

کاربردهای رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه در ارزیابی راه حل‌های زنجیره تأمین در زمینه کووید ۱۹

رمیسا رادخواه

کارشناسی مهندسی صنایع، دانشگاه تهران، دانشکدگان فنی، دانشکده فنی فومن

عاطفه حسن زاده*

استادیار، دانشگاه تهران، دانشکدگان فنی، دانشکده فنی فومن

چکیده

شوگ اقتصادی و تأثیرات ناشی از همه‌گیری، مشکلات عدیده‌ای برای زنجیره‌های تأمین در بسیاری کشورهای جهان از جمله ایران به وجود آورده است. در این پروژه ابتدا به تحلیل تأثیرات همه‌گیری کرونا بر زنجیره تأمین پرداخته، سپس راهکارهای موجود با به کارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (MCDM) اولویت‌بندی شده است. تحقیق از دو فاز اصلی تشکیل شده است. فاز اول تأثیر همه‌گیری بر زنجیره‌های تأمین را از نظر چالش‌ها، نگرانی‌ها، مراحل و راه حل‌ها با هدف تاب‌آوری زنجیره تأمین تجزیه و تحلیل می‌کند. فاز دوم یک فرآیند شبکه تحلیلی ادغام شده با چارچوب تکنیک اولویت سفارش با شباهت به راه حل ایده‌آل ۱ را برای اولویت‌بندی راه حل‌هایی که روابط متقابل پیچیده بین عوامل دخیل در تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد، پیشنهاد می‌کند. مدل پیشنهادی، کارایی فرآیند تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد و به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا راه حل‌ها را بر اساس اهمیت و تأثیرشان بر کسب‌وکار به‌طور مؤثر انتخاب کنند. همچنین با مقایسه نتایج به کمک روش شاخص انتخاب اولویت (PSI)، روش پیشنهادی معتبر شناخته شد. نتایج نشان می‌دهد که زنجیره‌های تأمین باید به طور مداوم از فناوری برای تاب‌آوری در رقابت و بحران‌های آینده استفاده کنند.

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین، همه‌گیری کووید ۱۹، تصمیم‌گیری چند شاخصه

¹ ANP-TOPSIS

مقدمه

کووید-۱۹ بر اقتصاد و مشاغل جهانی تأثیر می‌گذارد زیرا در سراسر جهان گسترش می‌یابد و زنجیره‌های تأمین به شدت آسیب دیده‌اند که منجر به کمبود بسیاری از محصولات حیاتی می‌شود. ماهیت کووید-۱۹ منجر به افزایش قرار گرفتن زنجیره تأمین در معرض اختلالات شده است. زنجیره‌های تأمین محلی و بین‌المللی تحت تأثیر قرار گرفتند اما همه‌گیری تأثیر بیشتری بر زنجیره‌های تأمین بین‌المللی داشته است. تغییرات عرضه و تقاضا در کنار اقدامات کشورها برای از بین بردن شیوع ویروس، اختلالات بزرگی در زنجیره تأمین جهانی ایجاد کرده است. مانند هر منطقه دیگری، زنجیره‌های تأمین در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) به شدت تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. با توجه به این امر که پژوهش‌های زیادی در خصوص تأثیرات شیوع ویروس کرونا بر زنجیره تأمین در ایران صورت نگرفته است، کسب‌وکارهای موجود در زنجیره‌های تأمین می‌توانند از یافته‌های این پروژه برای پیاده‌سازی راه حل‌های ارزیابی شده، بهره‌جویند. همچنین این سازمان‌ها می‌توانند اولویت‌بندی ارائه شده برای اجرای راهکارها را بسته به نیاز خود به کار گیرند.

تأثیر همه‌گیری بر زنجیره‌های تأمین در میان تصمیم‌گیرندگان، به ویژه با توجه به اختلالات عرضه و تقاضا، آشکار شده است. سازمان‌ها نیاز فوری به شناسایی راه حل‌های مناسب و نشان دادن تأثیر آنها بر ثبات و عملکرد آینده زنجیره تأمین را درک می‌کنند. از آنجایی که شرکت‌ها نمی‌توانند همه راه حل‌ها را همزمان پیاده‌سازی کنند، نیاز به اولویت‌بندی این راه حل‌ها با توجه به اهمیت و اثربخشی آن‌ها در کاهش تأثیر همه‌گیری بر زنجیره تأمین و اطمینان از تداوم جریان کالا و حفظ رقابت‌پذیری در آینده وجود دارد.

اختلالات زنجیره تأمین، نیاز مدیران به کسب مهارت‌های جدید و آمادگی بهتر برای اختلال بعدی را آشکارتر کرده است. آنها می‌توانند از این زمان به طور موثرتری برای تطبیق برنامه‌های اضطراری و آماده‌سازی سیستم‌ها برای انتقال قریب‌الوقوع از حالت عادی به مدیریت بحران استفاده کنند. برای مثال، این برنامه‌ها می‌توانند شامل آماده‌سازی سیستم‌های فناوری اطلاعات و نیروی کار برای کار از راه دور باشد (پایگاه خبری فولاد ایران، ۱۴۰۰).

به منظور دستیابی به نتایج مناسب و پس از بررسی مطالعات قبلی، نظرسنجی به منظور بررسی تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر زنجیره تأمین از نظر چالش‌ها، نگرانی‌های آن در طول همه‌گیری؛ مراحل لازم برای رسیدن به حالت عادی جدید پس از همه‌گیری و راه حل‌هایی که می‌تواند به دستیابی به ثبات زنجیره تأمین و کاهش تأثیر اختلالات کمک کند، انجام شد. علاوه بر این، از یک پرسشنامه برای روشن شدن اهمیت و اولویت هر راه حل برای تعیین بهترین راه حل (ها) برای دستیابی به انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در آینده استفاده شد.

ارزیابی و انتخاب راه حل‌های زنجیره تأمین به دلیل تفاوت در نوع، اندازه، مکان و اهداف سازمان‌ها و به دلیل تجارب متناقض و متفاوت تصمیم‌گیرندگان، یک مشکل چالش برانگیز است. هیچ یک از معیارهای سنتی پیچیدگی راه حل‌ها را کمتر نمی‌کند. علاوه بر این، سازمان‌ها به دلیل هزینه، زمان و در دسترس نبودن تخصص نمی‌توانند همه راه حل‌ها را همزمان در نظر بگیرند.

یک رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره^۲ ادغام شده که روش فرآیند شبکه تحلیلی^۴ را با تکنیک اولویت سفارش بر اساس شباهت به راه حل ایده‌آل^۵ ترکیب می‌کند، برای رتبه‌بندی راه حل‌های جایگزین مورد نیاز برای غلبه بر اختلالات همه‌گیری و رسیدن به ثبات زنجیره تأمین و انعطاف‌پذیری در آینده، استفاده شده است. این چارچوب پیشنهادی، روش‌های ANP و TOPSIS را ادغام می‌کند تا راه حل‌ها را از ابتدا رتبه‌بندی کند و سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا راه حل‌های خود را بر اساس اهمیت نسبی آنها اولویت‌بندی کنند.

مدل پیشنهادی ابزارهایی را برای بهبود کارایی فرآیند تصمیم‌گیری و کمک به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب راه حل‌های کارآمدتر بر اساس اهمیت و تأثیر آنها بر کسب‌وکار ارائه می‌دهد. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی^۶ مانند ANP فازی و TOPSIS فازی نیز می‌توانند برای مقابله با ماهیت مبهم یا نادقیق ارزیابی‌های زبانی، مورد استفاده قرار گیرند. چارچوب ANP-TOPSIS در طول یک

²GSC: global supply chain

³ MCDM

⁴ ANP: analytic network process

⁵ TOPSIS: technique for order preference by similarity to ideal solution

⁶Fuzzy MCDM

بحران برای حل مسائل پیچیده، ارزیابی تعاملات با در نظر گرفتن روابط متقابل پیچیده بین عناصر تصمیم‌گیری، انتخاب راه حل بهینه از میان گروهی از راه‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌ها با معیارهای رقابتی متعدد استفاده می‌شود (به بخش‌های ۲، ۵، ۶ و ۷ مراجعه کنید). برای نشان دادن نحوه اعمال چارچوب ادغام شده برای مسئله انتخاب راه حل، داده‌های واقعی از منطقه MENA جمع‌آوری شده است.

