مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیست و یکم، شماره دوم (پیاپی ۸۱)،تابستان ۰۳، ص ص ۱۰۸-۹۱
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

ارزیابی عملکرد تاب‌آوری زنجیره تامین صنایع دارویی تحت شرایط عدم قطعیت: رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

فاطمه بهمن[۱]، علیرضا شهرکی[۲*]، سید علی بنی‌هاشمی[۳]

۱- کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۳-استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

رسید مقاله: ۲ دی ۱۴۰۲

پذیرش مقاله: ۲۳ اردیبهشت ۱۴۰۳

چکیده

عدم قطعیت در زنجیره تامین جنبه بسیار مهمی است که به دلایل مختلفی از جمله، تحولات اجتماعی و سیاسی، کمبود مواد اولیه برای تولید و ... ایجاد می‌شود. با توجه به اهمیت سلامت جامعه، هدف پژوهش حاضر ارزیابی عملکرد شرکت‌های توزیع‌کننده دارو از نظر تاب‌آوری است. مطالعه حاضر یک پژوهش کمی-کیفی و از نوع کاربردی می‌باشد. جامعه و نمونه آماری شامل ۱۵ نفر از خبرگان در زمینه دارو می‌باشد که با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. داده‌های پژوهش با استفاده از روش میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای و ازطریق مصاحبه و پرسشنامه جمع‌آوری شد. به دلیل عدم‌قطعیت در نظرات خبرگان، از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط فازی نوع ۱ استفاده شد. وزن و اهمیت شاخص‌ها با روش سوارا فازی به‌دست آمد. سپس شرکت‌های دولتی پخش دارو در شهر بجنورد بر اساس وزن شاخص‌های تاب‌آوری زنجیره تامین با روش واسپاس فازی رتبه‌بندی شدند. در نهایت برای اطمینان از صحت نتایج به دست آمده، شرکت‌های پخش دارو با روش‌های مجموع ساده وزنی فازی و آراس فازی نیز رتبه‌بندی شدند و نتایج با هم مقایسه شدند. نتایج پژوهش نشان داد که شرکت‌های داروپخش، هجرت و فردوس از نظر تاب‌آوری زنجیره تامین به ترتیب دارای رتبه اول تا سوم هستند.

کلمات کلیدی: زنجیره تامین تاب‌آور، زنجیره تامین دارو، سوارا فازی، واسپاس فازی.

۱ مقدمه

امروزه زنجیره‌های تامین با چالش‌های بزرگی مانند تحریم، اختلال در سیستم تامین، تولید و توزیع، حوادث طبیعی و... مواجه هستند [۱]. افزایش جهانی‌شدن و پیچیدگی در زنجیره‌های تامین، باعث شده است که زنجیره‌های تامین در برابر اختلالات بسیار آسیب‌پذیر باشند، به طوری که با روش‌های سنتی مدیریت نمی‌توان

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: Shahrakiar@hamoon.usb.ac.ir

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

پاسخگوی اختلالات جبران‌ناپذیر بود. زیرا اختلالات بسیار غیرمنتظره و با عدم قطعیت همراه هستند [۲]. امروزه دارو یکی از نیازهای اساسی انسان‌ها است. وجود انواع بیماری‌ها، و مرگ و میرهای زودرس اهمیت دارو و نقش آن در زندگی انسان را بیش از پیش مهم جلوه می‌کند؛ و برای تامین سلامتی، نیاز به دارو روزبه‌روز در حال گسترش است [۳].

در شرایط کنونی و وجود تحریم‌های اقتصادی زنجیره تامین دارو به‌عنوان یکی از سیستم‌های تامین‌کننده سلامت جامعه و افراد اهمیت به سزایی دارد [۴]. تامین دارو نقش حیاتی در نظام سلامت جامعه دارد، و با توجه به وجود تامین‌کنندگان متعدد و بسیار زیاد دارو تحویل به‌موقع دارو به بیماران اهمیت بسیار زیادی خواهد داشت. بنابراین طراحی زنجیره تامینی که توانایی پاسخگویی به بیماران به‌ویژه در زمان به وجود آمدن اختلالات و بحران را داشته باشد، لازم و ضروری خواهد بود [۵]. با وجود عدم قطعیت‌ها در میزان تغییرات، اعم از تغییرات تقاضا، شرایط مالی، تغییرات فناوری، اتفاقات طبیعی و ... سازمان‌ها ملزم به صرف منابع برای مقابله با این نوع عدم اطمینان‌ها بوده تا از یک‌سو با راهکارهایی نظیر پیش‌بینی، آمادگی و ... میزان نوسانات را کاهش داده و از طرف دیگر زنجیره تامین را بهبود دهند. ازاین‌رو توجه به این‌گونه مسایل در زنجیره‌های تامین به‌ویژه زنجیره تامین دارو که اختلال در آن سلامت افراد جامعه را به خطر می‌اندازد، بسیار حایز اهمیت است. بااین‌حال مطالعات بسیار کمی برای مقابله با انواع اختلال‌ها وجود داشته و احتمال وقوع اختلال‌ها معمولاً بسیار کم و ناچیز در نظر گرفته شده است [۶].

ریسک‌ها در زنجیره تامین باعث ایجاد اختلال می‌شود، ازاین‌رو برای کاهش ریسک‌ها و پاسخ دادن به تغییرات محیطی باید زنجیره تامین کارا و موثر باشد [۷]. لذا برای مقابله با مشکلات و غلبه بر حوادث غیرقابل پیش‌بینی زنجیره تامینی تحت عنوان زنجیره تامین تاب‌آور مطرح شد [۸]. تاب‌آوری، توانایی سیستم برای برگشت به حالت اولیه خود یا حالتی بهتر از حالت اولیه بعد از وقوع بحران است [۹]. تاب‌آوری یک ویژگی چندبعدی است که شامل ابعاد فنی، سازمانی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. با استفاده از یک معیار و تمرکز روی یک بعد نمی‌توان تاب‌آوری سیستم‌ها را بیان نمود. بنابراین اتخاذ تصمیماتی که تاب‌آوری شبکه زنجیره تامین را بالا ببرد و آثار مخرب ناشی از هرگونه اختلال را کاهش دهد، بسیار حایز اهمیت است [۱۰].

برای افزایش عملکرد کارا و مؤثر در زنجیره تامین که موجب کاهش هزینه، افزایش سود و انعطاف‌پذیری زنجیره تامین شود، انتخاب تامین‌کننده بسیار موثر است. بنابراین، تامین‌کننده‌ای که بتواند در زمان وقوع اختلال تاب‌آوری زنجیره تامین را افزایش داده و زنجیره تامین را به زنجیره تامین تاب‌آور تبدیل کند، برای شرکت‌ها از اولویت برخوردار است [۱۱]. تاب‌آوری در حال حاضر به دلیل اینکه، زنجیره تامین در معرض انواع اختلالات قرار دارد، به یک نگرانی فزاینده جهانی تبدیل شده است. بنابراین استفاده از ابزارهایی که زنجیره تامین را به یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر و تاب‌آور تبدیل نماید، بسیار مهم و حایز اهمیت است [۱۲].

بررسی‌ها نشان داده است که میزان ارایه کالا و سود زنجیره تامین تاب‌آور در مقایسه با زنجیره تامین معمولی به ترتیب ۱۳ و ۹ درصد بیشتر است، بنابراین طراحی زنجیره تامین، به منظور تاب‌آور نمودن آن اقدامی راهبردی محسوب می‌شود. در زمان بروز اختلال‌ها، کلیه قسمت‌های زنجیره تامین باید آمادگی، طرح و برنامه

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

لازم جهت مقابله با اختلال‌ها را داشته باشد. عدم آمادگی و نداشتن برنامه‌ریزی لازم قبل از وقوع اختلال موجب می‌شود، تا در زمان وقوع اختلال کلیه بخش‌های زنجیره تامین و فعالیت‌ها با بحران مواجه شده و سطح فعالیت‌ها کاهش یابد [۱۳].

مدیریت تاب‌آوری زنجیره تامین که شامل راهکارهایی از جمله آمادگی، پیش‌بینی و داشتن برنامه‌ریزی است، موجب می‌شود تا زنجیره تامین قابلیت مقابله با شکست، تعدیل آن و یا قابلیت تطبیق‌پذیری با شکست و اختلال به وجود آمده را داشته باشد، و از به وجود آمدن وضعیت نامطلوب جلوگیری کند [۱۴]. باید در نظر داشت که مدیران باید به جای تمرکز بر اختلال‌ها و وقایع غیرقابل پیش‌بینی که وقوع آن‌ها مشخص نیست، زنجیره تامین را به نحوی مدیریت کرده و توسعه دهند که در زمان وقوع اختلال عملکرد خوب و توانایی مقابله را داشته باشند. توانایی پاسخگویی مناسب به اختلال‌ها یک نیاز راهبردی برای زنجیره تامین و مزیت رقابتی برای شرکت‌ها محسوب می‌شود [۱۵].

