Passive Defence
Vol. 15, No. 3, Autumn 2024, Serial No. 59
ISSN: 2980-8030 , E-ISSN: 2008-6849

Assessing the Supply Chain Risk of Small and Medium Companies Due to Economic Threats with a Fuzzy Integrated Approach

Hamed Asghari, Mohammad Eskandari*, Masuod Darabi , Mehdi Modiri
*Assistant Professor, faculty of Engineering and Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology,Tehran,Iran
(Received: 21/05/2024, Revised: 18/08/2024, Accepted: 22/09/2024, Published: 26/10/2024)

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.3.4.5

ABSTRACT

The supply chain consists of several links that extend from the point of production to the point of consumption; The establishment of international sanctions in the provision of equipment and repair of vital and sensitive infrastructure parts of the country may create many challenges, as these non-functional economic defenses play a significant role in economic growth, resilience, job creation, etc.; A flawed supply chain can create a disaster; In such a situation, proper identification of risk factors is critical to achieve a resilient supply chain against the destructive effects of threats and disruptions; Hence, this research by identifying the factors of the supply chain and analyzing their relationship using an integrated approach, including Pareto analysis, fuzzy theory, total interpretative structural modeling and a categorical analysis and determining the level and ranking of risks, this research gap. fills The findings of the research show that insufficient knowledge, environmental changes and the absence of a diagnosis and control system are the most important factors; In addition to that, political and regulatory instability, pollution and contractors' incompetence are some of the critical risks that may hinder resilience and optimal performance in small and medium-sized companies. Research results help managers to successfully identify risk factors to achieve operational and long-term resilience; It can also increase the ability of policy makers to formulate preventive and efficient mitigation strategies.

Keywords: Interpretive Structural Modeling, Pareto Analysis, Economic Passive Defense, Resilience, Supply Chain

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: Eskandarim@mut.ac.ir

پدافند غیرعامل

سال پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، (پیاپی ۵۹): صص ۵۳-۳۹

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | **شاپای الکترونیکی:** ۸۰۳۰-۲۹۸۰

علمی – پژوهشی

ارزیابی خطر زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط در اثر تهدیدات اقتصادی با رویکرد یکپارچه فازی

حامد اصغری[۱]، محمد اسکندری[۲]*، مسعود دارابی[۳]، مهدی مدیری[۴]

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.3.4.5

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵

چکیده

زنجیره تأمین از چندین حلقه تشکیل شده است که از نقطه تولید تا نقطه مصرف امتداد دارد؛ ایجاد تحریم‌های بین‌المللی در تأمین تجهیزات و تعمیر قطعات زیرساخت‌های حیاتی و حساس کشور چالش‌های زیادی را ممکن است ایجاد کند که این پدافند غیرعامل اقتصادی نقش بسزایی در رشد اقتصادی، تاب‌آوری، ایجاد اشتغال و... دارند؛ یک زنجیره تأمین ناقص ممکن است یک فاجعه ایجاد کند؛ در چنین شرایطی، شناسایی مناسب عوامل خطر برای دست‌یابی به یک زنجیره تأمین تاب‌آور در برابر اثرات مخرب تهدیدات و اختلالات حیاتی است؛ از این‌رو، این تحقیق با شناسایی عوامل زنجیره تأمین و تجزیه و تحلیل ارتباط آن‌ها با استفاده از یک رویکرد یکپارچه، از جمله تحلیل پارتو، نظریه فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل و یک تحلیل طبقه‌بندی شده و تعیین سطح و رتبه‌بندی خطرها، این خلاء تحقیقاتی را پر می‌کند؛ یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که دانش ناکافی، تغییرات زیست محیطی و عدم وجود سامانه ردیابی و کنترل، مهم‌ترین عوامل هستند؛ علاوه بر آن، عدم ثبات سیاسی و نظارتی، آلودگی و عدم صلاحیت پیمانکاران نیز برخی از خطرات حیاتی هستند که ممکن است مانع تاب‌آوری و عملکرد مطلوب در شرکت‌های کوچک و متوسط شوند. نتایج تحقیق به مدیران جهت شناسایی موفقیت‌آمیز عوامل خطر برای دست‌یابی به تاب‌آوری عملیاتی و بلندمدت کمک می‌کند؛ همچنین می‌تواند، توانایی سیاست‌گذاران را برای تدوین راهبردهای کاهش پیش‌گیرانه و کارآمد افزایش دهد.

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی ساختاری تفسیری، تحلیل پارتو، پدافند غیرعامل اقتصادی، تاب‌آوری، زنجیره تأمین.

[۱] کارشناسی ارشد مدیریت بحران، مجتمع دانشگاهی مهندسی و پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

[۲] استادیار، مجتمع دانشگاهی مهندسی و پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر ، تهران، ایران (Eskandarim@mut.ac.ir)- نویسنده مسئول

[۳] استادیار، مجتمع دانشگاهی مهندسی و پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

[۴] استاد، مجتمع دانشگاهی مهندسی و پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

۱- مقدمه

مدیریت خطر زنجیره تأمین[1] یک حوزه تحقیق نسبتاً جدید و مبتنی بر برنامه‌ریزی، خرید، موجودی، تولید و حمل و نقل می‌باشد [۱،۲] که در سال‌های اخیر به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در عملکرد و تاب‌آوری زنجیره تأمین به دلایل جهانی شدن، اقتصاد ناپایدار، تغییرات اقلیمی، ارتباطات پیچیده، تهدیدات بالقوه در طول زنجیره و ... مورد توجه فراوان قرارگرفته و گسترش یافته است [۳]؛ از سوی دیگر، زنجیره‌های تأمین در معرض تهدیدات مختلفی از جمله اقتصادی، تحریم، سایبری، اقتصادی، رقابتی، قانونی و محیطی هستند، برخی از این تهدیدات مانند تأمین قطعات به علت تحریم‌های بین‌المللی می‌توانند به اختلال در عملیات، آسیب به اعتبار، ایجاد هزینه و ... منجر شوند [۴]، تغییرات محیطی و اجتماعی هم می‌توانند به ایجاد بحران‌های طبیعی، انسانی و بهداشتی، کاهش تقاضا، کاهش منابع و انرژی منجر شوند [۲،۵]، در میان چنین وضعیتی، شناسایی مناسب عوامل زنجیره تأمین برای تاب‌آوری بلندمدت هر شرکت به ویژه در اقتصادهای نوظهور بسیار مهم است.

شرکت‌های کوچک و متوسط[2] نقش مهمی در توسعه اقتصادی اکثر زیرساخت‌های حیاتی و حساس کشورها به ویژه در تامین تجهیزات و قطعات به علت تحریم‌های بین‌المللی به خاطر نقش حداکثری از کسب و کار و اشتغال در سراسر جهان، دارند [۱]؛ به عبارت دیگر، شرکت‌های کوچک و متوسط از نظر مشارکت در ایجاد اشتغال، تولید ناخالص داخلی و صادرات بخشی جدایی‌ناپذیر از اقتصاد هستند. از این‌رو، زمانی که رویدادی زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط را مختل می کند، نه تنها بر عرضه سازمان تأثیر می گذارد، بلکه کل اقتصاد کشور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد [۸-۶]. برای نمونه، همه‌گیری کووید-۱۹ شبکه‌های زنجیره تأمین داخلی و هم بین‌المللی را تحت تأثیر قرار داد و خطرات متعددی را تحمیل کرد و تقریباً بازار جهانی را متوقف ساخت [۹]؛ همچنین شرکت‌های کوچک و متوسط در سراسر جهان بیشترین ضربه را متحمل شدند [۱۰،۱۱]. از این‌رو، ضروری است که عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری در بخش‌های مختلف زنجیره تأمین، شناسایی، ارزیابی و کاهش یابد تا این شرکت‌ها بتوانند عملکرد مؤثرتری داشته باشند.

بنابراین، بسیاری از تحقیق‌های سال‌های اخیر [۱۸-۱،۴،۱۲]؛ با تمرکز بر شناسایی عوامل خطر، ارزیابی، کمی‌سازی و اولویت‌بندی، به طور خاص در بخش‌های مختلف تولیدی، صنعتی یا خدماتی و ... انجام شده است و مطالعات کمی به شناسایی عوامل خطر، حیاتی و تاب‌آوری زنجیره تأمین از منظر شرکت‌های کوچک و متوسط پرداخته‌اند؛ از این‌رو در این تحقیق سعی شده است در بخش شرکت‌های کوچک و متوسط، به این سوالات پاسخ داده شود: الف) انواع و سطوح تهدیدات در زنجیره کامل تأمین چگونه است؟، ب) عوامل حیاتی در زنجیره کامل تأمین چیست؟، ج) با چه روشی می‌توان عوامل تهدید شناسایی شده را ارزیابی کرد؟، د) ارزیابی عوامل خطر چگونه به سیاست‌گذاران برای تدوین استراتژی مطلوب و کاهش ریسک در آتی کمک می‌کند؟

۲- مرور ادبیات و پیشینه تحقیق

تهدیدات زنجیره تأمین ناشی از بروز رویداد نامطلوب یا فعالیت‌هایی است که زنجیره تأمین را در معرض تهدیدات و آسیب‌پذیری‌هایی قرار می‌دهد که ممکن است بر تحویل محصول یا خدمات زنجیره تأمین تاثیر منفی بگذارد یا وضعیتی است که عملکرد روان زنجیره تأمین را متوقف می‌کند [۱۹]؛ عدم قطعیت در فعالیت‌های شبکه زنجیره تأمین جهانی، قوانین پیچیده دولتی و بحران‌ها، زنجیره‌های تأمین را مستعد خطرات مختلف کرده است. فرآیند شناسایی، ارزیابی و کاهش ریسک‌های زنجیره تأمین به عنوان مدیریت ریسک زنجیره تأمین شناخته می‌شود [۲۰]؛ در ژانویه ۲۰۲۰، جهان شاهد همه‌گیری کووید-۱۹ بود، سازمان بهداشت جهانی[3] توصیه‌های متعددی برای مقابله با این همه‌گیری صادر کرد. دولت‌های سراسر جهان به طرق مختلف به این همه‌گیری واکنش نشان دادند و اکثریت آنها محدودیت‌های جدیدی را برای کنترل شیوع ویروس اعمال کردند؛ ولی متأسفانه این اقدامات نتوانست شیوع بیماری را کنترل کند؛ تا ژانویه ۲۰۲۲ تقریباً ۵۷۸ میلیون نفر به این بیماری مبتلا شدند و ۶/۴ میلیون نفر جان خود را به دلیل همه‌گیری از دست دادند [۲۱]؛ محدودیت‌هایی که برای کنترل ویروس وضع شده بود، زنجیره تأمین را نیز با مشکل مواجه کرد؛ بنابراین، شناسایی و دسترسی به ریسک‌های مختلف زنجیره تأمین (به ویژه برای شرکت‌های کوچک و متوسط) از اهمیت بالایی برخوردار است [۲۵-۲۲].