از آنجا که بروز چنین بحران‌هایی همواره غیرقابل پیش‌بینی و اجتناب ناپذیر است، زنجیره‌های تأمین بایستی راه‌حلی برای بقا در بحران‌های آینده بیابند و با به کارگیری پیوسته فناوری، تاب‌آوری خود را افزایش دهند. این مطالعه مطالعات قبلی زنجیره تأمین و کووید-۱۹ را بررسی می‌کند تا به زنجیره‌های تأمین کمک کند در آینده انعطاف‌پذیرتر شوند. همچنین پژوهش‌های قبلی را گرد هم می‌آورد و انواع جنبه‌های جدید و ارتباطات متقابل بین نگرانی‌های متمایز مرتبط با کووید-۱۹ را بررسی می‌کند. بنابراین، هدف این پروژه ارائه پاسخ به سؤالات تحقیقاتی مهم زیر است: چه عواملی بر عملکرد زنجیره تأمین از نظر چالش‌ها، نگرانی‌های کلیدی در طول همه‌گیری تأثیر می‌گذارد؟ اقدامات لازم برای عبور از همه‌گیری کووید-۱۹ چیست؟ راه‌های کلیدی که به دستیابی به ثبات و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین کمک می‌کند چیست؟ چگونه می‌توان یک رویکرد مؤثر را در فرآیند تصمیم‌گیری گنجانده تا کارایی آن را افزایش دهد و به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب کارآمد راه‌حلی که بر اساس اهمیت و تأثیر بر زنجیره‌های تأمین است کمک کند؟ چگونه می‌توان با توجه به منابع محدود این راهکارها را برای اجرا در اولویت قرار داد؟ هدف این مطالعه پاسخ به این سؤالات، پر کردن شکاف‌های تحقیقاتی و ارائه کمک‌های زیر است: گسترش تحقیقات فعلی برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد مسائل و نگرانی‌های کووید-۱۹، تعیین موثرترین گزینه‌ها و پیامدهای پایداری بلندمدت و عملکرد زنجیره‌های تأمین، افزایش کارایی تصمیم‌گیری با ترکیب الگوریتم‌های ANP و TOPSIS برای رتبه‌بندی گزینه‌های جایگزین، و تأیید عقلانیت و کاربرد روش پیشنهادی از طریق مطالعه موردی در دنیای واقعی MENA.

ادامه این پروژه در هفت بخش تنظیم شده است. بخش ۲ کارهای قبلی مربوط به زنجیره‌های تأمین و همه‌گیری‌ها را مرور می‌کند. بخش ۳ روش تحقیق را توضیح می‌دهد. بخش ۴ عناصر اصلی زنجیره تأمین مرتبط با کووید-۱۹ را مورد بحث قرار می‌دهد. بخش ۵ چارچوب پیشنهادی را در ۶ مرحله اصلی و ۱۶ گام معرفی می‌کند. بخش ۶ نتایج را تجزیه و تحلیل و بحث می‌کند، همچنین در این بخش به کمک روش PSI نتایج چارچوب پیشنهادی اعتبارسنجی می‌گردد. بخش ۷ نتیجه‌گیری و چشم‌انداز تحقیقات آتی را ارائه می‌کند.

۲. مرور ادبیات

کووید-۱۹ مجموعه‌ای از چالش‌های عملیات و مدیریت زنجیره تأمین را آشکار کرده است (Ivanov, 2020b). وقفه‌هایی که بیماری همه‌گیر ایجاد کرده است، رویدادهای غیرمعمول در زنجیره تأمین جهانی هستند و با سطوح بالای عدم قطعیت، اختلالات طولانی مدت و اثرات گسترده مشخص می‌شوند (Ivanov, 2020a). این تأثیرات از طرف تأمین‌کننده شدید بوده و در نتیجه اختلالات، کاهش شدید تولید برآورد شده است. چنین شرایطی شرکت‌ها را مجبور می‌کند تا بهترین شیوه‌های نوآورانه مدیریت ریسک زنجیره تأمین را با هدف مقابله با آسیب‌پذیری ناشی از کووید-۱۹ و پیگیری پیشرفت‌های صنعتی در محیط‌های ساخت و تولید پیشنهاد کنند (Ilyas et al., 2021). کووید-۱۹ بر زنجیره‌های تأمین تولیدکنندگان در مقیاس جهانی تأثیر گذاشته است (Lin et al., 2020). یک نظرسنجی اخیر موسسه مدیریت زنجیره تأمین ISM^۷ در حدود ۶۰۰ شرکت آمریکایی نشان می‌دهد که تأمین‌کنندگان ۵۷ درصد از شرکت‌های مورد بررسی به طور متوسط، با زمان تحویل^۸ محصول طولانی‌تر و تأثیر منفی بین ۵.۶ تا ۱۵ درصد بر درآمد در ۵۰ درصد ظرفیت خود، کار می‌کنند. فاصله‌گذاری اجتماعی اجباری در پاسخ به کووید-۱۹ بر تولید جهانی و زنجیره تأمین تأثیر گذاشته است (Shokrani et al., 2020). کمبود عمده‌ای در تولید و عرضه محصولات حیاتی پزشکی و بهداشتی وجود دارد (Iyengar et al., 2020). در طول بحران‌ها،

⁷ Institute for Supply Chain Management

⁸ Lead time

زنجیره‌های تأمین با اختلالات عرضه، نوسانات تقاضا، عدم آمادگی و کمبود در طرح‌های پاسخ موجود مواجه شده‌اند، اما فرصت‌هایی برای بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین نیز به وجود آمده‌است (Remko, 2020).

تصمیم‌گیرندگان زنجیره تأمین باید برای انعطاف‌پذیری در آینده، زنجیره‌های تأمین هوشمندتر و انعطاف‌پذیرتر بسازند. این بیماری همه‌گیر منجر به ارتباط واضح‌تری بین ژئوپلیتیک و فرآیند تصمیم‌گیری زنجیره تأمین شده است، که یک عصر جدید محلی‌سازی زنجیره‌های تأمین، نقش واسطه‌ای کمتر برای زنجیره تأمین، تحویل آنلاین، و مداخله بیشتر دولت می‌باشد (Lopes de Sousa, 2020). Jabbour et al., (2020). چالش اصلی طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین با انعطاف‌پذیری کافی، مقاومت در برابر اختلالات و حفظ پایداری است (Mari et al., 2014). عملیات و مدیریت زنجیره‌های تأمین و عملیات در طول کووید-۱۹ شامل مراحل مختلفی از جمله سازگاری، دیجیتالی کردن، آماده‌سازی، اجرای طرح بازیابی، کاهش اثرات یک بحران و پایداری زنجیره تأمین است (Queiroz et al., 2020).

ایجاد سازمان‌های زنجیره تأمین پایدار نیازمند جریان کار هوشمند، استفاده از ابزارهای هوشمند زنجیره تأمین مانند هوش مصنوعی و واقعیت افزوده، بهینه‌سازی شبکه‌های تأمین و آمادگی برای اختلالات آینده و شرایط عادی جدید است (Sharma et al., 2020). به اشتراک‌گذاری منابع حیاتی، مدیریت ریسک‌ها و افزایش تولید در اوایل یک بیماری همه‌گیر می‌تواند کارایی را افزایش دهد (Mehrotra et al., 2020). استفاده از چاپگرهای سه بعدی می‌تواند به تسهیل توسعه سریع کالاهای حیاتی سفرشی کمک کند تا کمبودهای زنجیره تأمین مانند محصولات مراقبت بهداشتی مورد نیاز فوری را پوشش دهند (Cox & Koepsell, 2020).