تامین‌کننده از قسمت‌های اصلی و مهم زنجیره تامین می‌باشد و با توجه به این‌که بیرون زنجیره است، می‌تواند ریسک‌های خارجی بسیار زیادی را برای سازمان به همراه داشته باشد. بنابراین درصورتی‌که تامین‌کننده تاب‌آور نباشد، در صورت وقوع اختلال می‌تواند کل سیستم را با مشکل مواجه کند [۱۱]. هدف اصلی از انجام این پژوهش رتبه‌بندی شرکت‌های دولتی توزیع دارو بجنورد از نظر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو است که تلاش شده است با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به این سوال پاسخ داده می‌شود: اولویت‌بندی شرکت‌های دولتی پخش دارو در شهر بجنورد از نظر تاب‌آوری زنجیره تامین آن‌ها به چه صورت است؟

با توجه وجود عدم قطعیت و ابهام در عبارت‌های کلامی به‌کارگیری تئوری مجموعه‌های فازی مناسب می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به اختلالات به وجود آمده و نیازهای غیرمنتظره در تامین داروها و همچنین پیدایش ویروس‌های ناشناخته و بیماری‌های جدید در زندگی مدرن و پیچیده امروز، باید در زنجیره تامین دارو، مقوله تاب‌آوری اعمال شود. تاکنون پژوهشی در زمینه ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تامین دارو شرکت‌های پخش دارو دولتی در شهر بجنورد صورت نگرفته است. آگاهی شرکت‌های دولتی پخش دارو از نظر تاب‌آوری زنجیره تامین خود و میزان اهمیت هر یک به آن‌ها کمک می‌کند تا در راستای افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تامین شرکت خود (به ویژه شرکت‌های با رتبه‌های آخر) به معیارها توجه کنند و اقدامات لازم را انجام دهند.

۲ پیشینه پژوهش

۲-۱ پیشینه نظری

زنجیره تامین: زنجیره تامین تمام فعالیت‌ها از زمان تامین ماده خام تا مصرف نهایی مشتری و خدمات مرتبط به آن‌ها و بعد از تحویل نهایی به مشتری را شامل می‌شود. به‌عبارت‌دیگر زنجیره تامین شبکه‌ای متوالی از شرکای تجاری درگیر در فرآیندهای تولید است که مواد خام را به کالاها یا خدمات نهایی تبدیل می‌کند تا تقاضای مصرف‌کنندگان برآورده شود [۱۶].

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

زنجیره تامین تاب‌آور: واژه تاب‌آوری در زنجیره تامین یا به عبارتی زنجیره تامین تاب‌آور اولین بار توسط شفی بیان شده است [۱۷]. مواردی نظیر مسایل سیاسی، تغییرات در تقاضا و فناوری، عدم ثبات مالی، اختلال‌های طبیعی، رقابت در کسب‌وکارها عوامل مؤثر بر عدم قطعیت بوده و باعث ایجاد ریسک در زنجیره تامین می‌شود. مدیریت این ریسک‌ها یعنی تاب‌آور کردن زنجیره تامین [۱۸]. تاب‌آوری زنجیره تامین به توانایی بازگشت زنجیره تامین به حالت اولیه یا حالتی بهتر از گذشته اشاره دارد. اگرچه ایجاد تاب‌آوری در زنجیره تامین، مستلزم صرف هزینه خواهد بود، ولی از هزینه‌های سرسام‌آور و غیرقابل‌جبران در زمان وقوع اختلالات و ریسک جلوگیری می‌کند. در گذشته مدیران سازمان‌ها در طراحی زنجیره تامین به کاهش هزینه‌ها و بالا بردن کیفیت خدمات توجه داشتند، درحالی‌که امروزه بر تاب‌آوری زنجیره تامین تاکید دارند [۱۹]. زنجیره تامین تاب‌آور زنجیره‌ای است که قادر به حفظ وضعیت موجود هنگام وقوع اختلال و توانایی دوری کردن از شکست است، به عبارت دیگر، بعد از وقوع اختلال توانایی برگشت به حالت اولیه و یا حالتی بهتر از حالت اولیه را داشته باشد [۲۰].

زنجیره تامین دارو: زنجیره تامین دارو یک سیستم پیوسته و منسجم است که مهم‌ترین عنصر در زنجیره سلامتی بیماران شناخته شده است. ازاین‌رو بیماران در دسترس بودن دارو را به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در کیفیت خدمات سلامت می‌دانند. در سیستم سلامت جامعه از ساده‌ترین روش درمانی مانند سردرد تا پیچیده‌ترین نوع آن مانند پیوند اعضا، چرخه نظام سلامت با دارو تکمیل می‌شود [۴]. زنجیره تامین دارو به عنوان یک سیستم، متشکل از مجموعه‌ای از اعضا، اجزا و اقدامات جهت جریان داروها از زمان تامین مواد خام تا رسیدن به دست مصرف‌کنندگان نهایی و بیماران است، که فرآیند زنجیره تامین دارو، جریان‌های اطلاعات و مالی مرتبط با آن را نیز در بر می‌گیرد. زنجیره تامین دارو علاوه بر بالابردن کیفیت خدمات منجر به نجات جان بیماران نیز می‌شود. از طرفی زنجیره تامین دارو یکی از موارد حیاتی برای افراد محسوب می‌شود و کوچک‌ترین اختلال در آن، عواقب جبران‌ناپذیر و مشکلات زیادی برای همه افراد درگیر در زنجیره تامین و کسب‌وکارها خواهد داشت [۲۱]. زنجیره تامین دارو به معنای مسیر توزیع دارو باکیفیت در موقعیت و زمان مناسب به بیماران است [۲۲].

تامین‌کنندگان تاب‌آور: تامین‌کنندگان تاب‌آور، به تامین‌کنندگانی گفته می‌شود که توانایی تامین مواد و منابع با کمترین زمان، کمترین هزینه، کمترین ریسک، بالاترین کیفیت و با انعطاف‌پذیری بالا برای پاسخ به اختلالی مانند نوسان تقاضا را داشته باشد، بدون این‌که امنیت و محیط زیست را به خطر بیندازد [۲۳].

۲-۲ پیشینه تجربی

با توجه به حساسیت تولید و تامین دارو، مدیریت و بهینه‌سازی زنجیره تامین دارو از اهمیت زیادی برخوردار است. نیازی [۲۴] در مطالعه‌ای به نقش مدیریت دانش و استفاده از آن در مدیریت کیفیت زنجیره تامین دارو به‌عنوان یک عامل مهم و کارا برای مزیت رقابتی پایدار شرکت‌ها پرداخته است. نتایج نشان داده است که مولفه‌های مدیریت دانش از جمله: ایجاد دانش، کدگذاری دانش، جابه‌جایی، انتقال و همچنین به‌کارگیری دانش بر مدیریت کیفیت زنجیره تامین و توزیع دارو اثر مثبت و معناداری دارد. مؤلفه خلق دانش به‌عنوان کم اثرترین

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

عامل و مؤلفه کدگذاری دانش به‌عنوان موثرترین عامل در مدیریت کیفیت زنجیره تامین و توزیع دارو در شرکت رازی شناخته شد. آذر و خرمی [۲۵] به طراحی مدلی از تاب‌آوری زنجیره تامین صنعت دارو در شرایط بحران با رویکرد مدلسازی ساختار تفسیری (ISM) پرداختند. با استفاده از این رویکرد، روابط بین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین در صنعت دارو نشان داده شده است. جهت بررسی مدل از تحلیل میک‌مک و روش دیمتل استفاده شده است. مدلی که با استفاده از ISM ارایه شده است، مدلی است که به‌وسیله آن نظم بر پیچیدگی عوامل تحمیل می‌شود. کبگانی و شاهبندرزاده [۹] با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به اولویت‌بندی عوامل مؤثر در انتخاب تامین‌کنندگان زنجیره تامین تاب‌آور پرداختند. در این تحقیق برای تشکیل مدل اولیه از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده کردند و سپس با نظرسنجی از کارشناسان، عوامل مؤثر را با روش‌های غیرخطی فازی و سوارا اولویت‌بندی نمودند.

