



یادداشت فنی

استفاده از یک روش ترکیبی جدید مبتنی بر DEMATEL فازی و TOPSIS گروهی فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان در شبکه لجستیک معکوس

علیرضا عیدی^{۱*}، جمشید فلاح^۲

۱. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.
۲. کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، اصفهان، ایران.

خلاصه

بسیاری از شرکت‌ها به دلیل محدودیت منابع، قادر به انجام همه فعالیت‌های لجستیک معکوس نمی‌باشند یا اینکه تمایلی به انجام این امور ندارند. از این‌رو، بخشی از فعالیت‌های مربوط به لجستیک معکوس را به منابعی (تأمین‌کنندگان) خارج از شرکت واگذار می‌نمایند. انتخاب بهترین تأمین‌کننده لجستیک معکوس بر اساس بررسی تعدادی از شاخص‌های متضاد توسط گروهی از تصمیم‌گیرندگان صورت می‌گیرد. این شاخص‌ها که بعضاً متغیرهای زبانی هستند باید به مقادیر کمی تبدیل شوند و این کار از طریق وزن دهی در محیط فازی انجام می‌شود. در این تحقیق، یک روش تلفیقی جدید برای انتخاب تأمین‌کنندگان توسعه داده می‌شود، به نحوی که دربرگیرنده الزامات لجستیک معکوس نیز باشد. بدین ترتیب که پس از شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان؛ با روش DEMATEL فازی، ساختار روابط بین این معیارها را اندازه‌گیری نموده و پس از تعیین شاخص‌های مربوط به هر گزینه در هر معیار، با روش TOPSIS گروهی فازی اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق تشابه به راه‌حل ایده آل انجام داده و نهایتاً از بین گزینه‌های موجود بهترین تأمین‌کننده انتخاب می‌شود. در این تحقیق، یک مطالعه موردی برای نشان دادن توانایی‌های رویکرد پیشنهادی ارائه می‌شود.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۳۹۵/۱۰/۰۸

پذیرش ۱۳۹۸/۰۱/۱۹

کلمات کلیدی:

انتخاب تأمین‌کنندگان
لجستیک معکوس
DEMATEL فازی
TOPSIS گروهی فازی

۱- مقدمه

دارای تاریخ انقضا و نیز حمل‌ونقل نامناسب و طولانی‌مدت با عودت کالا به مبدأ و یا به اصطلاح کالای برگشتی مواجه شود که این موضوع می‌تواند دربرگیرنده کالاهای سالم یا ناسالم (معیوب) باشد. موضوع لجستیک معکوس شامل فرآیندهای مرتبط با کالاهای عودتی و برگشتی و نحوه برخورد مناسب با این نوع اقلام به‌منظور افزایش بهره‌وری، سوددهی و کارآمدی بیشتر سازمان لجستیکی است. از سوی دیگر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان و مشتریان از یکدیگر و نیز نتیجه این اثرها که در پایان به‌صورت کیفیت، زمان تولید و زمان تحویل، رضایتمندی مشتریان و کاهش هزینه‌ها مشخص می‌شوند، باعث آن شده است

پس از استقرار زنجیره تأمین در یک سازمان لجستیکی و انجام فعالیت‌های مربوط به تأمین و تهیه اقلام و کالاهای موردنیاز و انتقال آن‌ها به رده‌ها و قسمت‌های متقاضی، ممکن است سازمان به دلایل مختلفی اعم از تأخیرهای طولانی در توزیع اقلام، عدم رعایت اصول نگهداری اقلام و کالاهای، به‌ویژه برای کالاهای فاسدشدنی و

* نویسنده مسئول: علیرضا عیدی

تلفن: ۰۷۳-۳۳۶۶۰۰۷۳-۰۸۷؛ پست الکترونیکی: Alireza.eydi@uok.ac.ir

مهندسی (مانند امکان تأمین و توزیع کالای خاص، ظرفیت مدیریت و اجرای فرآیندهای لجستیک معکوس). نکته دیگر آنکه یکی از مشکلات مهم در ارتباط با اجرای فعالیتهای لجستیک معکوس؛ وجود محیط نامعین با درجاتی از عدم قطعیت می‌باشد.

تکنیک‌های مختلفی را می‌توان در انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده نمود. سازمان باید بتواند با یک شیوه مناسب از بین گزینه‌های موجود بهترین تأمین‌کننده را انتخاب کند. در این زمینه فعالیتهای مختلفی انجام شده است و در این تحقیق سعی بر آن است که بتوانیم با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف این انتخاب، مناسب‌ترین روش را ارائه دهیم.

ادامه این مقاله شامل بخش‌های زیر است: در بخش ۲ پیشینه تحقیق مرور شده است. در بخش ۳ مفاهیم مجموعه‌های فازی و عملیات روی اعداد فازی معرفی شده است. در بخش ۴ روش ترکیبی جدید پیشنهاد شده است. بخش ۵ شامل جزئیات پیاده سازی مطالعه موردی بوده و در نهایت، نتایج و پیشنهادها در بخش ۶ آورده شده است.

۲- پیشینه تحقیق

لجستیک معکوس از بدو پیدایش خود در اشکال گوناگون در سازمان‌ها وجود داشته است، اما برخی از آن‌ها از جمله سازمان‌های نظامی به دلایل متعددی توجه زیادی به لجستیک معکوس نداشتند و شاید فکر می‌کردند که لجستیک معکوس یک مقوله بلندپروازانه یا یک مقوله با فناوری فوق‌العاده پیشرفته است که همواره مانع پیشرفت آن‌ها می‌شود. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد برون‌سپاری فعالیتهای لجستیک معکوس در کاهش هزینه‌ها، بهبود در تحویل به‌موقع و رضایت‌مندی مشتری بسیار مؤثر و کارآمد خواهد بود. اگر یک شرکت، برون‌سپاری لجستیک معکوس را به‌عنوان یک استراتژی بپذیرد آنگاه انتخاب 3PRLP تبدیل به یک امر مهم خواهد شد. شیو و کروموید^۲، یک مدل تصمیم‌گیری لجستیک معکوس به‌منظور آنالیز و بررسی قابلیت اجرای لجستیک معکوس توسط تأمین‌کنندگان طرف سوم (شرکت‌های حمل‌ونقل) ایجاد کردند [۲]. سارکیس و میسدا^۳ با تمرکز بر برخی از فاکتورهای جدید، یک مدل ارزیابی 3PRLP با استفاده از روش ANP^۴ ایجاد کردند [۳]. چنگ و همکاران^۵، یک رویکرد تصمیم‌گیری فازی با استفاده از تکنیک TOPSIS^۶ برای انتخاب تأمین‌کننده در یک سیستم زنجیره تأمین پیشنهاد کردند. در روش TOPSIS، به‌منظور تعیین رتبه‌بندی همه تأمین‌کنندگان، فاصله گزینه‌ها از گزینه ایده آل مثبت فازی و منفی فازی محاسبه می‌شود [۴]. یو و هسان^۷، با تعمیم TOPSIS به تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره فازی

که لجستیک معکوس به‌عنوان آرمانی بزرگ برای همه سازمان‌ها و مؤسسات موجود در زنجیره تأمین به شمار آید.

