایش داد [33]. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. پس‌ازآن، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود. **شکل ۱** جایگاه هر مولفه از منظر اثرگذاری و اثرپذیری و همچنین روابط علی میان آن‌ها را به تصویر می‌کشد.



شکل ۱- گراف روابط علی مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین.

Figure 1- Graph of relationships on the factors of supply chain antifragility.

۳-۴- تعیین سطح عملکرد پادشکنندگی زنجیره تامین

جهت ارزیابی میزان قابلیت پادشکنندگی در زنجیره تامین شرکت موردمطالعه، روش تئوری گراف و رویکرد ماتریسی به کار گرفته شد. در این روش، روابط میان مولفه‌های پادشکنندگی به‌صورت یک گراف جهت‌دار فرض و ترسیم می‌گردد (**شکل ۱**). در این گراف، گره V_i وجود و میزان مولفه i را مشخص می‌سازد و تعداد گره‌ها برابر با تعداد مولفه‌هاست. یال جهت‌دار هم وجود و میزان تاثیرات میان آن‌ها را

مشخص می‌کند. درصورتی‌که گره i بر گره j تاثیر بگذارد، جهت یال از i به j است (e_{ij}) و زمانی که گره j بر گره i تاثیرگذارتر باشد، جهت یال از j به i است (e_{ji}). چنان چه تعداد مولفه‌ها و روابط میان آن‌ها افزایش یابد، این گراف پیچیده‌تر گردیده و تحلیل بصری آن کاری پیچیده و سخت می‌گردد. برای حل این مشکل از ماتریس متناظر این گراف جهت‌دار استفاده می‌گردد. برای تشکیل ماتریس متناظر گراف در گام اول ماتریس مربعی E به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E=\begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & 0 & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

که در آن درایه‌های بالا و پایین قطر اصلی میزان شدت روابط میان مولفه‌هاست (میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری هر مولفه از یکدیگر) و قطر اصلی صفر است؛ چراکه میزان عملکرد هر مولفه را مدنظر قرار نداده است. مقادیر درایه‌های بالا و پایین قطر اصلی در ماتریس E با روش *DEMATEL* در ماتریس روابط کل (T) به دست آمده است. بر این اساس، همان مقادیر کمی روابط میان مولفه‌ها در ماتریس روابط کل (T) روش *DEMATEL* را در جایگاه متناظر خود در ماتریس E به‌صورت فازی‌زدایی شده درج می‌شود. همان‌طور که در ترسیم گراف نیز اشاره گردید، جهت حذف روابط جزیی و تمرکز بر روابط قابل‌اعتنا در تحلیل، ارزش آستانه تعریف‌شده و تنها درایه‌هایی که مقادیر آن‌ها بیشتر از مقدار آستانه است در ماتریس E درج می‌گردد (متناظر با یال‌های گراف **شکل ۱**). **جدول ۶** ماتریس مربعی E را نشان می‌دهد.

جدول ۶- ماتریس مربعی E.

Table 6- Square matrix E.

نماد	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_1	0	0.1575	0.135	0.135	0	0.1275	0.155	0.115	0	0.15	0.1575	0	0
C_2	0	0	0	0	0	0.1325	0.1425	0	0	0.1525	0.135	0	0
C_3	0	0.1275	0	0.125	0	0.145	0.145	0	0	0.165	0	0	0.14
C_4	0	0.1275	0.125	0	0	0.1525	0.145	0	0	0	0	0	0.135
C_5	0	0.1375	0	0.1475	0	0.155	0.145	0	0	0.1775	0.1575	0	0
C_6	0.1375	0.1575	0	0.175	0.1325	0	0.1575	0	0.13	0.2075	0.18	0.135	0.175
C_7	0	0.145	0	0	0	0.145	0	0	0	0.155	0.145	0	0.1525
C_8	0.1075	0	0	0.145	0	0	0.1075	0	0	0.165	0.1475	0	0.13
C_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1375	0.1275	0	0
C_{10}	0	0.1375	0	0	0	0.145	0	0	0	0	0.1375	0	0.1275
C_{11}	0.1175	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.135
C_{12}	0	0	0	0.105	0	0	0	0	0	0	0	0	0.115
C_{13}	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0.1075	0	0	0

در گام بعد، برای در نظر گرفتن میزان و اندازه عملکرد مولفه‌ها در زنجیره تامین موردمطالعه، ماتریس قطری V را تعریف می‌کنیم که در آن اندازه هر مولفه بر روی قطر اصلی قرار گرفته و درایه‌های بالا و پایین قطر اصلی صفر هستند.

$$V=\begin{bmatrix} A_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & A_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & A_{mm} \end{bmatrix}.$$

برای این منظور، پرسشنامه سنجش عملکرد هر مولفه میان خبرگان توزیع گردید. سپس نتایج به‌دست‌آمده تجمیع گردیده و میزان عملکرد هر مولفه مشخص و فازی زدایی گردیده و ماتریس قطری V طبق **جدول ۷** تشکیل شد.

جدول ۷- ماتریس قطری V.

Table 7- Diagonal matrix V.