اسپیسکه و همکاران[1] [۲۶] پژوهشی با هدف افزایش تاب‌آوری زنجیره تامین سلامت در شرایط بحران کرونا در اروپا انجام دادند. در این پژوهش نویسندگان با استفاده از نظریه وابستگی منابع، با ۳۹ خبره تدارکات و مدیریت زنجیره تامین در ۹ شرکت تولیدکننده تجهیزات پزشکی و گروه‌های بیمارستانی مصاحبه (نیم ساختار یافته) انجام داده‌اند. سپس، راهکارهایی مرتبط با تدارکات برای بهبود دسترسی به تجهیزات پزشکی ارایه داده‌اند تا شرکت‌ها بتوانند خود را در برابر تغییرات ناگهانی محافظت و آماده کنند. ریبیرو و باربوسا پووا[2] [۱۲] در مقاله‌ای مروری به بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه استفاده از مدل‌های کمی در تاب‌آوری زنجیره تامین پرداختند. بدین منظور، آن‌ها به بررسی ۳۹ مقاله در خصوص تاب‌آوری زنجیره تامین و توسعه روش‌های کمی پرداختند. نتیجه بررسی آن‌ها نشان داده است که تعریف یکپارچه و جامعی در خصوص تاب‌آوری زنجیره تامین وجود ندارد. بدین جهت، تعریفی مبتنی بر یک چهارچوب جامع که شامل چهار عنصر اصلی تاب‌آوری زنجیره تامین (رویداد تمرکز، قالب‌بندی تطبیقی یا پاسخ تطبیقی، سرعت و سطح عملکرد) است، ارایه کردند. همچنین به این نتیجه رسیدند که در مقالات مورد بررسی، تنها عناصر محدودی از تاب‌آوری بررسی‌شده و لازم است تحقیقات بیشتری با رویکرد جامع که تمام مولفه‌ها را پوشش دهد؛ انجام شود.

۳ روش پژوهش

مطالعه حاضر یک پژوهش کمی-کیفی و از نوع کاربردی است. در این پژوهش، ابتدا لیستی از معیارهای تاثیرگذار بر عملکرد زنجیره تامین تاب‌آور بر اساس مطالعات پیشین تهیه گردید، سپس با استفاده از نظر خبرگان معیارها دسته‌بندی و معیارهای نهایی تعیین شدند و تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی با توجه به عدم قطعیت در داده‌ها انجام شد. در نظر گرفتن زنجیره تامین در محیط فازی منجر به تاب‌آوری زنجیره تامین در برابر نوسانات و تحولات اجتماعی و سیاسی می‌شود. با توجه به این‌که یکی از موثرترین عوامل جهت مزیت رقابتی شرکت‌ها چگونگی رفتار با اختلالات است، بنابراین برنامه‌ریزی که با در

[1] Spieske et al.
[2] Ribeiro & Barbosa-Povoa

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

نظر گرفتن عدم اطمینان باشد، بسیار به واقعیت نزدیک‌تر خواهد بود [۲۷]. جهت تعیین میزان اهمیت معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین، معیارهای موثر در تاب‌آوری زنجیره تامین دارو با استفاده از روش سوارا فازی[1] وزن‌دهی شدند، تا تامین کنندگان از میزان اهمیت معیارهای تاب‌آوری مطلع شده و جهت تاب‌آور شدن زنجیره تامین شرکت خود، به معیارها توجه کرده و آن‌ها را اجرا کنند. سپس با اولویت‌بندی برخی از شرکت‌های منتخب پخش دارو، به شرکت‌هایی که در اولویت‌های پایین‌تری هستند کمک می‌شود تا در راستای عملکرد بهتر جهت افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تامین، اقدامات لازم را انجام دهند. به منظور رتبه‌بندی شرکت‌های پخش دارو از روش واسپاس فازی[2] استفاده شد. جامعه و نمونه آماری پژوهش، کارشناسان در زمینه دارو (۱۵ نفر) هستند که با توجه به تسلط افراد به موضوع پژوهش، میزان و سابقه فعالیت در زمینه دارو، همکاری با شرکت‌های پخش دارو و تسلط به موضوع با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. با مشورت خبرگان، شرکت‌های پخش دارو تعیین شدند. کلیه محاسبات مربوط به روش‌های تصمیم‌گیری فازی در محیط نرم افزار اکسل انجام گردید. روایی پرسش‌نامه خبره بر اساس نظر اساتید دانشگاه سیستان و بلوچستان تایید گردید. در ادامه مراحل هر یک از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین-بدترین فازی و واسپاس فازی توضیح داده شده است.

۳-۱ اعداد فازی مثلثی

هدف اعداد فازی بی‌اثر نمودن ابهام‌های کلامی است. اعداد فازی می‌تواند مسایل را در محیط عدم قطعیت حل کند. عدد فازی مثلثی یکی از انواع اعداد فازی است که با سه عدد حقیقی $A = (l, m, u)$ نشان داده می‌شود. کران بالا با u نشان داده می‌شود و بیشترین مقداری است که عدد فازی A می‌تواند اختیار کند. کران پایین با l نشان داده می‌شود و کمترین مقداری است که عدد فازی A می‌تواند اختیار کند. مقدار m محتمل‌ترین مقدار عدد فازی می‌باشد. تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی به صورت زیر می‌باشد:

$$\mu_{\tilde{A}}(x_i) = \begin{cases} \dfrac{x-l}{m-l} & l \le x \le m \\ \dfrac{u-x}{u-m} & m \le x \le u \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (۱)$$

[1] Fuzzy-SWARA

[2] Fuzzy Weighted Aggregated Sum Product Assessment

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

متغیرهای کلامی: برای تبدیل کردن متغیرهای کلامی از طیف لیکرت تبدیل‌شده به اعداد فازی استفاده می‌شود. در جدول ۱ تبدیل متغیرهای کلامی به عدد فازی نشان داده شده است.

فازی‌زدایی اعداد فازی: به فرآیند تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی فازی‌زدایی گفته می‌شود. پس از انجام عملیات فازی در نهایت نتایج فازی خواهند بود که به سادگی قابل تحلیل و فهم نیستند و باید به اعداد قطعی تبدیل شوند. برای فازی‌زدایی می‌توان از رابطه (۲) استفاده کرد [۲۸].

اگر $\tilde{a}_i = (l_i, m_i, u_i)$ باشد آنگاه مقدار قطعی $R(\tilde{a}_i)$ برابر خواهد بود با:

$$R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + ۴m_i + u_i}{۶} \qquad (۲)$$

۳-۲ روش تصمیم‌گیری چند معیاره سوارا فازی

روش سوارا یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در سال ۲۰۱۰ ارایه شد. در این روش معیارها براساس مقدار متوسط اهمیت نسبی رتبه‌بندی می‌شوند [۲۹]. در روش سوارای فازی مراحل روش سوارا عادی اجرا می‌شود؛ با این تفاوت که به جای داده‌های قطعی و فرمول‌های کلاسیک، از داده‌های فازی نوع یک و فرمول‌های مرتبط استفاده می‌شود. مراحل روش سوارا فازی به ترتیب عبارت است از:

مرحله ۱) معیارهای نهایی شناسایی و با نماد C_j که $j = ۱, ..., n$ مشخص می‌شوند.

مرحله ۲) گروهی از خبرگان و افراد صاحب نظر (DM_i) به عنوان تصمیم‌گیرندگان شناسایی می‌شوند.

مرحله ۳) معیارها توسط تصمیم‌گیرندگان اولویت‌بندی نزولی می‌شوند. رتبه j امین معیار توسط k امین تصمیم‌گیرنده طبق رابطه (۳) با τ_{jk} نشان داده می‌شود [۳۰].

$$\begin{cases} j = \{۱, ۲, ۳, ...N\} \\ k = \{۱, ۲, ۳, ...K\} \end{cases} \Rightarrow \tau_{jk} \qquad (۳)$$

مرحله ۴) اهمیت هر معیار ($S_{\tau_{jk}}$) نسبت به اولویت بالاتر آن توسط تصمیم‌گیرندگان به کمک متغیرهای زبانی جدول ۱ تعیین می‌شود.

