فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هفدهم/ شماره ۶۰ / تابستان ۱۴۰۱

شناسایی عوامل تاب آوری زنجیره تامین دارو با استفاده از روش دلفی فازی و ارائه مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه سفارش

بتول عسکریان
گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
محمد ابراهیم پورزرندی(نویسنده مسؤول)
گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
Email: pourzarandi@yahoo.com
جلال حقیقت منفرد
گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۱ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۳/۰۵

چکیده

اختلالات در زنجیره تامین دارو از سال ۲۰۱۱ تا کنون باعث کمبود صدها دارو شده است که از نظر پزشکی ضروری است هنگامی که یک اختلال رخ می دهد صنعت از نظر توانایی سازگاری محدود می شود لذا بهبود تصمیمات تاب آوری استراتژیک برای جلوگیری از کمبود های آینده مهم است .دسترسی به دارو به عنوان یک حق انسانی یکی از اهداف سیستم های بهداشت و درمان است لذا زنجیره تامین دارو باید دارو را به مقدار و در زمان مناسب و کیفیت قابل قبول و هزینه بهینه فراهم کند،لذا هرگونه ریسک در زنجیره تامین دارو نه تنها میتواند منابع را هدر دهد بلکه می تواند زندگی بیماران را تهدید کند. در چنین شرایطی، مفهوم تاب‌آوری بروز یافته که نشان‌دهنده‌ی توانایی سازمان برای رویارویی با موارد غیرقابل‌پیش بینی است و اگر سازمان بتواند تأمین‌کننده با تاب‌آوری مناسب را شناسایی کند. سازمان مقاومت بیشتری در مقابل اختلالات دارد. لذا در این مقاله انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین تاب آور مطرح گردیده است ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و روش دلفی عوامل تاب آوی صنعت دارو شناسایی شد سپس بر اساس این عوامل با استفاده از روش تحلیل شبکه تامین کنندگان رتبه بندی شدند و در نهایت مدل ریاضی جهت تخصیص بهینه سفارش به تامین کنندگان ارائه شد: تقسیم بندی تامین کنندگان به استراتژیک، پشتیبان، جایگزی؛ ایجاد منبع پشتیبان؛ شناسایی جمعیتی که تحت تاثیر کمبود دارو هستند؛ تقسیم بندی تامین کنندگان بر اساس ریسک بالا،متوسط و پایین و افزایش شفافیت زنجیره تامین برای افزایش دانش مدیران برای درک تغییرات لازم.

کلمات کلیدی: تکنیک فازی، دلفی فازی، دیمتل فازی، زنجیره تأمین.

۱-مقدمه

هرگونه اختلال در زنجیره تأمین می‌تواند مشکلات زیادی را برای همه افراد درگیر در زنجیره ایجاد کند. این حوادث می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در کسب‌وکار داشته باشند. با جهانی‌شدن اقتصاد شرکت‌ها و سازمان‌ها روزبه‌روز به سمت فعالیت‌های مشترک گسترده‌تر پیش رفته‌اند. بااینکه همچنان نواقص زیادی نیز در سازمان‌های مختلف وجود دارد (Torabi, Baghersad & Mansouri, 2015). انتخاب تأمین کننده نقش کلیدی در عملکرد و کارایی سازمان دارد و اثر مستقیم در کاهش هزینه، سودآوری و انعطاف پذیری کمپانی دارا می‌باشد.

اینکه کدام تأمین‌کننده می‌بایست انتخاب و به هرکدام چه مقدار سفارش اختصاص داده شود از مسائل پیچیده محاسباتی است. تأمین‌کننده از قسمت‌های اصلی هر زنجیره تأمین است و انتخاب مناسب و سفارش بهینه از هر تأمین‌کننده تأثیر بالایی بر کیفیت و قیمت تمام‌شده خواهد داشت (Karimmian, Ghodsypour & Gheidar-Kheljani, 2018) ازآنجایی‌که تأمین‌کنندگان در خارج از سازمان قرار دارند می‌توانند ریسک‌های خارجی زیادی را برای هر سازمان به همراه داشته باشند که می‌بایست باکمال دقت مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفته شود. مفهوم تاب‌آوری در زنجیره تأمین برای نخستین بار توسط شفی عمومیت یافت(Haghighat, 2017).

درصورتی‌که تأمین‌کنندگان از تاب‌آوری مناسب برخوردار نباشند، در بازار رقابت امروز کسب‌وکار نه‌تنها محکوم به فنا هستند بلکه کل سیستم دچار مشکل خواهد شد. در این پژوهش، به انتخاب تأمین‌کننده در شرایطی که به تاب‌آوری توجه می‌شود پرداخته خواهد شد. چنانچه هدف تنها انتخاب یک تأمین‌کننده باشد معمولاً سیاست بر این است که بهترین انتخاب شود اما در شرایط چند تأمین‌کننده اینکه از کدام تأمین‌کننده چه تعداد سفارش داده می‌شود اهمیت خواهد داشت (Vecchi & Valisi, 2021).

در بررسی مسئله اختلال در زنجیره تأمین، بررسی وجه تأمین دارای اهمیت ویژه‌ای است. در نظر گرفتن مسئله اختلال در مواردی که به وجه تأمین مربوط می‌شود منجر به آن خواهد شد که زنجیره تأمین در برابر ریسک اختلال مقاوم‌تر باشد، بنابراین سازمان‌ها باید به‌گونه‌ای تأمین‌کنندگان خود را انتخاب کنند و روابط خود را افزایش دهند که بتوانند زنجیره تأمین خود را در برابر اختلالات احتمالی مقاوم کنند (Zare et al., 2108).