نماد	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_1	0.473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_2	0	0.470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_3	0	0	0.665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_4	0	0	0	0.145	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_5	0	0	0	0	0.1225	0	0	0	0	0	0	0	0
C_6	0	0	0	0	0	0.285	0	0	0	0	0	0	0
C_7	0	0	0	0	0	0	0.525	0	0	0	0	0	0
C_8	0	0	0	0	0	0	0	0.665	0	0	0	0	0
C_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.449	0	0	0	0
C_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.355	0	0	0
C_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.551	0	0
C_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.350	0
C_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.225

سپس با ترکیب دو ماتریس E و V ماتریس متغیر نهایی که روابط کامل میان مولفه‌ها و اندازه عملکرد هر مولفه را داراست، تشکیل داده شد. **جدول ۸** ماتریس متغیر نهایی را نمایش می‌دهد.

$$VPM = E + V. \qquad (۶)$$

جدول ۸- ماتریس متغیر نهایی (VPM).

Table 8- Variable permanent matrix (VPM).

نماد	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}
C_1	0.473	0.1575	0.135	0.135	0	0.1275	0.155	0.115	0	0.15	0.1575	0	0
C_2	0	0.470	0	0	0	0.1325	0.1425	0	0	0.1525	0.135	0	0
C_3	0	0.1275	0.665	0.125	0	0.145	0.145	0	0	0.165	0	0	0.14
C_4	0	0.1275	0.125	0.145	0	0.1525	0.145	0	0	0	0	0	0.135
C_5	0	0.1375	0	0.1475	0.1225	0.155	0.145	0	0	0.1775	0.1575	0	0
C_6	0.1375	0.1575	0	0.175	0.1325	0.285	0.1575	0	0.13	0.2075	0.18	0.135	0.175
C_7	0	0.145	0	0	0	0.145	0.525	0	0	0.155	0.145	0	0.1525
C_8	0.1075	0	0	0.145	0	0	0.1075	0.665	0	0.165	0.1475	0	0.13
C_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.449	0.1375	0.1275	0	0
C_{10}	0	0.1375	0	0	0	0.145	0	0	0	0.355	0.1375	0	0.1275
C_{11}	0.1175	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0.551	0	0.135
C_{12}	0	0	0	0.105	0	0	0	0	0	0	0	0.350	0.115
C_{13}	0	0	0.12	0	0	0	0	0	0	0.1075	0	0	0.225

ماتریس *VPM* وجود و میزان کمی مولفه‌ها و روابط میان آن‌ها را نشان می‌دهد. بدیهی است که ویژگی چندجمله‌ای این ماتریس همان دترمینان آن است. علی‌رغم این مطلب از آن‌جایی که به علت ویژگی دترمینان و وجود علامت منفی در محاسبه آن تعدادی از داده‌ها در حین محاسبه از دست می‌روند، پژوهشگران پیشنهاد داده‌اند از تابع مقدار ثابت به‌جای دترمینان استفاده شود؛ چراکه با استفاده از تابع مقدار ثابت هیچ عددی با علامت منفی در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود و به همین خاطر هیچ داده‌ای هم در حین محاسبه از دست نمی‌رود. ازاین‌رو، پس از تشکیل ماتریس *VPM* می‌بایست تابع مقدار ثابت آن بر اساس رابطه زیر، محاسبه و مقدار کمی سطح پادشکنندگی زنجیره تامین موردمطالعه تعیین شود. در این پژوهش برای محاسبه تابع مقدار ثابت ماتریس، در نرم‌افزار متلب، برنامه‌ای کد نویسی شد.

$$Per\ SCRVPM) = \prod_{i=1}^{M} A_i + \sum_{i=1}^{M-1}\sum_{j=i+1}^{M} \dots \sum_{M=t+1}^{M} \left(a_{ij}a_{ji}\right) A_K A_I A_m A_n A_0 \dots . A_t A_M \qquad (۷)$$

$$+ \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{M-3}\sum_{j=i+1}^{M}\sum_{k=i+1}^{M-1}\sum_{l=i+2}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{ji}\right)\ a_{kl}a_{lk})A_m A_n A_0 \dots . A_t A_M + \\ \sum_{i=1}^{M-3}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=j+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{kl}a_{li} + a_{il}a_{lk}a_{kj}a_{ji}\right)A_m A_n A_0 \dots . A_t A_M \end{pmatrix}$$

$$+ \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{M-2}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=1}^{M-1}\sum_{M=l+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{ki} + a_{ik}a_{kj}a_{ji}\right)\ a_{lm}a_{ml})\ A_n A_0 \dots . A_t A_M + \\ \sum_{i=1}^{M-4}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=i+1}^{M}\sum_{M=j+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{kl}a_{lm}a_{mi}\ + a_{im}a_{ml}a_{lk}a_{kj}a_{ji}\right)A_n A_0 \dots . A_t A_M \end{pmatrix}$$