جدول ۱. متغیرهای زبانی و مجموعه‌های فازی مربوط به آن‌ها برای تعیین اهمیت نسبی معیارها

اعداد فازی معادل اصطلاحات زبانی	مقیاس‌های زبانی
(۱،۱،۱)	اهمیت برابر
(۰/۶۶۶۷، ۱،۱/۵)	نسبتاً کم اهمیت
(۰/۴ ، ۰/۵، ۰/۶۶۶۷)	کم اهمیت
(۰/۲۸۵۷ ، ۰/۳۳۳۳، ۰/۴)	خیلی کم اهمیت
(۰/۲۲۲۲ ، ۰/۲۵، ۰/۲۸۵۷)	خیلی زیاد کم اهمیت

مرحله ۵) متغیرهای زبانی ($\tilde{S}_{\tau_{jk}}$) طبق جدول ۱ به اعداد فازی نوع ۱ مثلثی ($\tilde{S}_{\tau_{jk}}$) تبدیل می‌شوند.

مرحله ۶) مقادیر $\tilde{K}_{\tau_{jk}}$ برای هر کدام از مقادیر $\tilde{S}_{\tau_{jk}}$ طبق رابطه (۴) محاسبه می‌شود [۳۱].

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

$$\tilde{K}_{\tau_{jk}} = \begin{cases} \tilde{1} & \tau_{jk} = 1 \\ \tilde{1} + \tilde{S}_{\tau_{jk}} & \tau_{jk} > 1 \end{cases} \quad (۴)$$

مرحله ۷) مقادیر ضرایب وزن نسبی ($\tilde{Q}_{\tau_{jk}}$) برای هر معیار طبق رابطه (۵) محاسبه می‌شود. در واقع با استفاده از رابطه (۵)، درجه‌ای از عدم‌قطعیت به معیار اول ($\tau_{jk} = 1$) داده می‌شود [۳۲].

$$\tilde{Q}_{\tau_{jk}} = \begin{cases} \tilde{1} & \tau_{jk} = 1 \\ \dfrac{\tilde{Q}_{\tau_{jk}-1}}{\tilde{K}_{\tau_{jk}}} & \tau_{jk} > 1 \end{cases} \quad (۵)$$

مرحله ۸) وزن‌های ذهنی ($\tilde{\omega}_{jk}$) معیارها برای k تصمیم‌گیرنده با استفاده از رابطه (۶) تعیین می‌شود.

$$\tilde{\omega}_{jk} = \tilde{Q}_{\tau_{jk}} \Big/ \sum_{\tau_{jk}=1}^{M} \tilde{Q}_{\tau_{jk}} \quad (۶)$$

مرحله ۹) وزن‌های ذهنی نهایی ($\tilde{\omega}_j$) برای هر معیار با گرفتن میانگین حسابی از همه وزن‌های ذهنی معیارها با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود [۳۱،۳۲].

$$\tilde{\omega}_j = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} \tilde{\omega}_{jk} \quad (۷)$$

مرحله ۱۰) وزن‌های ذهنی نهایی معیارها جهت مقایسه با یکدیگر و رتبه‌بندی فازی‌زدایی می‌شوند. با وجود روش‌های مختلف در پژوهش حاضر از روش فازی‌زدایی روبنز طبق رابطه ۸ استفاده می‌شود [۳۳].

$$\omega_j = \frac{a_1 + (2 \times a_2) + a_3}{4} \quad (۸)$$

۳-۳ روش واسپاس فازی[1]

واسپاس یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای ارزیابی و رتبه‌بندی گزینه‌ها و انتخاب بهترین گزینه به کار می‌رود. این روش برای انتخاب گزینه بهینه از مدل ضرب وزن‌دار و جمع وزن‌دار استفاده می‌کند. وجه تمایز روش واسپاس و سایر روش‌های مشابه، استفاده از دو مدل ضرب موزون و جمع موزون است. گام‌های روش واسپاس عبارتند از [۲۸]:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: گام اول تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری است. ماتریس تصمیم‌گیری برای ارزیابی m گزینه براساس n معیار است.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1j} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \cdots & \tilde{x}_{ij} & \cdots & \tilde{x}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mj} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (۹)$$

[1] Fuzzy WASPAS

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

که در آن $i = ۱,...,\tilde{m}$ و $j = ۱,...,\tilde{n}$ است.

۲- تشکیل ماتریس نرمال‌سازی معیارها: در این گام نرمال‌سازی معیارها با توجه به رابطه (۱۰) و (۱۱) انجام می‌شود.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\tilde{X}_{ij}}{max_i\left(\tilde{X}_{ij}\right)} \qquad \text{برای معیارهای مثبت} \qquad (۱۰)$$

$$\bar{X}_{ij} = \frac{min_i\left(\tilde{X}_{ij}\right)}{\tilde{X}_{ij}} \qquad \text{برای معیارهای منفی} \qquad (۱۱)$$

ماتریس نرمال‌سازی معیارها به صورت زیر می‌باشد.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}^{۱۱}_{\vdots}\ldots & \bar{x}^{۱j}_{\vdots}\ldots & \bar{x}^{۱n}_{\vdots} \\ \bar{x}^{i۱}_{\vdots}\ldots & \bar{x}^{ij}_{\vdots}\ldots & \bar{x}^{in}_{\vdots} \\ \bar{x}_{m۱}\ldots & \bar{x}_{mj}\ldots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۱۲)$$

۳- نرمال‌سازی وزنی:

ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده وزنی $\tilde{\hat{X}}_q$ براساس مدل جمع وزن‌دار

$$\hat{X}_q = \begin{bmatrix} \hat{x}^{۱۱}_{\vdots}\ldots & \hat{x}^{۱j}_{\vdots}\ldots & \hat{x}_{۱n} \\ \hat{x}^{i۱}_{\vdots}\ldots & \hat{x}_{ij}\ldots & \hat{x}_{in} \\ \hat{x}_{m۱}\ldots & \hat{x}_{mj}\ldots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۱۳)$$

مقدار $\tilde{\hat{X}}_{ij}$ به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij}\tilde{w}_j;\ i = ۱\ldots\tilde{m}\ ;\ j = ۱,\ldots,\tilde{n} \qquad (۱۴)$$

و برای ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده وزنی $\tilde{\hat{X}}_q$ براساس مدل ضرب وزن‌دار

$$\tilde{\hat{X}}_p = \begin{bmatrix} \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{۱۱} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{۱j} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{۱n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{i۱} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{ij} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{m۱} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{mj} & \ldots & \tilde{\tilde{\hat{x}}}_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۱۵)$$

مقدار $\tilde{\tilde{\hat{x}}}_{ij}$ به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\tilde{\tilde{\hat{x}}}_{ij} = \tilde{\bar{x}}_{ij}^{\tilde{w}_j} \quad i = ۱,...,\tilde{m},\ j = ۱,...,\tilde{n} \qquad (۱۶)$$

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

٤-تابع مطلوبیت: در این مرحله مقدار تابع مطلوبیت مدل جمع وزن‌دار و مدل ضرب وزن‌دار به ترتیب براساس روابط (۱۷) و (۱۸) محاسبه می‌شود:

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{x}_{ij}; i = 1,\ldots,\tilde{m} \quad (۱۷)$$

$$\tilde{P}_i = \prod_{j=1}^{n} \tilde{\tilde{x}}_{ij}, \ \ i = 1,\ldots \tilde{m} \quad (۱۸)$$

٥-فازی‌زدایی مقادیر: در این مرحله برای فازی‌زدایی مقادیر از روابط (۱۹) و (۲۰)استفاده می‌شود:

$$Q_i = \frac{1}{3}\left(Q_{i\alpha} + Q_{i\beta} + Q_{i\gamma}\right) \quad (۱۹)$$

$$P_i = \frac{1}{3}\left(P_{i\alpha} + P_{i\beta} + P_{i\gamma}\right) \quad (۲۰)$$

٦- رتبه‌بندی آلترناتیوها: در نهایت مقدار تابع مطلوبیت برای رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از رابطه (۲۱) به دست می‌آید.

$$K_i = \lambda \sum_{j=1}^{n} Q_i + \left(1-\lambda\right)\sum_{j=1}^{n} P_i; 0 \le \lambda \le 1; 0 \le K_i \le 1 \quad (۲۱)$$

به طوری که

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^{m} P_i}{\sum_{i=1}^{m} Q_i + \sum_{i=1}^{m} P_i} \quad (۲۲)$$

٤ یافته‌های پژوهش

٤-١ وزن‌دهی به معیارها با استفاده از از روش سوارا فازی

در این بخش بر اساس مطالعات گذشته و نظرات خبرگان تمامی معیارها از نقطه نظرات مختلف جمع‌آوری شدند. معیارهای نهایی موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو شامل۱۴ مورد است. درجدول ۲ معیارهای نهایی تایید شده توسط خبرگان ارایه شده‌اند.