در رقابت‌های جهانی عصر حاضر، بنگاه‌های اقتصادی و تولیدی به‌منظور دستیابی به مزیت یا مزایای رقابتی باهدف کسب سهم بیشتری از بازار به سمت مدیریت زنجیره تأمین تاب آور روی آورده‌اند. مسئله کلیدی در یک زنجیره تأمین، مدیریت و کنترل هماهنگ تمامی فعالیت‌هاست. مدیریت زنجیره تأمین تاب آور پدیده‌ای است که این کار را به طریقی انجام می‌دهد که مشتریان بتوانند خدمات و محصولات باکیفیت و قابل‌اطمینان را سریع و با حداقل هزینه دریافت کنند. در حالت کلی زنجیره تأمین از دو یا چند سازمان تشکیل شده که رسماً از یکدیگر جدا هستند و به‌وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مرتبط (Torabi, Baghersad & Mansouri, 2015). همچنین در عصر جهانی‌شدن و ارتباطات سازمان‌ها نیازمند اخذ تصمیمات صحیح و سریع‌اند تا بتوانند در عرصه رقابت تنگاتنگ گامی جلوتر باشند و ازاین‌رو است که هم‌زمان با فزونی گرفتن این نیاز، اندیشمندان تلاش کرده‌اند تا مدیران را در اخذ تصمیم‌های پیچیده یاری کنند. ازاین‌رو در طول سال‌های اخیر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده مناسب در زنجیره تأمین به یک موضوع استراتژیک مهم تبدیل شده است انتخاب بهترین تأمین‌کننده به‌طور طبیعی پیچیده و بدون ساختار مشخص و وابسته به نوع فعالیت تأمین‌کنندگان است.

الف) پیشینه پژوهش

جونیر و همکاران این بار یک رویکرد تصمیم‌گیری گروهی فازی یکپارچه را برای انتخاب تأمین‌کنندگان استراتژیک استفاده کرده‌اند و شاخصه‌هایی با درجات همکاری بالا و تعامل زیاد با یکدیگر که تعاملات بر اساس متغیرهای زبانی و سپس تبدیل به اعدا فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای مشخص شده‌اند، در مدلشان به کار رفته است(Lima Junior, Osiro & Carpinetti, 2014).

گیان و همکاران شکاف بین ادراک و عملیات واقعی در انتخاب تأمین‌کننده را مورد بررسی قرار دادند که در آن شاخصه‌های قیمت، کیفیت، تحویل دهی و انعطاف‌پذیری مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. برای مسئله تصمیم‌گیری درباره انتخاب تأمین‌کننده،

قیمت یکی از مهم‌ترین فاکتورها است. انتخاب تأمین‌کنندگانی که قادر به کاهش قیمت و فراهم کردن خریدار برای خود باشند، بهترین مزیت در بازار است. قیمت هزینه شامل زیر معیارهایی نظیر قیمت هزینه خرید، حمل‌ونقل، موجودی، عملیات، قیمت رقابتی، نگهداری، انرژی، تحویل، ایمنی، سفارش دهی، قابلیت کاهش قیمت، عملکرد در کاهش قیمت، هزینه مستقیم، نوسان قیمت‌ها و غیره است. قیمت /هزینه همچنین می‌تواند به زیر شاخصه‌های بسیاری تقسیم گردد(Namdar, Li, Sawhney & Pradhan, 2018).

یک بعد در عملکرد زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری بوده و انعطاف‌پذیری یکی از اهداف مهم در اجرای عملیات است. درحالی‌که مطالعات اولیه در مورد انعطاف‌پذیری بیشتر با تمرکز بر انعطاف‌پذیری تولید انجام می‌گرفته است ولی تمرکز مطالعات اخیر بر روی انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین است.

کمال احمدی و همکاران در مدلی برای ارزیابی انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری را شامل انعطاف‌پذیری در سیستم تحویل محصول، انعطاف‌پذیری در سیستم تولید، انعطاف‌پذیری در توسعه محصول و انعطاف‌پذیری در سیستم تأمین معرفی می‌کند. در مقاله‌ای تحت عنوان انتخاب تأمین‌کننده و استراتژی‌های مدیریت و انعطاف‌پذیری تولید دریافتند که تمرکز بر انعطاف‌پذیری در راه‌اندازی و تولید در انتخاب تأمین‌کننده بسیار مهم است. علاوه بر آن کیفیت نیز مهم است، زمانی که تمرکز تولید بر روی انعطاف‌پذیری در حجم است. علاوه بر کیفیت، مدیریت موجودی و تکنولوژی نیز بسیار مهم بوده و بر زیر شاخصه‌های انعطاف‌پذیری اثر گزارند. آن‌ها در آخر جمع‌بندی کرده‌اند که ابتدا شرکت‌ها نیاز سیستم تولید خود را به انواع انعطاف‌پذیری شناسایی کرده و سپس استراتژی‌ها و انتخاب تأمین‌کنندگان خود را با آن منطبق کنند. در محیط رقابتی و نامطمئن امروزی، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین برای رضایت مشتریان و پاسخ به نیازهای متغیر آن‌ها بسیار مهم است (Kamalahmadi & Mellat-Parast, 2016).

طراحی سبز فعالیت‌هایی را شامل می‌شود که سعی در کاهش اثرات منفی محصولات بر روی محیط‌زیست در طی چرخه عمر آن‌ها دارد/ طراحی سبز به‌طور نزدیک مرتبط با فعالیت‌هایی نظیر تجزیه‌وتحلیل چرخه عمر، مدیریت ریسک محیط‌زیستی، آلودگی کنترل و مدیریت ضایعات است (Azadeh et al., 2014).