برای شناسایی عوامل مختلف خطر در زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط، ابتدا یک بررسی ادبی بر اساس تحقیق‌های قبلی برای شناسایی عوامل انجام شد که هم عوامل خطر و هم راهبردهای کاهش در کارهای محققان در سراسر جهان در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است؛ عسگری و همکاران [۲۶] خطرهای مختلف اقتصادی، زیست‌محیطی، ژئوپلیتیک، اجتماعی و فناوری شرکت‌های کوچک و متوسط را بررسی کردند و خطرهای اقتصادی و ژئوپلیتیک جهانی را به عنوان مهم‌ترین آن‌ها معرفی کردند؛ سیلوا و همکاران [۲۷] ناتوانی در برآوردن الزامات کیفیت را به عنوان مهم‌ترین تهدید در

[1] Supply Chain
[2] Small and medium-sized enterprises
[3] WHO

این زمینه معرفی کردند؛ آن‌ها ترکیب عمودی را به عنوان مؤثرترین روش برای کاهش خطرات زنجیره تأمین شناسایی کردند؛ کومار و همکاران [۲۸] عدم قطعیت تقاضای مشتری، دانش ناکافی از مدیریت زنجیره تأمین، و دخالت واسطه ها در زنجیره تأمین را به عنوان مهم‌ترین خطرات شناسایی کردند؛ از سوی دیگر علی و همکاران [۲۹] بی‌ثباتی سیاسی و نظارتی، بلایای طبیعی و اعتصابات کارگری را به عنوان مؤثرترین عوامل خطر شناسایی کردند؛ همچنین بابو و همکاران [۲۱] دریافتند که تأثیرگذارترین عوامل خطر برای شرکت‌های کوچک و متوسط، ریسک‌های مالی و فناوری اطلاعات است.

کارماکر و همکاران [۳۰] عواملی که ممکن است مانع تولید منظم و ثبات فعالیت در زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط کشور بنگلادش شود را بررسی کردند؛ یکی از آن‌ها کووید-۱۹ بوده که به شدت به شرکت‌های کوچک و متوسط در بنگلادش آسیب زده و پیامدهای منفی بر رفاه اقتصادی و روانی کارگران و صاحبان این شرکت‌ها تحمیل کرده است. به دلیل عدم قطعیت تقاضا و جهانی شدن، زنجیره های تأمین امروزی مستعد خطرات و اختلالات نامطمئن هستند؛ برای مثال، همه‌گیری کووید-۱۹ و جنگ روسیه و اوکراین پیچیدگی‌ها و چالش‌های زیادی را در سراسر تجارت جهانی، تحمیل کرده است؛ برای پیشگیری از این وضعیت، شناسایی مناسب عوامل زنجیره تأمین و چگونگی ارتباط عوامل خطر با یکدیگر برای تضمین تاب‌آوری طولانی مدت هر شرکت بسیار مهم است. هدف تحقیق شناسایی، اولویت‌بندی و بررسی روابط متقابل بین عوامل زنجیره تأمین با یک رویکرد یکپارچه فازی، در زمینه شرکت‌های کوچک و متوسط است؛ هفده عامل خطر در ابتدا از طریق مشاوره با متخصصان شناسایی شد؛ در نهایت، سیزده عامل بر اساس بازخورد کارشناسان و تحلیل پارتو به عنوان مهم‌ترین عوامل طبقه‌بندی شدند؛ یافته‌های به‌دست‌آمده از تحقیق نشان داد که فقدان اشتیاق در مدیریت ارشد مهم‌ترین عاملی است که بر همه عوامل دیگر تأثیر می‌گذارد و ممکن است تداوم فعالیت شرکت‌ها را مختل کند؛ بنابراین، مدیران صنعت باید بر روی این عامل تمرکز کنند تا به هدف مزیت رقابتی دست یابند؛ نتایج این تحقیق می‌تواند سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران را برای اتخاذ تصمیمات راهبردی آتی برای غلبه بر عوامل خطر زنجیره تأمین و در نتیجه بهبود تاب‌آوری و افزایش سودآوری راهنمایی کند.

علم و همکاران [۳۱] از یک رویکرد یکپارچه ترکیبی فازی برای شناسایی و ارزیابی خطرات مؤثر بر حوزه کشاورزی، استفاده کردند؛ این رویکرد در پژوهش‌های گذشته، مانند شیوه‌های پایدار در زنجیره تأمین مواد غذایی [۳۲]، مراقبت‌های بهداشتی [۳۳]، زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط [۳۰] و غیره به کار گرفته شده است. جمع آوری داده‌ها در این تحقیق در سه مرحله از آگوست ۲۰۲۰ تا آگوست ۲۰۲۲ انجام شد؛ در مرحله اول، ابتدا از طریق جستجوی تحقیقات گذشته تهدیدات اقتصادی شناسایی شدند، شانزده عامل تهدید شناسایی شده در اختیار کارشناسان متخصص قرار گرفت تا ضمن بررسی هم‌راستایی عوامل با زمینه تحقیق، عوامل مد نظر را حذف یا اضافه کنند؛ از ۳۵ کارشناس برای شرکت در نظر سنجی دعوت شد، ۲۴ نفر (حدود ۶۸ درصد) پاسخ دادند و علاوه بر تأیید معیارهای شناسایی شده، دو معیار دیگر شامل (انگیزه‌های مالی کافی برای کشاورزان برای ساخت انبارهای مدرن، تدوین و اجرای سیاست‌ها و مقررات کشاورزی تاب‌آور و پایدار) را به عوامل اولیه اضافه کردند، در مجموع هجده عامل شناسایی شد؛ در مرحله دوم همه ۲۴ متخصصی که در مرحله اول شرکت کردند به مرحله دوم دعوت شدند سپس یک پرسشنامه برای انجام تجزیه و تحلیل پارتو تهیه و در اختیار کارشناسان قرار گرفت که از میان آنها ۱۸ نفر (۷۵ درصد) پاسخ دادند؛ برای تعیین وزن عوامل، از آن‌ها خواسته شد تا نظرات خود را در مقیاس لیکرت ۷ درجه‌ای بیان کنند که ۷ به معنای بالاترین اهمیت و ۱ نشان دهنده کمترین اهمیت است [۳۴]؛ در مرحله بعدی، معیارهای شناسایی شده با رویکرد تی‌آی‌اس‌ام[1] سطح‌بندی و روابط بین مؤلفه‌ها مشخص شدند [۳۵]؛ سپس با روش میک‌مک[2] تجزیه و تحلیل عوامل صورت پذیرفت [۳۶،۳۷].

در این تحقیق، یک مرور ادبیات سیستماتیک برای جستجو در تحقیق‌های گذشته و بررسی یکایک آن‌ها و انتخاب بخش مؤثر و کاربردی در خصوص موضوع شرکت‌های کوچک و متوسط در تهدیدات اقتصادی خصمانه ناشی از تامین تجهیزات و تعمیر قطعات به علت تحریم‌های بین‌المللی و شناسایی عوامل مهم آن، انجام شده است؛ این تحقیق از یک روش جستجو شامل پایگاه‌های داده، کلمات کلیدی، بازه زمانی و غیره استفاده کرده است؛ بیش از تعداد ۲۰ مقاله، مرتبط با اهداف تحقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت؛ نتایج بررسی نشان می‌دهد که در تحقیق‌های قبلی کمتر در مورد بررسی عوامل تهدید و تاب‌آوری پدافندی شرکت‌های کوچک و متوسط در تهدیدات اقتصادی با استفاده از رویکردهای کیفی و کمی و روابط متقابل بین عوامل انجام شده است؛ با توجه به این خلاء تحقیقاتی، این تحقیق هدف بررسی عوامل مربوط به تاب‌آوری شرکت‌های کوچک و متوسط در یک اقتصاد نوظهور و بررسی روابط آن‌ها و کشف مدل راهبردی مناسب برای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل‌سازی سلسله مراتبی با رویکرد یکپارچه فازی را دنبال می‌کند؛ در جدول (۱) به برخی عوامل خطر بررسی شده از مرور تحقیق‌های قبلی در زمینه زنجیره‌تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط اشاره شده است.

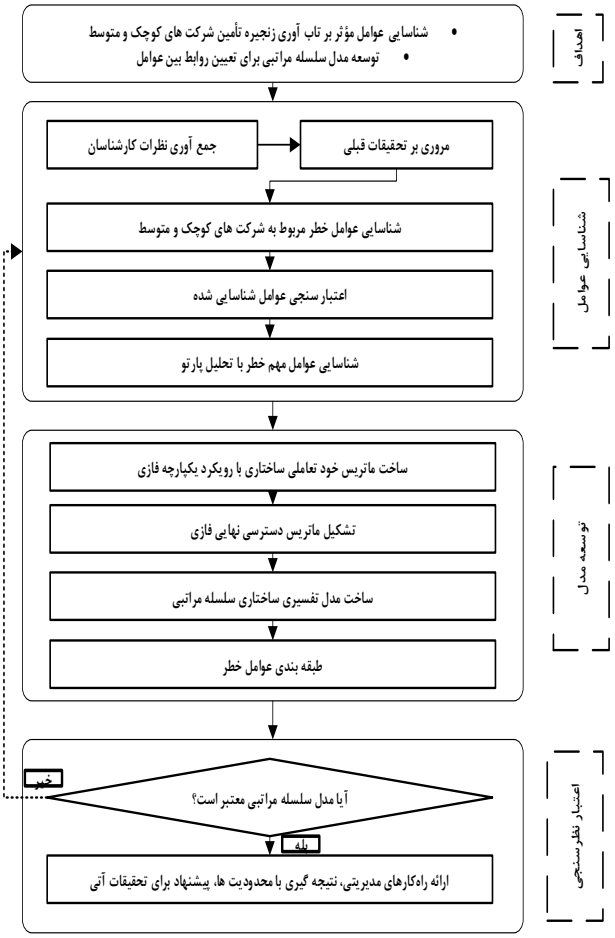
[1] Total interpretive structural modeling
[2] Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliqués à un Classement

جدول (۱): خطرات بررسی شده از مرور تحقیق‌های قبلی و بازخورد کارشناسان

شماره خطر	عامل تهدید	منبع	نظر کارشناسان
خ ۱	کمبود منابع آبی (تهدید بیولوژیکی)	[۴۱-۴۳]	
خ ۲	نوع کود و رژیم کوددهی	[۴۴]	حذف شد
خ ۳	تغییرات زیست‌محیطی (تهدید بیولوژیکی)	[۴۵،۴۶]	
خ ۴	آلودگی (تهدید بیولوژیکی)	[۴۷]	
خ ۵	عدم قطعیت تقاضا	[۲۰]	
خ ۶	دانش ناکافی	[۴۸،۴۹]	
خ ۷	ثبات سیاسی و نظارتی	[۲]	
خ ۸	عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل (تهدید سایبری)	[۴۰]	
خ ۹	کیفیت محصول	[۵۰،۵۱]	حذف شد
خ ۱۰	اختلال در شبکه حمل و نقل	[۵۲]	
خ ۱۱	تورم و تغییرات قیمت‌ها	[۵۳،۵۴]	حذف شد
خ ۱۲	مسائل ایمنی	[۵۵،۵۶]	حذف شد
خ ۱۳	اعتصابات کارگری (تهدید خرابکارانه)	[۵۷]	
خ ۱۴	نقص امنیت سایبری (تهدید سایبری)	[۲]	
خ ۱۵	تأمین منابع مالی	[۵۸]	
خ ۱۶	نقص در فرآیند تصفیه	[۴۰]	حذف شد
خ ۱۷	صرفه جویی در هزینه‌ها	[۵۹]	حذف شد
خ ۱۸	بازاریابی	[۶۰]	حذف شد
خ ۱۹	تجهیزات غیر استاندارد و خرابی (تهدید خرابکارانه)	[۶۱]	
خ ۲۰	اختلال در مصرف انرژی	[۶۲]	
خ ۲۱	ذخیره سازی	[۲]	حذف شد
خ ۲۲	نقص طراحی (تهدید خرابکارانه)	[۶۳]	
خ ۲۳	کیفیت مواد اولیه	[۶۴]	
خ ۲۴	عدم صلاحیت پیمانکاران (تهدید خرابکارانه)	[۶۵]	
خ ۲۵	کیفیت پایین کار	[۶۶]	حذف شد
خ ۲۶	دسترسی به نیروی کار، مواد و تجهیزات	[۶۷]	
خ ۲۷	بهره‌وری پایین	[۶۶]	
خ ۲۸	اختلال در زمان‌بندی انجام کار	بازخورد نظرات کارشناسان	
خ ۲۹	عدم تعریف شرح وظایف	[۶۶]	حذف شد
خ ۳۰	عوامل پیش‌بینی نشده	بازخورد نظرات کارشناسان	
خ ۳۱	تأخیر در پرداخت به پیمانکار (تهدید خرابکارانه)	بازخورد نظرات کارشناسان	
خ ۳۲	تهدیدات خصمانه جنگی	بازخورد نظرات کارشناسان	

۳- روش تحقیق

این تحقیق عوامل خطری که ممکن است مانع تولید منظم و تاب‌آوری در زنجیره تأمین شرکت‌های کوچک و متوسط شوند را بررسی می‌کند؛ برخی تهدیدات به شدت بحران ایجاد کرده و تأثیرات جبران ناپذیری تحمیل می‌کنند؛ از این‌رو این تحقیق بر روی شناسایی تهدیدات مربوطه و تجزیه و تحلیل بعدی متمرکز است؛ مراحل اصلی ساختار تحقیق در شکل (۱) نشان داده شده است [۳۴].