لجستیک معکوس را می‌توان لجستیک مرتبط با کالاهای عودتی یا کالاهای برگشتی دانست. به‌طور کلی لجستیک معکوس را می‌توان این‌گونه تعریف کرد [۱]: «انتقال دقیق، به‌موقع و درست مواد، اقلام و کالاهای قابل استفاده و غیرقابل استفاده از انتهای ترین نقطه و آخرین مصرف‌کننده از طریق زنجیره تأمین به واحد مناسب و موردنظر» به‌عبارت‌دیگر لجستیک معکوس «فرآیند حرکت و انتقال برای کالاها و تولیداتی است که زنجیره تأمین دارای قابلیت بازگشت هستند».

لجستیک معکوس تمام فعالیتهای زنجیره تأمین را شامل می‌شود که به‌صورت معکوس اتفاق می‌افتد. این مبحث در بسیاری از صنایع نظیر فولاد، کامپیوتر، خودروسازی، پلاستیک، فرش و کاغذ کاربرد دارد. مهم‌ترین اصل در لجستیک معکوس این است که بسیاری از مواد که اصطلاحاً غیرقابل استفاده یا فاقد کاربرد برای مصرف‌کننده هستند، دارای ارزش بوده و با اندکی اصلاح و مرمت می‌توانند مجدداً وارد زنجیره تأمین شوند.

بسیاری از شرکت‌ها به دلیل دارا بودن منابع محدود، قادر به انجام کلیه فعالیتهای لجستیک معکوس نمی‌باشند یا اینکه تمایلی به انجام این امور ندارند. از این رو این شرکت‌ها، بخشی یا تمامی فعالیتهای مربوط به لجستیک معکوس را به منابعی (تأمین‌کنندگان) خارج از شرکت واگذار می‌نمایند. استفاده از روش برون‌سپاری مزایای متعددی برای کسانی که از این روش استفاده می‌کنند، در بر دارد. استفاده از این روش باعث کاهش میزان سرمایه‌گذاری در تسهیلات، تجهیزات، فناوری اطلاعات و نیروی انسانی می‌شود. استفاده از این روش امکان استفاده بیشتر از انعطاف‌پذیری برای تطبیق یافتن با تغییرات بازار و دسترسی فناوری روز را فراهم می‌سازد. برون‌سپاری فعالیتهای لجستیک معکوس به تأمین‌کنندگان طرف سوم، شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا زمان بیشتری را برای پیگیری موضوعات مدیریتی در سطح برنامه‌ریزی استراتژیک صرف کنند. همچنین کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، توزیع، هزینه‌های مربوط به کارکنان، تمرکز روی فعالیتهای خالص تجاری و هزینه‌های مدیریتی داخلی، از دلایل عمده استفاده از لجستیک معکوس طرف سوم می‌باشد. بنابراین انتخاب صحیح تأمین‌کننده طرف سوم لجستیک معکوس (3PRLP^۱) می‌تواند بخش بزرگی از مشکلات آینده را در این حوزه کاهش داده یا حذف کند. در این زمینه، تأمین‌کنندگان دارای ویژگی‌ها و شاخص‌هایی هستند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: کیفیت (مانند یکنواختی و درستی محموله‌ها)، توانایی عملکردی (مانند وسعت جغرافیایی عملکرد، تنوع در روش‌های حمل، انعطاف‌پذیری در حجم محموله‌ها و مسیرهای حمل‌ونقل، ظرفیت و قابلیت اطمینان توزیع)، هزینه‌های لجستیک معکوس (هزینه بازیابی موجودی، حمل‌ونقل، بسته‌بندی)، ظرفیت فنی و

2. Krumwiede & Sheu

3. Mesde & Sarkis

4. Analytical Network Process

5. Chen & et al

6. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

7. Hsuan & Yu

1. Third party reverse logistics provider

کننده در زنجیره تأمین رقابتی و چابک استفاده نمودند [۱۳]. بایکاس اوغلو^{۱۲} و همکاران از رویکرد یکپارچه مبتنی بر DEMATEL فازی و TOPSIS سلسله مراتبی فازی برای مدل‌سازی و حل مسئله انتخاب کامیون در یک شرکت حمل‌ونقل زمینی استفاده نمودند [۱۴]. خسروآبادی و همکاران، یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای مسئله انتخاب بین چند تأمین‌کننده و مسئله اندازه سفارش اقتصادی با لحاظ نمودن درصد اقلام معیوب و تخفیف هزینه‌های حمل و نقل پیشنهاد نمودند [۱۵].

تاکنون در تحقیقات انجام شده، از روش DEMATEL فازی و TOPSIS فازی برای مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده نموده‌اند، اما برای مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان در شبکه لجستیک معکوس که اقتضانات خاص خود را دارد این روش ترکیبی بکار گرفته نشده است. از طرفی در تحقیقات صورت گرفته، برای انتخاب تأمین‌کننده لجستیک معکوس از روش‌های مختلفی نظیر ISM، TOPSIS و ... استفاده شده است. اما جنبه نوآوری این تحقیق، استفاده متوالی از دو روش: DEMATEL فازی، که مزیت اصلی آن علاوه بر مدل نمودن ارتباط علی معلولی فاکتورها و تعیین تأثیرگذارترین شاخص، شدت شاخص‌ها را نیز تعیین می‌کند و دیگری روش خاص در محاسبات TOPSIS فازی برای اولویت‌بندی است. در این تحقیق، همچنین تصمیم‌گیری به صورت گروهی (تجمیع عقاید خبرگان) انجام می‌شود. تاکنون برای بررسی شاخص‌ها تنها وزن مطلق آن‌ها در نظر گرفته شده است لیکن در این تحقیق وزن ناشی از تأثیر شاخص‌ها بر هم نیز مدنظر قرار می‌گیرد. از دیگر جنبه‌های جدید بودن این تحقیق استفاده ترکیبی از این دو روش در شرایط عدم قطعیت می‌باشد. نهایتاً یک مطالعه موردی برای نشان دادن توانایی‌های رویکرد پیشنهادی ارائه می‌گردد.

۳- تئوری مجموعه فازی

از زمانی که انسان توانست فکر کند همواره با ابهام در مسائل مختلف اجتماعی، تکنیکی و اقتصادی مواجه بوده است. پروفوسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ برای اولین بار با معرفی نظریه مجموعه‌های فازی، مقدمات مدل‌سازی اطلاعات نادقیق و استدلال تقریبی با معادله‌های ریاضی را فراهم نمود که در نوع خود تحولی عظیم در ریاضیات و منطق کلاسیک به وجود آورد. ایده نظریه مجموعه‌های فازی با این عبارت توسط پروفوسور لطفی زاده مطرح شد: «ما نیازمند یک نوع دیگری از ریاضیات هستیم تا بتوانیم ابهامات و عدم دقت رویدادها را مدل‌سازی نماییم، مدلی که متفاوت از نظریه احتمالات است.» لذا نظریه فازی برای بیان و تشریح عدم قطعیت و عدم دقت در رویدادها به کار می‌رود [۱۶].