ارزیابی‌های کمی و کیفی استراتژی‌های کاهش ریسک برای اولویت‌بندی راه حل‌ها و اقدامات ضروری است (Rajesh, 2020). یک تکنیک ANP یک ابزار تصمیم‌گیری سریع چند شاخصه است که تنظیم عملکرد زنجیره تأمین را امکان‌پذیر می‌سازد و گزینه‌های مختلف را در مدل تصمیم ادغام می‌کند. روابط متقابل بین سلسله مراتب را در نظر می‌گیرد و برای درک عوامل کیفی و کمی موثر است (Agarwal et al., 2006). تکنیک ANP برای اولویت‌بندی ابتکارات زنجیره تأمین در رابطه با روابط علی بین متغیرهای تصمیم‌گیری چندگانه استفاده می‌شود (Masoumik et al., 2015). مانند MCDM، روش ANP برای ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم است که برای اندازه‌گیری عملکرد فرآیند زنجیره تأمین استفاده می‌شود (Moons et al., 2019).

TOPSIS یک روش MCDM است که برای یافتن و اولویت‌بندی بهترین راه حل از مجموعه‌ای از راه حل‌های جایگزین با استفاده از شباهت به کار گرفته می‌شود. این روش، یک ابزار ارزیابی است که در تصمیم‌گیری برای رتبه‌بندی گزینه‌ها در حوزه‌های مختلف استفاده می‌شود (C. chao Liu et al., 2017). وابستگی متقابل بین معیارها را در نظر می‌گیرد (Vinodh, 2015) و معمولاً برای رتبه‌بندی استراتژی‌های ناب استفاده می‌شود (Prasad et al., 2018). TOPSIS ابهام تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد و برای انتخاب بهترین راه حل جایگزین با استفاده از معیارهای روابط مرتبط به دست آمده از مجموعه محدودی از راه حل‌های تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. این تکنیک به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد زیرا پیاده‌سازی آن آسان و منطقی است. رویکرد ترکیبی ANP-TOPSIS برای تعیین وزن هر معیار، توسعه روشی برای رتبه‌بندی همه گزینه‌ها و انتخاب بهترین جایگزین با در نظر گرفتن قضاوت ذهنی کارشناسان و پیچیدگی تصمیم‌گیری در فرآیند انتخاب استفاده می‌شود.

این مطالعه راه حل‌هایی را برای اختلال زنجیره تأمین در زمینه کووید-۱۹ و همچنین رتبه‌بندی راه حل‌های پیشنهادی برای زنجیره‌های تأمین در منطقه MENA را بررسی می‌کند. این تحقیق با استفاده از داده‌های واقع‌بینانه از سازمان‌ها و کارشناسان مشاور در منطقه، به غنی‌سازی ادبیات برای شناسایی و تحلیل چالش‌های پیش روی زنجیره‌های تأمین و نگرانی‌های حیاتی در طول همه‌گیری، گام‌هایی برای رسیدن به وضعیت عادی پس از همه‌گیری و راه حل‌هایی برای دستیابی به انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در آینده کمک می‌کند. چارچوب ANP-TOPSIS برای رتبه‌بندی راه حل‌های جایگزین و اجازه دادن به شرکت‌ها برای اولویت‌بندی راه حل‌های خود بسته به اهمیت نسبی آنها استفاده شد. هدف این مدل افزایش کارایی فرآیند تصمیم‌گیری، حمایت از تصمیم‌گیرندگان در رتبه‌بندی راه حل‌ها و انتخاب راه حل(های) بهینه است. علاوه بر این، این چارچوب به متخصصان زنجیره تأمین در اولویت‌بندی راه حل‌های مربوط به معیارهای مختلف در سایر زنجیره‌های تأمین و خدمات کمک می‌کند.

روش تحقیق

روش‌شناسی در این مطالعه شامل دو فاز است. در فاز یک، هدف، جایگزین‌ها، راه‌حل‌ها و شاخص‌ها، تعریف می‌شوند. در فاز دو، معیار اصلی، راه‌حل‌ها، جایگزین‌ها و وزن‌های نسبی تعیین می‌شوند و با استفاده از روش ANP-TOPSIS ادغام‌شده، مسئله را حل می‌کنند. ما مؤلفه‌های اصلی مدل را بر اساس مرور ادبیات، داده‌های عمومی، گزارش‌های رسانه‌ها و سازمان‌ها، نظرات متخصصانی که از طریق اینترنت منتشر شده‌اند، و بحث‌های تیمی درباره تأثیر کووید-۱۹ بر زنجیره تأمین تعریف می‌کنیم. مؤلفه‌هایی که شامل چالش‌های عمده‌ای که زنجیره تأمین با آن مواجه شده، گام‌هایی به سوی انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین در آینده، منابع نگرانی شرکت‌ها در طول همه‌گیری، راه‌حل‌های پخش شده بین متخصصان و کارشناسان و هدف اصلی زنجیره‌های تأمین است، شناسایی و در نظرسنجی گنجانده شد. این نظرسنجی در چهار بخش تنظیم شد و توضیحات و اطلاعات دقیقی برای کمک به پاسخ دهندگان در ارائه داده‌های مناسب ارائه شد. در مرحله بعد، این نظرسنجی بین چندین سازمان در MENA توزیع شد، که در آن ده متخصص و مدیران زنجیره تأمین به نظرسنجی پاسخ دادند.

در فاز دوم، پس از مطالعه و تجزیه و تحلیل چهار بخش قبلی به صورت جداگانه (برای تعریف رابطه متقابل بین آنها) و بر اساس نتایج مرحله قبل، گروه متخصصین (دو استاد و سه متخصص در حوزه مدیریت زنجیره تأمین) عناصر هر جزء که باید در محاسبات بهترین راه حل‌ها در نظر گرفته شود را تعیین کردند. پرسشنامه‌ای طراحی و بین همان پاسخ دهندگان توزیع شد که از آنها خواسته شد تا وزن نسبی و نمرات ذهنی هر عامل را با توجه به سایر عناصر مشخص کنند. عناصر مسئله شامل معیارها (چالش‌ها، نگرانی‌ها و مراحل)، معیارهای فرعی و راه‌حل‌های جایگزین برای دستیابی به هدف تاب‌آوری زنجیره تأمین آینده، می‌باشند. سپس داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از چارچوب ANP-TOPSIS برای رتبه‌بندی راه‌حل‌های پیشنهادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در نهایت، نتایج رتبه‌بندی راه‌حل‌ها در فاز اول با نتایج فاز دوم برای اعتبارسنجی و تأیید اثربخشی چارچوب به کمک روش PSI انجام شد.