شکل (۱): ساختار تحقیق

۳-۱- طراحی نظرسنجی

برای بررسی عوامل تهدید مرتبط، کارشناسان، متخصصان و دانشگاهیان متعددی انتخاب شدند که در حال حاضر در شرکت‌های کوچک و متوسط و حوزه زنجیره تأمین فعالیت و سوابق طولانی مدت داشته و نسبت به جنبه‌های مختلف تاب‌آوری سیستم، عوامل تهدید اقتصادی و غیره شناخت مکفی دارند؛ این کارشناسان مبتنی بر معیارهای تحقیق و روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند [۳۸]؛ به عبارتی نمونه‌گیری هدفمند (قضاوتی) یک روش نمونه‌گیری غیراحتمالی است که در

آن براساس معیارهای پژوهش افراد واجد شرایط برای ارزیابی انتخاب می‌شوند؛ این شیوه به‌ویژه برای انتخاب خبرگان و صاحب‌نظران مورد استفاده قرار می‌گیرد و روشی مطلوب محسوب می‌شود [۳۷].

۳-۲- جمع‌آوری داده‌ها

داده‌ها در سه مرحله به صورت اینترنتی و حضوری جمع‌آوری شدند؛ در مرحله اول، پرسشنامه‌ای برای اعتبارسنجی ۲۸ عامل شناسایی شده‌ی اولیه از مرور تحقیق‌های قبلی در اختیار کارشناسان قرار گرفت تا تأیید کنند که آیا عوامل شناسایی‌شده مربوط به زمینه مورد بررسی است یا خیر [۳۹،۴۰]؛ علاوه بر آن، کارشناسان اختیار داشتند که هر عاملی را حذف و یا اضافه کنند؛ در این مرحله از ۴۹ کارشناس دعوت شد که ۳۷ نفر (نرخ پاسخگویی ۷۶ درصد) پاسخ دادند؛ کارشناسان عامل‌های (نوع کود و رژیم کوددهی، کیفیت محصول، تورم و تغییرات قیمت‌ها، مسائل ایمنی، نقص در فرآیند تصفیه، صرفه جویی در هزینه‌ها، بازاریابی، ذخیره‌سازی، کیفیت پایین کار و عدم تعریف شرح وظایف) را حذف کردند و ۴ عامل دیگر شامل (اختلال در زمان‌بندی انجام کار، عوامل پیش‌بینی نشده، تأخیر در پرداخت به پیمانکار (تهدید خرابکارانه) و تهدیدات خصمانه جنگی) را به لیست عوامل شناسایی شده‌ی اولیه اضافه کردند؛ بنابراین، در مجموع ۲۲ عامل پس از مرور تحقیق‌های قبلی و اعتبار سنجی کارشناسان برای مراحل بعدی انتخاب شدند، جدول (۱)؛ در مرحله دوم، یک پرسشنامه برای انجام تجزیه و تحلیل پارتو ایجاد شد و در اختیار کارشناسان قرار گرفت؛ تمام ۳۷ کارشناسی که در مرحله اول شرکت کردند به مرحله دوم دعوت شدند، که از میان آن‌ها ۲۲ نفر (نرخ پاسخگویی، ۵۹ درصد) پاسخ دادند؛ برای اولویت‌بندی عوامل، از آن‌ها خواسته شد تا نظرات خود را در یک مقیاس لیکرت ۷ درجه ای بیان کنند، که در آن ۷ به معنای بالاترین اهمیت و ۱ نشان دهنده کمترین اهمیت است [۴۴-۴۱]. در مرحله سوم، نظرسنجی ماتریس خود تعاملی ساختاری در یک محیط فازی انجام شد؛ هر کارشناس پس از استفاده از عبارات مفهومی (V، A، X، O) برای ارزیابی رابطه بین دو عامل، ماتریس مستقل ایجاد کرد؛ تمامی ۲۲ کارشناس شرکت‌کننده در مرحله دوم به مرحله سوم دعوت شدند که از میان آن‌ها ۱۴ نفر پاسخ دادند (نرخ پاسخگویی، ۶۳ درصد) که با توجه به محرمانه بودن، هویت آن‌ها در تحقیق آشکار نشده است؛ جدول (۲) خلاصه ای از مشخصات کارشناسان را ارائه می‌دهد؛ در نهایت یک ماتریس تعاملی فازی از جمع‌آوری نظرات کارشناسان ایجاد شد [۳۰،۴۵،۴۶].

جدول شماره (۲): مشخصات کارشناسان انتخاب شده

حوزه تخصصی: شرکت‌های فعال کوچک و متوسط	مشخصات کارشناسان انتخاب‌شده		مرحله اول (برای اعتبارسنجی عوامل)			مرحله دوم (برای تجزیه و تحلیل پارتو)			مرحله سوم (ماتریس خودتعاملی ساختاری)		
			کل	تعداد	درصد	کل	تعداد	درصد	کل	تعداد	درصد
	عنوان شغلی	کارشناس ارشد و خبره	۳۷	۳	۸	۲۲	۲	۹	۲۳	۲	۹
		مدیر ارشد و خبره		۴	۱۱		۲	۹		۴	۱۷
		استادیار و استاد تمام دانشگاه		۴	۱۱		۲	۹		۲	۹
	تجربه	۱۰ تا ۱۵ سال		۲	۵		۳	۱۴		۶	۲۶
		۱۶ تا ۲۰ سال		۸	۲۲		۵	۲۳		۴	۱۷
		۲۱ تا ۲۵ سال		۹	۲۴		۴	۱۸		۳	۳
		بیش از ۲۵ سال		۷	۱۹		۴	۱۸		۲	۹

۳-۳- نظریه فازی

تئوری مجموعه‌های فازی به طور گسترده‌ای در تصمیم‌گیری‌ها [۴۷،۴۸] استفاده شده است که می‌تواند نتیجه‌گیری‌های کیفی انجام شده توسط افراد یا کارشناسان را ارزیابی کند؛ در این تحقیق از عدد فازی مثلثی تی‌اِف‌اِن[1] برای ارزیابی استفاده شده است [۴۹،۵۰]؛ برای بهره‌مندی و قابل فهم بودن روش‌های مبتنی بر فازی، تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی (فازی زدایی) ضروری است؛ در تحقیق‌های قبلی از چندین روش، از جمله سی‌اِف‌سی‌اِس[2] (تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی)، استفاده شده است؛ از این‌رو به دلیل پر کاربرد بودن و به عنوان یک روش مناسب فازی زدایی، در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار گرفته است، روابط (۹-۱)، [۵۱].

$$xa_{ij}^{n} = \left(a_{ij}^{n} - minc_{ij}^{n}\right)/\Delta_{min}^{max} \quad (۱)$$

$$xb_{ij}^{n} = \left(b_{ij}^{n} - minc_{ij}^{n}\right)/\Delta_{min}^{max} \quad (۲)$$

$$xc_{ij}^{n} = \left(c_{ij}^{n} - minc_{ij}^{n}\right)/\Delta_{min}^{max} \quad (۳)$$

$$Where\ \Delta_{min}^{max} = \left(maxa_{ij}^{n} - minc_{ij}^{n}\right) \quad (۴)$$

[1] Triangular fuzzy number

[2] Conversion of Fuzzy Numbers into Crisp Score

$$xas_{ij}^{n} = xa_{ij}^{n}/\left(1 + xa_{ij}^{n} - xb_{ij}^{n}\right) \quad (۵)$$

$$xcs_{ij}^{n} = xb_{ij}^{n}/\left(1 + xb_{ij}^{n} - xc_{ij}^{n}\right) \quad (۶)$$

$$x_{ij}^{n} = \left[xcs_{ij}^{n}\left(1 - xcs_{ij}^{n}\right) + xas_{ij}^{n}\, X\, xas_{ij}^{n}\right] / \left[1 - xcs_{ij}^{n} + xas_{ij}^{n}\right] \quad (۷)$$

$$u_{ij}^{n} = minc_{ij}^{n} + x_{ij}^{n}\, X\, \Delta_{min}^{max} \quad (۸)$$

$$u_{ij} = 1/p\left(u_{ij}^{1} + u_{ij}^{2} + \cdots + u_{ij}^{p}\right) \quad (۹)$$

۳-۴- تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی میک‌مک

یک روش دسته‌بندی ساختار یافته است که عوامل شناسایی شده را بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی آن‌ها به چهار دسته تقسیم می کند [۳۶]. ۱- عوامل خودمختار: که دارای قدرت محرک و وابستگی ضعیف هستند، تغییر در این متغییرها باعث تغییر جدی در سیستم نمی‌شود، ۲- عوامل وابسته: که دارای قدرت محرک کم، ولی وابستگی شدید هستند، این متغییرها تأثیرپذیری بالا و تأثیرگذاری کمی بر روی سیستم دارند، ۳- عوامل مستقل: که دارای قدرت محرک قوی، ولی وابستگی ضعیف هستند، این متغییرها تأثیرپذیری کم و تأثیرگذاری بالا بر روی سیستم دارند، ۴- عوامل پیوندی: که دارای قدرت محرک زیاد و وابستگی زیاد هستند، به عبارتی تأثیرپذیری و تأثیرگذاری بالایی دارند و هر تغییر کوچکی بر روی این متغییرها باعث تغییرات اساسی در سیستم می شود [۳۱]؛ همچنین برای مقایسه زوجی عوامل از اعداد فازی مثلثی با طیف ۷ درجه‌ای استفاده شده است، جدول (۳)، [۹].

جدول (۳): روابط مفهومی و اعداد فازی

اهمیت وزنی		
عدد فازی	مفهوم	نماد
(۰، ۰/۰۵، ۰/۱۵)	خیلی کم	VL
(۰/۱، ۰/۲، ۰/۳)	کم	L
(۰/۲، ۰/۳۵، ۰/۵)	نسبتاً کم	FL
(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)	متوسط	M
(۰/۵، ۰/۶۵، ۰/۸)	نسبتاً زیاد	FH
(۰/۷، ۰/۸، ۰/۹)	زیاد	H
(۰/۸۵، ۰/۹۵، ۱)	خیلی زیاد	VH
رتبه‌بندی عملکرد		
عدد فازی	**مفهوم**	**نماد**
(۰، ۰/۵، ۱/۵)	بدون تاثیر	W
(۱، ۲، ۳)	خیلی ضعیف	Vp
(۲، ۳/۵، ۵)	ضعیف	P
(۳، ۵، ۷)	متوسط	F
(۵، ۶/۵، ۸)	زیاد	G
(۷، ۸، ۹)	خیلی زیاد	VG
(۸/۵، ۹/۵، ۱۰)	کاملاً مؤثر	E

۳-۵- مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل

مدل‌سازی ساختاری تفسیری کل که توسعه‌ای از روش ساختاری تفسیری است، تشکیل و ارتباط هر عنصر (تأثیرگذار) با هر عنصر دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد و به صورت خیر یا بله و به ترتیب به ۰ و ۱، تفسیر می‌شود (جین و سونی، ۲۰۲۲)؛ این مدل توسعه، عدم قطعیت را برطرف می‌کند و به کارشناسان اجازه می‌دهد در مورد اهمیت نسبی یک عامل به دیگری را با دقت بیشتری بیان کنند [۳۱].