$$+ \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{M-3}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=i+1}^{M}\sum_{m=1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{kl}a_{li}\ + a_{ik}a_{lk}a_{kj}a_{ji}\right)\ a_{mn}a_{nm})A_0 \dots . A_t A_M + \\ \sum_{i=1}^{M-5}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=1}^{M-2}\sum_{m=l+1}^{M-1}\sum_{n=m+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{ki}\ + a_{ik}a_{kj}a_{ji}\right)\left(a_{lm}a_{mn}a_{nl}\ + a_{ln}a_{nm}a_{ml}\right)A_0 \dots . A_t A_M + \\ \sum_{i=1}^{M-5}\sum_{j=i+1}^{M}\sum_{k=i+1}^{M-3}\sum_{l=i+1}^{M}\sum_{m=k+1}^{M-1}\sum_{n=k+2}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{ji}\right)\ a_{kl}a_{lk})\ a_{mn}a_{nm})A_0 \dots . A_t A_M + \\ \sum_{i=1}^{M-5}\sum_{j=i+1}^{M-1}\sum_{k=i+1}^{M}\sum_{l=i+1}^{M}\sum_{m=i+1}^{M}\sum_{n=j+1}^{M} \dots . \sum_{M=t+1}^{M}\left(a_{ij}a_{jk}a_{kl}a_{lm}a_{mn}a_{ni}\ + a_{in}a_{nm}a_{ml}a_{lk}a_{kj}a_{ji}\right)A_0 \dots . A_t A_M + \end{pmatrix}$$

$$+ \dots .$$

تابع مقدار ثابت ماتریس از *M+1* گروه تشکیل شده است و این گروه‌ها شامل میزان کمی هر مولفه و روابط میان آن‌هاست. گروه اول نشان‌دهنده مقدار M مولفه است. گروه دوم در این رابطه وجود ندارد؛ چراکه در گراف جهت‌دار ما طوقه وجود ندارد، به‌عبارت‌دیگر هر مولفه بر روی خودش تاثیر نمی‌گذارد. گروه سوم، تعاملات میان دو مولفه را با *M-2* مولفه دیگر نشان می‌دهد. گروه چهارم، مجموعه‌ای از تعاملات میان سه مولفه را با *M-3* مولفه دیگر نشان می‌دهد. گروه پنجم، شامل دو زیر گروه است که در اولین زیرگروه مجموعه از دو تعامل و *M-4* مولفه در نظر گرفته شده است و در زیرگروه دوم چهار تعامل و *M-4* مولفه نشان داده شده است.

هم‌چنین برای یافتن مقدار بهینه و کمینه سطح پادشکنندگی زنجیره تامین، می‌توان مقادیر اندازه عملکرد مولفه‌ها (ماتریس قطری V) را که همان عناصر قطر اصلی ماتریس *VPM* است را به ترتیب، بیشترین و کمترین عدد طیف تعیین‌شده **جدول ۳** قرار داد و دوباره تابع ثابت ماتریس را محاسبه کرد. به‌این‌ترتیب مقادیر بهینه (براساس بیشترین مقدار طیف)، واقعی (براساس جمع‌بندی نظرات خبرگان در **جدول ٦**) و کمینه (براساس کمترین مقدار طیف) پادشکنندگی زنجیره تامین حاصل می‌شود. **جدول ۹** مقادیر فعلی، بهینه و کمینه سطح پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت موردمطالعه را نمایش می‌دهد.

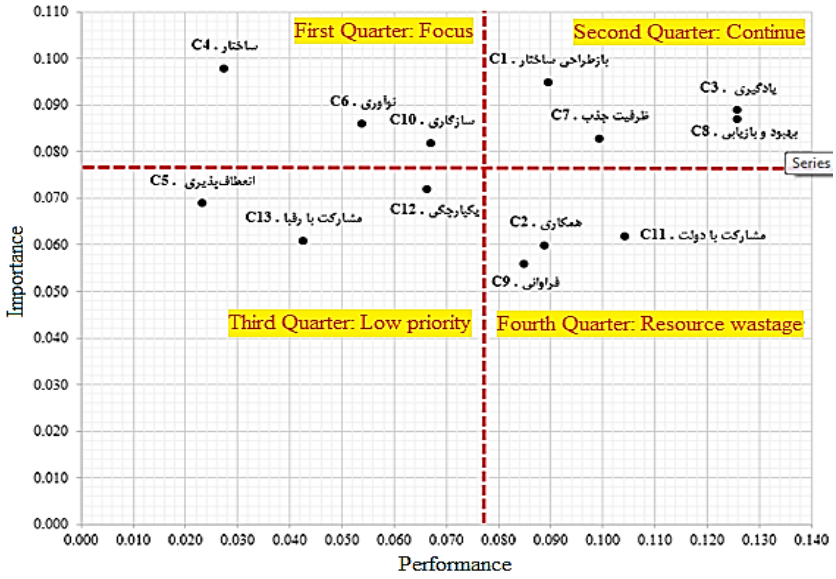
جدول ۹- سطح عملکرد پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش.

Table 9- The level of supply chain antifragility performance of Darupakhsh Company.

حداکثر مقدار بهینه	مقدار فعلی	حداقل مقدار کمینه
0.8253	0.4749	0
100%	57.5%	0%

۴-۴- تعیین سطح عملکرد پادشکنندگی زنجیره تامین

در پژوهش حاضر درجه اهمیت هر مولفه همان وزن اهمیت آن است که با روش *DEMATEL*، به دست آمده است و هم‌چنین درجه عملکرد هر مولفه هم بر اساس ماتریس *V* مشخص گردیده است. آن‌گاه به‌منظور تعیین اندازه خانه‌های ماتریس *IPA*، می‌بایست ارزش آستانه تعیین شود. برای محاسبه ارزش آستانه از میانگین حسابی اهمیت‌ها و عملکردهای هر مولفه استفاده می‌گردد. پس از تشکیل ماتریس *IPA*، موقعیت نسبی هر یک از فاکتورها بر روی ماتریس *IPA* در **شکل ۲** مشخص می‌گردد.