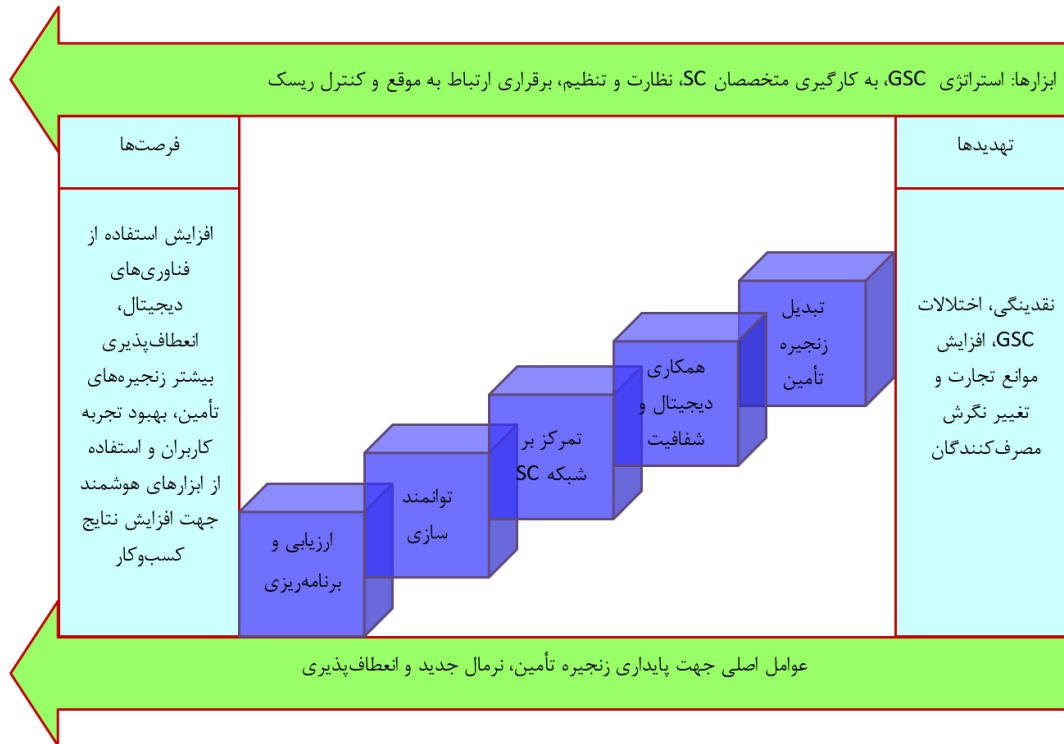
یافته‌ها

بر اساس پاسخ‌های به دست آمده از نظرسنجی، پنج مرحله اصلی برای دستیابی به اهداف زنجیره‌های تأمین، نرمال جدید و تاب‌آوری آینده شناسایی شده‌اند. این مراحل، همانطور که در شکل نشان داده شده است، شامل ارزیابی و برنامه‌ریزی، ایجاد قابلیت، تمرکز بر شبکه زنجیره تأمین، همکاری دیجیتال و شفافیت و تغییر زنجیره تأمین می‌باشد. تهدیدهای اصلی پیش روی زنجیره‌های تأمین نقدینگی، اختلالات زنجیره تأمین جهانی، افزایش موانع تجاری و تغییر در نگرش مصرف کنندگان است. از سوی دیگر، همه‌گیری فرصت‌های زیادی را برای سازمان‌ها فراهم می‌کند تا کاربرد فناوری‌های دیجیتال را افزایش دهند، تاب‌آوری زنجیره تأمین را با استفاده از فناوری‌های جدید بهبود بخشند و از ابزارهای هوشمند برای افزایش نتایج کسب و کار استفاده کنند. سازمان‌ها باید از چندین ابزار برای دستیابی به اهداف زنجیره تأمین استفاده کنند؛ مانند پیروی از استراتژی جهانی زنجیره تأمین، استفاده از کارشناسان زنجیره تأمین برای یافتن راه‌حل‌های نوآورانه؛ ارزیابی، نظارت و تطبیق با اختلالات؛ کنترل ریسک؛ برقراری ارتباط به موقع با تأمین کنندگان، شرکا و مشتریان. در نظر گرفتن مراحل، تهدیدها، فرصت‌ها و ابزارها، عوامل اصلی پایداری زنجیره تأمین، نرمال جدید و انعطاف‌پذیری هستند. در این بخش راه‌حلی شناسایی می‌شوند که به زنجیره تأمین کمک می‌کند تا بر بحران فعلی غلبه کرده و منجر به دستیابی به اهداف اصلی زنجیره تأمین جهانی شود. درصد (چگونه راه‌حل‌ها به هدف کمک می‌کنند) هر یک از این راه‌حل‌های پیشنهادی توسط پاسخ دهندگان تعیین شد. راه‌حل‌ها، عواملی که در دستیابی به راه‌حلی که منجر به پایداری زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری و نرمال جدید می‌شوند، در Error! Reference source not found. نشان داده شده است.

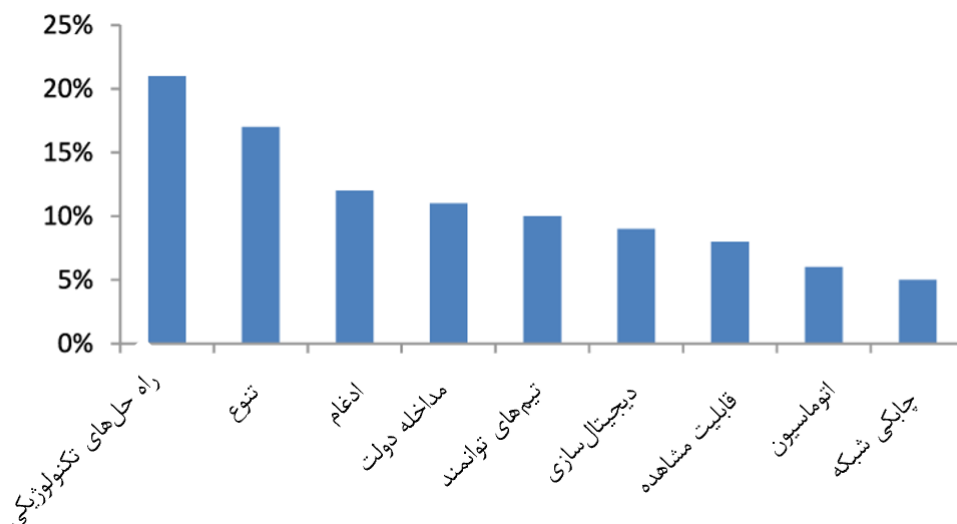
هدف سازمان در طول همه‌گیری، دستیابی به یک زنجیره تأمین نرمال و انعطاف‌پذیر جدید است. اهداف اصلی یک زنجیره تأمین بهبود ارزش برای مشتریان، کارایی و پاسخگویی از طریق کل زنجیره تأمین است. از مشخص است که فن‌آوری عامل مشترکی است که به همه راه‌حل‌ها کمک می‌کند. بر اساس تجزیه و تحلیل و بررسی، شکل ترتیب رتبه عناصر راه‌حل را نشان می‌دهد.

در این بخش چارچوب پیشنهادی ANP-TOPSIS به تفصیل ارائه شده است. این چارچوب شامل ۶ مرحله و ۱۶ گام برای رتبه‌بندی راه‌حل‌های پیشنهادی است. برای روشن شدن کاربردها و اثربخشی تکنیک‌های به کار گرفته شده، در ادامه یک مرور کلی از دو روش

مورد استفاده در رویکرد ادغام شده ANP-TOPSIS ارائه شده است. در مرحله ششم، نتایج رویکرد پیشنهادی به کمک روش PSI مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این روش به دلیل عدم درج هیچ مقدار وزن نسبی در مقادیر معیار شناخته شده است. در حالی که روش پیشنهادی فرصتی را برای انتخاب وزن با توجه به نیاز فراهم می‌کند، روش PSI مقدار وزن را از مقادیر ورودی به دست می‌آورد. این روش معمولاً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی صفات تعارض وجود داشته باشد (Maniya & Bhatt, 2010).



شکل ۱. گام‌های اصلی برای رسیدن به نرمال جدید و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین.



شکل ۲. رتبه بندی عناصر راه حل که به اهداف زنجیره تأمین یعنی ثبات و پایداری کمک می‌کنند.

روش ANP

تصمیم‌گیری پیچیده برای مسائل دنیای واقعی مستلزم در نظر گرفتن وابستگی متقابل بین اجزای مسئله است. روش ANP توسط ساعتی (Saaty, 1996, 1999) برای در نظر گرفتن تعاملات و روابط متقابل پیچیده بین عناصر تصمیم‌گیری توسعه داده شد. این روش، مسئله را به عنوان یک شبکه ساختار می‌دهد که در آن پیوندهایی بین معیارها، زیرمعیارها، اهداف و جایگزین‌ها وجود دارد. تعامل بین معیارها و معیارهای فرعی شبکه را شکل می‌دهد و می‌تواند وابستگی متقابل را با یافتن اهمیت نسبی معیارهای مختلف حل کند. روش ANP به فرآیند زیر تقسیم می‌شود:

گام ۱: ارزیابی معیارها، ساخت مدل شبکه و ساخت مسئله

تجزیه سیستم پیچیده به یک سیستم منطقی به عنوان یک شبکه مستلزم جمع‌آوری معیارهای ارزیابی، بیان مسئله، ساخت ساختار شبکه بر اساس نظرات کارشناسان و جستجوی متون و تحلیل وابستگی‌های متقابل بین معیارها است. در این مرحله، مسئله MCDM به عنوان یک شبکه ساختار یافته است و شامل تعریف عناصر، معیارها، معیارهای فرعی و جایگزین‌ها می‌شود. این مرحله شامل تشکیل یک هیئت متخصص برای به تصویر کشیدن وابستگی متقابل بین معیارها است. علاوه بر این، بازخورد بین اجزای شبکه در این مرحله در نظر گرفته می‌شود.