۳-۶- شاخص اهمیت عملکرد فازی و رتبه‌بندی خطرها

پس از ترسیم مدل ساختاری تفسیری در شرکت‌های کوچک و متوسط، و ایجاد جدول ماتریس نفوذپذیری- وابستگی و دسته‌بندی متغییرها در چهار دسته [۵۲]، رتبه‌بندی عوامل تهدید [۹] و میزان تأثیر آن بر تاب‌آوری اقتصادی زنجیره تأمین با استفاده از معادلات (۱۶-۱۰) محاسبه شد [۹،۵۳]؛ محاسبه امتیاز رتبه‌بندی با روش تابع عضویت (a, b, c) (معادله ۱۵) انجام شده است که در آن a, b و c مقادیر پایین، میانی و بالای عدد فازی مثلثی هستند [۵۳].

$$R_{ij} = \frac{R_{i1} + R_{i2} + \cdots + R_{in}}{n} \quad (۱۰)$$

$$W_{ij} = \frac{W_{i1} + W_{i2}^{'} + \cdots + W_{in}}{n} \quad (۱۱)$$

$$W_{ij} = \frac{W_1 + W_2 + \cdots + W_n}{n} \quad (۱۲)$$

$$FPII = W_{ij}^{'} \times R_{ij} \quad (۱۳)$$

$$W_{ij} = \left[(1,1,1) - W_{ij}\right] \quad (۱۴)$$

$$FPII_{ER1} = \left\{(1,1,1) - W_{ij}\right\} \times R_{ij} \quad (۱۵)$$

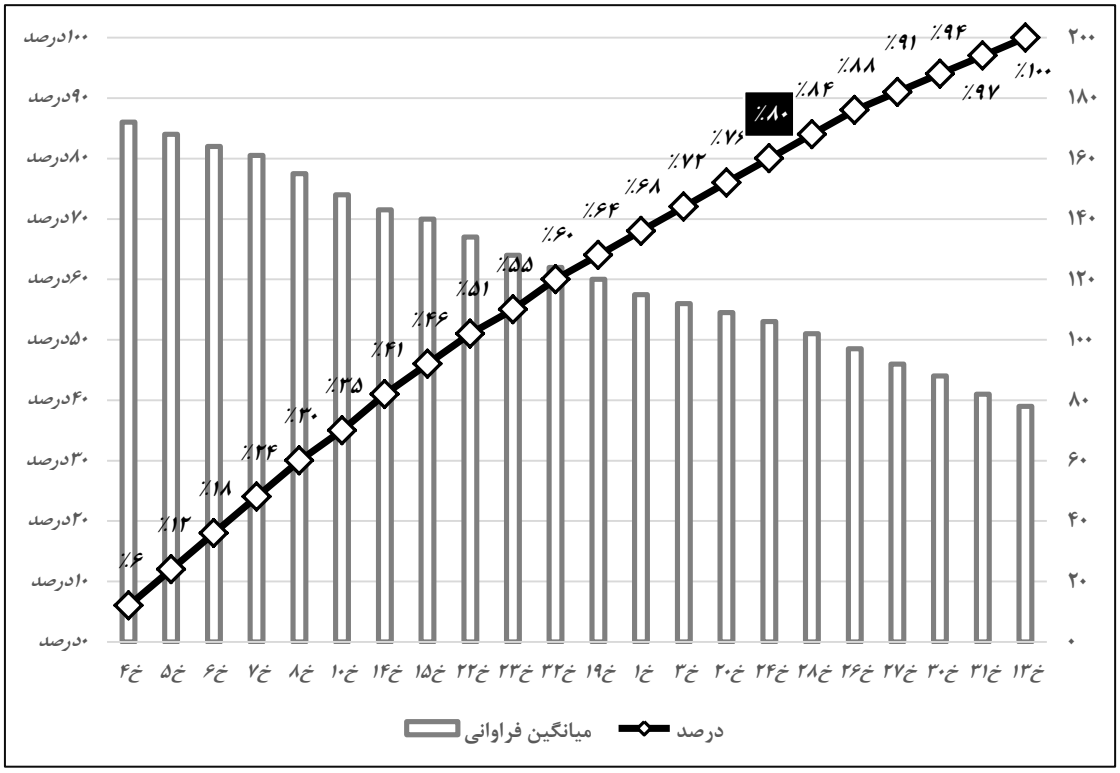
$$Ranking\ Score = \frac{a + 4b + c}{6} \quad (۱۶)$$

۴- تجزیه و تحلیل نتایج

۴-۱- شناسایی مهم‌ترین عوامل با استفاده از تحلیل پارتو

در این تحقیق ۲۲ عامل تهدید (۱۸ مورد از بررسی تحقیقات قبلی و ۴ مورد از بازخورد کارشناسان)، شناسایی شد؛ از تحلیل پارتو به دلیل سادگی و توانایی آن در جداسازی عناصر حیاتی از عناصر کم اهمیت، که در بسیاری از تحقیق‌های قبلی به کار گرفته شده، استفاده شده است [۱۴]. برای این منظور پرسشنامه‌ای تهیه و در اختیار کارشناسان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد نظرات خود را در مورد تمامی عوامل تهدید اقتصادی با استفاده از مقیاس لیکرت که محققین مختلف در پژوهش‌های

قبلی استفاده کرند [۱۴،۵۴] بیان کنند؛ پس از جمع‌آوری پاسخ‌های کارشناسان، امتیازات تجمیع شد و عوامل با اهمیت، حدود ۸۰ درصد از کل برای تجزیه و تحلیل بعدی انتخاب شدند؛ شکل (۲)، و ۱۶ عامل تهدید از بین ۲۲ عامل که تأثیرگذارترین عوامل بر تاب‌آوری زنجیره تأمین هستند در جدول (۴) بیان شده است.



شکل (۲): شناسایی مهم‌ترین عوامل زنجیره تأمین با تحلیل پارتو

۴-۲- تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری و ماتریس دسترسی‌پذیری اولیه[1]

با بررسی تحقیق‌های قبلی و از بازخورد کارشناسان، ۲۲ عامل خطر شناسایی شد که با تحلیل پارتو، ۱۶ عامل خطر به عنوان مهم‌ترین عوامل برای تاب‌آوری زنجیره‌تأمین و ادامه ارزیابی انتخاب شدند [۳۰]. بر این اساس ماتریس خود تعاملی ساختاری با مقایسه زوجی توسط کارشناسان برای ۱۶ عامل خطر به دست آمده از تحلیل پارتو با به کار بردن حروف (V، A، X، O) برای نشان دادن ارتباط بین عوامل تشکیل شد، جدول(۵)، [۴۶،۵۵].

جدول (۴): مهم‌ترین عوامل تعیین شده از تحلیل پارتو

تعداد	شماره خطر	عامل تهدید
۱	خ ۱	کمبود منابع آبی (تهدید بیولوژیکی)
۲	خ ۳	تغییرات زیست‌محیطی (تهدید بیولوژیکی)
۳	خ ۴	آلودگی (تهدید بیولوژیکی)
۴	خ ۵	عدم قطعیت تقاضا
۵	خ ۶	دانش ناکافی
۶	خ ۷	ثبات سیاسی و نظارتی
۷	خ ۸	عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل (تهدید سایبری)
۸	خ ۱۰	اختلال در شبکه حمل و نقل
۹	خ ۱۴	اعتصابات کارگری (تهدید خرابکارانه)
۱۰	خ ۱۵	نقص امنیت سایبری (تهدید سایبری)
۱۱	خ ۱۹	تأمین منابع مالی
۱۲	خ ۲۰	تجهیزات غیر استاندارد و خرابی (تهدید خرابکارانه)
۱۳	خ ۲۲	اختلال در مصرف انرژی
۱۴	خ ۲۳	نقص طراحی (تهدید خرابکارانه)
۱۵	خ ۲۴	کیفیت مواد اولیه
۱۶	خ ۳۲	عدم صلاحیت پیمانکاران (تهدید خرابکارانه)

[1] Reachability matrix

جدول (۵): ماتریس خود تعاملی ساختاری

شماره خطر	خ ۳۲	خ ۲۴	خ ۲۳	خ ۲۲	خ ۲۰	خ ۱۹	خ ۱۵	خ۱۴	خ ۱۰	خ ۸	خ ۷	خ ۶	خ ۵	خ ۴	خ ۳	خ ۱
خ ۱	V	O	V	O	V	O	O	O	O	O	A	A	O	A	A	-
خ ۳	V	O	V	O	V	O	O	O	V	V	O	O	O	O	-	
خ ۴	V	O	V	O	V	V	O	V	O	A	A	O	O	-		
خ ۵	O	O	O	O	O	O	A	O	A	A	A	A	-			
خ ۶	V	O	O	V	V	V	V	V	V	V	V	-				
خ ۷	V	O	V	O	V	O	V	V	V	A	-					
خ ۸	V	O	V	V	V	V	O	V	V	-						
خ ۱۰	X	O	V	A	A	A	O	A	-							
خ ۱۴	X	A	O	A	V	X	O	-								
خ ۱۵	A	O	V	O	O	V	-									
خ ۱۹	X	O	V	X	V	-										
خ ۲۰	X	O	V	A	-											
خ ۲۲	V	O	O	-												
خ ۲۳	V	O	-													
خ ۲۴	V	-														
خ ۳۲	-															

۴-۳- تشکیل ماتریس دسترسی‌پذیری نهایی

در این مرحله سازگاری بین عوامل بررسی می‌شود [۵۶]؛ به طوری که، اگر عامل i منجر به عامل j شود و j منجر به k شود، آن‌گاه عامل i نیز باید منجر به k شود و اگر این حالت در ماتریس دسترسی اولیه برقرار نبود، بایستی اصلاح صورت پذیرد [۵۷]؛ از قوانین ریاضی برای ایجاد سازگاری استفاده کردند به این‌صورت که ماتریس به توان (k+1) می‌رسد و ($k \geq 1$) است؛ البته، عملیات به توان رساندن ماتریس باید طبق قاعده بولین[1] (1=1×1,1=1+1) باشد [۵۸].

۴-۴- تعیین سطح عوامل و تشکیل ماتریس مخروطی[2]

برای تعیین سطح و اولویت‌بندی عوامل، مجموعه دست‌یابی و مجموعه پیش‌نیاز برای هر عامل تعیین می شود؛ مجموعه دست‌یابی (اثرگذاری یا خروجی‌ها) شامل عواملی است که از طریق این عامل می‌توان به آن‌ها رسید و مجموعه پیش‌نیاز (اثرپذیری یا ورودی‌ها) شامل عواملی است که از طریق آن‌ها می‌توان به این عامل رسید؛ سپس، اشتراکات مجموعه دست‌یابی (خروجی ها) و پیش‌نیاز (ورودی ها) برای همه عوامل تعیین و در صورت برابر بودن مجموعه دست‌یابی (خروجی ها) با مجموعه اشتراک، آن عامل یا عوامل به عنوان سطح اول در نظر گرفته می‌شود، سپس برای به دست آوردن سایر سطوح، بایستی سطح یا سطوح قبلی از ماتریس جدا گردد و این فرآیند تکرار می‌شود؛ پس از تعیین سطوح، مجدد ماتریس دسترسی تشکیل و ماتریس جدید، ماتریس مخروطی نامیده می شود، جدول (۶)، [۵۶].