در این بخش نتایج روش سوارای فازی آورده شده است. معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو به صورت نزولی، اولویت‌بندی اولیه شدند. بعد از اولویت‌بندی نزولی ۱۴ معیار، اهمیت نسبی معیارها به صورت عبارت‌های کلامی مشخص شد، سپس عبارت‌های کلامی به اعداد فازی تبدیل شدند. در مرحله بعد ضرایب $\tilde{K}_{\tau_{jk}}$ و $\tilde{Q}_{\tau_{jk}}$ (k: شمارنده تصمیم‌گیرنده، j: شمارنده معیار) برای هر معیار طبق رابطه (۴) و (۵) محاسبه گردید.

سپس وزن‌های ذهنی ($\tilde{\omega}_{jk}$) برای ۱۵ تصمیم‌گیرنده به صورت مجموعه‌های فازی نوع ۱ مثلثی محاسبه گردید. در نهایت وزن‌های ذهنی نهایی برای هر معیار ($\tilde{\omega}_j$) طبق نظر تصمیم‌گیرندگان، به صورت فازی به دست آمد. وزن‌های ذهنی نهایی با استفاده از روش روبنز فازی‌زدایی گردید. در جدول ۳ نتایج محاسبات وزن‌های ذهنی نهایی به صورت فازی ($\tilde{\omega}_j$) و فازی‌زدایی شده (ω_j) و رتبه هر معیارآورده شده است.

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

جدول۲. معیارهای نهایی شناسایی‌شده بر اساس پژوهش‌های پیشین و نظر خبرگان

معیارها	تعریف	منابع
چابکی (C1)	چابکی به توانایی زنجیره تامین تاب‌آور برای پاسخ سریع به تغییرات مانند تغییر در عرضه و تقاضا و اختلالات پیش بینی نشده گفته می‌شود [۳۵].	[۷]، [۲۵]، [۳۴]، [۱۲]، [۱۷]
مدیریت دانش (C2)	مدیریت دانش شامل دانش و اطلاعات، یادگیری سازمانی، جذب دانش سازمانی، به اشتراک گذاری دانش سازمانی و فناوری در مدیریت دانش است [۳۶].	[۲۵]، [۳۴]، [۱۷]، [۳۷]
قابلیت انطباق (C3)	منظور از قابلیت انطباق، سازگاری با اختلالات است. که زنجیره تامین پس از وقوع اختلالات بتواند خود را بازیابی کند و به حالت اولیه بازگردد و یا به حالتی بهتر و مطلوب‌تر از گذشته دست یابد [۱].	[۲۵]، [۳۴]، [۱۲]، [۱۷]
آمادگی و پیش‌بینی (C٤)	آمادگی پایه و اساس و لازمه‌ی تاب‌آور شدن زنجیره تامین پیش از وقوع اختلال و پس از وقوع آن است [۳۸]. توانایی پیش‌بینی و درک حوادث اعم از اختلال‌ها و تغییرات تقاضا و عرضه می‌تواند احتمال وقوع اختلال‌ها را به حداقل برساند [۳۶].	[۲۵]، [۳۴]، [۱۷]، [۳۹]
رؤیت‌پذیری و کنترل(C٥)	رویت‌پذیری و کنترل به توانایی نظارت بر تمام قسمت‌های زنجیره تامین گفته می‌شود که می‌تواند به صورت جستجو و تحقیق، شناسایی، نظارت، شفافیت، ارزیابی ریسک، کیفیت، دما، خرید یا ساخت، و رعایت الزاماتی مانند فاصله مناسب گره‌ها، تقسیم و توزیع ریسک، اختلالات و پاداش بین اعضای زنجیره و شرکا باشد [۸].	[۲۵]، [۳۴]، [۱۲]، [۳۷]، [۱۷]، [۹]
انعطاف‌پذیری (C٦)	انعطاف‌پذیری در زنجیره تامین تاب‌آور، به توانایی تغییر و تحولات همزمان زنجیره تامین با تغییرات محیط پیش از وقوع اختلال (مانند تغییر در ظرفیت، همزمان با کاهش یا افزایش تقاضا) گفته می‌شود [۴۰].	[۷]، [۲۵]، [۳۴]، [۹]، [۲۰]
افزونگی (C٧)	افزونگی می‌تواند به صورت ذخیره سازی تجهیزات و مواد و سرمایه گذاری در آن، پشتیبانی و امنیت (از طریق تامین کننده مناسب و پشتیبان‌گیری از اطلاعات)، قرارداد، تعدد در منابع و شرکت‌ها (مانند تجهیزات اضافه و تامین‌کنندگان چندگانه) باشد. افزونگی موجب عدم توقف فعالیت‌های زنجیره تامین می‌شود [۴۰].	[۱۰]، [۲۵]، [۳۴]، [۹]
طراحی و ساختار زنجیره تامین (C٨)	طراحی شبکه زنجیره تامین یک محصول، اقدام اولیه در مدیریت زنجیره تامین است که نقش حیاتی در عملکرد زنجیره تامین داشته و موجب پاسخی پیشگیرانه قبل از وقوع اختلال و ساده‌سازی عملیات تاب‌آوری می‌شود. جهت تاب‌آوری، زنجیره تامین باید در برابر اختلال‌ها، ساختاری مقاوم و پایدار داشته باشد [۱].	[۲۵]، [۳۴]، [۴۱]
عدم‌قطعیت در میزان تغییرات (C٩)	عدم‌قطعیت در میزان تغییرات، در واقع به نوسانات و تغییرات نامشخص و نامعلوم گفته می‌شود، مانند عدم-قطعیت در میزان تغییرات منابع و مواد اولیه، تقاضا، عرضه و توزیع، فرآیندها و محیط [۸].	[۱۷]، [۴۲]
مدیریت پیچیدگی گره و جریان (C١٠)	پیچیدگی گره و جریانات به معنای تعداد زیاد گره‌ها و جریانات است پیچیدگی می‌تواند در تحویل، تامین‌کنندگان، ساختار و عملیات باشد. جریانات در زنجیره تامین به جابه جایی‌ها، فعالیت‌ها و ... برای کالا، خدمت و اطلاعات، گفته می‌شود. گره در زنجیره تامین به نقطه ابتدا و انتهای چند جریان گفته می‌شود [۴۱].	[۱۷]، [۲۵]، [۴۱]
همکاری (C١١)	به توانایی کارکردن قسمت‌های مختلف زنجیره تامین با یکدیگر جهت بهره بردن دو طرفه از منافع منابع، همکاری گفته می‌شود [۱].	[۲۵]، [۳۴]، [۱۷]
انسجام (C١٢)	انسجام در زنجیره تامین فرایندی است که موجب همکاری و فعالیت متقابل بین شرکت‌های زنجیره تامین و افزایش عملکرد در بازار می‌شود [۴۳].	[۱۷]
نوآوری (C١٣)	یکی از راهکارهای مهم و تأثیرگذار برای سازگاری با تغییرات و اختلال‌ها، نوآوری است که موجب بقا و رشد زنجیره تامین می‌شود [۴۰]. نوآوری می‌تواند به صورت یک فرآیند جدید، یک قابلیت و یا به صورت محصول جدید باشد [۴۴].	[۳۹]، [۴۴]
نحوه مدیریت (C١٤)	مدیریت کارآمد از عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین محسوب می‌شود که موجب عملکرد بهتر، برنامه‌ریزی و استراتژی‌های بهبود عملکرد می‌شود [۱۹].	[۴۲]، [۳۴]، [۱۲]، [۱۷]

(منبع: یافته‌های محققین)

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

جدول ۳. وزن‌های ذهنی نهایی به‌دست آمده برای معیارها بر اساس نظر خبرگان و مقادیر فازی‌زدایی‌شده