نامدار و همکاران طراحی و ساختار زنجیره‌های تأمین تاب آور را با تمرکز بر روی استراتژی‌هایی که باعث کاهش تأثیر اختلالات بر مشتریان می‌شوند، بسط داده‌اند. انتخاب تأمین‌کنندگان بر اساس شاخصه‌هایی صورت می‌گیرد که باعث تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌شوند؛ که تأمین‌کنندگان انتخابی، تأمین‌کنندگان تاب آور نامیده می‌شوند، تأمین‌کنندگان تاب آور تأمین‌کنندگانی هستند که قادر به تأمین مواد و محصولات موردنیاز باکیفیت خوب، نرخ اقتصادی مناسب، با انعطاف‌پذیری کافی برای پاسخ به تغییرات تقاضا، با کمترین ریسک زمان تحویل و بدون به خطر انداختن ایمنی و محیط‌زیست باشند (Shirinfar & Haleh, 2011).

ارسلان زاهد به بررسی تأثیر یکپارچگی بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تو عملکرد زنجیره تأمین در شرکت‌های تولیدی در ابعاد بزرگ در پاکستان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که یکپارچگی اعضای زنجیره تأمین داخلی و خارجی می‌تواند تأثیر اختلالات زنجیره تأمین ناشی از عدم قطعیت را کاهش دهد (Pramanik et al., 2103).

الساندرا وکی و همکار در سال ۲۰۲۱ طی یک مقاله سه سؤال در رابطه با زنجیره تأمین تاب آور شامل ۱–یک زنجیره تأمین تاب آور چیست؟ ۲–چرا شرکت‌ها باید یک زنجیره تأمین تاب آور بسازند؟ ۳–چگونه انعطاف‌پذیری ایجاد کنیم؟ را بررسی نمودند و مؤثرترین راه برای ایجاد انعطاف با بررسی برخی مطالعات موردی کوتاه که به‌صورت هدفمند برای ارائه و پیاده‌سازی عملی برخی از تکنیک‌های مختلف مورد استفاده برای ایجاد انعطاف‌پذیری انتخاب شده‌اند را نشان می‌دهند (Pettit, Fiksel & Croxton, 2010).

۲- روش شناسی پژوهش

این پژوهش ازنظر هدف یک پژوهش کاربردی و ازنظر روش، یک پژوهش توصیفی است. هدف از این پژوهش، تخصیص بهینه سفارش به تأمین‌کنندگان تاب آور در زنجیره تأمین دارو است. که بعد از شناسایی عوامل تاب‌آوری از طریق پرسشنامه و مطالعات کتابخانه‌ای با استفاده از تکنیک دلفی عوامل مهم و تأثیرگذار تاب‌آوری در صنعت داروسازی از طریق خبرگان صنعت دارو

شناسایی شد برای شناسایی روابط موجود ابتدا از تکنیک دیمتل استفاده شده است. پس از تعیین الگوی روابط و میزان تأثیرات عوامل بر یکدیگر از تکنیک تحلیل شبکه برای تعیین اولویت. ابعاد استفاده شده است و درنهایت با استفاده از تکنیک ANP فازی به اولویت‌بندی بهترین گزینه پرداخته شده است. منظور از پایایی یک پرسشنامه این است که اگر خصیصه مورد سنجش را با همان پرسشنامه و در شرایط مشابه، مجدد اندازه‌گیری کنیم، نتایج تا چه اندازه مشابه به دست می‌آید. به‌عبارت‌دیگر این پرسشنامه تا چه میزان، قابل‌اعتماد است؛ یعنی بتوان پرسشنامه را در موارد متعدد به کاربرد و نتایج یکسان گرفت. پایایی مربوط به ثبات است، یعنی حصول یک نتیجه به‌صورت مکرر در روش ANP شاخصی به نام نرخ ناسازگاری توسط نرم‌افزار محاسبه و اعلام می‌گردد که برای بررسی مفهوم پایایی استفاده می‌شود. این شاخص به گونه طراحی شده است که در صورت ناسازگار و متناقض بودن پاسخ‌های خبرگان، این مسئله خود را نشان خواهد داد و ما بدین ترتیب به نامناسب بودن پرسشنامه و پاسخ‌ها پی می‌بریم و در حالتی که نرخ ناسازگاری از حد نساب اعلام شده ۰/۱ بیشتر باشد لازم است ارزیابی‌ها مجدد انجام شود. جامعه آماری این تحقیق تعداد ۷ نفر از مدیران شرکت‌های دارویی هستند که از طریق نمونه‌گیری به روش گلوله برفی انتخاب‌شده‌اند در ادامه با استفاده از مدل‌سازی ریاضی به طراحی مدل ریاضی و تخصیص بهینه سفارش به تأمین‌کنندگان پرداختیم.