اعداد فازی. کمیت‌هایی هستند که در مقایسه با اعداد معمولی مقدار مبهمی دارند. اعداد فازی را می‌توان به شکل‌هایی نظیر اعداد

(FMC/GDM^۱) موجب گردیدند که این تکنیک مؤثرتر و کارآمدتر باشد. در این تعمیم، بیشتر مراحل TOPSIS به شکل سابق است ولی پیدا کردن راه‌حل ایده آل مثبت و منفی رویکردی متفاوت دارد [۵]. کانان^۲ و همکاران یک مدل تصمیم‌گیری را به صورت تلفیقی از انتخاب تأمین‌کننده و مدل توزیع چند رده‌ای به منظور انتخاب مکان‌های جمع‌آوری در مدل زنجیره تأمین لجستیک معکوس (RLSCM^۳) معرفی کردند که در آن از AHP^۴ و AHP فازی استفاده کردند [۶]. کانان و همکاران از تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره (MCGDM) در محیط فازی به منظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده لجستیک معکوس استفاده کردند. روش آن‌ها مبتنی بر یک رویکرد ترکیبی از ISM^۵ و TOPSIS فازی برای انتخاب تأمین‌کننده لجستیک معکوس بود. قبل از اتخاذ تصمیم، تعاملات بین معیارها را با استفاده از ISM بررسی کردند و با به‌کارگیری تکنیک TOPSIS فازی از میان ۱۵ گزینه مطرح‌شده در صنعت باطری در کشور هند گزینه برتر را انتخاب نمودند [۷]. رو جین لین^۶، با استفاده از تکنیک DEMATEL^۷ و همچنین بهره‌گیری از نظریه مجموعه‌های فازی با بررسی روابط علت و معلولی میان ۸ معیار، به ارزیابی این معیارها در راستای ارتقا سیستم مدیریت زنجیره تأمین سبز (GSCM^۸) پرداخت [۸]. فاتیه و همکاران^۹ به منظور انتخاب تأمین‌کننده از تکنیک TOPSIS و مجموعه‌های فازی شهودی استفاده کردند [۹]. جو و شیو^{۱۰}، یک رویکرد جدید چند معیاره بر مبنای DEMATEL و ANP و TOPSIS در زمینه ارائه یک سیستم پشتیبان نوآوری برای آموزش عالی کشور تایوان ارائه کردند. در این مطالعه، وابستگی متقابل و وزن نسبی هر یک از معیارها با تکنیک‌های فوق ارائه شد [۱۰]. گولکین و گیزیم^{۱۱}، یک روش ترکیبی چند معیاره به منظور بررسی زنجیره تأمین سبز (GSC) و ارائه یک چهارچوب ارزیابی تأمین‌کنندگان زنجیره تأمین سبز ارائه کردند. بدین صورت که با کمک تکنیک DEMATEL فازی و ANP تأثیر معیارها و ارتباط بین آن‌ها را در قالب یک سوپر ماتریس بررسی کردند و در نهایت با کمک تکنیک TOPSIS فازی، ارزیابی گزینه‌ها در خصوص تأمین‌کنندگان سبز در شرکت فورد صورت گرفت [۱۱]. عالم تبریز و همکاران از یک متدولوژی ترکیبی مبتنی بر DEMATEL-ANP-TOPSIS فازی برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده با معیارهای نامعین استفاده نمودند [۱۲]. علیمردانی و همکاران از مدل ترکیبی DEMATEL-ANP-TOPSIS برای حل مسئله انتخاب تأمین

1. Fuzzy Multiple Criteria Group Decision Making

1. Kannan & et al

2. Reverse Logistics Supply Chain Model

3. Analytical Hierarchy Process

4. Interpretive Structural Modeling

5. Ru-Jen Lin

6. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

7. Green supply chain management

8. Fatih & et al

9. Ju & Shuo

10. Gulcin & Gizem

11. Baykasoğlu

مجموعه فازی شهودی A در یک مجموعه متناهی X به صورت $A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) \mid x \in X\}$ نوشته می‌شود. به گونه‌ای که $\mu_A(x), \nu_A(x) : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ به ترتیب تابع عضویت و تابع عضو نبودن می‌باشند:

$$0 \leq \mu_A(x) + \nu_A(x) \leq 1 \quad (7)$$

سومین عضو آن $\prod(x)$ است که به عنوان شاخص عدد فازی شهودی یا درجه ابهام شناخته شده است، چه X متعلق به مجموعه A باشد چه نباشد.

$$\prod_A(X) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x) \quad (8)$$

واضح است که برای هر $x \in X$ خواهیم داشت:

$$0 \leq \prod_A(X) \leq 1 \quad (9)$$

هر چه $\prod(x)$ کوچکتر باشد، اطلاعات در مورد x قطعی‌تر است. واضح است اگر $\mu_A(x) = 1 - \nu_A(x)$ برای همه عناصر مجموعه مرجع برقرار باشد، مفهوم مجموعه اعداد فازی مثلثی پوشش داده می‌شود. بدیهی است اهمیت تصمیم‌گیرندگان یک گروه تصمیم‌گیری نسبت به یکدیگر یکسان نیست. فرض کنید $D_k = [\mu_k(x), \nu_k(x), \prod_k]$ عدد فازی شهودی برای رتبه‌بندی i امین تصمیم‌گیرنده باشد. در این صورت وزن i امین تصمیم‌گیرنده به صورت زیر محاسبه می‌شود [۱۹]:

$$\lambda_k = \frac{(\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right))}{\sum_{k=1}^l (\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right))} \quad (10)$$

۴- ارائه روش ترکیبی جدید

به منظور تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین‌کنندگان لجستیک معکوس، روش‌های DEMATEL فازی و TOPSIS گروهی فازی به شرح ذیل بکار گرفته می‌شوند:

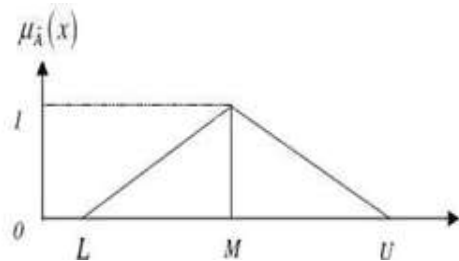
تکنیک DEMATEL فازی. این تکنیک عمدتاً برای بررسی مسائل پیچیده جهانی به وجود آمد و از خبرگانی در زمینه‌های مختلف استفاده گردید. برای دسترسی به قضاوت خبرگان، از مصاحبه و پرسشنامه به صورت مکرر یا متوالی استفاده می‌شود [۲۰]. گام‌های این روش در شکل ۲ توصیف شده است.