معیارها	وزن‌های نهایی خبرگان ($\tilde{\omega}_j$)	وزن‌های فازی‌زدایی‌شده (ω_j)	رتبه
۱C	(۰/۱۴۰۶ ،۰/۱۶۲۱ ،۰/۱۸۸۴)	۰/۱۶۳۳	۲
۲C	(۰/۱۵۷۹ ،۰/۱۷۹ ،۰/۱۹۲۱)	۰/۱۷۷	۱
۳C	(۰/۰۴۰۹ ،۰/۰۵۱۵ ،۰/۰۶۴۰)	۰/۰۵۲۰	۷
۴C	(۰/۱۳۸۰ ،۰/۱۵۹۹ ،۰/۱۶۵۹)	۰/۱۵۵۹	۳
۵C	(۰/۰۶۱۳ ،۰/۰۷۰۲ ،۰/۰۸۲۹)	۰/۰۷۱۱	۶
۶C	(۰/۰۲۱۰ ،۰/۰۲۹۰ ،۰/۰۵)	۰/۰۳۲۳	۱۲
۷C	(۰/۰۳۱۰ ،۰/۰۴۰۵ ،۰/۰۵۲۰)	۰/۰۴۱	۹
۸C	(۰/۰۵۸۰ ،۰/۰۷۱۰ ،۰/۰۸۸۴)	۰/۰۷۲۱	۵
۹C	(۰/۰۰۹۰ ،۰/۰۱۲۹ ،۰/۰۲۰۱)	۰/۰۱۳۷	۱۳
۱۰C	(۰/۰۲۸۰ ،۰/۰۳۳۰ ،۰/۰۴۰۱)	۰/۰۳۳۵	۱۱
۱۱C	(۰/۰۳۵۸ ،۰/۰۴۷۹ ،۰/۰۶۴۰)	۰/۰۴۹۰	۸
۱۲C	(۰/۰۱۰۸ ،۰/۰۱۳۰ ،۰/۰۱۴۰)	۰/۰۱۲۷	۱۴
۱۳C	(۰/۰۲۹۹ ،۰/۰۳۶۸ ،۰/۰۴۷۰)	۰/۰۳۷۶	۱۰
۱۴C	(۰/۰۷۲۰ ،۰/۰۸۷۹ ،۰/۱۰۷۷)	۰/۰۸۸۸	۴

[منبع: یافته‌های محققین]

٤-۲ رتبه‌بندی کلی شرکت‌های توزیع دارو با استفاده از روش واسپاس فازی

جهت به کارگیری روش واسپاس فازی در ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری برای ارزیابی ۶ شرکت دولتی پخش دارو در شهر بجنورد (گزینه‌ها) براساس ۱۴ معیار تشکیل شد. برای تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی از جدول ۴ استفاده شد.

جدول ٤. مقیاس ارزیابی فازی

(۰/۹ ،۱ ،۱)	خیلی خوب
(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	خوب
(۰/۵ ،۰/۷ ،۰/۹)	متوسط تا خوب
(۰/۳ ،۰/۵ ،۰/۷)	متوسط
(۰/۱ ،۰/۳ ،۰/۵)	کم تا متوسط
(۰ ،۰/۱ ،۰/۳)	کم
(۰ ،۰ ،۰/۱)	خیلی کم

در فرآیند حل مساله پس از تشکیل ماتریس تصمیم نهایی براساس میانگین نظر خبرگان، ماتریس تصمیم نرمال تشکیل شد و معیارها نرمال‌سازی شدند. در این ارزیابی معیار (C_9) دارای ماهیت منفی و سایر معیارها دارای ماهیت مثبت می‌باشند. سپس محاسبه ارزش تابع بهینه بر پایه روش WSM (جمع وزنی) و روش WPM (ضرب وزنی) صورت گرفت. ماتریس WSM از ضرب بردار وزن معیارها در عناصر ماتریس نرمال و ماتریس WPM نیز با به توان رساندن عناصر ماتریس نرمال براساس بردار وزن حاصل شد. در ادامه ارزش تابع بهینه محاسبه شده و

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

مقادیر $\tilde{Q}_i$ و $\tilde{P}_i$ با استفاده از روابط (۱۷) و (۱۸) محاسبه گردید. همچنین مقادیر قطعی Q_i و P_i با استفاده از روابط (۱۹) و (۲۰) به‌دست آمد.

جدول ۵. مقادیر Q_i و P_i

شرکت پخش دارو	$\tilde{Q}_i$	$\tilde{P}_i$	Q_i	P_i
داروپخش	(۰/۵۹۷۸، ۰/۸۵۳۰، ۱/۱۱۴۵)	(۰/۷۵۴۶، ۰/۸۵۰۴، ۰/۹۱۱۵)	۰/۸۵۵۱	۰/۸۳۸۸
هجرت	(۰/۴۹۸۵، ۰/۷۸۰۸، ۱/۱۰۳۳)	(۰/۶۴۶۷، ۰/۷۷۱۹، ۰/۸۹۱۱)	۰/۷۹۴۲	۰/۷۶۹۹
فردوس	(۰/۵۰۶۲، ۰/۷۶۷۹، ۱/۰۵۴۵)	(۰/۶۵۰۹، ۰/۷۵۵۳، ۰/۸۴۳۶)	۰/۷۷۶۲	۰/۷۴۹۹
داروگستر رازی	(۰/۴۶۸۸، ۰/۷۲۷۰، ۱/۰۰۴۹)	(۰/۶۱۲۱، ۰/۷۱۹۴، ۰/۸۰۱۲)	۰/۷۳۳۶	۰/۷۱۰۹
البرز	(۰/۲۶۸۵، ۰/۵۲۰۴، ۰/۸۵۲۳)	(۰/۳۸۲۱، ۰/۵۱۲۵، ۰/۶۵۵۲)	۰/۵۴۷۱	۰/۵۱۶۶
قاسم ایران	(۰/۲۰۳۱، ۰/۴۲۲۹، ۰/۷۴۴۱)	(۰/۳۰۵۵، ۰/۴۱۷۸، ۰/۵۵۷۶)	۰/۴۵۶۷	۰/۴۲۶۹

در نهایت با محاسبه مقدار K_i رتبه‌بندی شرکت‌های پخش دارو صورت گرفت. مقدار بهینه λ استفاده شده در محاسبه K از رابطه (۲۲) برابر با ۰/۴۹۰۸ برآورد شد.در جدول ۶ رتبه‌بندی نهایی شرکت‌ها با استفاده از روش واسپاس فازی ارائه شده است.

جدول ٦. رتبه‌بندی شرکت‌های پخش دارو

رتبه	K_i	شرکت پخش دارو
۱	۰/۸۴۶۸	داروپخش
۲	۰/۷۸۱۸	هجرت
۳	۰/۷۶۲۸	فردوس
۴	۰/۷۲۲۰	داروگستر رازی
۵	۰/۵۳۱۶	البرز
۶	۰/۴۴۱۶	قاسم ایران

براساس نتایج به‌دست آمده از روش واسپاس فازی، شرکت داروپخش دارای رتبه نخست بین ۶ شرکت پخش دارو می‌باشد. شرکت‌های هجرت، فردوس و داروگستر رازی نیز به ترتیب رتبه‌های دوم، سوم و چهارم را به خود اختصاص داده‌اند.

٤-۳ مقایسه نتایج حاصل از روش‌های دیگر

در این پژوهش به منظور کسب اطمینان از نتایج روش استفاده‌شده، مساله با روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد ارزیابی قرار گرفت. از روش‌های مجموع ساده وزنی فازی[1] و آراس فازی[2] نیز جهت رتبه‌بندی شرکت‌ها استفاده شد. نتایج در جدول ۷ آورده شده است.

[1]fuzzy SAW
[2]fuzzy ARAS

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

جدول ۷. مقایسه نتایج رتبه‌بندی واسپاس فازی با سایر روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره فازی

شرکت پخش دارو	Fuzzy WASPAS	Fuzzy SAW	Fuzzy ARAS
داروپخش	۱	۱	۱
هجرت	۲	۲	۲
فردوس	۳	۳	۳
داروگستر رازی	۴	۵	۴
البرز	۵	۴	۵
قاسم ایران	۶	۶	۶

۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

امروزه دارو به‌عنوان پل ارتباطی بین بیماران و نظام سلامت جامعه است و به صورت مستقیم با سلامت و جان افراد جامعه در ارتباط است. بنابراین زنجیره تامین دارو نقش مهم و حیاتی در نظام سلامت جامعه دارد و یکی از مهم‌ترین اهداف نظام سلامت در هر کشوری است. با توجه به پیدایش بیماری‌های جدید در زندگی مدرن و پیچیده امروزی و نیازهای غیرمنتظره در تامین داروها، باید در زنجیره تامین دارو مقوله تاب‌آوری اعمال شود. هدف پژوهش حاضر رتبه‌بندی شرکت‌های پخش دارو بر اساس معیارهای انتخاب شده است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و روش میدانی ازطریق مصاحبه و پرسشنامه جمع‌آوری گردید. با توجه به وجود عدم‌قطعیت در عبارت‌های زبانی از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی استفاده شد. در این پژوهش با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو شناسایی شدند. تعیین وزن و اهمیت معیارها با استفاده از روش سوارا فازی انجام شد. معیار مدیریت دانش با وزن ۰/۱۷۷ دارای اول، معیار چابکی با وزن ۰/۱۶۳۳ دارای رتبه دوم و معیار آمادگی و پیش‌بینی با وزن ۰/۱۵۵۹ دارای رتبه سوم می‌باشند. اهمیت بالای به دست آمده برای سه معیار مدیریت دانش، چابکی، و آمادگی و پیش‌بینی با اولویت‌بندی به دست آمده در مطالعه آذر و خرمی [۲۵] هم‌راستا است. اولویت اول برای معیار مدیریت دانش و اهمیت بیشتر معیارهای آمادگی و پیش‌بینی و نحوه مدیریت نسبت به انعطاف‌پذیری و یکپارچه‌سازی که در اولویت‌های بعدی قرار دارند با نتایج به‌دست آمده در سطح‌بندی مطالعه طهماسبی و حامی [۳۴] یکسان است. اطلاع شرکت‌های پخش دارو از معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین و میزان اهمیت هر یک به آن‌ها کمک می‌کند تا در راستای افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تامین شرکت خود به معیارها توجه کنند و اقدامات لازم را انجام دهند. رتبه‌بندی ۶ شرکت دولتی پخش دارو در شهربجنورد براساس معیارها با روش واسپاس فازی انجام شد. براساس نتایج به دست آمده شرکت‌های پخش دارویی که در رتبه اول، دوم و سوم قرار دارند، به ترتیب عبارتند از: شرکت دارو پخش، هجرت و فردوس. همچنین جهت اعتبارسنجی نتایج به‌دست آمده، شرکت‌های پخش دارو با روش‌های مجموع ساده وزنی فازی و آراس فازی نیز رتبه‌بندی شدند. در ادامه با توجه به بررسی‌های انجام‌شده پیشنهادهایی ارایه می‌شود. پیشنهادهای کاربردی بر اساس نتایج به‌دست آمده برای مدیران و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی به پژوهشگران ارایه شده است.

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

۱. با توجه به معیارهای نهایی شناسایی‌شده موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین دارو، پیشنهاد می‌شود شرکت‌ها معیارهای موثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین را شناخته و اهداف خود را هم‌راستا با معیارها تنظیم کنند.

۲. با توجه به میزان اهمیت معیارهای تاب‌آوری زنجیره تامین پیشنهاد می‌شود هر یک از این موارد به ترتیب میزان اهمیت در شرکت‌ها بررسی نهایی‌شده و امکانات و منابع موردنیاز جهت اجرای هریک فراهم شود و به معیارهای مدیریت دانش، چابکی، آمادگی و پیش‌بینی و نحوه مدیریت توجه بیشتری شود.

۳. پیشنهاد می‌شود مدیران با برگزاری دوره‌های آموزشی مستمر برای افزایش اطلاعات، مهارت و دانش افراد و آشنایی آن‌ها با فناوری‌های روز بپردازند.

۴. مدیران شرکت‌ها در کل زنجیره تامین باید پیش‌بینی، آمادگی و برنامه‌ریزی مناسب (جهت مدیریت بهتر) داشته باشند تا کل زنجیره تامین بتواند در راستای تاب‌آوری شرکت قدم بردارد.

۵. به مدیران و کلیه کارکنان پیشنهاد می‌شود از طریق ایجاد چشم انداز مشترک برای مواجهه اثربخش با بحران‌ها و اختلالات مانند اولویت‌های خرید و پشتیبانی دارو با اعضا زنجیره تامین همکاری و هماهنگی ایجاد شود. در همه امور با یکدیگر مشورت کنند و از نظرات یکدیگر برای پاسخگویی به اختلال و تاب‌آوری زنجیره تامین بهره ببرند.

۶. مدیران جهت تقویت شرکت‌های با رتبه ضعیف می‌توانند با توجه و اجرای عوامل مؤثر در معیارهای مهم، شرکت خود را از نظر تاب‌آوری قوی‌تر کنند. برای این منظور به مدیران پیشنهاد می‌شود ابتدا از معیارهای دارای اهمیت بیشتر شروع کنند و معیارها را در شرکت خود تقویت کنند.

۷. ایجاد هماهنگی بیشتر بین بخش دولتی و خصوصی برای مقابله با مشکلات زنجیره تامین دارو.

۸. شناسایی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با زنجیره تامین دارو در شرکت‌های توزیع دارو و اتخاذ تدابیر مناسب برای کاهش اثرات منفی آن‌ها.

۹. بهره‌گیری از سیستم‌های اطلاعاتی و فناوری‌های نوین برای بهبود و کنترل زنجیره تامین دارو و تحویل به‌موقع و بهتر دارو به مشتریان که از ضروریت‌های چابکی در عملیات و فرآیندها می‌باشد.

همچنین برای انجام پژوهش‌های آتی توصیه می‌گردد از سایر روش‌های جدید وزن‌دهی مانند روش بهترین-بدترین استفاده کرده و پژوهش در محیط فازی نوع ۲ بازه‌ای یا محیط خاکستری انجام شود.

منابع

[1] Jafarnejad Chaghooshi A, Arab A, Ghasemian Sahebi I. (2020). Providing a Mathematical Model for Evaluating Resilient Suppliers and Order Allocation in Automotive Related Industries, journal of operational research and its applications (journal of applied mathematics), 16 (4), 55-72. (In Persian)

[2] Khodadadinejad H., Asgari Hatemabadi H., Khalili Nasr A. (2019). The role of social capital in the supply chain in the resilience of the supply chain of medical services, 7th International Conference on Management and Humanities Science Research in Iran, Tehran, pp. 1-26. (In Persian)

[3] Eslamitabar, S., lame, E., Alizade Malek, S., & Anvar, F. (2021). Intellectual Property Rights and Research and Development Challenges in the Pharmaceutical Industry. Journal of Halal Research, 4(1), 68-85. Doi: 10.30502/h.2021.270854.1061. (In Persian).

[4] Mardani, S., Jabari, F., Shojauddin, N., Poursadat, M. (2019). A review of drug supply chain management and planning and challenges ahead in Iran. the first international conference on new

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

challenges and solutions in industrial engineering and management and accounting, Adib Mazandaran Higher Education Institute and Taqdis Scientific Center, Iran. (In Persian).

[5] Babazadeh, S. F., Emami, S., Khosraviyan Ghadiklaee, Y. (2019). Drug supply chain design for an integrated health system. 15th Iran international industrial engineering conference Jan 23 – 24. 1-8. (In Persian)

[6] Zarei, A. A., Shakeri, M., Azar, A., Maleki Min Bash Razgah, M. (2019). Presenting a mathematical model for analyzing the interactive risks of the drug supply chain system using Bayesian belief networks. Organizational resource management research, 9(1), 141-163. (In Persian)

[7] Azar, A., Shahbazi, M., Yazdani, H. D., Mahmoudian, O. (2019). Designing a resilience assessment model of the electricity industry supply chain using mixed approach: theme analysis and factor analysis. Industrial Management Journal, 11(1), 45-62. DOI: 10.22059/imj.2019.276716.1007563. (In Persian)

[8] Ponomarov, S. Y., Holcomb, M.C. (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. The international journal of logistics management, 20(1), 124-150. DOI: 10.1108/09574090910954873

[9] Kabgani, M. H. & Shahbandarzadeh, H. (2019). Quantitative Analysis Criteria for Selecting Suppliers in the Resilience Supply Chain Using Multi Criteria Decision Making Techniques. Iranian journal of trade studies (IJTS), 23(90), 115-140. (In Persian)

[10] Roshani, A. R., Gholamian, M. R., Arabi, M. (2021). A Two-Stage Stochastic Programming Approach to Design a Resilient Pharmaceutical Supply Chain Network (a Case Study of COVID-19). 14th international conference of Iranian operations research society 19 – 21 October, 2021 – Mashhad. (In Persian)

[11] Askariyan, B., Pourzarandi, M. E., Haghighat Monfared, J. (2021). Identifying the Components of the Medicine Supply Chain Resilience and Designing a Model for the Order Allocation. Journal of Strategic Management in Industrial Systems (former Industrial Management), 17(60), 92-103. (In Persian).

[12] Ribeiro, J.P., Barbosa-Povoa, A. (2018). Supply Chain Resilience: Definitions and quantitative modelling approaches-A literature review, Computers & Industrial Engineering, 115, 109-122.