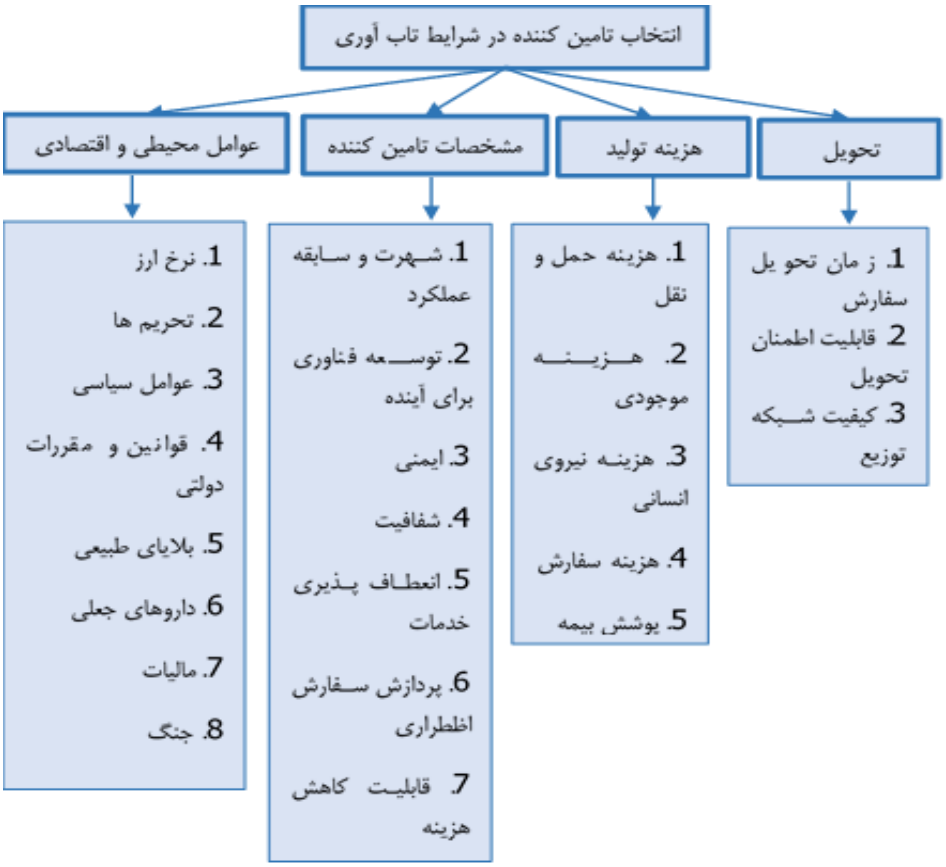
اگر محققی اعتبار و روایی داده‌های خود را نداند نمی‌تواند نسبت به آنچه به دست آورده است و نتیجه‌گیری‌هایش زیاد مطمئن باشد (Szmelter-Jarosz, 2019). پیش از اطمینان نهایی به ابزارهای اندازه‌گیری و به‌کارگیری آن‌ها در مرحله‌ی اصلی جمع‌آوری داده‌ها، ضرورت دارد که پژوهشگر از طریق علمی، اطمینان نسبی لازم را نسبت به روا بودن به‌کارگیری ابزار موردنظر و معتبر بودن آن پیدا کند. مقصود از روایی آن است که آیا ابزار اندازه‌گیری می‌تواند ویژگی و خصیصه‌ای که ابزار برای آن طراحی شده است را اندازه‌گیری کند یا خیر؟ با توجه به شاخص‌های شناسایی شده در حوزه ارزیابی تأمین‌کنندگان بر اساس تاب‌آوری تدوین شده که بر اساس مطالعات میدانی و پژوهش‌های قبلی بوده است لذا روایی شاخص‌ها با ارزیابی نظرات ۷ نفر از خبرگان مورد ارزیابی به روش تحلیل محتوایی لاوشه قرار گرفته که نتایج در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده نشان داده شد که روایی شاخص‌های شناسایی شده مورد تائید است.

در این تحقیق بعد از شناسایی عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک دیمتل فازی به شناسایی ارتباط این عوامل پرداخته و سپس با کمک فرایند تحلیل شبکه به اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان بر اساس این شاخص‌ها پرداخته و نهایتاً با طراحی یک مدل ریاضی با استفاده از روش اپسیلون محدودیت به تخصیص بهینه سفارش به تأمین‌کنندگان می‌پردازیم.

دلفی فازی: در سال ۱۹۴۸، مؤسسه‌ی راند یک روش تجزیه‌وتحلیل تصمیم به نام روش دلفی یا تکنیک دلفی را توسعه داد. این روش (نوعی روش تحقیق تخصصی) به دانش حرفه‌ای و تجربه و قضاوت شرکت‌کنندگان بستگی دارد. ازآنجاکه متخصصان رشته‌های مشخصی به دانش فراوان، تجربه‌ی عملی و قضاوت‌های ذهنی مجهز هستند،

پاسخ‌های به‌دست‌آمده از آن‌ها کاربردی و مؤثر هستند. به علاوه، با استفاده ازاین‌روش، پاسخ‌ها به روشی علمی سازمان‌دهی می‌شوند و اجازه می‌دهند برای مسائل پیچیده اتفاق نظر حاصل شود. به شرکت‌کنندگان اجازه داده می‌شود نظرات خود را به‌طور کامل اظهار کنند و با همه‌ی نظرات به‌طور یکسان رفتار می‌شود (Vecchi & Valisi, 2021). روش دلفی فازی ترکیبی از روش دلفی و نظریه فازی است که به‌طور عمده بر عدم اطمینان و متغیرهای زبانی متمرکز است. در مقایسه با روش دلفی در این روش زمان لازم برای گردآوری داده‌ها کاهش می‌یابد (Vang et al., 2017). پرسشنامه طی سه مرحله بین خبرگان توزیع می شود و پاسخ بدست آمده با پاسخ مرحله قبل مقایسه می شود و با توجه به نتایج اختلافات به‌دست‌آمده مشخص می‌گردد که هنوز بر سر برخی از شاخص‌های در بین خبرگان اجماع به وجود نیامده است یا تایید شده بدین ترتیب در مورد شاخص‌هایی که میانگین فازی زدایی شده آن‌ها کمتر از ۵ بوده و اختلاف کمتر از ۰/۲ به‌دست‌آمده است، آن شاخص حذف می‌گردد و در مورد شاخص‌هایی که میانگین فازی زدایی شده آن‌ها بیشتر از ۵ بوده و اختلاف کمتر از ۰/۲ به‌دست‌آمده است، آن شاخص به‌عنوان شاخص نهایی تعیین می‌گردد(Zare et al., 2108).

نتایج نهایی روش دلفی در شکل۱ نشان داده شده است.