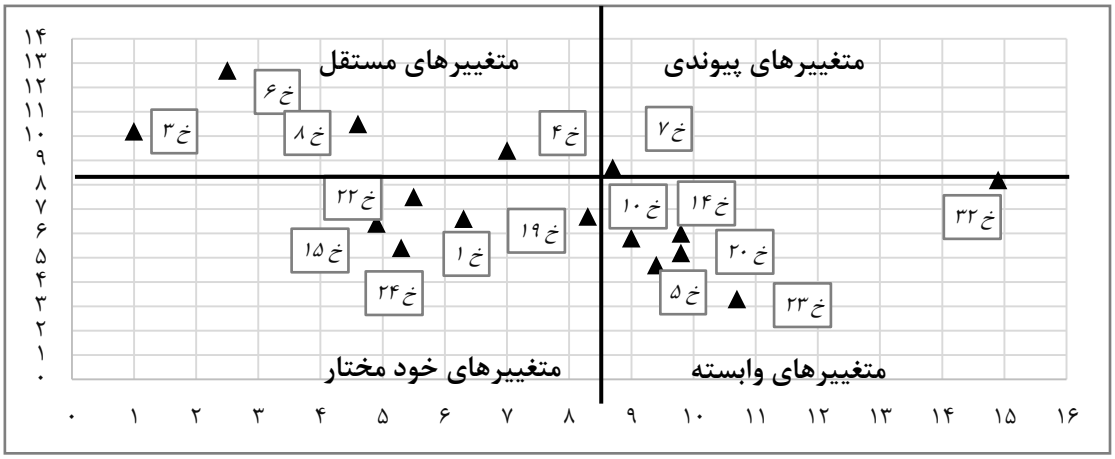
۴-۵- تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی میک‌مک فازی و غیرفازی

پس از تشکیل ماتریس دسترسی‌پذیری نهایی، اقدام به ایجاد جدول ماتریس نفوذپذیری-وابستگی و دسته‌بندی متغییرها در ۴ دسته شد [۵۹،۶۰]. همچنین، مقایسه زوجی بین عامل‌ها با دو حالت، غیر فازی (۰ و ۱) و اعداد فازی مثلثی با طیف ۷ درجه‌ای انجام شده است، شکل (۳) و شکل (۴).

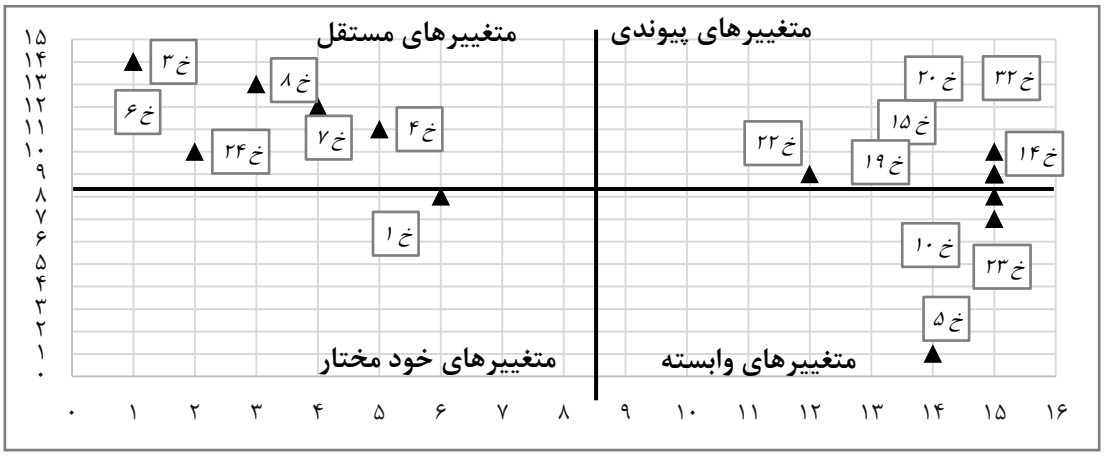
[1] Boolean
[2] Conical matrix

جدول (۶): ماتریس مخروطی

شماره خطر	ورودی‌ها	خروجی‌ها	مشترک	سطح
خ ۱	۱,۳,۴,۶,۷,۸	۱	۱	سوم
خ ۳	۳	۳	۳	هفتم
خ ۴	۳,۴,۶,۷,۸	۴	۴	چهارم
خ ۵	۳,۴,۵,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۵	۵	اول
خ ۶	۶	۶	۶	هفتم
خ ۷	۳,۶,۷,۸	۷	۷	پنجم
خ ۸	۳,۶,۸	۸	۸	ششم
خ ۱۰	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۳۲	دوم
خ ۱۴	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	دوم
خ ۱۵	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	دوم
خ ۱۹	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	دوم
خ ۲۰	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۳۲	دوم
خ ۲۲	۳,۴,۶,۷,۸,۲۲,۲۴	۲۲	۲۲	سوم
خ ۲۳	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۳,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۳,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۳,۳۲	اول
خ ۲۴	۲۴	۲۲,۲۴	۲۴	سوم
خ ۳۲	۱,۳,۴,۶,۷,۸,۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	۱۰,۱۴,۱۵,۱۹,۲۰,۲۲,۲۴,۳۲	دوم



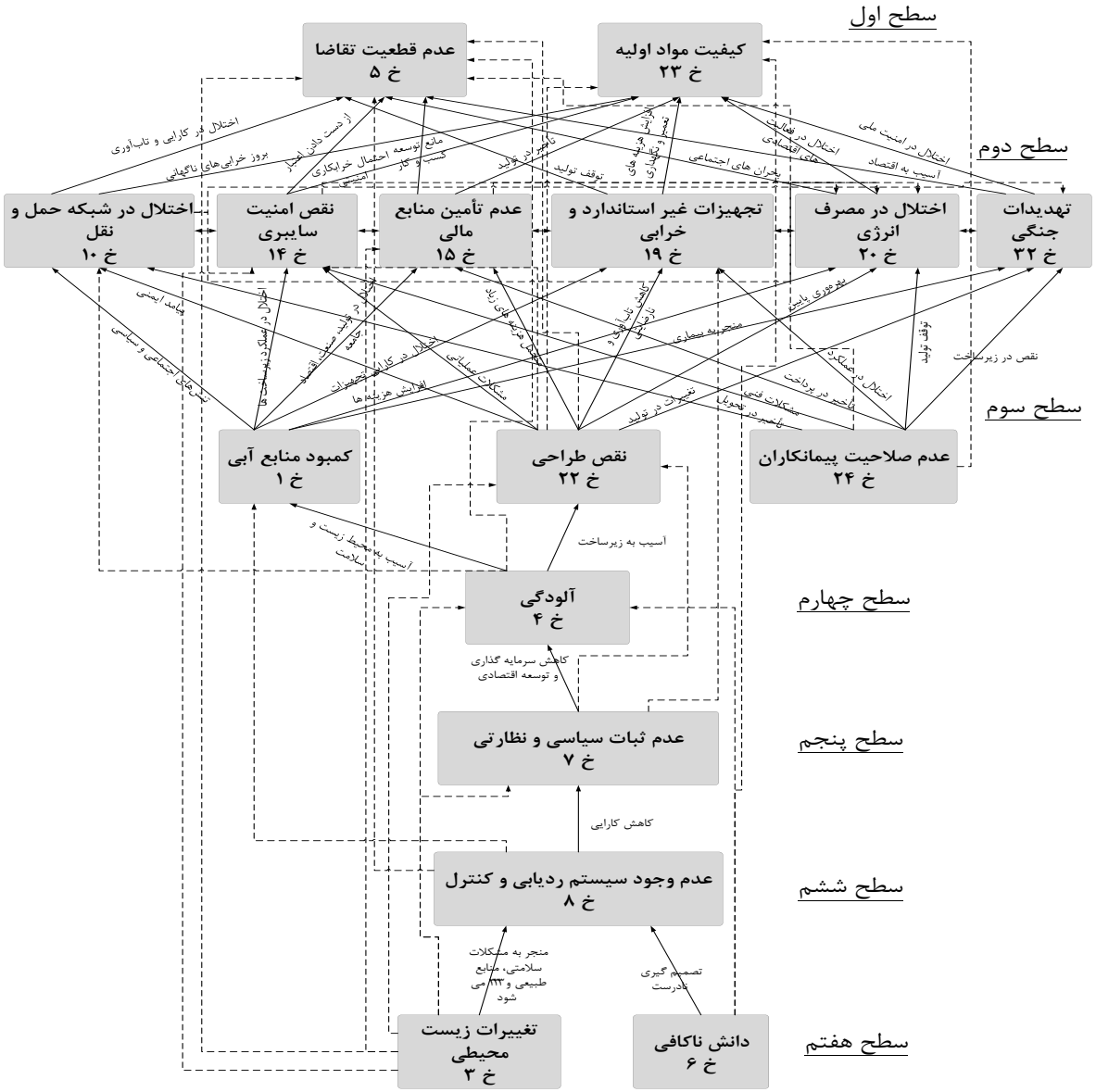
شکل (۳): نمودار قدرت نفوذ و وابستگی (فازی)



شکل (۴): نمودار قدرت نفوذ و وابستگی (غیرفازی)

۴-۶- طراحی الگوی سلسله مراتبی

مرحله بعدی این تحقیق شامل ایجاد یک مدل سلسله مراتبی با سطح‌بندی بر اساس ماتریس دسترسی نهایی است؛ تعیین سطوح از ۱۶ عامل تهدید اقتصادی در نظر گرفته شده برای تحقیق محاسبه شده‌اند که در نهایت همان‌طور که در جدول (۶) و شکل (۵) نشان داده شده است، عوامل به هفت سطح و به این ترتیب تقسیم‌بندی شده‌اند؛ سطح اول شامل: عدم قطعیت تقاضا و کیفیت مواد اولیه، سطح دوم شامل: اختلال در شبکه حمل و نقل، نقص امنیت سایبری (تهدید سایبری)، عدم تأمین منابع مالی، تجهیزات غیر استاندارد و خرابی (تهدید خرابکارانه)، اختلال در مصرف انرژی، تهدیدات خصمانه جنگی، سطح سوم شامل: کمبود منابع آبی (تهدید بیولوژیکی)، نقص طراحی، عدم صلاحیت پیمانکاران (تهدید خرابکارانه)، سطح چهارم شامل: آلودگی (تهدید بیولوژیکی)، سطح پنجم شامل: عدم ثبات سیاسی و نظارتی، سطح ششم شامل: عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل(تهدید سایبری) و سطح هفتم شامل: تغییرات زیست‌محیطی (تهدید بیولوژیکی) و دانش ناکافی، است؛ همچنین عواملی که در سطوح بالای سلسله مراتب قرار دارند از اهمیت کمتری برخوردارند؛ شکل (۵) نشان می‌دهد که دانش ناکافی و تغییرات زیست‌محیطی مهم‌ترین عوامل برای مدیریت خطرهای زنجیره تأمین در شرکت‌های کوچک و متوسط هستند که مابقی عناصر بر آن تکیه دارند؛ بدون توجه به این دو عامل، پرداختن به مخاطرات، پیش‌گیری و کاهش آن‌ها غیرممکن خواهد بود.