شکل ۲- ماتریس IPA مولفه‌های پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش.

Figure 2- IPA matrix of supply chain antifragility factors in Darupakhsh Company.

در این ماتریس مولفه‌ها به چهار خوشه تقسیم می‌گردند. در خوشه اول مولفه‌هایی که در ربع اول قرار دارند به‌رغم برخورداری از اهمیت بالا عملکرد کمتری دارند. بر بهبود عملکرد این مولفه‌ها می‌بایست تمرکز شود. خوشه دوم شامل مولفه‌هایی است که هم اهمیت بالایی دارند و هم عملکرد مناسب و در ربع دوم قرار دارند. وضعیت فعلی این مولفه‌ها می‌بایست همچنان حفظ شود. خوشه سوم مولفه‌هایی که در ربع سوم قرار دارند. این مولفه‌ها اولویت پایینی در بهبود دارند چراکه هم اهمیت کمی دارند و هم عملکرد پایینی. خوشه چهارم مولفه‌هایی که در ربع چهارم قرار دارند. تمرکز بر این مولفه‌ها اتلاف منابع را در پی دارد.

هم‌چنین برای تحلیل بهتر بر اساس رابطه زیر اولویت بهبود هر مولفه مشخص می‌شود:

$$W_j = \left|\left(b_j - c_j\right) \times b_j\right|. \qquad (۸)$$

در رابطه فوق b_j اهمیت و c_j میزان عملکرد مولفه است. برای سهولت بیشتر تجزیه تحلیل، از طریق رابطه زیر اوزان به‌دست‌آمده بی‌مقیاس می‌شوند:

$$SW_j = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^{m} W_j} \quad , 0 \le SW_j \le 1 \quad , \quad \sum_{j=1}^{m} SW_j = 1. \qquad (۹)$$

بر این اساس مولفه‌هایی که دارای SW_j بیشتری هستند طبق **جدول ۱۰**، باید برای بهبود در اولویت قرار گیرند [6].

جدول ۱۰- اولویت بهبود هر مولفه در راستای بهبود میزان پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش براساس تحلیل IPA.

Table 10- Priority of improving each factors in order to improve the supply chain antifragility in Darupakhsh Company based on IPA analysis.

مولفه‌ها	نماد	اهمیت استاندارد	عملکرد استاندارد	وزن استاندارد	اولویت بهبود
بازطراحی ساختار	C_1	0.095	0.090	0.017	12
همکاری	C_2	0.060	0.089	0.058	7
یادگیری	C_3	0.089	0.126	0.109	3
ساختار	C_4	0.098	0.027	0.230	1
انعطاف‌پذیری	C_5	0.069	0.023	0.105	4
نوآوری	C_6	0.086	0.054	0.091	5
ظرفیت جذب	C_7	0.083	0.099	0.045	9
بهبود و بازیابی	C_8	0.087	0.126	0.112	2
فراوانی	C_9	0.056	0.085	0.054	8
سازگاری	C_{10}	0.082	0.067	0.040	10
مشارکت با دولت	C_{11}	0.062	0.104	0.087	6
یکپارچگی	C_{12}	0.072	0.066	0.014	13
مشارکت با رقبا	C_{13}	0.061	0.043	0.037	11

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر در تلاش است تا علاوه بر تعیین میزان عملکرد کلی پادشکنندگی زنجیره تامین شرکت توزیع دارو پخش، کمیت تک‌تک مولفه‌ها را نیز از منظر اهمیت و عملکرد موردبررسی و ارزیابی قرار دهد. ازاین‌رو، با به‌کارگیری یک روش‌شناسی منسجم و نظرات خبرگان صنعت به اهداف پژوهش دست یافت، در گام اول اوزان اهمیت هریک از فاکتورها با استفاده از روش *Fuzzy DEMATEL* محاسبه شدند. در گام دوم میزان عملکرد تک‌تک مولفه‌ها و عملکرد کلی آن‌ها به‌عنوان شاخص کمی عملکرد پادشکنندگی زنجیره تامین با سازوکار روش *GTMA* موردمحاسبه قرار گرفتند و درنهایت با استفاده از خروجی روش *DEMATEL* و روش *GTMA* تحلیل *IPA* صورت پذیرفت.

مدیران زنجیره تامین می‌توانند این روش را برای ارزیابی تصمیمات جدید خود به‌کارگیرند. شرکت‌ها خود می‌توانند این روش‌شناسی را اجرا کنند و شاخص پادشکنندگی زنجیره تامین را برای سازمان‌های خود محاسبه نمایند. همچنین در یک دوره زمانی خاص، می‌توان زنجیره‌های تامین مشابه را با به‌کارگیری این روش مقایسه و رتبه‌بندی نمود و با محاسبه شاخص عملکرد پادشکنندگی زنجیره تامین، آن‌ها در موقعیتی قرار می‌گیرند که میزان پادشکنندگی خود را با دیگران مقایسه کنند. به‌طور خلاصه، این روش به مدیران کمک می‌کند، تصمیمات مربوط به جنبه‌های مختلف ازجمله سرمایه‌گذاری‌های آینده را که درنهایت کیفیت بهتر، رضایت مشتری بالاتر، وفاداری و سودآوری را به ارمغان بیاورد، ارزیابی کنند. همچنین این نکته حایز اهمیت است که در روش‌شناسی مورداستفاده در این تحقیق می‌توان هر تعداد فاکتور را مورد ارزیابی قرار داد.