گام ۲: ماتریس مقایسه زوجی و وزن‌های نسبی را تشکیل دهید.

هیئت تصمیم‌گیری یک سری مقایسه‌های زوجی را برای ایجاد اهمیت نسبی معیارها انجام می‌دهد. در مقایسه، از مقیاس ۱ تا ۹ برای مقایسه معیارها بر اساس وابستگی متقابل دسته‌ها و معیارها استفاده می‌شود. تعداد مقایسه‌ها (N) را می‌توان به سادگی به صورت $N = n(n-1)/2$ محاسبه کرد. بردار ویژه ماتریس مقایسه زوجی در ابرماتریس استفاده می‌شود. شکل کلی ماتریس مقایسه زوجی به شرح زیر است:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_1 & c_2 & \cdots & c_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ 1/p_{12} & 1 & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/p_{1n} & 1/p_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

که در آن p_{ij} نشان‌دهنده اهمیت نسبی عنصر i در برابر عنصر j ، $j = 1, 2, \dots, n$ ، $i = 1, 2, \dots, m$ است.

گام ۳: بررسی سازگاری

ویژگی سازگاری ماتریس مقایسه (CI و CR) که بر ارزیابی اثربخشی تأثیر می‌گذارد، را بررسی کنید. نسبت سازگاری (9CR) زمانی قابل قبول است که $CR \leq 0.1$ باشد، در غیر این صورت، نیاز به تجدید نظر در ماتریس مقایسه وجود دارد. CI^{10} : شاخص سازگاری، RI^{11} : شاخص تصادفی، λ_{max} : حداکثر مقدار ویژه و n : تعداد معیارها به شرح زیر مرتبط هستند:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

گام ۴: ابرماتریس را تشکیل داده و حل کنید.

⁹ Consistency Ratio

¹⁰ Consistency Index

¹¹ Random Index

یک ابرماتریس بدون وزن بسازید. ابرماتریس وزن‌دهی نشده، ماتریسی است که در آن هر زیرماتریس مجموعه‌ای از روابط بین دسته‌ها را سازگار می‌کند. ابرماتریس وزن‌دهی نشده فقط شامل تأثیر غیرمستقیم است، نه عناصر میانی، با تأثیر بین یک جفت عنصر. ماتریس‌های به دست آمده برای تعیین تأثیر روابط بین معیارهای وابسته به هم استفاده می‌شوند. در مرحله بعد، یک فرآیند نرمال‌سازی برای به دست آوردن ابرماتریس وزنی اجرا می‌شود. سپس بردارهای ویژه نرمال‌شده ماتریس‌های ارزیابی زوجی را محاسبه می‌کنیم. مقادیر صفر بردار ویژه نشان دهنده استقلال نسبت به یکدیگر است. بقیه مقادیر نشان دهنده تأثیر نسبی برای هر معیار است. شکل کلی ابرماتریس به شرح زیر است:

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_1 & c_2 & \dots & c_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1m1} & e_{21} & e_{22} & \dots & e_{2m2} & e_{n1} & e_{n2} & \dots & e_{nmn} \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & w_{11} & \square & \square & w_{12} & \square & \square & w_{1n} & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & w_{21} & \square & \square & w_{22} & \square & \square & w_{2n} & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \\ \square & w_{m1} & \square & \square & w_{m2} & \square & \square & w_{mn} & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square & \square \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

که در آن c_m : معیار m ; e_{nm} : عنصر (زیرمعیار) n در معیار m ; w_{ij} : بردار ویژه اصلی تأثیر عنصر j ام بر عنصر i ام می‌باشد. اگر $w_{ij} = 0$ آن‌گاه عنصر j ام تأثیری بر عنصر i ام ندارد. نرمال‌سازی وزن‌های ماتریس رابطه مستقیم داده می‌شود، تا مجموع هر ستون برابر با واحد شود. مقدار هر عنصر در ماتریس Y بین ۰ و ۱ قرار می‌گیرد ($0 \leq Y \leq 1$).

$$Y = kZ \quad (5)$$

$$k = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq m} (\sum_{j=1}^n Z_{ij})} \quad (6)$$

گام ۵: ماتریس حدی را محاسبه کنید.

برای به دست آوردن ماتریس حدی، ماتریس وزنی را به یک توان بالاتر می‌بریم تا زمانی که مقادیر سطر و ستون ابرماتریس برابر شوند. این حد با افزایش توان ابرماتریس وزن‌دار به یک توان بزرگ k به دست می‌آید تا زمانی که ابرماتریس وزن‌دار همگرا شود و برای رسیدن به بردار اولویت کلی (وزن‌های ANP) پایدار شود. وزن کلی با استفاده از مراحل قبلی برای به دست آوردن یک ابرماتریس پایدار محاسبه می‌شود.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} w_w^k \quad (7)$$

گام ۶: بهترین گزینه را بر اساس مقادیر وزن انتخاب کنید.

با در نظر گرفتن وزن راه حل‌ها و گزینه‌ها و با توجه به معیارهای موجود در ماتریس حدی، وزن کلی هر جواب محاسبه می‌شود. سپس، گزینه‌ها بر اساس وزن کل آنها رتبه‌بندی می‌شوند.

روش TOPSIS

روش TOPSIS برای محاسبه امتیاز کل هر گزینه استفاده می‌شود. این روش برای انتخاب بهترین راه حل از مجموعه‌ای از راه حل‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌ها با معیارهای متضاد متعدد استفاده می‌شود. روش تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS شامل گام‌های زیر است:

گام ۱: ماتریس ارزیابی $m \times n$ گزینه‌ها و معیارها را بسازید، که عناصر موجود در ماتریس با x_{ij} نشان داده می‌شوند. ماتریس تصمیم (D) برای معیارها و مقادیر جایگزین، که در آن x_{ij} نشان دهنده عملکرد معیار C_i برای جایگزین A_i است و $i = 1, 2, \dots, m$ و $j = 1, 2, \dots, n$ به صورت زیر است:

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

گام ۲: مقدار نرمال شده x_{ij} در یک ماتریس نرمال شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{ij}^2}} \quad (9)$$

گام ۳: ماتریس تصمیم‌گیری وزنی را تشکیل داده و مقدار نرمال شده وزنی v_{ij} را محاسبه کنید. وزن هر معیار را نشان می‌دهند و از ابرماتریس حدی ANP، گرفته شده است. ماتریس نرمال شده وزنی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{ij} = \bar{x}_{ij} \times W_j \quad (10)$$

که در آن وزن معیار j در روش ANP را نشان می‌دهد و $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

گام ۴: مقدار ایده‌آل مثبت A^+ و ایده‌آل منفی A^- به صورت زیر محاسبه می‌شود (Abdel-Basset et al., 2018):

V^+ : فاصله بین نقطه مرجع مثبت و جایگزین که به عنوان حداقل مقدار عناصر در نظر گرفته می‌شود.

V^- : فاصله بین نقطه مرجع منفی و جایگزین که به عنوان حداکثر مقدار عناصر در نظر گرفته می‌شود.

$$A^+ = \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+\} = \{(\max v_{ij} | j \in J^+), (\min v_{ij} | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (11)$$

$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\} = \{(\min V_{ij} | j \in J^+), (\max V_{ij} | j \in J^-) | i = 1, 2, \dots, m\} \quad (12)$$

که در آن J^+ نشان دهنده معیارهایی است که تأثیر مطلوبی دارند و J^- نشان دهنده معیارهایی است که تأثیر نامطلوبی دارند.