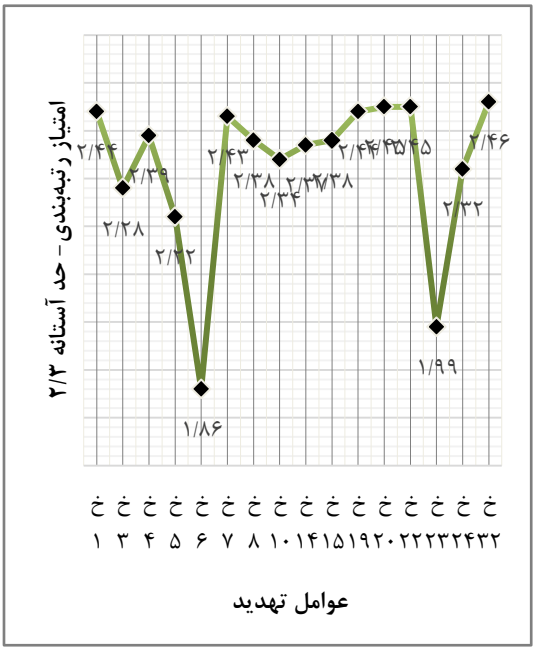
شکل (۵): الگوی سلسله مراتبی در شرکت های کوچک و متوسط

۴-۷- اعتبار سنجی

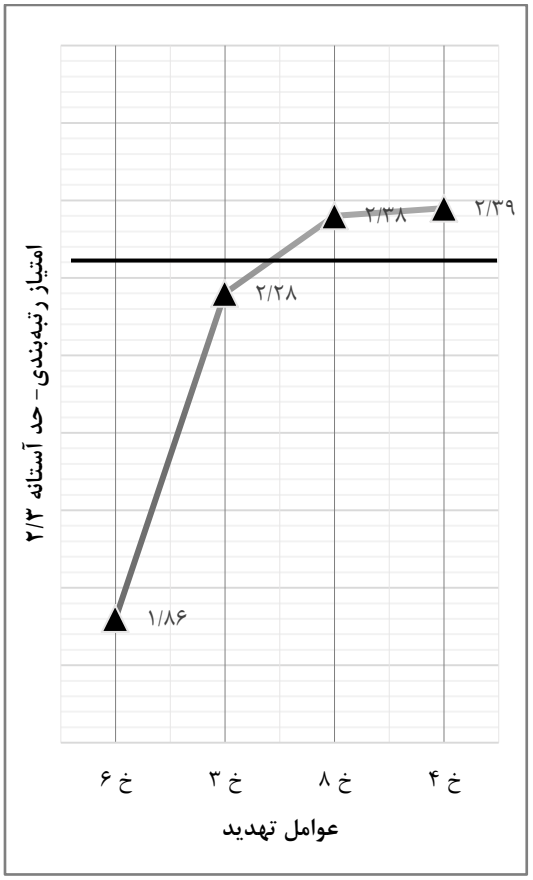
اعتبار سنجی طبقه‌بندی و الگوی سلسله مراتبی برای تأیید اینکه نتایج به‌دست آمده، معتبر است یا خیر، شکل گرفت؛ برای انجام اعتبار سنجی، از روش شاخص اهمیت عملکرد فازی[1] [۹] برای بررسی نتایج استفاده شده است که همه عوامل پذیرفته شدند و در رتبه‌بندی چهار عامل حیاتی به این ترتیب، دانش ناکافی، تغییرات زیست‌محیطی، عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل و آلودگی، هستند (جدول (۷)، شکل (۶)، شکل (۷)).

جدول شماره (۷): امتیاز رتبه‌بندی تهدیدات اقتصادی

شماره خطر	عامل تهدید	شاخص عملکرد فازی	امتیاز رتبه بندی
خ ۱	کمبود منابع آبی (تهدید بیولوژیکی)	(۲/۲۷ ،۲/۴۸ ،۲/۴۸)	۲/۴۴
خ ۳	تغییرات زیست‌محیطی (تهدید بیولوژیکی)	(۲/۴۹ ،۲/۳۰ ،۲/۰۱)	۲/۲۸
خ ۴	آلودگی (تهدید بیولوژیکی)	(۲/۵۰ ،۲/۴۲ ،۲/۱۷)	۲/۳۹
خ ۵	عدم قطعیت تقاضا	(۱/۸۱ ،۲/۲۷ ،۲/۴۸)	۲/۲۲
خ ۶	دانش ناکافی	(۲/۳۱ ،۱/۸۸ ،۱/۳۶)	۱/۸۶
خ ۷	ثبات سیاسی و نظارتی	(۲/۴۱ ،۲/۴۸ ،۲/۲۲)	۲/۴۳
خ ۸	عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل (تهدید سایبری)	(۲/۴۹ ،۲/۴۲ ،۲/۱۴)	۲/۳۸
خ ۱۰	اختلال در شبکه حمل و نقل	(۲/۰۲ ،۲/۳۸ ،۲/۵۰)	۲/۳۴
خ ۱۴	اعتصابات کارگری (تهدید خرابکارانه)	(۲/۰۶ ،۲/۴۲ ،۲/۴۹)	۲/۳۷
خ ۱۵	نقص امنیت سایبری (تهدید سایبری)	(۲/۰۴ ،۲/۴۴ ،۲/۴۷)	۲/۳۸
خ ۱۹	تأمین منابع مالی	(۲/۲۶ ،۲/۴۸ ،۲/۴۸)	۲/۴۴
خ ۲۰	تجهیزات غیر استاندارد و خرابی (تهدید خرابکارانه)	(۲/۲۹ ،۲/۵۰ ،۲/۳۹)	۲/۴۵
خ ۲۲	اختلال در مصرف انرژی	(۲/۲۹ ،۲/۵۰ ،۲/۳۹)	۲/۴۵
خ ۲۳	نقص طراحی (تهدید خرابکارانه)	(۱/۵۲ ،۲/۰۲ ،۲/۳۳)	۱/۹۹
خ ۲۴	کیفیت مواد اولیه	(۱/۹۸ ،۲/۳۷ ،۲/۵۰)	۲/۳۲
خ ۳۲	عدم صلاحیت پیمانکاران (تهدید خرابکارانه)	(۲/۴۶ ،۲/۴۹ ،۲/۳۷)	۲/۴۶



شکل (۶): نمودار پراکندگی عوامل تهدیدات اقتصادی زنجیره تأمین در تامین تجهیزات و تعمیر قطعات ناشی



شکل (۷): نمودار رتبه‌بندی عوامل تهدید مستقل

[1] Faster Payments Innovation Index

۵- نتیجه‌گیری

این تحقیق با شناسایی، طبقه‌بندی، ایجاد ساختار سلسله مراتبی و رتبه‌بندی عوامل تهدیدات اقتصادی زنجیره تأمین در تامین تجهیزات و تعمیر قطعات ناشی از تحریم‌های بین‌المللی مؤثر بر تاب‌آوری شرکت‌های کوچک و متوسط، با استفاده از یک رویکرد یکپارچه فازی، به مدیران برای تدوین استراتژی مناسب و اطمینان از جنبه‌های مختلف تاب‌آوری، راهنمایی می‌کند؛ در این تحقیق، دانش ناکافی و تغییرات زیست‌محیطی که در پایین‌ترین سطح (سطح هفتم) الگوی ساختاری تفسیری قرار گرفته‌اند به‌عنوان حیاتی‌ترین عامل تهدید برای شرکت‌های کوچک و متوسط شناسایی شدند؛ همچنین تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی فازی، نشان می‌دهد این عامل‌ها در بخش متغییرهای مستقل و دارای قدرت نفوذ قوی، ولی وابستگی ضعیف هستند؛ به عبارت دیگر، تأثیرپذیری کم و تأثیرگذاری بالایی دارند؛ یعنی دانش ناکافی و تغییرات زیست محیطی، به طور مستقیم بر روی عملکرد شرکت تأثیر گذاشته و مدیریت زنجیره تأمین را با مشکل مواجه خواهد کرد که این مسئله منجر به اختلال در فرآیند یا عملکرد مطلوب شرکت‌ها می‌شود؛ همچنین رتبه‌بندی فازی، نشان می‌دهد عامل دانش ناکافی و عامل تغییرات زیست‌محیطی (تهدید بیولوژیکی) به ترتیب اولویت اول و دوم بخش متغییرهای مستقل را دارند؛ بنابراین ضرورت دارد مدیران نسبت به اقدامات پیش‌گیرانه و تبیین راهبرد مطلوب برای این عامل‌ها تمرکز بیشتری داشته باشند؛ عامل‌های دیگر شامل: عدم وجود سیستم ردیابی و کنترل (تهدید سایبری) و آلودگی (تهدید بیولوژیکی)، هستند که به ترتیب در سطوح ششم و چهارم الگوی ساختاری تفسیری و در بخش متغییرهای مستقل جای گرفته‌اند و تأثیرگذاری بالایی بر سایر عوامل، دارند؛ سیستم ردیابی و کنترل با شناسایی انحرافات برنامه‌ای و فرآیندی و اقدام اصلاحی در زمان مناسب موجب عملکرد مطلوب در سیستم‌ها می‌شود؛ عدم کنترل آلودگی‌های محیطی (تهدید بیولوژیکی) و سایر عوامل بیولوژیک مانند شیمیایی، غذایی و ... که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم موجب آلودگی می‌شوند، در ایجاد اختلالات متعدد و مسمومیت ها نقش به‌سزایی دارند.

عدم ثبات سیاسی و نظارتی در سطح پنجم، نقص طراحی، کمبود منابع آبی (تهدید بیولوژیکی)، عدم صلاحیت پیمانکاران (تهدید خرابکارانه) در سطح سوم، عدم تأمین منابع مالی، تجهیزات غیر استاندارد و خرابی، اختلال در شبکه حمل و نقل در سطح دوم الگوی ساختاری تفسیری و در قسمت متغییرهای خودمختار جای گرفته‌اند که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف هستند؛ به عبارت دیگر تغییر در این عوامل باعث تغییر جدی در سیستم نمی‌شود؛ عدم ثبات سیاسی و نظارتی بر بازدهی شرکت‌ها و مجموعه‌های تولیدی اثر منفی و معناداری گذاشته و سودآوری شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، همچنین منجر به کمبود منابع مالی شده و بحران‌هایی را ایجاد می‌کند. نقص طراحی به معنای وجود خطا یا اشکال در طرح یا ساخت یک محصول، خدمت یا سیستم است که می‌تواند باعث کاهش کارایی، ایمنی یا کیفیت آن شود. کمبود منابع آبی یکی از مشکلات جدی است که می‌تواند تأثیرات منفی بسیاری بر محیط زیست، اقتصاد، سلامت و امنیت ملی داشته باشد. عدم صلاحیت پیمانکاران نیز زمینه‌ساز پیدایش خطرات، نقص در فرآیند، تشدید آسیب پذیری‌ها و اختلالات می‌شود. عدم تأمین منابع مالی یکی از مشکلات رایج بسیاری از کسب و کارها است، این مشکل می‌تواند باعث کاهش رشد، توسعه، سودآوری و رقابت‌پذیری شود. تجهیزات غیراستاندارد و خرابی دو مفهوم مرتبط هستند که می‌توانند عواقب منفی برای کارایی، ایمنی و کیفیت یک سیستم یا فرآیند داشته باشند؛ تجهیزات غیر استاندارد به معنای تجهیزاتی هستند که با رعایت نکردن استانداردها و مقررات مربوطه طراحی، ساخته، نصب یا بهره‌برداری می‌شوند؛ این تجهیزات ممکن است ناکارآمد، ناسازگار، ناپایدار یا ناامن باشند و باعث افزایش هزینه‌ها، کاهش بهره‌وری، افت کیفیت و ایجاد مشکلات برای کاربران یا محیط زیست شوند؛ خرابی می‌تواند باعث توقف فعالیت، از دست رفتن اطلاعات، افزایش ریسک، کاهش اعتماد و ایجاد خسارت‌های جانی یا مالی شود. اختلال در شبکه حمل و نقل به معنای وقوع اختلالات یا مشکلاتی است که باعث می‌شوند سیستم حمل و نقل قابلیت اطمینان خود را از دست بدهد؛ این اختلالات می توانند تأثیرات منفی بسیاری برای سازمان‌ها، جامعه و محیط زیست داشته باشند؛ برخی از این تأثیرات شامل: افزایش هزینه‌ها، زمان‌ها، کاهش کارایی، ایمنی، مشکلات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی یا بهداشتی هستند.