با تمرکز بر نتایج تکنیک *DEMATEL* مشاهده می‌گردد که روابط موثر مهم و معنی‌داری میان مولفه‌های اثرگذار بر بهبود پادشکنندگی زنجیره تامین وجود دارد. مولفه‌های نوآوری، همکاری، یادگیری، فراوانی و بازطراحی ساختار به ترتیب تاثیرگذارترین مولفه‌ها بر سایرین بوده و علت هستند و سایر مولفه‌ها معلول می‌باشند. همچنین ساختار زنجیره تامین، بازطراحی ساختار، یادگیری، نوآوری و ظرفیت جذب به ترتیب اولویت اول تا پنجم را ازنظر اهمیت در ایجاد شبکه پادشکننده تامین دارا هستند.

همان‌طور که در ماتریس *IPA* مشاهده می‌گردد، مولفه‌های ساختار زنجیره تامین، نوآوری و سازگاری در ناحیه اول ماتریس قرار دارند که نشان‌دهنده آن است به‌رغم برخورداری از اهمیت بالا در ایجاد پادشکنندگی زنجیره تامین، میزان عملکرد این مولفه‌ها در مدیریت زنجیره تامین کمتر از میانگین است. وضعیت عملکرد ساختار زنجیره تامین از سایرین نیز بدتر است و می‌بایست بر روی بهبود وضعیت این مولفه‌ها تمرکز و برنامه‌ریزی دقیقی صورت بگیرد. طراحی در زنجیره تامین به حجم گره‌های موجود به‌عنوان تامین‌کننده اولیه، تامین‌کننده ثانویه، تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری و قابلیت‌های ارتباط روبه‌جلو و رو به عقب آن‌هاست. هم‌چنین پیچیدگی روابط و میزان حساسیت گردش مواد و اطلاعات از طریق رابطه‌ها در زنجیره تامین نیز جزو ویژگی‌های طراحی آن محسوب می‌شود. زنجیره‌های تامین پیچیده نسبت به اختلالات آسیب‌پذیرتر هستند. طراحی ساختار مناسب زنجیره تامین می‌تواند با افزایش آمادگی در برابر اختلالات، قابلیت پادشکنندگی را تا حدودی تسهیل نموده و آن را سریع‌تر اجرا نماید. هم‌چنین افزایش نوآوری به‌وسیله افزایش انگیزه و توانایی برای یافتن ایده‌های جدید

کسب‌وکار و فرایندها و فناوری‌های جدیدی که منجر به جلوگیری و کاهش اختلال می‌گردد، می‌تواند آسیب‌پذیری را کاهش داده و آمادگی در برابر اختلالات را افزایش دهد.

اما چهار مولفه بازطراحی ساختار، یادگیری، بهبود و بازیابی و ظرفیت جذب همچنان که از اهمیت بالایی در ایجاد قابلیت پادشکنندگی زنجیره تامین دارند، از عملکرد مناسبی بالاتر از حدود آستانه در مدیریت زنجیره تامین شرکت ظاهر گردیده‌اند. تلاش شرکت در به‌کارگیری مولفه‌های یادگیری و بهبود و بازیابی از اختلالات در زنجیره تامین، عملکرد بهتری را نسبت به سایر مولفه‌ها به نمایش گذاشته است و حداقل کار مدیریت شرکت تثبیت وضعیت فعلی این چهار مولفه است. قابلیت یادگیری به‌صورت نظام‌مند موجب افزایش دانش زنجیره تامین و مهارت‌های موردنیاز گردیده و به‌مرورزمان پادشکنندگی زنجیره تامین را افزایش می‌دهد که به همین منظور، قابلیت ثبت وقایع و تجزیه‌وتحلیل رخدادهای پیشین و امکان علل یابی و حل مسایل به‌طور برنامه‌ریزی‌شده و منظم، سیستم مشارکتی یادگیری و بهره‌گیری از دستاوردهای مطالعاتی سایر شرکا در زنجیره تامین از مهم‌ترین فعالیت‌هایی است که باید در یادگیری نظام‌مند انجام شود. بازطراحی ساختار زنجیره تامین هم با ایجاد قابلیت‌هایی برای مدیریت تامین و جریان اطلاعات به‌منظور کاهش زمان چرخه، افزایش توانایی تحویل، مدیریت دانش و خدمات به مشتریان برای بازیابی سریع پس از اختلالات می‌تواند ادامه یابد.

مولفه‌های انعطاف‌پذیری، یکپارچگی و مشارکت با رقبا در ناحیه سوم قرار دارند که نشان‌دهنده آن است که همان‌طور که به لحاظ عملکرد از حد آستانه پایین‌تر هستند اما در حال حاضر، دست‌کم ازنظر خبرگان پژوهش اهمیت چندانی نیز نسبت به سایر مولفه‌ها در پادشکنندگی ندارند و اولویت پایینی برای بهبود نسبت به سایر فاکتورها دارند؛ اما این به این معنا نیست که از توجه به آن‌ها صرف‌نظر شود چراکه با توجه به نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل *DEMATEL*، این مولفه‌ها حلقه واسط میان مولفه‌های علت اصلی و مولفه‌های نتایج نهایی که به شکل پادشکنندگی زنجیره تامین در برابر اختلالات و ریسک ظاهر خواهند شد، بوده و مدیریت بایستی آن‌ها را در برنامه‌ریزی خود مدنظر قرار دهد.