گام ۵: فاصله تا راه حل‌های مثبت S_i^+ و منفی S_i^- ایده‌آل را محاسبه کنید. فاصله اقلیدسی به صورت زیر محاسبه می‌شود، که در آن محدوده هر عنصر وزنی بین (۰، ۱) است:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

گام ۶: شاخص رتبه را محاسبه کنید. نزدیکی نسبی راه حل‌های ایده‌آل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (15)$$

گام ۷: گزینه‌ها را به صورت نزولی رتبه‌بندی کنید، به طوری که جایگزین با بالاترین امتیاز دارای رتبه ۱ باشد. سپس، تصمیم نهایی را بر اساس رتبه گزینه‌ها در نظر بگیرید. مقدار شاخص بالاتر، نشان دهنده نزدیک‌تر بودن گزینه‌ها به راه حل‌های ایده‌آل است.

رویکرد ANP-TOPSIS ادغام شده

یک رویکرد ترکیبی MCDM با استفاده از روش ANP-TOPSIS برای رتبه‌بندی راه حل‌های پیشنهادی استفاده می‌شود. چارچوب ANP-TOPSIS برای حل مسئله پیچیده و یافتن و رتبه‌بندی راه حل‌ها برای رسیدن به یک زنجیره تأمین پایدار در طول یک بحران استفاده می‌شود. چارچوب پیشنهادی ANP-TOPSIS شامل پنج مرحله اصلی است که هر مرحله شامل چندین گام است.

مرحله اول: درک مسئله چندوجهی

برای درک وابستگی‌های متقابل، مسئله تعریف شده، تجزیه و تحلیل می‌گردد و به طور کامل با متخصصان بحث می‌شود. این مرحله شامل سه گام اصلی زیر است:

گام ۱: m کارشناس را برای مشارکت در تصمیم‌گیری انتخاب کنید. گروه یا هیئت تصمیم‌گیری $[e_1, e_2, \dots, e_m]$. از کارشناسان خواسته شد تا سطح تأثیر مستقیم بین عوامل را بر اساس مقایسه زوجی به عنوان Z_{ij} تعیین کنند. از آنجایی که ما نظرات m متخصص را داریم، از این مقدار میانگین گرفته شده است.

$$Z = \frac{1}{m} \sum_{d=1}^m z_{ij}^d \quad (16)$$

گام ۲: معیارهای تصمیم‌گیری را با استفاده از پرسشنامه، مرور ادبیات، بحث‌های گروهی، طوفان فکری و/یا گزارش‌های رسانه‌ای شناسایی می‌کنید و این معیارها را با کارشناسان بررسی کنید.

گام ۳: گزینه‌ها و معیارهای مدل را با تیم متخصص تأیید کنید. سپس هدف، راه حل‌ها و معیارهای بررسی‌های بعدی را مشخص کنید.

مرحله دوم: ساختار شبکه مدل را توسعه دهید.

گام ۴: شبکه مدل ANP را با استفاده از راه حل‌ها و معیارها توسعه دهید. وابستگی متقابل معیارهای مختلف را تعیین کرده و ساخت شبکه را آغاز کنید. روابط بین شبکه معیارها باید بررسی شود.

مرحله سوم: روش ANP

گام ۵: اهمیت نسبی معیارها را تعیین کنید. همه پاسخ دهندگان و صاحب نظران معیارها را به صورت زوجی در مقیاس (۱-۹) ارزیابی کردند، با این فرض که بین آنها وابستگی متقابل وجود دارد. سپس وزن محلی معیارها را با استفاده از مقایسه‌های زوجی تعیین کردیم.

ماتریس اولویت بر حسب w_i و w_j ، که در آن w_i اولویت عنصر i است: $Pw = nw$ و $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$.

$$P = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (17)$$

گام ۶: ماتریس مقایسه زوجی معیارها با توجه به هدف محاسبه کنید. علاوه بر این، سازگاری ماتریس را بررسی کنید.

گام ۷: وابستگی درونی معیارهای اصلی را با توجه به هر زیرمعیار محاسبه کنید. سپس وزن هر معیار را بر اساس وابستگی‌های درونی

(w_{winner}) محاسبه کنید. CR را برای هر ماتریس محاسبه کنید. پس از آن، تأثیر نسبی نرمال‌شده معیارهای تصمیم را محاسبه کنید. (

w_c : وزن معیارهای داخلی)

$$w_c = \begin{bmatrix} CH \\ CO \\ KS \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{CH} \\ w_{CO} \\ w_{KS} \end{bmatrix} \quad (18)$$

گام ۸: ماتریس مقایسه‌ای برای وزن‌های محلی (w_{local}) معیارها را با توجه به دسته‌ها/زیر معیارها محاسبه کنید.

گام ۹: وزن‌های کلی زیرمعیارها را محاسبه کنید. وزن کلی برای هر زیر معیار با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$w_{global} = w_{local} \times w_{winner} \quad (19)$$

مرحله چهارم: روش TOPSIS

گام ۱۰: ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده وزنی را محاسبه کنید. برای تشکیل ماتریس وزنی استاندارد شده و ارزیابی شده، گروه

تصمیم‌گیری با مقایسه راه حل‌ها با توجه به هر معیار، ماتریس ارزیابی را ایجاد می‌کند. در مرحله بعد، وزن معیارهای گرفته شده از

روش ANP در ماتریس ارزیابی شده استاندارد ضرب می‌شود تا ماتریس ارزیابی استاندارد به دست آید.

گام ۱۱: ضرایب نزدیکی را محاسبه کنید. راه حل‌های مثبت و منفی را محاسبه کنید، همانطور که در روش TOPSIS بحث شده است.

مرحله پنجم: رتبه‌بندی گزینه‌ها

گام ۱۲: رتبه‌ی گزینه‌ها را محاسبه کنید. سپس راه حل‌ها را بر اساس امتیاز آنها رتبه‌بندی کنید و بهترین راه حل(ها) را با بالاترین

امتیاز(ها) انتخاب کنید.

مرحله ششم: اعتبارسنجی مدل به کمک روش PSI

گام ۱۳: ماتریس نرمال‌شده در این روش به کمک معادلات زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j \max}} \quad (20) \text{ برای عوامل با تأثیر مثبت}$$

$$R_{ij} = \frac{x_{j \min}}{x_{ij}} \quad (21) \text{ برای عوامل با تأثیر منفی}$$

گام ۱۴: مقادیر تغییرات ترجیحی PV_j به کمک معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$PV_j = \sum_{i=1}^m [R_{ij} - R_j]^2 \quad (22)$$

که R_j در آن مقدار نرمال شده عنصر j است و به کمک رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$R_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (23)$$

گام ۱۵: در این گام مقدار ترجیحی کلی Y_j محاسبه می‌گردد. قبل از محاسبه مقدار تغییرات عملکرد هر عامل، لازم است انحراف \emptyset_j در مقدار ترجیحی PV_j را پیدا کنید:

$$\emptyset_j = 1 - PV_j \quad (24)$$

سپس، مقدار ترجیح کلی Y_j هر عامل با استفاده از معادله زیر تعیین می‌شود:

$$Y_j = \frac{\emptyset_j}{\sum_{j=1}^n \emptyset_j} \quad (25)$$

ارزش کلی ترجیحی همه عناصر، به عنوان وزن مورد نیاز عنصر مربوطه است. همچنین، مجموع ارزش ترجیحی کلی همه عناصر باید یک باشد.