روش DEMATEL یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره بر مبنای تئوری گراف است که ما را قادر می‌سازد تا مسائل را برنامهریزی و حل کنیم؛ به نحوی که ممکن است برای درک بهتر روابط، نقشه روابط شبکه‌ای چندین معیار را در قالب علت/معلول ترسیم کنیم. این روش‌شناسی ممکن است تأییدکننده روابط متقابل میان متغیر/معیارها و یا محدودکننده روابط در یک‌روند سیستماتیک بررسی تأثیرات میان معیارها باشد. روش DEMATEL فازی برای بیان و تشریح این روابط در شرایط عدم

فازی مثلثی و اعداد فازی ذوزنقه‌ای نمایش داد. در این تحقیق، اعداد فازی مثلثی مورد استفاده قرار گرفته است. عدد فازی مثلثی \tilde{A} یا به طور ساده عدد مثلثی (L, M, U) با تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ روی X، به صورت زیر تعریف می‌شود [۱۷]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-L}{M-L} & , 1 \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m} & , m \leq x \leq u, \\ 0 & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

در رابطه فوق [L, U] مجموعه پشتیبان و نقطه (M, 1) رأس می‌باشد. شکل ۱ یک عدد فازی مثلثی را نشان می‌دهد.



شکل (۱): عدد فازی مثلثی [۱۷]

عملیات پایه روی اعداد فازی [۱۷]. با فرض $\tilde{A}_1 = (L_1, M_1, U_1)$ و $\tilde{A}_2 = (L_2, M_2, U_2)$ دو عدد فازی باشند آنگاه خواهیم داشت:

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (L_1, M_1, U_1) + (L_2, M_2, U_2) = (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2) \quad (2)$$

$$\frac{\tilde{A}_1}{\tilde{A}_2} = \left(\frac{L_1, M_1, U_1}{L_2, M_2, U_2} \right) = \left(\frac{L_1}{L_2}, \frac{M_1}{M_2}, \frac{U_1}{U_2} \right), L_1 > 0, M_1 > 0, U_1 > 0, \quad (3)$$

تابع فاصله دو عدد فازی \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 به صورت $d(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)$ نمایش داده می‌شود که از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$d(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(L_1 - L_2)^2 + (M_1 - M_2)^2 + (U_1 - U_2)^2]} \quad (4)$$

اگر $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n$ n عدد فازی باشند آنگاه میانگین آن‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\tilde{A}_{ave} = \frac{\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 + \dots + \tilde{A}_n}{n} = \frac{(L_1, M_1, U_1) + (L_2, M_2, U_2) + \dots + (L_n, M_n, U_n)}{n} \quad (5)$$

همچنین برای دیفازی کردن اعداد فازی، فرمول‌های متعددی وجود دارد. یکی از فرمول‌هایی که بهترین مقدار را برای عدد فازی تعیین می‌کند فرمول BNP¹ است. که از رابطه زیر قابل محاسبه است [۱۸]:

$$BNP_{ij} = \frac{L_{ij} + [(R_{ij} - L_{ij}) + (M_{ij} - L_{ij})]}{3} \quad (6)$$

مجموعه فازی شهودی. مجموعه فازی شهودی توسط آتاناسو و در سال ۱۹۸۶ معرفی شد که در واقع توسعه نظریه فازی کلاسیک است. این مجموعه‌ها بهترین راه کنار آمدن با ابهام می‌باشند.

1. Best non-fuzzy performance
2. Atannasov

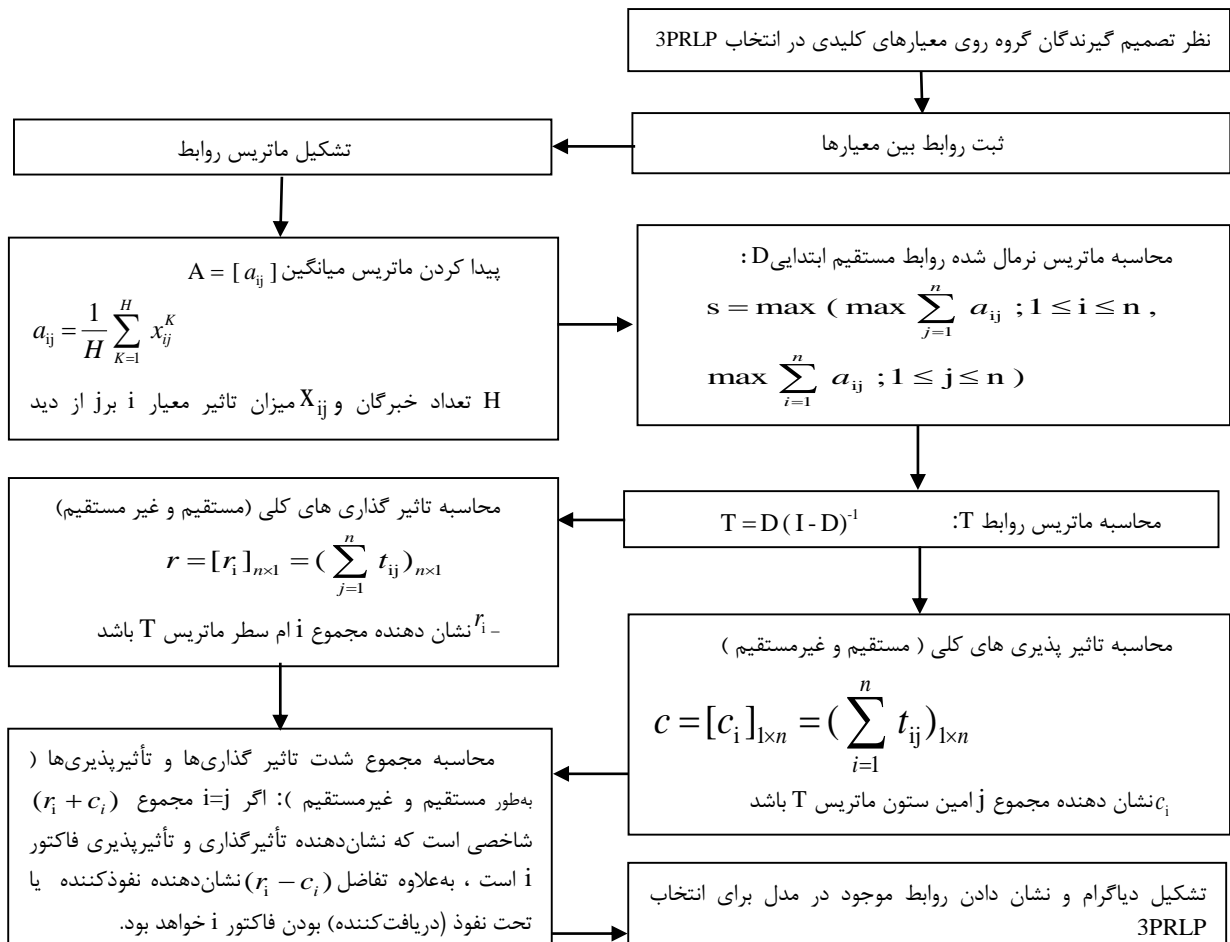
می‌شود و در سال ۲۰۰۷ توسط وانگ و همکاران ارائه شد، عملگرهای Up و Lo جایگزین عملگرهای max و min می‌شوند. یک مجموعه از اعداد فازی از طریق عملگرهای Up و Lo به سرعت رتبه‌بندی می‌شود. سپس به راحتی می‌توان راه‌حل ایده آل و ایده آل منفی را یافت و عدد فازی هر معیار را با توجه به آن‌ها برای گزینه‌های موجود محاسبه نمود. گام‌های روش Topsis فازی گروهی در شکل ۳ توصیف شده است.