اما مولفه‌های همکاری، فراوانی و مشارکت با دولت براساس تحلیل ماتریس *IPA* از نظرات خبرگان به‌رغم عملکرد بالاتر از حد آستانه، اهمیت کمتری دارند و در ناحیه چهارم قرار می‌گیرند که نشان‌دهنده تکیه و تمرکز اضافی بر این مولفه‌ها توسط تصمیم‌گیران بوده و اتلاف منابع را در پی دارد، چه‌بسا که منابع اختصاص یافته به این مولفه‌ها باید به مولفه‌های ناحیه اول اختصاص یابد تا نتیجه بهتری در عمل حاصل گردد.

با توجه به اولویت بهبود هر مولفه در راستای شکست‌ناپذیر کردن سیستم تامین شرکت توزیع دارو پخش، ایجاد و توسعه قابلیت‌های لجستیک پویا و خودسازمانده در ساختار زنجیره تامین برای مدیریت تامین و جریان اطلاعات لازم به جهت حداقل رساندن آسیب‌پذیری در آن در اولویت نخست بهبود جای دارد. برای بهبود این مولفه می‌توان قراردادهای بلند و کوتاه‌مدت پیمانکاری که بتواند انعطاف‌پذیری در تامین و عرضه را برای کاهش کمبود امکان‌پذیر کند، منعقد نمود، تراز استراتژیک مدیریت موجودی با رویکرد سیستم باز برای کاهش حداکثری ریسک موجودی، قابلیت‌های مصونیت از ریسک، ارتقای تکنولوژی اطلاعات و اشتراک‌گذاری اطلاعات، اقداماتی برای محافظت از زنجیره تامین در برابر اختلالات عمدی همچون سرقت، تروریسم و حملات سایبری، توانایی پایش و کنترل کل زنجیره تامین (تمام گره‌ها و پیوندها) ازنظر شاخص هشداردهنده زمانی و مالی که به شناسایی تهدیدات بالقوه کمک می‌کند و درنهایت بهبود قابلیت‌های فناوری اطلاعات، ارتباط را افزایش داده و از سایر استراتژی‌های افزایش پادشکنندگی در زنجیره تامین پشتیبانی می‌کند، به‌عنوان نمونه تسهیل‌کننده استراتژی شفافیت و همکاری است که در هشدار دهی اختلالات بالقوه کمک می‌کند.

پس از رویداد هرگونه اختلالی در سیستم زنجیره تامین، سیستم باید بتواند اثر صدمات وارده بر خود را برطرف و عوامل آسیب‌دیده خود را بازسازی نموده و به حالت پایدار اولیه پیش از اختلال برگرداند. درواقع، قابلیت هر شرکت در زنجیره برای ساختاردهی دوباره به ساختارهای آسیب‌دیده خود در درون شرکت و ساختار ارتباطی خود با شرکت‌های بیرونی به‌طور سریع در کمترین زمان ممکن، موثر و با کمترین هزینه، اولویت دوم بهبود در زنجیره تامین مورد مطالعه است.

در اولویت سوم، مولفه یادگیری در زنجیره تامین باید بهبود یابد. مفهوم تکامل مشترک در سیستم‌های پیچیده نشان می‌دهد که پیاده‌سازی استراتژی‌های پادشکنندگی زنجیره تامین توسط برخی از بنگاه‌ها، ممکن است اقدامات شرکت‌های دیگر را در امتداد زنجیره تامین و هم‌چنین محیط خود را تحت تاثیر قرار بدهد. تغییرات بعدی در محیط ممکن است پیچیدگی بیشتری ایجاد کند که درنتیجه تهدید

بیشتری به وجود می‌آورد و به سازگاری بیشتر و استراتژی‌های متنوع‌تری نیاز است. این نکته نشان می‌دهد که پادشکنندگی یک قابلیت ثابت و دائمی نیست و دستیابی و نگهداشت آن دشوار است. فرایند تکامل مشترک بر اهمیت یادگیری متقابل میان شرکت‌های درون شبکه تامین و دیگران ازجمله محیط در طول روند ایجاد پادشکنندگی زنجیره تامین تاکید می‌کند. این مهم با توسعه دانش و فهم ساختار زنجیره تامین (ازنظر فیزیکی و اطلاعاتی) و توانایی یادگیری از تغییرات و همچنین آموزش نهادهای دیگر بهبود می‌یابد.

در اولویت بعد انعطاف‌پذیری یکی از مهم‌ترین قابلیت‌ها جهت آمادگی در برابر استرس معرفی‌شده و به قابلیت تغییر برنامه‌های تولیدی مانند حجم سفارش، نوع سفارش، روش تولید و زمان آن برمی‌گردد. در حقیقت انعطاف‌پذیری، توانایی شکل‌گیری پی‌درپی براساس خواسته‌های متغیر و متنوع مشتریان است. ادبیات شیوه‌های مختلف افزایش انعطاف‌پذیری، ازجمله به تعویق انداختن، یک پایگاه عرضه انعطاف‌پذیر، حمل‌ونقل انعطاف‌پذیر، ترتیبات کار انعطاف‌پذیر و انعطاف‌پذیری در انجام سفارش را نشان می‌دهد.