گام ۱۶: شاخص انتخاب عملکرد I_j را به کمک معادله زیر به دست آورید:

$$I_j = \sum_{j=1}^n (R_{ij} \times Y_j) \quad (26)$$

بحث و نتایج

همه‌گیری کووید-۱۹ بر تمام جنبه‌های زندگی تأثیر جهانی گذاشته است. این تأثیر علاوه بر تعداد مبتلایان، اقدامات دولتی و الزامات ایمنی، با توجه به کشور، منطقه و محصول، متفاوت است. با این حال، به طور کلی، اقتصاد و کسب‌وکارها در اکثر کشورهای جهان و تقریباً در همه بخش‌ها تحت تأثیر قرار گرفته است. بخش‌هایی که بیشترین ضرر را متحمل شده‌اند، زنجیره‌های تأمین، به‌ویژه زنجیره تأمین جهانی بوده‌اند که راه نجات مردم هستند. زنجیره تأمین به شکل بی‌سابقه‌ای تحت تأثیر قرار گرفته است و اختلالاتی در تأمین، توزیع و فرآیند آنها ایجاد شده است. اختلالات تا حد زیادی بر عملیات زنجیره تأمین و در نتیجه در دسترس بودن کالاها برای مصرف‌کنندگان در مقدار، کیفیت، قیمت و زمان مناسب تأثیر می‌گذارد.

سازمان‌ها دریافته‌اند که نیاز فوری به راه حل‌هایی، خواه کوتاه‌مدت (مانند تنوع منابع برای برآوردن نیازها)، میان‌مدت (برای کنترل قیمت‌ها، کیفیت و رضایت مصرف‌کننده) یا بلندمدت برای تضمین رقابت و ثبات، برای مبارزه با بحران‌های آینده وجود دارد. از آنجایی که سازمان‌ها نمی‌توانند همه راه حل‌ها را همزمان اجرا کنند، لازم است راه حل‌ها بر اساس اهمیت و اثربخشی نسبی آنها رتبه‌بندی شوند.

برای تجزیه و تحلیل رابطه بین زنجیره تأمین و همه‌گیری، این مطالعه در دو فاز با استفاده از داده‌های واقعی سازمان‌ها و شرکت‌های مربوطه و همچنین نظرات گروهی از متخصصان اجرا شد. مرحله اول شامل طراحی و توزیع یک نظرسنجی برای تعدادی از سازمان‌ها در MENA برای بررسی ارتباط بین کووید-۱۹ و زنجیره تأمین با توجه به چالش‌های پیش روی زنجیره تأمین، منافع و منابع نگرانی و نگرانی‌هایی بود که تصمیم‌گیرندگان آن را به عنوان عوامل تأثیرگذار بر کسب و کار زنجیره تأمین در طول همه‌گیری می‌بینند، گام‌های مناسب و ضروری جهت پایداری زنجیره تأمین و راه حل‌هایی که می‌توانند به دستیابی به اهداف زنجیره تأمین، مانند انعطاف‌پذیری و رقابت در آینده کمک کنند.

فرآیند شناسایی، تجزیه و تحلیل و انتخاب راه حل‌های مناسب و چیدمان آن‌ها بر اساس اولویت‌ها، چالشی برای تصمیم‌گیرندگان در زنجیره تأمین است، زیرا تفاوت‌های عمده‌ای در اندازه، ماهیت کار، اهداف و نوع محصولات شرکت‌های مختلف و همچنین تفاوت در

نظرات و تجربیات تصمیم‌گیرندگان و مدیران اجرایی در این سازمان‌ها وجود دارد. علاوه بر این، مسئله فعلی انتخاب بهترین راه حل زنجیره تأمین به دلیل معیارهای غیرسنجی، پیچیده است.

از سوی دیگر، شرکت‌ها به دلیل وابستگی متقابل تأثیرگذار، اندازه بزرگ و پیچیدگی مسئله و دشواری اجرای همزمان، باید راه حل‌ها را اولویت‌بندی کنند. همچنین، راه حل‌ها به توانایی شرکت‌ها از نظر هزینه، زمان مورد نیاز و در دسترس بودن منابع و تخصص لازم برای اجرا بستگی دارد.

یک رویکرد MCDM ترکیبی با استفاده از روش‌های ANP و TOPSIS برای ترتیب دادن به راه حل‌های جایگزین لازم برای غلبه بر وقفه‌های همه‌گیری و بهبود پایداری زنجیره تأمین و انعطاف‌پذیری در آینده استفاده می‌شود. چارچوب پیشنهادی کارایی تصمیم‌گیری را بهبود می‌بخشد و به تصمیم‌گیرندگان در انتخاب مؤثر راه حل‌ها بر اساس اهمیت و تأثیر آنها بر شرکت کمک می‌کند. چارچوب پیشنهادی تکنیک‌های ANP-TOPSIS را برای رتبه‌بندی راه حل‌های جایگزین ادغام می‌کند و به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا راه حل‌های خود را بر اساس اهمیت نسبی آنها اولویت‌بندی کنند. ANP روابط متقابل بین سطوح تصمیم‌گیری و معیارها را با یافتن وزن‌ها از طریق ابرماتریس در نظر می‌گیرد. TOPSIS برای رتبه‌بندی راه حل‌ها استفاده می‌شود تا از مقایسات و محاسبات زوجی اضافی جلوگیری شود.

نتایج فاز اول و فاز دوم نشان می‌دهد که این چارچوب برای انتخاب بهترین راه حل‌های زنجیره تأمین با در نظر گرفتن تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ مناسب در نظر گرفته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که زنجیره‌های تأمین باید به طور مداوم از فناوری‌ها برای باقی ماندن در رقابت‌ها و بحران‌های آینده استفاده کنند. بدیهی است که فناوری عامل مشترکی است که به همه راه حل‌ها کمک می‌کند. تنوع عرضه یک عامل مهم دیگر است و زنجیره‌های تأمین احتمالاً در نتیجه همه‌گیری و مداخله دولت وارد عصر جدیدی از بومی‌سازی/منطقه‌ای شدن خواهند شد. چابکی شبکه و ادغام با شرکا برای توسعه قابلیت مشاهده و اتوماسیون زنجیره تأمین حیاتی است. ET و مشارکت تیم کاری در توسعه راه حل‌ها و تصمیم‌گیری از عوامل مهم در بهبود زنجیره تأمین و حفظ رقابت است. دخالت دولت در زمینه سرمایه‌گذاری و تنظیم فعالیت‌های کلیدی زنجیره تأمین ضروری است.

این مطالعه برای مدیران، تصمیم‌گیران و متخصصان زنجیره تأمین برای تسهیل و تسریع فرآیندهای تصمیم‌گیری در پرتو همه‌گیری و بحران‌های آینده اهمیت دارد. در این مطالعه، ده شرکت به یک پرسشنامه پاسخ دادند. اما بررسی تعداد بیشتری از شرکت‌های متفاوت با کسب‌وکارهای مختلف ترجیح داده می‌شود تا نتایج به بزرگترین بخش ممکن از سازمان‌های زنجیره تأمین تعمیم داده شود.

مطالعات آتی بایستی بر روی سیستم‌های تکنولوژیکی جدید متمرکز شود. تحقیقات بعدی ممکن است جایگزین‌های فن‌آوری را با توجه به اهمیت آنها ترتیب دهد، مکانیسم خاصی را برای پیگیری توسعه فن‌آوری پیدا کند و راه‌های استفاده از راه حل‌های فن‌آوری را در زنجیره‌های تأمین برای اطمینان از ثبات و انعطاف‌پذیری در برابر بحران‌های آتی بررسی کند.