شکل شماره (۱): شبکه شاخص ها و مولفه های شناسایی شده با استفاده از تکنیک دلفی فازی

الف) تکنیک دیمتل

روش دیمتل اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط BMA در ژنو ابداع شد در آن زمان از این ابزار برای پژوهش مطالعه در مسائل پیچیده و حل آن‌ها استفاده می‌شد(Yusoff, Fkrudin, Hashim, Muhamadm, Hamat & Norina, 2021). دیمتل روشی جامع برای طراحی و تحلیل مدل ساختاری روابط علی و معلولی میان عوامل یک سیستم پیچیده است/روش دیمتل سیستم‌های پیچیده را در نظر گرفته و به مقایسه مستقیم روابط میان عوامل مختلف موجود در سیستم می‌پردازد/این روش از یک ماتریس برای نشان دادن تمامی روابط مستقیم و غیرمستقیم و سطح اثرگذاری میان عوامل استفاده می‌کند/علاوه بر این ساختاری بصری به شکل دیاگرام علت و معلولی برای نشان دادن روابط میان عوامل و ساده کردن مسئله برای تصمیم‌گیری نیز ارائه می‌کند. مدل دیمتل حاوی چندین مرحله برای دستیابی به مقدار نهایی است. آن‌ها در زیر توصیف می‌شوند.

مرحله‌ی اول: محاسبه‌ی ماتریس A ارتباط مستقیم

بعد از جمع‌آوری ارزیابی‌های حاصل از تصمیم‌گیرندگان در خصوص نظراتشان درباره‌ی روابط بین متغیرها، ماتریس ارتباط مستقیم باید محاسبه شود (معادله‌ی ۱) معمولاً، نتایج در ماتریس متوسط مقادیر حاصل از تمامی نتایج به‌دست‌آمده از اشخاص و گروه‌های مورد پژوهش هستند.

معادله‌ی ۱: ماتریس A

$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

مرحله‌ی دوم: نرمال‌سازی ماتریس A با ماتریس S

نرمال‌سازی ماتریس اولیه

$$S = s \times A \quad (۲)$$

با استفاده از معادلاتی حاصل‌شده که امکان قرار دادن تمامی عناصر بین صفر و یک را ممکن می‌سازد (معادلات ۲ و ۳).

معادله‌ی ۲: ماتریس

$$s = \min\left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}|'} \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^{n} |a_{ij}|}\right] \quad (۳)$$

معادله‌ی ۳: شاخصه‌ی S

مرحله‌ی سوم: محاسبه‌ی مجموع ماتریس ارتباط M

ماتریس S برای محاسبه‌ی مجموع ماتریس ارتباط به کارمی‌رود.

ماتریس ۴: ماتریس M

$$M = S(I - S)^{-1} \quad (۴)$$

مرحله‌ی چهارم: جمع ستون‌ها و ردیف‌ها

در این مرحله، معادله‌ی ۵ و ۶ برای مجموع ردیف‌ها و ستون‌ها حل می‌شود.

معادله‌ی ۵: نتیجه‌ی r_i

$$r_i = \left[\sum_{j=1}^{n} m_{ij}\right]_{n\times 1} \quad (۵)$$

معادله‌ی ۶: نتیجه‌ی s_i

$$s_i = \left[\sum_{i=1}^{n} m_{ij}\right]_{1\times n} \quad (۶)$$

ب) فرایند شبکه‌ی تحلیلی (ANP): ANP یک تکنیک تصمیم‌گیری جامع است که دارای ظرفیت برای گنجاندن تمامی معیارهای مربوطه بوده که دارای چندین موضع برای رسیدن به تصمیم است. فرایند سلسله‌مراتبی AHP به‌عنوان نقطه‌ی شروع ANP به کار می‌رود.

در حقیقت، ANP از یک شبکه بدون نیاز به مشخص کردن سطوح همانند در یک سلسله‌مراتب استفاده می‌کند. تأثیر یک مفهوم اصلی در ANP است و در بعضی از نمونه‌ها، اگر ابهامی در مشکل تصمیم وجود داشته باشد، استفاده از مجموع نادقیق یک روش مؤثر است و به این دلیل، در این بررسی، کاربرد نوع نادقیق ANP ارجحیت دارد.

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} (1,1,1) & \dots & (a_{1n}^{l}, a_{1n}^{m}, a_{1n}^{u}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\frac{1}{a_{1n}^{u}}, \frac{1}{a_{1n}^{m}}, \frac{1}{a_{1n}^{l}}) & \dots & (1,1,1) \end{pmatrix} \quad (۷)$$

در F-ANP برای ارزیابی تمایلات تصمیم‌گیرندگان، مقایسه‌ی جفت به جفت با استفاده از اعضای فازی مثلثی (a1,am,au) ساختاربندی می‌شوند.

معیارهای ارزیابی برای این مشکل توسط رویکرد ANP نادقیق سنجیده می‌شود و روش حداقل مربعات لگاریتمی در این بررسی استفاده می‌شود به این دلیل که یک روش مؤثر است و این روش برای محاسبه‌ی وزن‌های فازی مثلثی همانند زیر است:

$$\widetilde{w}_i = (w_i^1, w_i^m, w_i^u) \quad i = 1,2,\dots,n \qquad (۸)$$

$$a_{ij} \approx \left(\frac{\widetilde{w}_i}{w_j}\right) \qquad (۹)$$

$$w_i^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}^s\right)^{\frac{1}{n}}}{\sum_{k=1}^{n}\left(\prod_{j=1}^{n} a_{kj}^m\right)^{\frac{1}{n}}} \qquad s \in \{l,m,n\} \qquad (۱۰)$$

$$F = (n-a, n, n+b) = \frac{3n-a+b}{3} \qquad (۱۱)$$

مرحله‌ی بعدی، بردار وزن نرمال شده را می‌توان توسط چندین روش دیگر در ادبیات موضوع به دست آورد. یکی از این‌ها شاخص yager است و به‌سادگی محاسبه می‌شود (Khaki, 2013).