و در اولویت پنجم تاکید بر بهبود نوآوری است. افزایش نوآوری به‌وسیله افزایش انگیزه و توانایی برای یافتن ایده‌های جدید کسب‌وکار و فرایندها و فناوری‌های جدیدی که منجر به جلوگیری و کاهش اختلال می‌گردد، می‌تواند آسیب‌پذیری را کاهش داده و آمادگی در برابر اختلالات را افزایش دهد. برای این منظور برنامه‌ریزی و تمرکز برای ارایه محصولات مختلف برای کاهش وابستگی به تعدادی محصول و تامین‌کننده خاص نیز حایز اهمیت است. انعطاف‌پذیری تامین به‌عنوان یک برنامه‌ریزی پویا، به‌طور مستقیم بر میزان بهره‌مندی از ظرفیت‌ها، همکاری و موجودی در زنجیره‌های تامین تاثیرگذار است. با این نوع برنامه‌ریزی، فروش محصول افزایش یافته و سودآوری شرکت به حداکثر می‌رسد؛ چراکه با بهینه‌سازی جریان دسته‌های مختلف محصولات در طول زنجیره، استفاده مناسب از ظرفیت‌ها و موجودی‌ها در تمام طول شبکه تامین میسر می‌گردد. همچنین از نتایج برمی‌آید که به‌کارگیری اقداماتی چون پیش‌بینی، بازپرسازی و برنامه‌ریزی مشترک میان بازیگران شبکه تامین، می‌توانند با ایجاد یکپارچگی در زنجیره تامین، همکاری را حمایت و تقویت کنند. هر دو همکاری و برنامه‌ریزی به همراه بازطراحی شبکه تامین در رسته مولفه های پیشران دستیابی به پادشکنندگی جای داشته و سرمایه‌گذاری برای ایجاد زیرساخت این سه، تاثیر چشم‌گیری در ایجاد و بهبود ساختار زنجیره تامین شکست‌ناپذیر در شرکت‌ها دارد.

با توجه به تجزیه‌وتحلیل و دستاوردهای پژوهش حاضر می‌توان پیشنهادها زیر را برای توسعه و تکمیل این حوزه پژوهش بیان داشت:

۱. پژوهشگران می‌توانند با به‌کارگیری روش‌هایی هم چون تحلیل عاملی اکتشافی[1] و تاییدی[2] اقدام به شناسایی این مولفه‌ها نموده و نتایج آن را با مدل پیشنهادی پژوهش حاضر مقایسه نمایند.

۲. همین‌طور محققان حوزه مدل‌سازی می‌توانند با استفاده از روش‌های مشابه برای ساختاردهی به مساله و ارایه مدل از روش‌های مدل‌سازی در حوزه تحقیق در عملیات نرم مانند روش‌های نگاشت شناختی[3]، سودا[4] و ... استفاده نموده و حتی روابط متقابل میان فاکتورها را در صورت وجود شناسایی نموده و یک مدل شبکه‌ای از مولفه‌ها را بر مبنای نقشه‌های ذهنی کارشناسان ارایه نمایند. هم‌چنین با استفاده از روش‌هایی مثل فرایند تحلیل شبکه‌ای[5]، روش بهترین بدترین[6] و سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای وزن دهی به مولفه‌ها استفاده نموده و راهکارهای مناسب را ارایه دهند.

منابع

[1] Ali, A., Mahfouz, A., & Arisha, A. (2017). Analysing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review. *Supply chain management: an international journal*, *22*(1), 16-39.

[2] Bendell, T. (2016). *Building anti-fragile organisations: risk, opportunity and governance in a turbulent world*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315570426

[3] Botjes, E. A., Mulder, H., & Nouwens, H. (2020). *Defining antifragility and the application on organisation design* (Master Thesis, Antwerp Management School). DOI: 10.5281/zenodo.3719389

[4] Copeman, T., & Ivanova, K. (2018). *On antifragility in technology ventures*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3208447

[5] dos Passos, D. S., Coelho, H., & Sarti, F. M. (2019). Measuring banks' antifragility via fuzzy logic. *International journal of computer and systems engineering*, *13*(7), 389-396.

[1] Exploratory factor analysis
[2] Confirmatory factor analysis
[3] Cognitive map
[4] SODA
[5] Analytical Network Process (ANP)
[6] Best worst method

[6] Esmailpour, J., Aghabayk, K., Vajari, M. A., & De Gruyter, C. (2020). Importance–performance analysis (IPA) of bus service attributes: a case study in a developing country. *Transportation research part a: policy and practice*, *142*, 129-150.

[7] Ghasemi, A., & Alizadeh, M. (2017). Evaluating organizational antifragility via fuzzy logic, the case of an Iranian company producing banknotes and security paper. *Operations research and decisions*, *27*(2), 21-43.

[8] Ghasemi, A., Khoshsepehr, Z., & Fakhrpour, S. (2016). Provide a framework for measuring and evaluating the military invincibility of systems. *International conference on management and accounting*, Tehran, Iran. Civilica. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/554109/

[9] Größler, A. (2020). A managerial operationalization of antifragility and its consequences in supply chains. *Systems research and behavioral science*, *37*(6), 896-905 .