منابع:

- Abdel-Basset, M., Mohamed, M., & Smarandache, F. (2018). A Hybrid Neutrosophic Group ANP-TOPSIS Framework for Supplier Selection Problems. <https://doi.org/10.3390/sym10060226>
- Agarwal, A., Shankar, R., & Tiwari, M. K. (2006). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 173, Issue 1, pp. 211–225). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.12.005>
- Chang, K.-L., Liao, S.-K., Tseng, T.-W., & Liao, C.-Y. (2015). An ANP based TOPSIS approach for Taiwanese service apartment location selection. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.12.007>
- Chauhan, A., & Singh, A. (2016). A hybrid multi-criteria decision making method approach for selecting a sustainable location of healthcare waste disposal facility Ankur. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.098>

- Cox, J. L., & Koepsell, S. A. (2020). *3D-Printing to Address COVID-19 Testing Supply Shortages*. <https://doi.org/10.1093/labmed/lmaa031>
- Guan, D., Wang, D., Hallegatte, S., Davis, S. J., Huo, J., Li, S., Bai, Y., Lei, T., Xue, Q., Coffman, D. M., Cheng, D., Chen, P., Liang, X., Xu, B., Lu, X., Wang, S., Hubacek, K., & Gong, P. (2020). Global supply-chain effects of COVID-19 control measures. In *Nature Human Behaviour* (Vol. 4, Issue 6, pp. 577–587). <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0896-8>
- Ilyas, M., Carpitella, S., & Zoubir, E. (2021). *Designing supplier selection strategies under COVID-19 constraints*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.128>
- Ivanov, D. (2020a). *Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case*. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>
- Ivanov, D. (2020b). *Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic*. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). *Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
- Iyengar, K., Bahl, S., Vaishya, R., & Vaish, A. (2020). *Challenges and solutions in meeting up the urgent requirement of ventilators for COVID-19 patients*. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.048>
- Liao, C.-N., Lin, C.-H., & Fu, Y.-K. (2016). *Intergrative model for the selection of a new product launch strategy, based on ANP, TOPSIS and MCGP: a case study*. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1074951>
- Lin, Q., Zhao, S., Gao, D., Lou, Y., Yang, S., S. Musa, S., H. Wang, M., Cai, Y., Wang, W., Yang, L., & He, D. (2020). *A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action*. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.02.058>
- Liu, C. chao, Niu, Z. wen, Chang, P. C., & Zhang, B. (2017). Assessment approach to stage of lean transformation cycle based on fuzzy nearness degree and TOPSIS. In *International Journal of Production Research* (Vol. 55, Issue 23, pp. 7223–7235). <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1355124>
- Liu, Y., Lee, J. M., & Lee, C. (2020). *The challenges and opportunities of a global health crisis: the management and business implications of COVID-19 from an Asian perspective*. <https://doi.org/10.1057/s41291-020-00119-x>
- Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Hingley, M., Vilalta-Perdeomo, E. L., & Twigg, D. (2020). *Sustainability of supply chains in the wake of the coronavirus (COVID-19/SARS-CoV-2) pandemic: lessons and trends*. <https://doi.org/10.1108/MSCR-05-2020-0011>
- Magableh, G. M. (2021). Supply Chains and the COVID-19 Pandemic: A Comprehensive Framework. In *European Management Review* (Vol. 18, Issue 3, pp. 363–382). <https://doi.org/10.1111/emre.12449>
- Magableh, G. M., & Mistarihi, M. Z. (2022). *Applications of MCDM approach (ANP-TOPSIS) to evaluate supply chain solutions in the context of COVID-19*. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09062>
- Maniya, K., & Bhatt, M. G. (2010). *A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.11.020>
- Mari, S. I., Lee, Y. H., & Memon, M. S. (2014). Sustainable and resilient supply chain network design under disruption risks. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 6, Issue 10, pp. 6666–6686). <https://doi.org/10.3390/su6106666>
- Masoumik, S. M., Abdul-Rashid, S. H., & Olugu, E. U. (2015). The development of a strategic prioritisation method for green supply chain initiatives. In *PLoS ONE* (Vol. 10, Issue 11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143115>
- Mehralian, G., Zarenezhad, F., & Rajabzadeh Ghatari, A. (2015). *Developing a model for an agile supply chain in pharmaceutical industry*. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-09-2013-0050>
- Mehrotra, S., Rahimian, H., Barah, M., Lou, F., & Schantz, K. (2020). *A model of supply-chain decisions for resource sharing with an application to ventilator allocation to combat COVID-19*. <https://doi.org/10.1002/nav.21905>
- Moons, K., Waeyenbergh, G., Pintelon, L., Timmermans, P., & De Ridder, D. (2019). Performance indicator selection for operating room supply chains: An application of ANP. In *Operations Research for Health Care* (Vol. 23). <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2019.100229>

- Ocampo, L. A. (2018). *Applying fuzzy AHP–TOPSIS technique in identifying the content strategy of sustainable manufacturing for food production*. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0129-8>
- Prasad, S., Khanduja, D., & Sharma, S. K. (2018). Integration of SWOT analysis with hybrid modified TOPSIS for the lean strategy evaluation. In *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* (Vol. 232, Issue 7, pp. 1295–1309). <https://doi.org/10.1177/0954405416666893>
- Queiroz, M. M., Ivanov, D., Dolgui, A., & Wamba, S. F. (2020). *Impacts of epidemic outbreaks on supply chains: mapping a research agenda amid the COVID-19 pandemic through a structured literature review*. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>
- Rajesh, R. (2020). Engineering Applications of Artificial Intelligence A grey-layered ANP based decision support model for analyzing strategies of resilience in electronic supply chains ☆. In *Engineering Applications of Artificial Intelligence* (Vol. 87, Issue October 2019, p. 103338). <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2019.103338>
- Remko, van H. (2020). Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain – closing the gap between research findings and industry practice. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 40, Issue 4, pp. 341–355). <https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2020-0165>
- Rowman, N. J., & Laffey, J. G. (2020). *Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic – Case study from the Republic of Ireland*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138532>
- Saaty, T. L. (1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process : the Organization and Prioritization of Complexity* (p. 370). <http://books.google.com/books?id=MGpaAAAAYAAJ&pgis=1>
- Saaty, T. L. (1999). Fundamentals of the analytic network process. In *Proceedings of the ISAHP 1999* (pp. 1–14).
- Shahrudi, K., & Rouydel, H. (2012). *Using a multi-criteria decision making approach (ANP-TOPSIS) to evaluate suppliers in Iran's auto industry*. www.ijorlu.ir
- Sharma, A., Adhikary, A., & Borah, S. B. (2020). *Covid-19's Impact on Supply Chain Decisions: Strategic Insights for NASDAQ 100 Firms using Twitter Data*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.035>
- Shokrani, A., G. Loukaides, E., Elias, E., & J.G. Lunt, A. (2020). *Exploration of alternative supply chains and distributed manufacturing in response to COVID-19; a case study of medical face shields*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108749>
- Vinodh, V. S. s. (2015). *Lean Six Sigma project selection using hybrid approach based on fuzzy DEMATEL–ANP–TOPSIS*. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2014-0041>
- Zamielia, C., Ibne Hossain, N. U., & Jaradat, R. (2021). *Enablers of resilience in the healthcare supply chain: A case study of U.S healthcare industry during COVID-19 pandemic*. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101174>
- Zha, S., Yu, G., Shaohua, H., & Pengzhou, T. (2018). *A Hybrid MCDM Approach Based on ANP and TOPSIS for Facility Layout Selection*. <https://doi.org/10.16356/j.1005-1120.2018.06.1027>



Multi-Criteria Decision-Making Approach (ANP-TOPSIS) Applications for Supply Chain Solution Evaluation during COVID-19 Pandemic

Romisa Radkhah

**BSc in Industrial Engineering, Fouman Faculty of
Engineering, College of Engineering, University of
Tehran**

Atefeh Hasan-Zadeh*

**Fouman Faculty of Engineering, College of
Engineering, University of Tehran, Iran, P.O.Box:
43581-39115**

Abstract

Lots of problems are caused for supply chains due to the economic shock and the effects of the pandemic in many countries, Iran is no exception. This paper initially examined the effects of COVID-19 pandemic on the supply chain, then prioritized the existing solutions using multi-criteria decision-making techniques (MCDM). The research consisted of two main phases: First phase analyzes the impact of pandemic on supply chains in terms of challenges, concerns, steps and solutions with the aim of supply chain resilience. The second phase proposed Analytic Network Process integrated with the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (ANP-TOPSIS) to prioritize solutions that consider the complex interrelationships between factors involved in decision making. The proposed model increased the efficiency of the decision-making process and helped decision-makers to effectively choose solutions based on their importance and impact on the business. Also, by comparing the results using the Preference Selection Index (PSI), the proposed method was validated. The results showed that supply chains must continuously use technology to be resilient in future competition and crises.

Keywords: Supply chain, COVID-19 pandemic, Multi-criteria decision making.