جدول شماره (۱) رتبه بندی تامین کنندگان

نام	ایده آل	نرمال	پایین
S1	۰/۹۱۵۹۹۰	۰/۲۱۷۱۴۱	۰/۱۰۸۵۷۱
S2	۱/۰۰۰۰۰	۰/۲۳۷۰۵۶	۰/۱۱۸۵۲۸
S3	۰/۷۳۶۰۴۰	۰/۱۷۴۴۸۳	۰/۰۸۷۲۴۲
S4	۰/۸۷۰۶۰۰	۰/۲۰۶۳۸۱	۰/۱۰۳۱۹۱
S5	۰/۶۹۵۷۷۵	۰/۱۶۴۹۳۸	۰/۸۲۴۶۹

ج) نماد و علائم ریاضی:

مجموعه و اندیس	
$S = \{1,2,\dots,s,\dots,\lvert S\rvert\}$	تامین‌کنندگان مواد اولیه (اندیس با s)
$P = \{1,2,\dots,p,\dots,\lvert P\rvert\}$	محصولات/موادی که باید تامین شود (اندیس با p)
$K = \{1,2,\dots,f,\dots,\lvert K\rvert\}$	شاخص/ویژگی‌های تعیین کیفیت هر محصول (اندیس با k)
$R = \{1,2,\dots,r,\dots,\lvert R\rvert\}$	شاخص/ویژگی‌های عملکرد یا کیفیت تامین‌کنندگان (اندیس با r)
پارامترها/داده‌های مسئله	
$\widehat{dem_p}$	کل تقاضا محصول (پارامتر غیرقطعی)
vc_{sp}	هزینه واحد تامین (یعنی هزینه خرید و حمل و نقل هر واحد) محصول p از تامین‌کننده s
fc_s	هزینه ثابت انتخاب (سفارش‌دهی و اخذ قرارداد) با تامین‌کننده s
a_{spk}	ارزش کیفی k در تامین محصول p از تامین‌کننده s
α_p	حداقل ارزش کیفی که در تامین محصول p باید ملاحظه شود
b_{sp}	پارامتر باینری: برابر با ۱ اگر تامین‌کننده s محصول p را تامین کند در غیر این صورت ۰ است
n_p	حداکثر تعداد تامین‌کننده در تامین محصول p
$Risk_s$	شاخص ریسک تامین اختلال و عدم تاب‌آوری تامین محصول از تامین‌کننده s
q_{sr}	نمره عملکرد در شاخص کیفی r برای تامین‌کننده s
متغیرهای تصمیم‌گیری	
X_s	متغیر باینری: اگر تامین‌کننده s انتخاب شود برابر با ۱؛ در غیر این صورت ۰ است. (تصمیم‌گیری در مرحله اول که پیش از مشخص شدن مقدار دقیق تقاضا باید تعیین شود)

Y_{sp}	سهم تامین‌کننده s در تامین محصول p (تصمیم‌گیری در مرحله دوم که پس از مشخص شدن مقدار دقیق تقاضا به تامین‌کنندگان تخصیص داده می‌شود)

$$\max Z_1 = \sum_{s\in S}\sum_{r\in R} q_{sr}X_s \quad (۱)$$

$$\min Z_2 = \sum_{s\in S} fc_r X_s + \sum_{\xi\in\Xi}\sum_{s\in S}\sum_{p\in P} \pi_\xi vc_{sp} dem_{p\xi} Y_{sp\xi} \quad (۲)$$

$$\min Z_3 = \sum_{s\in S} Risk_s X_s \quad (۳)$$

$$\sum_{s\in S} b_{sp}X_s \geq 1 \quad \forall p \in P \quad (٤)$$

$$\sum_{s\in S} b_{sp}X_s \leq n_p \quad \forall p \in P \quad (٥)$$

$$Y_{sp\xi} \leq b_{sp}X_s \quad \forall s \in S, p \in P, \xi \in \Xi \quad (٦)$$

$$\sum_{s\in S} b_{sp}Y_{sp\xi} = 1 \quad \forall p \in P, \xi \in \Xi \quad (٧)$$

$$\sum_{k\in K} a_{spk} \geq \alpha_p b_{sp}X_s \quad \forall s \in S, p \in P \quad (٨)$$

$$X_s \in \{0,1\} \ \forall s \in S \ ; \quad 0 \leq Y_{sp\xi} \leq 1 \ \forall s \in S, p \in P, \xi \in \Xi \quad (٩)$$

هدف دوم به‌عنوان هدف اصلی و سایر اهداف به‌صورت پیرو در نظر گرفته شده است که به شرح زیر پارامترهای اپسیلون مربوطه به‌دست‌آمده است.