رویکرد ترکیبی پیشنهادی. مدل تصمیم‌گیری در این تحقیق که ترکیبی از دو تکنیک DEMATEL فازی و Topsis فازی گروهی برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده لجستیک معکوس طرف سوم است، در شکل ۴ آورده شده است.

در این مدل پس از تعیین تیم تصمیم‌گیری، ابتدا وزن هر یک از تصمیم‌گیرندگان تعیین می‌گردد. در مرحله بعد از میان‌چندین معیار استخراج شده، معیارهای متناسب و مرتبط توسط تیم تصمیم‌گیری انتخاب می‌شود. در ادامه از طریق روش DEMATEL فازی گروهی شدت ارتباطات بین معیارها بررسی می‌شود و سپس از روی نتایج حاصل از آن، از طریق روش Topsis فازی گروهی از بین تأمین‌کنندگان، بهترین PRLP^۳ انتخاب می‌شود.

قطعیت و عدم دقت در رویدادها به کار می‌رود و خروجی نهایی آن ارائه تصویری است که تحلیل‌گر بر اساس آن فعالیت‌های خود را سازمان داده و جهت روابط میان معیارها را مشخص و در نهایت میزان تأثیری که معیارها بر سیستم دارند در یک نمودار نمایش داده می‌شود. همچنین می‌توان در میان معیارهای متعدد بر معیارهایی تکیه کرد که مؤثرتر هستند.

تکنیک Topsis فازی گروهی. واژه Topsis به معنی روش‌های ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده آل است. این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. Topsis روشی شناخته‌شده برای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده آل مثبت، فاصله آن از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. یعنی گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده آل مثبت بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه‌حل ایده آل منفی باشد. در این قسمت می‌خواهیم Topsis را به تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره در محیط فازی (FMCGDM) تعمیم دهیم. بیشتر گام‌های Topsis به آسانی به فضای فازی تعمیم داده می‌شود به جز عملگرهای max و min در پیدا کردن گزینه ایده آل و ایده آل منفی. بنابراین دو عملگر Up و Lo پیشنهاد می‌شوند [۵]. در این روش که از آن به روش Topsis تعمیم‌یافته یاد



شکل (۲): دیاگرام جریان برای تکنیک DEMATEL فازی

۵- مطالعه موردی

جدول ۱ انجام می‌شود که برای تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از اعداد فازی شهودی استفاده شده است.

جدول (۱): متغیر کلامی میزان اهمیت تصمیم

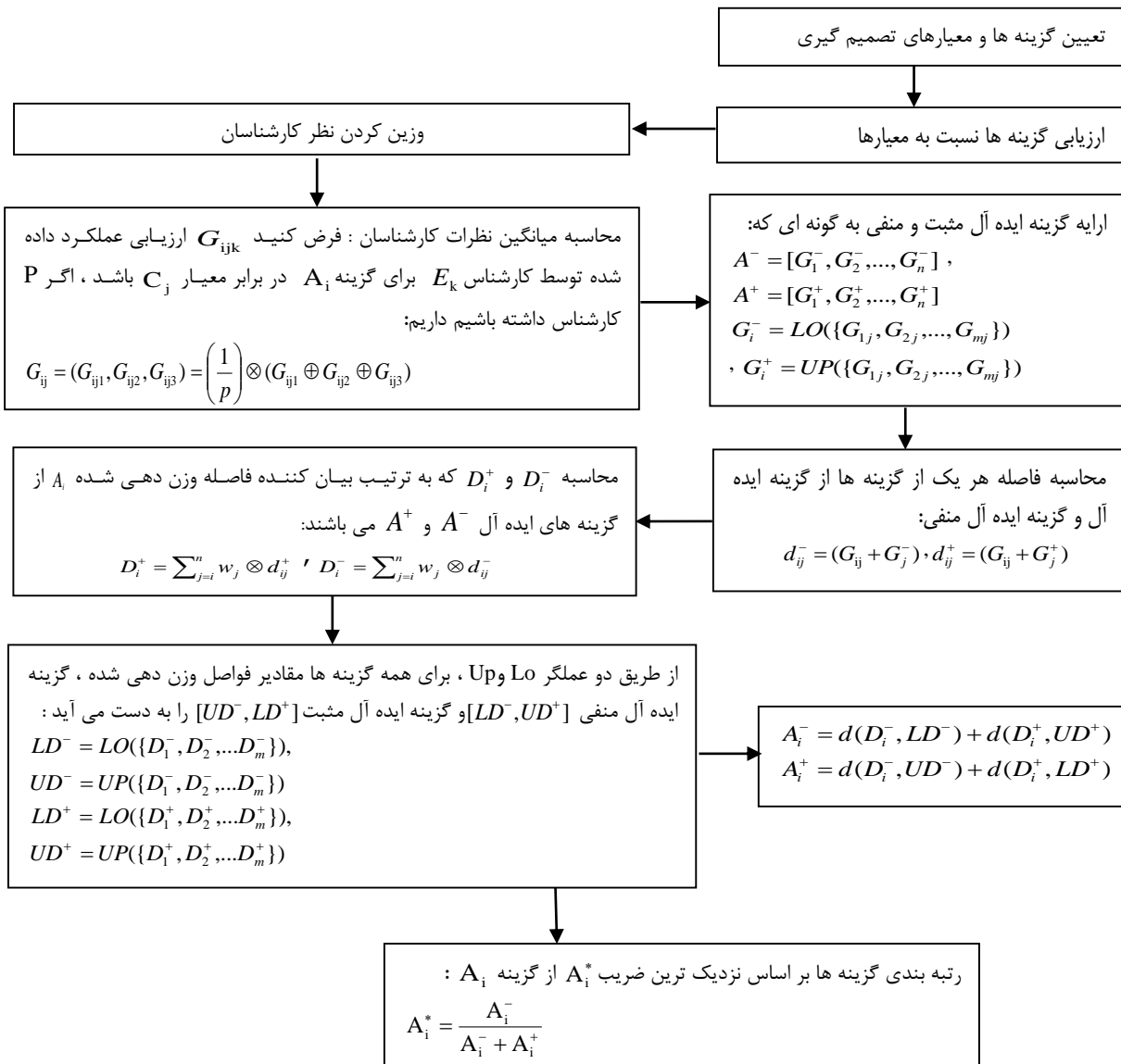
متغیرهای کلامی	اعداد فازی شهودی IFN
خیلی مهم (VI)	(۰/۹, ۰/۱)
مهم (I)	(۰/۷۵, ۰/۲)
متوسط (M)	(۰/۵, ۰/۴۵)
بی‌اهمیت (V)	(۰/۳۵, ۰/۶)
خیلی بی‌اهمیت (VU)	(۰/۱, ۰/۹)

حال با استفاده از فرمول‌های (۸) و (۱۰)، وزن تصمیم‌گیرندگان را مشخص می‌کنیم که یک نمونه از نحوه محاسبه در زیر آمده است:

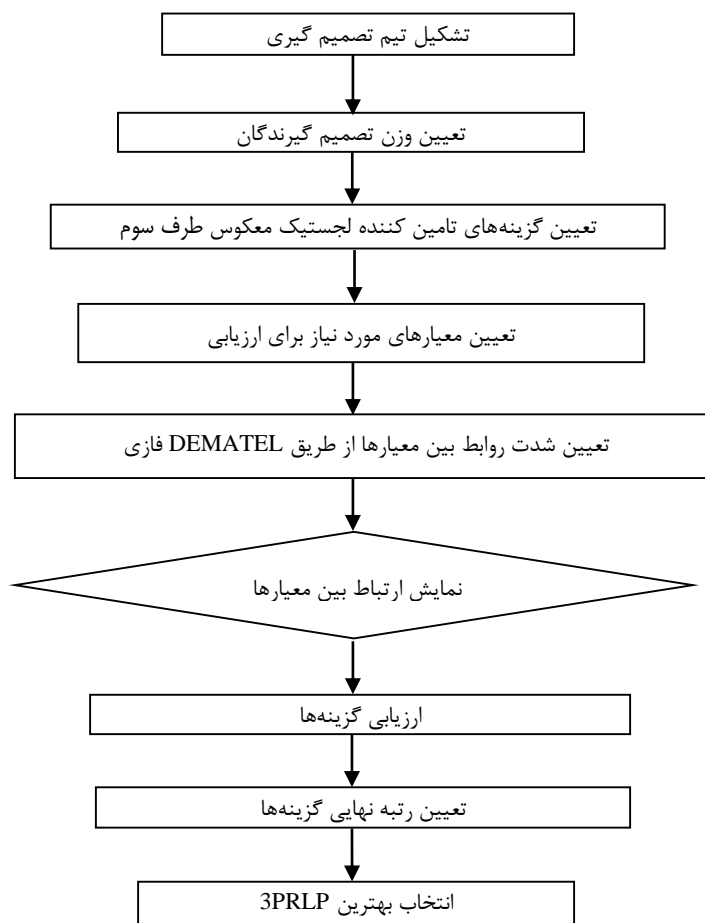
$$\pi_1 = 1 - 0/9 - 0/1 = 0$$

$$\lambda_1 = \frac{0/9}{0/9 + 0/9 + \left(0/5 + 0/05 \left(\frac{0/5}{0/5 + 0/45}\right)\right) + \left(0/75 + 0/05 \left(\frac{0/75}{0/75 + 0/2}\right)\right) + \left(0/75 + 0/05 \left(\frac{0/75}{0/75 + 0/2}\right)\right)} = 0/23$$

این پژوهش با اخذ اطلاعات مورد نیاز، در شرکت داروسازی دکتر جهانگیر به منظور انتخاب تأمین‌کنندگان شبکه لجستیک معکوس در تابستان و پاییز ۱۳۹۲ انجام شده است. بر اساس مدل تصمیم‌گیری ارائه‌شده، ابتدا یک تیم تصمیم‌گیری شامل مدیر کیفیت (DM1)، مدیر تولید (DM2)، مدیر مواد (DM3)، مدیر مالی (DM4) و مدیر بخش تحقیق و توسعه (DM5) در این شرکت تشکیل می‌شود. گروه تصمیم‌گیرندگان درجه اهمیت مختلفی دارند، بنابراین باید وزنی مانند آنچه در جدول ۲ آمده است به آن‌ها تخصیص داد. ارزیابی کارشناسان بر اساس متغیرهای زبانی



شکل (۳): دیاگرام جریان برای تکنیک TOPSIS فازی گروهی



شکل (۴): دیاگرام جریان برای رویکرد ترکیبی پیشنهادی

گزینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و سایر معیارها حذف می‌گردند. با توجه به این موضوع، معیارهای C3، C5، C8، C13 و C14 حذف می‌گردند. ده معیار برگزیده برای بررسی گزینه‌ها در جدول ۴ نمایش داده شده‌اند.

از آنجایی که معیارها تحت تأثیر معیارهای دیگر نیز هستند، باید وزن معیارها ناشی از تأثیر معیارهای دیگر بر آن‌ها را محاسبه کرد. برای این کار باید تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از طریق روش DEMATEL فازی بررسی گردد. بدین منظور برای ارزیابی از متغیرهای کلامی که در جدول ۵ آمده است استفاده می‌شود.

جدول (۵): اعداد فازی میزان تأثیر معیارها بر یکدیگر

اعداد فازی مثلثی	متغیر زبانی
(۳، ۴، ۴)	تأثیر خیلی زیاد (Very high influence)
(۲، ۳، ۴)	تأثیر زیاد (High influence)
(۱، ۲، ۳)	تأثیر کم (Low influence)
(۰، ۱، ۲)	تأثیر خیلی کم (Very Low influence)
(۰، ۰، ۱)	بدون تأثیر (No influence)

به‌عنوان نمونه، داده‌های تخمینی مدیر تولید در جدول ۶ آورده شده است. با توجه به نظرات ۵ تصمیم‌گیرنده ماتریس روابط مستقیم A به دست می‌آید.

جدول (۲): میزان اهمیت و وزن هر تصمیم‌گیرنده

تصمیم‌گیرنده	متغیر زبانی	وزن تصمیم‌گیرنده
DM1	خیلی مهم	۰/۲۳
DM2	خیلی مهم	۰/۲۳
DM3	متوسط	۰/۱۳
DM4	مهم	۰/۲
DM5	مهم	۰/۲

گزینه‌ها باید بر اساس معیارهایی مورد ارزیابی قرار بگیرند. این معیارها نیز بنا بر نظر کارشناسان انتخاب می‌شوند. تیم تصمیم‌گیری از میان معیارهای ارائه‌شده، معیارهای مناسب را از میان پانزده معیار که در جدول ۳ ارائه شده‌اند انتخاب می‌کنند. نحوه انتخاب معیارها توسط تیم تصمیم‌گیری بدین صورت است که در ابتدا این پانزده معیار در قالب ماتریس‌های مقایسه زوجی و توسط همین کارشناسان مورد مقایسه قرار می‌گیرند. پس از حصول ماتریس نهایی، این ماتریس نرمال می‌گردد. سپس به روش مجموع وزین شده و رده‌بندی شده^۱، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند.

در پایان معیارهایی که دارای وزن نهایی بیشتر از ۰/۰۵ باشند، مناسب و دارای ارتباط محسوس تشخیص داده شده و در ارزیابی