نقص امنیت سایبری (تهدید سایبری)، اختلال در مصرف انرژی، تهدیدات خصمانه جنگی در سطح دوم و کیفیت مواد اولی و عدم قطعیت تقاضا در سطح اول الگوی ساختاری تفسیری و در بخش متغییرهای وابسته جای گرفته‌اند که دارای قدرت نفوذ کم، ولی وابستگی شدید هستند؛ به عبارت دیگر این عوامل تأثیرپذیری بالا و تأثیرگذاری کمی بر روی سیستم دارند؛ نقص‌های امنیت سایبری یکی از مسائل حیاتی در دنیای امروز است؛ این نقص‌ها می‌توانند به شکل‌های مختلفی ظاهر شوند و تأثیرات جدی بر روی سازمان‌ها، افراد و جامعه داشته باشند؛

برخی از نقص‌های امنیت سایبری شامل: ضعف در نرم افزارها و سیستم‌ها، نقص در مدیریت هویت و دسترسی، حملات فیزیکی، حملات شبکه‌ای، نقص در آموزش و آگاهی کارکنان، هستند. اختلال در مصرف انرژی یک موضوع مهم و پیچیده است که تأثیرات زیادی بر روی اقتصاد، محیط زیست و امنیت انرژی دارد؛ اختلال در مصرف انرژی در صنایع منجر به پایین آمدن کیفیت و کمیت تولید، افزایش هزینه‌های تولید و قیمت محصول، کاهش رقابت‌پذیری و سودآوری، افزایش آلودگی محیط زیست، کاهش امنیت انرژی و تأثیر منفی بر توسعه می‌شود. تهدیدات جنگی یکی از مهم‌ترین چالش‌های امنیتی است؛ برخی از این تهدیدات شامل: حملات نظامی و تروریسی به زیرساخت‌های حیاتی، حملات سایبری به سیستم های کامپیوتری، حملات رسانه‌ای و فرهنگی به ارزش‌ها، اعتقادات، هویت، تحریم‌ها و فشارهای اقتصادی و سیاسی برای محدود کردن دسترسی به منابع و بازار، تغییرات اقلیمی و آلودگی محیط زیست هستند که منجر به کاهش منابع آبی، خشک‌سالی، بیماری‌ها و مهاجرت‌های داخلی و خارجی می‌شوند. کیفیت مواد اولیه در تولید هر محصول حائز اهمیت است، این مواد اساس تشکیل دهنده محصول نهایی هستند و کیفیت آن‌ها تأثیر مستقیمی بر کیفیت نهایی محصول دارد و برخی دیگر از اثرات مخرب کیفیت شامل آسیب به سلامتی، تأثیر بر محیط زیست و تأثیر بر اقتصاد هستند. عدم قطعیت در تقاضا به معنی تردید در پیش‌بینی نیازها و تقاضا ها است؛ ممکن است تقاضا ها و نیازهای مشتریان تغییر کنند و عوامل مختلفی مانند تغییرات فصلی، تغییرات اقتصادی و تغییرات در سلیقه‌ها باعث تغییر در تقاضا می‌شوند.

با توجه به یافته‌های این تحقیق و تحقیق های قبلی، به مدیران حوزه شرکت های کوچک و متوسط، پیشنهاد می‌شود روش این تحقیق را در فرآیند عملیاتی خود برای دست‌یابی به یک زنجیره تأمین تاب‌آور و برنامه‌ریزی راهبردی آتی برای مقابله با بحران‌ها و ریسک‌های پیش‌رو مورد توجه بیشتری قرار دهند و در خط‌مشی مدیریت زنجیره تأمین، نتایج این تحقیق را برای ایجاد توسعه و بهبود مستمر مدنظر قرار دهند و اقدامات لازم را به اجرا درآورند. لازم است تمامی فرآیندهای منطبق با موضوع تحقیق مورد بازنگری کلی قرار گیرد و مناسب‌ترین راه‌کار با توجه به شرایط محیطی و داخلی که تاب‌آوری سازمان را پشتیبانی می‌کند در اولویت برنامه‌های راهبردی قرار گیرد؛ همچنین پیشنهاد می‌شود خطرهای بیشتری مورد بررسی قرار گیرند و در این راستا روش‌های دیگر رتبه‌بندی، امتیازدهی و فازی برای مقایسه و اطمینان‌پذیری بیشتر در نتیجه‌گیری مورد استفاده قرار گیرند.

۶- مراجع

[1] S. Das et al., "A systematic assessment of multi-dimensional risk factors for sustainable development in food grain supply chains: A business strategic prospective analysis," Apr. 2023, doi: https://doi.org/10.1002/bse.3435.

[2] D. Kumar and P. Kalita, "Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries," Foods, vol. 6, no. 1, p. 8, Jan. 2017, doi: https://doi.org/10.3390/foods6010008.

[3] Pallawi Baldeo Sangode, "Supply chain risk model for cement industry based on interpretive structural model driven by FMEA," Journal of Industrial Engineering and Management, vol. 16, no. 3, pp. 473–473, Oct. 2023, doi: https://doi.org/10.3926/jiem.5643.

[4] S. Lahane and R. Kant, "Evaluation and Ranking of Solutions to Mitigate Circular Supply Chain Risks," Sustainable Production and Consumption, Feb. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.034.

[5] C.-Y. Chu, K. Park, and G. E. Kremer, "A global supply chain risk management framework: An application of text-mining to identify region-specific supply chain risks," Advanced Engineering Informatics, vol. 45, p. 101053, Aug. 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.aei.2020.101053.

[6] Y. Yang, L. Xu, X. Chu, R. Pang, and Z. Zhang, "Research on financing availability of small and micro logistics enterprises in China," International Journal of Applied Decision Sciences, vol. 16, no. 5, pp. 587–612, Jan. 2023, doi: https://doi.org/10.1504/ijads.2023.133150.

[7] S. Weaven, S. Quach, P. Thaichon, L. Frazer, K. Billot, and D. Grace, "Surviving an economic downturn: Dynamic capabilities of SMEs," Journal of Business Research, vol. 128, pp. 109–123, May 2021.

[8] S. Rakshit, N. Islam, S. Mondal, and T. Paul, "Influence of blockchain technology in SME internationalization: Evidence from high-tech SMEs in India," Technovation, vol. 115, p. 102518, Mar. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102518.

[9] H. Babu and S. Yadav, "A Supply Chain Risk Assessment Index for Small and Medium Enterprises in Post COVID-19 Era," pp. 100023–100023, Jun. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100023.

[10] A. Spieske, M. Gebhardt, M. Kopyto, H. Birkel, and E. Hartmann, "The future of industry 4.0 and supply chain resilience after the COVID-19 pandemic: Empirical evidence from a Delphi study," Computers & Industrial Engineering, vol. 181, p. 109344, Jul. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109344.

[11] S. Chatterjee, R. Chaudhuri, M. Shah, and P. Maheshwari, "Big data driven innovation for sustaining SME supply chain operation in post COVID-19 scenario: Moderating role of SME technology leadership," Computers & Industrial Engineering, vol. 168, p. 108058, Mar. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108058.

[12] T. Mishra, S. Chatterjee, and J. J. Thakkar, "Effect of coronavirus pandemic in changing the performance barriers for textile and apparel industry in an emerging market," Journal of Cleaner Production, p. 136097, Jan. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136097.

[13] S. Gokarn and T. S. Kuthambalayan, "Analysis of challenges inhibiting the reduction of waste in food supply chain," Journal of Cleaner Production, vol. 168, pp. 595–604, Dec. 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.028.

[14] S. Mithun Ali, Md. A. Moktadir, G. Kabir, J. Chakma, Md. J. U. Rumi, and Md. T. Islam, "Framework for evaluating risks in food supply chain: Implications in food wastage reduction," Journal of Cleaner Production, vol. 228, no. 1, pp. 786–800, Aug. 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.322.

[15] A. Kumar, S. K. Mangla, P. Kumar, and S. Karamperidis, "Challenges in perishable food supply chains for sustainability management: A developing economy perspective," Business