جدول شماره (۲): مقادیر پارامترهای روش محدودیت اپسیلون

R3	۰/۵	R1	۲۱۸/۷
Li	۱۰	Li	۱۰
NIS3	۱/۵۰۵	NIS1	۸۵۳/۳
PISF2	۲	PISF1	۰۷۱/۱۱
Θ	۰/۰۰۰۱	Θ	۰/۰۰۰۱

سپس با استفاده از رابطه زیر مقدار اپسیلون‌ها را به دست آوردیم

$$\varepsilon_i^{\eta} = NIS_{fi} + \frac{r_i}{l_i} * \eta \quad (۲۱)$$

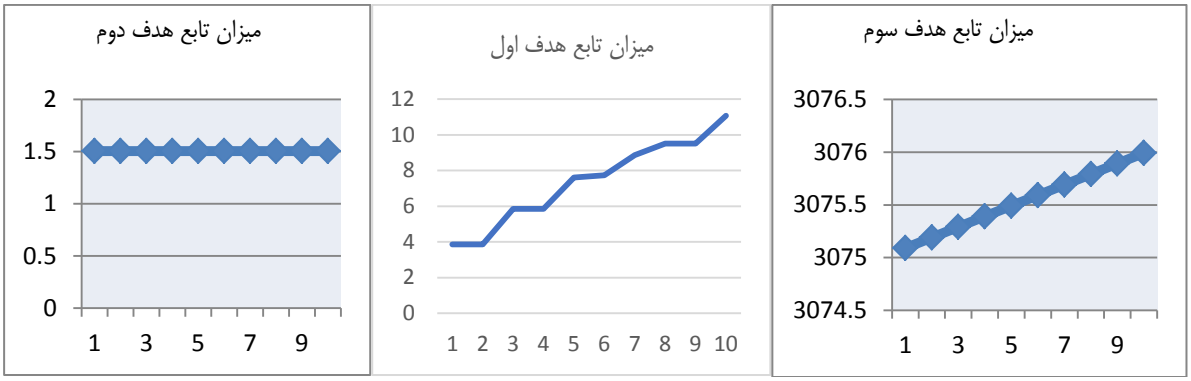
درنهایت مدل اپسیلون تقویت‌شده را با استفاده از نرم‌افزار گمز برای هر یک از اپسیلون‌ها به‌دست‌آمده حل شده است. مجموعه جواب‌های بهینه پارتو به‌دست‌آمده مطابق جدول زیر است:

جدول شماره (۳): مقادیر به‌دست‌آمده هر تابع هدف

میزان تابع هدف سوم	میزان تابع هدف دوم	میزان تابع هدف اول	تابع هدف اول ε	تابع هدف سوم ε
۰۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۸۵۳/۳	۵۷/۴	۵۵/۱
۱۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۸۵۳/۳	۳۰/۵	۶۰/۱
۲۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۸۴۵/۵	۰۱/۶	۶۵/۱
۳۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۸۴۲/۵	۷۳/۶	۷۰/۱
۴۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۶۱۵/۷	۴۶/۷	۷۵/۱
۵۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۷۳۷/۷	۱۸/۸	۸۰/۱
۶۹۱/۳۰۷۵	۵۰۵/۱	۸۶۱/۸	۹۰/۸	۸۵/۱

۹۰/۱	۶۲/۹	۵۱۹/۹	۵۰۵/۱	۷۹۱/۳۰۷۵
۹۵/۱	۳۴/۱۰	۵۱۹/۹	۵۰۵/۱	۸۹۱/۳۰۷۵
۲	۰۷۱/۱۱	۰۷۱/۱۱	۵۰۵/۱	۹۹۱/۳۰۷۵

نمودار پارتو نیز به‌صورت زیر به دست می‌آید:



شکل شماره (۲): نمودار پارتو

۳- بحث و نتیجه‌گیری

در محیط پیرامون تجاری رقابتی فعلی، زنجیره تأمین کارا و اثربخش یک نقش مهم و حیاتی برای یک شرکت برای باقی ماندت در میان رقبای خویش در صنعت مربوطه ایفا می‌کند(Qian, 2014). همان‌طور که مبین و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کردند، شرایط حاکم بر محیط پیرامون تجاری یک عدم قطعیت و نا اطمینانی و تأخیر غیرقابل پیش‌بینی بر روی شبکه‌های زنجیره تأمین تحمیل می‌کند. این مشکل منجر می‌گردد تا احتمال قطع شدن خط تولید و فاصله افتادن در ارضای نیازها و ترجیحات مشتریان روبه فزونی گراید (Shirinfar & Haleh, 2011).

از جمله نتایجی که در مسیر پژوهش در زمینه تقسیم بندی تامین کنندگان به آن رسیدیم شامل: – تقسیم بندی تامین کنندگان بعه استراتژیک،پشتیبان،جایگزین۲–ایجاد منبع پشتیبان۳–شناسایی جمعیتی که تحت تاثیر کمبود دارو هستند۴–تقسیم بندی تامین کنندگان بر اساس ریسک بالا،متوسط و پایین۵–افزایش شفافیت زنجیره تامین برای افزایش دانش مدیران برای درک تغییرات لازم و اینکه با توجه به اینکه تاکنون انتخاب تأمین‌کنندگان مطابق با نیاز شرکت و جهت برآورده کردن آن بر اساس قضاوت‌های شهودی کارشناسان انجام شده است و کارشناسان بر مبنای قضاوت خود اقدام به مقایسه تأمین‌کنندگان می‌کردند، پیشنهاد می‌شود از این به بعد با استفاده از نتایج این پژوهش درزمینه شناخت عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌عنوان معیاری برای اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش، انتخاب تأمین‌کنندگان در این شرکت و سایر شرکت‌های مشابه، با جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز مدل‌ها به‌صورت سیستماتیک و علمی انجام شود.

٤-منابع

1. Azadeh, A., Abdollahi, M., Farahani, M. H., & Soufi, H. R. (2014). Green-resilient supplier selection: an integrated approach. In *International IEEE Conference, Istanbul. july 26* (Vol. 28).
2. Yusoff, M., Fkrudin, A., Hashim, A., Muhamadm, N., Hamat, W., & Norina, W. (2021). Application of Fuzzy Delphi Technique to Identify the Elements for Designing and Developing the e-PBM PI-Poli Module. *Asian Journal of University Education*, *17*(1), 292-304.
3. Haghighat, A. (2017). Presenting Prioterizing Model of Factors Affecting On Open Innovation by Using Dematel Method. *Roshd-E-Fanavari*, *13*(51), 8-15. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=551460
4. Hosseini, S., & Barker, K. (2016). A Bayesian network model for resilience-based supplier selection. *International Journal of Production Economics*, *180*, 68-87.