[10] Ivanov, D. (2021). *Introduction to supply chain resilience: management, modelling, technology*. Springer Nature. https://books.google.com

[11] Jain, V., & Raj, T. (2015). Evaluating the intensity of variables affecting flexibility in FMS by graph theory and matrix approach. *International journal of industrial and systems engineering*, *19*(2), 137-154.

[12] Jamali, G., Karimi Asl, E., Hashemkhani Zolfani, S., & Šaparauskas, J. (2017). Analysing larg supply chain management comoptitive strategies in Iranian cement industries. *Economics and management*, *20*(3), 70-83. https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/26303

[13] Johnson, J. & Gheorghe, A. V. (2013). Antifragility analysis and measurement framework for systems of systems. *International journal of disaster risk science*, *4*(4), 159-168.

[14] Kennon, D., Schutte, C. S., & Lutters, E. (2015). An alternative view to assessing antifragility in an organisation: a case study in a manufacturing SME. *CIRP annals*, *64*(1), 177-180.

[15] Khoshsepehr, Z., Fakhrpour, S. H., & Maleki, M. H. (2017). Promoting supply chain productivity with the use of the invincibility theory. *The journal of productivity management*, *11*(2), 31-56.

[16] Lemke, F., & Petersen, H. L. (2018). Supply chain risk management: advanced tools, models, and developments. In *Managing reputational risks in supply chains* (pp. 65-84). Springer. https://repository.vlerick.com/handle/20.500.12127/5853

[17] Munoz, A., Todres, M., & Rook, L. (2021). Empowering organisations to gain from uncertainty: a conceptualisation of antifragility through leveraging organisational routines in uncertain environments. *Australasian accounting, business and finance journal*, *15*(3), 23-42.

[18] Platje, J. J. (2015). Sustainability and antifragility. *Economic and environmental studies*, *15*(4), 469-477.

[19] Pournader, M., Kach, A., & Talluri, S. (2020). A review of the existing and emerging topics in the supply chain risk management literature. *Decision sciences*, *51*(4), 867-919.

[20] Ramezani, J., & Camarinha-Matos, L. M. (2020). Approaches for resilience and antifragility in collaborative business ecosystems. *Technological forecasting and social change*, *151*, 119846. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119846

[21] Ranjbar, R., Najafi, A., Mohammadi, A., Hamidi, N. (2019). Increasing the level of invincibility and reducing the cost of supply chain based on radio frequency identification technology. *Industrial management*, *13*(46), 105-120. (**In Persian**). https://journals.iau.ir/article_663782.html

[22] Rezapour, S., Farahani, R. Z., & Pourakbar, M. (2017). Resilient supply chain network design under competition: a case study. *European journal of operational research*, *259*(3), 1017-1035.

[23] Ruiz-Martin, C., López-Paredes, A., & Wainer, G. (2018). What we know and do not know about organizational resilience. *International journal of production management and engineering*, *6*(1), 11-28.

[24] Saad, Y. (2021). *How to design antifragile public procurement systems?* https://www.researchgate.net/publication/348558928

[25] Sumrit, D., & Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL method to analyze the causal relations on technological innovation capability evaluation factors in Thai technology-based firms. *International transaction journal of engineering, management, & applied sciences & technologies*, *4*(2), 81-103.

[26] Taleb, N. N. (2012). *Anti-fragile: how to live in a world we don't understand* (Vol. 3). London, UK: Allen Lane. https://www.amazon.com/-/es/Nassim-Nicholas-Taleb/dp/1846141567

[27] Taleb, N. N. (2014). *Antifragile: Things that gain from disorder* (Vol. 3). Random House Trade Paperbacks. https://cmc.marmot.org/Record/.b42507212

[28] Tordecilla, R. D., Juan, A. A., Montoya-Torres, J. R., Quintero-Araujo, C. L., & Panadero, J. (2021). Simulation-optimization methods for designing and assessing resilient supply chain networks under uncertainty scenarios: a review. *Simulation modelling practice and theory*, *106*, 102166. https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102166

[29] Tukamuhabwa, B. R., Stevenson, M., Busby, J., & Zorzini, M. (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study. *International journal of production research*, *53*(18), 5592-5623.

[30] Uzunov, A. V., Nepal, S., & Chhetri, M. B. (2019). Proactive antifragility: a new paradigm for next-generation cyber defence at the edge. *2019 IEEE 5th international conference on collaboration and internet computing (CIC)* (pp. 246-255). IEEE. DOI: 10.1109/CIC48465.2019.00039

[31] Verhulsta, E. (2014). Applying systems and safety engineering principles for antifragility. *Procedia computer science*, *32*, 842-849.

[32] Zitzmann, I. (2014). How to cope with uncertainty in supply chains?-conceptual framework for agility, robustness, resilience, continuity and anti-fragility in supply chains. *Proceedings of the Hamburg international conference of logistics (HICL)* (pp. 361-377). Berlin: epubli GmbH. https://www.econstor.eu/handle/10419/209215

[33] Zeng, F., Hou, C., Wu, S., Liu, X., Tong, Z., & Yu, S. (2007). Silver nanoparticles directly formed on natural macroporous matrix and their anti-microbial activities. *Nanotechnology*, *18*(5), 055605. DOI: 10.1088/0957-4484/18/5/055605