1. Hierarchical Additive Weighting-method

جدول (۳): معیارهای مورد مطالعه برای تأمین کننده طرف سوم لجستیک معکوس

معیارها	توضیح
کیفیت (C1) [۲۱]	شامل تولید کالا، صحت و دقت، آگاهی‌های کیفی 3PRLP، روش‌های بازرسی و ...
نرخ عدم پذیرش (C2) [۲۱]	اشاره دارد به عدم توانایی کالاهای بازگشت داده شده برای احراز شرایط کیفی مناسب برای ورود به چرخه بازیافت
آموزش (C3) [۲۲]	آموزش کارکنان در اهداف زیست محیطی
سوددهی تأمین کننده (C4) [۲۱]	مربوط می شود به میزان سودی که از فعالیت با یک تأمین کننده نصیب شرکت می شود
پایبندی به سیاست‌های زیست محیطی (C5) [۲۲]	انطباق با استانداردهای زیست محیطی نظارتی
هزینه لجستیک معکوس (C6) [۲۱]	شامل هزینه‌های بازرسی، صورت برداری، حمل و نقل، بسته بندی، حمل مواد، انبارداری و ... می باشد.
نزدیکی روابط (C7) [۲۳]	گاهی نزدیکی روابط کاری بین یک شرکت و یک تأمین کننده می تواند در انتخاب تأمین کننده تأثیر زیادی داشته باشد.
استفاده از تکنولوژی دوستدار محیط زیست (C8) [۲۲]	استفاده از تکنولوژی دوستدار محیط زیست است که به منظور کاهش مصرف انرژی از منابع سوخت فسیلی و حفظ محیط زیست است.
توانایی فنی و مهندسی (C9) [۲۱]	اشاره دارد به دسترسی داشتن به نیروی کار ماهر، تسهیلات R&D، توانایی اجرای لجستیک معکوس و ...
توانایی در داشتن تجهیزات پیشرفته در آینده (C10) [۲۱]	دربرگیرنده ناتوانی در گسترش میزان تقاضا، توسعه تجهیزات و ... است.
گرایش‌ها و رضایتمندی (C11) [۲۱]	نشان دهنده طرز فکر 3PRLP نسبت به کارپرداز و میزان رضایتمندی برای انجام کسب و کار لجستیک معکوس با کارپرداز می باشد.
تحویل (C12) [۲۱]	اشاره دارد به توانایی 3PRLP برای رسیدن به برنامه ریزی تحویل و نشان دهنده انعطاف پذیری و توانایی در تحویل و زمان بندی است.
روش‌های فناوری اطلاعات (C13) [۲۴]	روش‌های انتقال داده‌ها و اطلاعات مناسب و به روز بودن دانش مدیران جهت اتخاذ تصمیم مناسب.
دقت اطلاعات (C14) [۲۴]	صحت داده‌های مورد استفاده مدیران
تضاد در تصمیم گیری (C15) [۲۳]	تضاد در کیفیت، زمان تحویل، هزینه و ...

جدول (۴): معیارهای برگزیده برای انتخاب تأمین کننده طرف سوم لجستیک معکوس

معیارها	توضیح
کیفیت (C1)	شامل تولید کالا، صحت و دقت، آگاهی‌های کیفی 3PRLP، روش‌های بازرسی و ..
نرخ عدم پذیرش (C2)	اشاره دارد به عدم توانایی کالاهای بازگشت داده شده برای احراز شرایط کیفی مناسب برای ورود به چرخه بازیافت
سوددهی تأمین کننده (نام جدید C3)	مربوط به میزان سودی که از فعالیت با یک تأمین کننده نصیب شرکت می شود
هزینه لجستیک معکوس (نام جدید C4)	شامل هزینه‌های بازرسی، صورت برداری، حمل و نقل، بسته بندی، حمل مواد، انبارداری و ... می باشد.
نزدیکی روابط (نام جدید C5)	گاهی نزدیکی روابط کاری بین یک شرکت و یک تأمین کننده می تواند در انتخاب تأمین کننده تأثیر زیادی داشته باشد.
توانایی فنی و مهندسی (نام جدید C6)	اشاره دارد به دسترسی داشتن به نیروی کار ماهر، تسهیلات R&D، توانایی اجرای لجستیک معکوس و ...
توانایی در داشتن تجهیزات پیشرفته در آینده (نام جدید C7)	دربرگیرنده ناتوانی در گسترش میزان تقاضا، توسعه تجهیزات و ... است.
گرایش‌ها و رضایتمندی (نام جدید C8)	نشان دهنده طرز فکر 3PRLP نسبت به کارپرداز و میزان رضایتمندی برای انجام کسب و کار لجستیک معکوس با کارپرداز هست.
تحویل (نام جدید C9)	اشاره دارد به توانایی 3PRLP برای رسیدن به برنامه ریزی تحویل و نشان دهنده انعطاف پذیری و توانایی در تحویل و زمان بندی است.
تضاد در تصمیم گیری (نام جدید C10)	تضاد در کیفیت، زمان تحویل، هزینه و ...

می کنیم.

به عنوان مثال میزان تأثیر مستقیم معیار C1 بر معیار C2 به

ترتیب زیر محاسبه می شود:

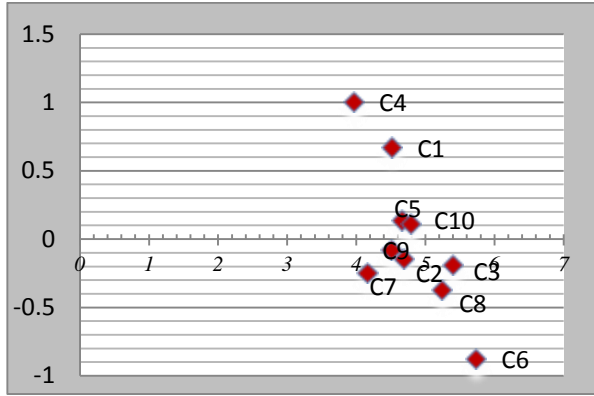
$$\tilde{A}_{c_{12}} = \frac{(3,4,4) + (2,3,4) + (2,3,4) + (0,1,2) + (2,3,4)}{5} = (1/8, 2/8, 3/6)$$

حال با توجه به نظر کارشناسان که یک نمونه از آن‌ها در جداول فوق ارائه گردید ماتریس روابط مستقیم A^1 محاسبه می شود. برای محاسبه میانگین نظرات کارشناسان از فرمول زیر استفاده

1. Direct -relation matrix

مثبت‌ترین مقدار $(r_i - c_i)$ است یعنی تأثیرگذارترین معیار می‌باشد.

تأثیر معیارها ناشی از روابط مستقیم و غیرمستقیم، با توجه به ارزش‌های $(r_i + c_i)$ و $(r_i - c_i)$ که در جدول ۹ آمده، در نمودار ۵ نمایش داده شده است. به‌طوری‌که $(r_i - c_i)$ نشان‌دهنده موقعیت یک عنصر روی محور عرض‌ها و $(r_i + c_i)$ نشان‌دهنده مجموع شدت یک عنصر روی محور طول‌ها می‌باشد.



نمودار (۵): دیاگرام علت و معلولی معیارها

حال تصمیم‌گیرندگان بر اساس نمودار ۵ و با کمک تابع عضویت که در جدول ۱۰ آمده است، میزان اهمیت هر معیار را به‌منظور انتخاب بهترین 3PRLP تعیین می‌کنند. در مرحله بعد لازم است میزان اهمیت هر تصمیم‌گیرنده در نظر او تأثیر داده شود. بدین منظور وزن تصمیم‌گیرندگان در نظر آن‌ها ضرب شده و درجه اهمیت وزن هر معیار با توجه به تأثیر معیارهای دیگر بر آن‌ها به دست می‌آید. در نتیجه برای هر معیار، میانگین نظرات به دست آورده می‌شود. اهمیت معیارها در جداول ۱۱ و ۱۲ آورده شده است.