5. Tsai, H. C., Lee, A. S., Lee, H. N., Chen, C. N., & Liu, Y. C. (2020). An application of the fuzzy Delphi method and fuzzy AHP on the discussion of training indicators for the regional competition, Taiwan national skills competition, in the trade of joinery. *Sustainability*, *12*(10), 4290.
6. Kamalahmadi, M., & Mellat-Parast, M. (2016). Developing a resilient supply chain through supplier flexibility and reliability assessment. *International Journal of Production Research*, 54(1), 302-321.
7. Khaki, GH. (2013). *Research Methodology (dissertation writing approach*). Tehran, Fozhan publishing.
8. Khedry, H., Jamali, G., Ghorbanpour, A. (2020). A Mixed Approach for Evaluation Preventive Maintenance Performance Based on Anti-Fragility Factors. *Journal of Production and Operations Management*, 11(3), 73-94. doi: 10.22108/jpom.2021.124605.1287
9. Karimmian, Z., Ghodsypour, S. H., & Gheidar-Kheljani, J. (2018). Supplier Selection Problem Considering Relationships between Suppliers and Supply Disruption Risk in complex products. *Journal of Production and Operations Management*, *8*(2), 135-150.
10. Lima Junior, F. R., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied Soft Computing*, 21,194-209.
11. Namdar, J., Li, X., Sawhney, R., & Pradhan, N. (2018). Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks. *International Journal of Production Research*, *56*(6), 2339-2360.
12. Pettit, T. J., Fiksel, J., & Croxton, K. L. (2010). Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of business logistics*, *31*(1), 1-21.
13. Pramanik, D., Haldar, A., Mondal, S. C., Naskar, S. K., & Ray, A. (2017). Resilient supplier selection using AHP-TOPSIS-QFD under a fuzzy environment. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, *12*(1), 45-54.
14. Qian, L. (2014). Market-based supplier selection with price, delivery time, and service level dependent demand. International Journal of Production Economics, 147, 697-706.
15. Shirinfar, M., & Haleh, H. (2011). Supplier Selection and Evaluation by Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methodology. *IUST*, 22(4), 271-280. http://ijiepr/iust/ac/ir/article-1-370-en/html. 17.
16. Szmelter-Jarosz, A. (2019). DEMATEL Method in Supplier Evaluation and Selection. *Transport Economics and Logistics*, *82*, 129-142. https://doi.org/10.26881/etil.2019.82.11
17. Saaty, T.L. (1970). *The Analytical Hierarchy Process*. Mcgraw Hill, New York.
18. Torabi, S., M. Baghersad, & S. Mansouri. (2015). Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*.79, 22-48.
19. Tavana, M/, Kaviani, M. A., Di Caprio, D., & Rahpeyma, B. (2016). A two-stage data envelopment analysis model for measuring performance in three-level supply chains. *Measurement*, 78, 322-333.
20. Vecchi, A & Valisi, V. (2021). *Supply chain resilience*. Retrieved at https://www.thebci.org/static/e02a3e5f-82e5-4ff1-b8bc61de9657e9c8/BCI-0007h-Supply-Chain-Resilience-ReportLow-Singles.pdf.
21. Wang, T.-K., Zhang, Q., Chong, H.-Y., & Wang, X. (2017). Integrated supplier selection framework in a resilient construction supply chain: An approach via analytic hierarchy process (AHP) and grey relational analysis (GRA). *Sustainability*, 9(2), 289.

22. Wilson, Prentice D. (2000). *Managing a global supply chain whit durable arm's-length supplier relationship*. Thesis (S.M.)--Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management; and, (S.M.)--Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Mechanical Engineering, 2000.
23. Zare, S., Shirvan, H. E., Hemmatjo, R., Faridan, M., Hajghani, M., & Dehaghi, B. F. (2018). Using the analytic network process method for prioritizing and weighing shift work disorders among the personnel of hospitals of Kerman University of Medical Sciences. *Journal of circadian rhythms*, *16*.
24. Piprani, A. Z., Mohezar, S., & Jaafar, N. I. (2020). Supply chain integration and supply chain performance: The mediating role of supply chain resilience. *Int J Supply Chain Manage*, *9*, 58-73.
25. Davoudabadi, R., Mousavi, S. M., & Sharifi, E. (2020). An integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem. *Journal of Computational Science*, *40*, 101074.

Identifying the Components of the Medicine Supply Chain Resilience and Designing a Model for the Order Allocation

Batool Askaryan
Department of industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Mohammad Ebrahim Pourzarandi (Corresponding Author)
Department of industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Email: pourzarandi@yahoo.com
Jalal Haghighat Monfared
Department of industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract
The risks and vulnerabilities of the supply chain have attracted much attention so far. Supply chain vulnerability is the result of risk as a contact with a serious disruption due to the internal and external supply chain risk. Companies are looking for ways to anticipate, absorb and ultimately overcome these threats in confronting with the external risks and inherent vulnerabilities which play a role in the supply chain disruptions. In such circumstances, the concept of resilience has been emerged and it demonstrates the organization's ability to deal with the unpredictable cases and if the organization is able to identify the supplier with the appropriate resilience, the organization will be more resistant to disruptions. Therefore, in this paper, the choice of supplier in the resilient supply chain has been discussed. First, the supply chain resilience factors are identified by using Fuzzy Delphi Method (FDM) and then the relationships between the resilience factors are identified through Fuzzy DEMATEL Method. Then, the suppliers are ranked with the help of ANP network analysis and finally, a Mixed Integer Programming Model which is combined with the optimal order allocation to the suppliers has been discussed.

Keywords: Resilient**,** Fuzzy Technique, Supply Chain, Fuzzy Delphi, Fuzzy DEMATEL.