[13] Yavari, M., & Aghelan, M. (2020). Supply chain network redesign to make a resilient supply chain b y establishing alliance strategy. Sharif Journal of Industrial Engineering & Management, 35.1(2.1), 139-152. Doi: 10.24200/j65.2018.50645.1860, (In Persian).

[14] Ravanstan K., Aghajani H. A., Safaei Ghadikalaei, A. and Yahyazadehfar, M. (2019). Determination of Resilience Strategies and Their Reciprocal Influences in Iran Khodro Supply Chain, Productivity Management (beyond management), 12(48) pp. 105-144. (In Persian)

[15] Rahimi Sheikh, H., Sharifi, M., & Shahriari, M. R. (2017). Designing a Resiliense Supply Chain Model (Case Study: the Welfare Organization of Iran). Journal of Industrial Management Perspective, 7(3), 127-150. (In Persian)

[16] Mensah, P., Merkuryev, Y. (2014). Developing a resilient supply chain, Procedia-Social and behavioral sciences, 110, 309-319.

[17] Sedighpour, A., Zandieh, M., Alem Tabriz, A., & dori, B. (2018). Resilient Supply Chain Model in Iran Pharmaceutical Industries. Industrial Management Studies, 16(51), 55-106. Doi: 10.22054/jims.2018.28335.1960. (In Persian)

[18] Derakhshi Khajeh, F., & Jabarzadeh, Y. (2020). Developing a causal model of factors influencing supply chain resilience. Iranian Journal of Supply Chain Management, 22(68), 56-73. (In Persian)

[19] Abbasi, E., Ahmadi, S. H., Heydari E. (2013). Ranking of pharmaceutical industry companies using multi-criteria decision making and genetic algorithm. Journal of Health Accounting, 2(1), 57-77. DOI: 10.30476/JHA.2013.16719. (In Persian)

[20] Carvalho, H., Naghshineh, B., Govindan, K., Cruz-Machado, V. (2022). The resilience of on-time delivery to capacity and material shortages: An empirical investigation in the automotive supply chain, Computers & Industrial Engineering, 171, 1-23.

[21] Alidoost, F., Bahrami, F., & Safari, H. (2020). Multi-Objective Pharmaceutical Supply Chain Modeling in Disaster (Case Study: Earthquake Crisis in Tehran). Journal of Industrial Management Perspective, 10(3), 99-123. Doi: 10.52547/jimp.10.3.99. (In Persian).

[22] Jafari Eskandari, M., Nozari, H., & mokhtari saghinsara, M. (2020). Implementation of fuzzy-robust programming method in the locating-routing and allocation multi-objective pharmaceutical supply chain problem under uncertainty. Journal of Decisions and Operations Research, 5(1), 71-48. Doi: 10.22105/dmor.2020.236652.1162. (In Persian)

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

[23] Rajesh, R., and Ravi, V. (2015). Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach, Journal of Cleaner Production, 86, 343-359.
[24] Niazi, M. (2021). The role of knowledge management on the quality management of drug supply and distribution chain (case study: Razi Distribution Company). The fifth scientific conference on new achievements in the studies of management, accounting and economic sciences in Iran, Iran, 42. (In Persian)
[25] Azar, A., and Khorrami, A. (2021). Designing the supply chain agility model in the pharmaceutical industry with an approach Interpretive Structural Modeling (ISM). Public management research, 14(53), 29-63. DOI: 10.22111/JMR.2021.34316.5081. (In Persian)
[26] Spieske, A., Gebhardt, M., Kopyto, M., & Birkel, H. (2022). Improving resilience of the healthcare supply chain in a pandemic: Evidence from Europe during the COVID-19 crisis. Journal of Purchasing and Supply Management, 28(5), 100748.
[27] Mohammadi, M., & Soleimani, H. (2020). Investigating Open Loop and Closed-Loop Supply Chain under Uncertainty (Case Study: Iran Teransfo Company). Journal of Industrial Management Perspective, 10(2), 33-53. Doi: 10.52547/jimp.10.2.33. (In Persian)
[28] Einy - Sarkalleh, G., Hafezalkotob, A., Tavakkoli - Moghaddam, R., & Najafi, E. (2022). Identifying the Main Obstacles to Carrying Outbi-directional Contracts in Supply Chains by Adopting the Best-worst Method and Undertaking Weighted Aggregates Sum Product Assessment: A Fuzzy Approach. Industrial Management Journal, 14(2), 310-336. Doi: 10.22059/imj.2022.345154.1007956. (In Persian)
[29] Jamali, GH.R. (2015). Forecasting Market Share and Customers Retention and Turnover Probability in Banks of Bushehr City: an Analytical Comparing Using Markov Chain and SWARA, journal of operational research and its applications (journal of applied mathematics), 11(4), 75-87. (In Persian)
[30] Keršuliene, V., Zavadskas, E.K., Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). Journal of business economics and management, 11(2), 243-258. DOI: 10.3846 / jbem.2010.12
[31] Mavi, R. K., Goh, M., Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. The international journal of advanced manufacturing technology, 91, 2401-2418.
[32] Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., Ghaderi, H. (2018). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. Applied Soft Computing Journal, 65, 307-319, DOI: 10.1016/j.asoc.2018.01.023
[33] Mish Maste Nehi, H., Javanmard, M. (2019). Solving the interval type-2 fuzzy linear programming problem (PhD thesis. University of Sistan and Baluchistan). (In Persian)
[34] Tahmasabi H. A., Hami M. (2018). Analyzing the resilience and sustainability criteria of the supply chain in the pharmaceutical industry using the interpretive structural analysis method. Scientific Journal of Standard and Quality Management, 9(4), Series 34, 40-48. (In Persian)
[35] Karimi ghasem abad, S., Safaei Ghadikolaei, A. (2015). Suppliers selection in resilient supply chain: used by fuzzy DEMATEL approach (case study in SAPCO Supply Chain) (Master's thesis, Nima Institute of Higher Education). (In Persian)
[36] Chammzkoti, H., Namadchian, H., Davoudi, S. (2012). A study of the Impact of knowledge management on supply chain capability. Spectrum: A journal of multidisciplinary research, 1(7), 1-9.
[37] Sunmola, F., Burgess, P., Tan, A., Chanchaichujit, J., Balasubramania, S., Mahmud, M. (2023). Prioritising Visibility Influencing Factors in Supply Chains for Resilience. Procedia Computer Science, 217, 1589-1598. DOI: 10.1016/j.procs.2022.12.359
[38] Seddiqpour, A., Zandieh, M., Alam Tabriz, A., Dari Nokurani, B. (2017). Designing and explaining the resilient supply chain model in Iran's pharmaceutical industry. Scientific-Research Quarterly of Industrial Management Studies, 16(51), 55-106. (In Persian)
[39] Orlando, B., Tortora, D., Pezzi, A., Bitbol-Saba, N. (2022). The disruption of the international supply chain: Firm resilience and knowledge preparedness to tackle the COVID-19 outbreak. Journal of International Management, 28(1), 100876. DOI: 10.1016/j.intman.2021.100876.
[40] Moradi Masjedbari, A. R., Makoui, A. (2018). Investigating the principles and strategies of supply chain resilience under disruptions. National conference on new researches in management and industrial engineering. 1-16. (In Persian)

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]

[41] Queiroz, M. M., Wamba, S. F., Jabbour, C. J. C., Machado, M. C. (2022). Supply chain resilience in the UK during the coronavirus pandemic: a resource orchestration perspective. International Journal of Production Economics, 245, 108405. DOI: 10.1016/j.ijpe.2021.108405

[42] Roshani, A. R., Gholamian, M. R., Arabi, M. (2023). A Two-Stage Stochastic Programming Approach to Design a Resilient Pharmaceutical Supply Chain Network (a Case Study of COVID-19). Journal of Decisions and Operations Research, 8(1), 176-195. DOI: 10.22105/dmor.2022.315105.1527. (In Persian).

[43] Yarian Tel Zali, Z., Shamsodini, A. (2015). Supply chain integration. the fourth international conference on modern researches in management, economics and accounting, Berlin-Germany. (In Persian)

[44] Sayadi Turanlou, H., Mirghfouri, S. H. A., Ardibehesht, M. (2018). Analysis of factors affecting the implementation of innovation management using fuzzy multi-criteria decision-making techniques type 2 in Yazd Regional Electric Company (Master's thesis, University of Science and Art, affiliated to Academic Jihad). (In Persian)

[Downloaded from jamlu.liau.ac.ir on 2025-07-04]

[DOI: 10.71773/jamlu-2024-1-2243]