[31] Md. F. B. Alam, S. R. Tushar, S. Md. Zaman, E. D. R. S. Gonzalez, A. B. M. M. Bari, and C. L. Karmaker, "Analysis of the drivers of Agriculture 4.0 implementation in the emerging economies: Implications towards sustainability and food security," Green Technologies and Sustainability, vol. 1, no. 2, p. 100021, May 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.grets.2023.100021.
[32] D. Adams, J. Donovan, and C. Topple, "Achieving Sustainability in Food Manufacturing Operations and their Supply Chains: Key Insights from a Systematic Literature Review," Sustainable Production and Consumption, vol. 28, pp. 1491–1499, Aug. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.08.019.
[33] V. Desingh and B. R, "Internet of Things adoption barriers in the Indian healthcare supply chain: An ISM-fuzzy MICMAC approach," The International Journal of Health Planning and Management, vol. 37, no. 1, Sep. 2021, doi: https://doi.org/10.1002/hpm.3331.
[34] H. Taherdoost and M. Madanchian, "Empirical Modeling of Customer Satisfaction for E-Services in Cross-Border E-Commerce," Electronics, vol. 10, no. 13, p. 1547, Jun. 2021, doi: https://doi.org/10.3390/electronics10131547.
[35] V. Jain and V. K. Soni, "Modeling and analysis of FMS performance variables by fuzzy TISM," Journal of Modelling in Management, vol. 14, no. 1, pp. 2–30, Feb. 2019, doi: https://doi.org/10.1108/jm2-03-2018-0036.
[36] Md. Z. Anam, A. B. M. M. Bari, S. K. Paul, S. M. Ali, and G. Kabir, "Modelling the drivers of solar energy development in an emerging economy: Implications for sustainable development goals," Resources, Conservation & Recycling Advances, vol. 13, p. 200068, May 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200068.
[37] S. R. Tushar, Md. F. B. Alam, A. B. M. M. Bari, and C. L. Karmaker, "Assessing the challenges to medical waste management during the COVID-19 pandemic: Implications for the environmental sustainability in the emerging economies," Socio-Economic Planning Sciences, p. 101513, Jan. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101513.
[38] M. M. Rahman, A. B. M. M. Bari, S. M. Ali, and A. Taghipour, "Sustainable supplier selection in the textile dyeing industry: An integrated multi-criteria decision analytics approach," Resources, Conservation & Recycling Advances, vol. 15, p. 200117, Nov. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200117.
[39] S. Aicevarya Devi, A. Felix, S. Narayanamoorthy, A. Ahmadian, D. Balaenu, and D. Kang, "An intuitionistic fuzzy decision support system for COVID-19 lockdown relaxation protocols in India," Computers and Electrical Engineering, vol. 102, p. 108166, Sep. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.108166.
[40] E. Kanire, Elibariki Msuya, and R. Alphonce, "Drivers of dairy farmers' engagement in informal milk markets: Policy implications for developing countries," Journal of Agriculture and Food Research, vol. 16, pp. 101128–101128, Jun. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101128.
[41] M. Ammar, A. Haleem, M. Javaid, R. Walia, and S. Bahl, "Improving material quality management and manufacturing organizations system through Industry 4.0 technologies," Materials Today: Proceedings, vol. 45, no. 6, Feb. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.585.
[42] R. B. Chowdhury et al., "Environmental externalities of the COVID-19 lockdown: Insights for sustainability planning in the Anthropocene," Science of The Total Environment, vol. 783, p. 147015, Aug. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147015.
[43] S. K. Sek, "Impact of oil price changes on domestic price inflation at disaggregated levels: Evidence from linear and nonlinear ARDL modeling," Energy, vol. 130, pp. 204–217, Jul. 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.152.
[44] L. Kilian and X. Zhou, "The impact of rising oil prices on U.S. inflation and inflation expectations in 2020–23," Energy Economics, vol. 113, p. 106228, Aug. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106228.
Strategy and the Environment, vol. 29, no. 5, Jan. 2020, doi: https://doi.org/10.1002/bse.2470.
[16] E. K. Ling and S. N. Wahab, "Integrity of food supply chain: going beyond food safety and food quality," International Journal of Productivity and Quality Management, vol. 29, no. 2, p. 216, 2020, doi: https://doi.org/10.1504/ijpqm.2020.105963.
[17] A. Gurtu and J. Johny, "Supply chain risk management: Literature review," Risks, vol. 9, no. 1, pp. 1–16, 2021, doi: https://doi.org/10.3390/risks9010016.
[18] R. Rathore, J. J. Thakkar, and J. K. Jha, "Evaluation of risks in foodgrains supply chain using failure mode effect analysis and fuzzy VIKOR," International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 38, no. 2, pp. 551–580, Jul. 2020, doi: https://doi.org/10.1108/ijqrm-02-2019-0070.
[19] A. Díaz-Curbelo, R. A. Espin Andrade, and Á. M. Gento Municio, "The Role of Fuzzy Logic to Dealing with Epistemic Uncertainty in Supply Chain Risk Assessment: Review Standpoints," International Journal of Fuzzy Systems, vol. 22, no. 8, pp. 2769–2791, Jun. 2020, doi: https://doi.org/10.1007/s40815-020-00846-5.
[20] S. Prakash, G. Soni, A. P. S. Rathore, and S. Singh, "Risk analysis and mitigation for perishable food supply chain: a case of dairy industry," Benchmarking: An International Journal, vol. 24, no. 1, pp. 2–23, Feb. 2017, doi: https://doi.org/10.1108/bij-07-2015-0070.
[21] H. Babu, P. Bhardwaj, and A. K. Agrawal, "Modelling the supply chain risk variables using ISM: a case study on Indian manufacturing SMEs," Journal of Modelling in Management, vol. 16, no. 1, pp. 215–239, Jun. 2020, doi: https://doi.org/10.1108/jm2-06-2019-0126.
[22] Tigist Mekonnen Melesse, Thủy Nguyễn, and Getachew Mullu Kassa, "Tracking the COVID-19 vaccine equity, distribution, and cases in the global south," medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory), Dec. 2022, doi: https://doi.org/10.1101/2022.12.19.22283681.
[23] D. Ivanov, B. Sokolov, and A. Dolgui, "The Ripple effect in supply chains: trade-off 'efficiency-flexibility-resilience' in disruption management," International Journal of Production Research, vol. 52, no. 7, pp. 2154–2172, Nov. 2014, doi: https://doi.org/10.1080/00207543.2013.858836.
[24] D. A. Rangel, T. K. de Oliveira, and M. S. A. Leite, "Supply chain risk classification: discussion and proposal," International Journal of Production Research, vol. 53, no. 22, pp. 6868–6887, May 2015, doi: https://doi.org/10.1080/00207543.2014.910620.
[25] A. Dolgui, D. Ivanov, and B. Sokolov, "Ripple effect in the supply chain: an analysis and recent literature," International Journal of.
[26] A. Asgary, A. I. Ozdemir, and H. Özyürek, "Small and Medium Enterprises and Global Risks: Evidence from Manufacturing SMEs in Turkey," International Journal of Disaster Risk Science, vol. 11, no. 1, pp. 59–73, Feb. 2020, doi: https://doi.org/10.1007/s13753-020-00247-0.
[27] U. S. K. D. Silva, A. Paul, K. W. Hasan, S. K. Paul, S. M. Ali, and R. K. Chakrabortty, "Examining risks and strategies for the spice processing supply chain in the context of an emerging economy," International Journal of Emerging Markets, Jun. 2021, doi: https://doi.org/10.1108/ijoem-07-2020-0776.
[28] R. Kumar, R. K. Singh, and R. Shankar, "Strategy development by Indian SMEs for improving coordination in supply chain," Competitiveness Review, vol. 24, no. 5, pp. 414–432, Oct. 2014, doi: https://doi.org/10.1108/cr-06-2012-0016.
[29] S. Mithun Ali et al., "Modelling of supply chain disruption analytics using an integrated approach: An emerging economy example," Expert Systems with Applications, vol. 173, p. 114690, Jul. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114690.
[30] C. L. Karmaker, R. A. Aziz, T. Palit, and A. B. M. M. Bari, "Analyzing Supply Chain Risk Factors in the Small and Medium Enterprises Under Fuzzy Environment: Implications Towards Sustainability for Emerging Economies," Sustainable Technology and Entrepreneurship, vol. 2, no. 1, p. 100032, Nov. 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100032.

[45] Y. Liang, "HTML5-based Graphic Image Processing and Collaborative Drawing Technology," Systems and soft computing, pp. 200076–200076, Jan. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.sasc.2024.200076.
[46] M. Krivoshapkina, Y.-S. Choi, Maria Listan Bernal, and G.-T. Yeo, "Vitalizing logistics strategies for Tiksi Port using the interpretive structural modelling method," The Asian Journal of Shipping and Logistics, Jan. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2023.12.004.
[47] M. Bani-Doumi, J. Serrano-Guerrero, F. Chiclana, F. P. Romero, and J. A. Olivas, "A picture fuzzy set multi criteria decision-making approach to customize hospital recommendations based on patient feedback," Applied soft computing, vol. 153, pp. 111331–111331, Mar. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111331.
[48] Gülçin Büyüközkan, Yağmur Karabulut, and Fethullah Göçer, "Spherical Fuzzy Sets based Integrated DEMATEL, ANP, VIKOR Approach and its application for Renewable Energy Selection in Turkey," Applied Soft Computing, pp. 111465–111465, Mar. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111465.
[49] H. Karimi, M. Sadeghi-Dastaki, and M. Javan, "A fully fuzzy best–worst multi attribute decision making method with triangular fuzzy number: A case study of maintenance assessment in the hospitals," Applied Soft Computing, p. 105882, Oct. 2019, doi: https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105882.
[50] Bartłomiej Kizielewicz and L. Dobryakova, "Stochastic Triangular Fuzzy Number (S-TFN) Normalization: A New Approach for Nonmonotonic Normalization," Procedia Computer Science, vol. 225, pp. 4901–4911, Jan. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.490.
[51] X. Zhang, S. Yan, and X. Liu, "Extended cognitive reliability and error analysis method for advanced control rooms of nuclear power plants," Nuclear Engineering and Technology, Apr. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.net.2024.03.044.
[52] S. Vinodh, S. R. Devadasan, K. E. K. Vimal, and D. Kumar, "Design of agile supply chain assessment model and its case study in an Indian automotive components manufacturing organization," Journal of Manufacturing Systems, vol. 32, no. 4, pp. 620–631, Oct. 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2013.04.001.
[53] V. Vaishnavi and M. Suresh, "Assessment of healthcare organizational readiness for change: A fuzzy logic approach," Journal of King Saud University - Engineering Sciences, vol. 34, no. 3, pp. 189–197, Sep. 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.09.008.
[54] C. L. Karmaker, T. Ahmed, S. Ahmed, S. M. Ali, Md. A. Moktadir, and G. Kabir, "Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model," Sustainable Production and Consumption, vol. 26, no. 2, pp. 411–427, Apr. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.019.
[55] P. Zhang, S. Ma, Y. Zhao, J. Ling, and Y. Sun, "Analysing Influencing Factors and Correlation Paths of Learning Burnout among Secondary Vocational Students in the context of Social Media: An Integrated ISM–MICMAC Approach," Heliyon (Londen), pp. e28696–e28696, Mar. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28696.
[56] Petai Chuaphun and Taweesak Samanchuen, "Exploring success factors and relationships in virtual learning using ISM and fuzzy MICMAC analysis," Heliyon, vol. 10, no. 7, pp. e28100–e28100, Apr. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28100.
[57] S. Kadam and P. K. Bandyopadhyay, "Modelling passenger interaction process (PIP) framework using ISM and MICMAC approach," Journal of Rail Transport Planning & Management, vol. 14, p. 100171, Jun. 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2019.100171.
[58] H. Zhang, X. Wu, and M. Ju, "Developing a cognitive model of solid geometry based on Interpretive Structural Modeling method," Heliyon, pp. e27063–e27063, Feb. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27063.
[59] N. Singh, Rajeswari Panigrahi, Rashmi Ranjan Panigrahi, and A. K. Shrivastava, "An integrated total interpretive structural modeling and MICMAC model for uncovering enterprise agility barriers in the insurance industry," Decision Analytics Journal, pp. 100421–100421, Feb. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100421.
[60] L. G. Bobadilla, Jonathan-Alberto Campos Trigoso, del Pilar, Pablo-Alfredo Rituay Trujillo, and M. Oliva, "Structural analysis of the future of the coffee industry in the Amazonas region using a MICMAC approach," Heliyon, vol. 10, no. 7, pp. e27827–e27827, Apr. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27827.
[61] Wang Yi-yan et al., "Design recommendations of target size and tracking speed under circular and square trajectories for smooth pursuit with Euclidean algorithm in eye-control system," Displays, vol. 81, pp. 102608–102608, Jan. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.displa.2023.102608.
[62] Maaret Jokela-Pansini, R. Ippolito, B. Greenhough, and A. Lora-Wainwright, "Creating safety amidst chronic contamination: A mixed-method analysis of residents' experiences in a Southern Italian steel town," Social Science & Medicine, vol. 349, pp. 116866–116866, May 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.116866.
[63] Steven Qiang Lu, J. P. Vassallo, A. Choi, and J. Li, "The Role of Political Ideology on Variety-Seeking Behavior During Crisis-Induced Threats: Evidence from the COVID-19 Pandemic," Journal of Retailing, Apr. 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.jretai.2024.03.003.
[64] N. N. Kourgialas, "A critical review of water resources in Greece: The key role of agricultural adaptation to climate-water effects," Science of The Total Environment, vol. 775, p. 145857, Jun. 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145857.
[65] Y. Chen, Q. Fu, V. P. Singh, Y. Ji, M. Li, and Y. Wang, "Optimization of agricultural soil and water resources under fuzzy and random uncertainties: Synergy and trade-off between equity-based economic benefits, nonpoint pollution and water use efficiency," Agricultural Water Management, vol. 281, p. 108264, May 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108264.
[66] Md. Tanvir Siraj, B. Debnath, Spandan Basak Payel, A.B.M. Mainul Bari, and Abu, "Analysis of the fire risks and mitigation approaches in the apparel manufacturing industry: Implications toward operational safety and sustainability," Heliyon, vol. 9, no. 9, pp. e20312–e20312, Sep. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20312.
[67] S. Dong, X. Gao, A. Mostafavi, J. Gao, and Utkarsh Gangwal, "Characterizing resilience of flood-disrupted dynamic transportation network through the lens of link reliability and stability," Reliability Engineering & System Safety, vol. 232, pp. 109071–109071, Apr. 2023, doi: https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.109071.