جدول (۷): ماتریس روابط مستقیم A

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0/33	0/67	0/67	1	1/53	1/33	1/67	0/73	1/53	0
C2	0/6	0/87	0/4	0/47	1/13	1/13	1/07	0/33	0	1/47
C3	0/87	0/6	0/47	1/4	1/6	1/07	1/47	0	1/4	0/33
C4	0/67	0/93	0/33	1/47	1/6	0/73	0	1/4	0/33	0/93
C5	1/13	1/33	0/53	1/4	1	0	1/27	1/13	0/93	0/87
C6	1/53	1	1/67	0/8	0	0/87	1/13	1/33	1/67	1/2
C7	0/93	1/13	0/87	0	1/2	1/4	0/33	0/33	0/93	1/27
C8	1/13	1/13	0	0/93	1/6	0/87	1/4	1/27	1/07	0/87
C9	0/93	0	0/33	1/67	1/6	1/13	1/4	0/8	0/33	0/6
C10	0	1/53	0/33	1/6	1/67	0/33	1	0/67	0/87	1/6

جدول (۸): ماتریس روابط کلی

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	0/3204	0/2878	0/3275	0/285	0/3675	0/2026	0/2465	0/3052	0/3052	0/2692
C2	0/2286	0/2486	0/2163	0/1736	0/3061	0/2519	0/1034	0/2537	0/2537	0/234
C3	0/2615	0/2443	0/3242	0/2684	0/3758	0/2421	0/1747	0/2264	0/2264	0/2598
C4	0/1928	0/2026	0/2989	0/2213	0/3453	0/2369	0/1311	0/316	0/316	0/223
C5	0/2271	0/2694	0/2708	0/205	0/3465	0/1827	0/1257	0/3062	0/3062	0/1579
C6	0/1787	0/2607	0/3232	0/2197	0/3489	0/2607	0/1613	0/2755	0/1846	0/2155
C7	0/2364	0/1372	0/2446	0/1588	0/276	0/2154	0/1208	0/2012	0/1706	0/1953
C8	0/2698	0/1947	0/2129	0/2713	0/3568	0/2422	0/146	0/3079	0/2211	0/2118
C9	0/1848	0/2179	0/2892	0/1535	0/3344	0/2023	0/1238	0/2932	0/195	0/2196
C10	0/2406	0/2325	0/3015	0/2473	0/249	0/2248	0/1484	0/3095	0/2387	0/2603

جدول (۶): داده‌های تخمینی مدیر تولید

معیار	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	VL	NO	VL	NO	VH	VH	VH	L	VH	0
C2	NO	L	NO	NO	L	L	H	NO	0	H
C3	NO	NO	NO	NO	VH	VL	VH	0	VH	NO
C4	H	NO	NO	L	H	NO	0	VH	NO	L
C5	L	VH	NO	VH	NO	0	VH	VL	H	NO
C6	H	L	H	NO	0	L	L	VH	H	VL
C7	H	NO	L	0	VL	VH	NO	NO	H	VL
C8	VL	H	0	VH	VH	VL	VH	H	H	H
C9	H	0	NO	H	VH	H	H	NO	NO	NO
C10	0	H	NO	H	VH	NO	H	NO	H	H

بعد از محاسبه میانگین نظرات، آن را با فرمول زیر دوفازی می‌کنیم تا داده‌های جدول ۷ به دست آید. همچنین در زیر یک نمونه از این محاسبات آورده شده است.

$$BNP = \frac{1/8 + [(3/6 - 1/8) + (2/8 - 1/8)]}{3} = 1/53$$

ماتریس A را نرمال‌سازی کرده و ماتریس D محاسبه می‌شود. سپس با توجه به روابط ارائه‌شده تکنیک DEMATEL، روابط کلی بین معیارها که T نام‌گذاری می‌شود محاسبه می‌شود که در جدول ۸ این ماتریس آورده شده است.

همان‌طور که در نمودار ۵ دیده می‌شود، در بین معیارها C6 (توانایی فنی) دارای بیشترین مقدار $(r_i + c_i)$ است. یعنی این معیار مهم‌ترین نقش را دارد و برای بهبود و پیشرفت سیستم اولویت دارد. اما $(r_i - c_i)$ آن منفی است، یعنی تأثیرپذیرترین معیار است و باید در رتبه‌بندی، پایین‌ترین مکان را داشته باشد و کمترین اولویت را برای مدیریت دارد. اما فاکتور C4 (هزینه لجستیک) دارای

اولویت‌بندی می‌شوند. با توجه به تکنیک مورد استفاده، ابتدا تصمیم‌گیرندگان گزینه‌های ممکن تأمین‌کنندگان طرف سوم لجستیک معکوس را نسبت به معیارها ارزیابی می‌کنند. برای این کار از متغیرهای کلامی جدول ۱۳ استفاده می‌شود.

جدول (۱۳): متغیرهای زبانی برای ارزیابی گزینه‌ها

معیار	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
C1	M	VH	VH	H	VH
C2	VH	VH	VH	VH	VH
C3	L	L	M	VL	L
C4	H	VH	H	VH	VH
C5	M	M	M	M	M
C6	M	H	H	M	H
C7	VL	L	M	L	M
C8	VL	L	L	VL	M
C9	M	M	L	M	H
C10	VL	VL	VL	VL	VH

جدول ۱۴ به‌عنوان نمونه ارزیابی گزینه‌ها از نظر مدیر کیفیت توسط طریق متغیرهای کلامی نشان می‌دهد. سپس نظر ارائه‌شده توسط کارشناسان وزین می‌گردد. میانگین نظرات وزین شده همه کارشناسان را محاسبه کرده تا عملکرد گزینه‌ها نسبت به معیارها ارزیابی شود.

جدول (۱۴): ارزیابی گزینه‌ها از نظر مدیر کیفیت نسبت به معیارها

معیارها	RLP1	RLP2	RLP3
C1	MG	VG	MG
C2	MG	G	G
C3	F	VG	VG
C4	VG	F	MG
C5	G	MG	F
C6	VG	MG	G
C7	F	G	VG
C8	MG	VG	G
C9	VG	MG	VG
C10	G	G	G

به‌عنوان مثال میانگین نظر کارشناسان برای ارزیابی RLP1 نسبت به معیار C1 به‌صورت زیر حاصل می‌شود. نتایج در جدول ۱۵ آورده شده است.

بدیهی است که معیارها جنبه‌های مثبت و منفی دارند. به‌عنوان مثال هزینه جنبه منفی ولی در مقابل سود جنبه مثبت دارد. با در نظر گرفتن جنبه‌های مثبت و منفی معیارها، برای هر معیار راه‌حل ایده آل و ایده آل منفی بررسی می‌شود. سپس برای هر معیار، فاصله همه مقادیر جدول ۱۵ را نسبت به گزینه ایده آل و ایده آل منفی که به ترتیب $d(G_{ij} + G_j^+)$ و $d(G_{ij} + G_j^-)$ هستند محاسبه می‌شود. نتایج در جدول ۱۶ آورده شده است.

جدول (۹): میزان نفوذ عناصر بر یکدیگر

معیارها	$C_i + I_i$	$I_i - C_i$
کیفیت (C1)	۴/۵۱۶۳	۰/۶۷۰۵
نرخ عدم پذیرش (C2)	۴/۶۸۷۴	-۰/۱۴۷۶
سوددهی تأمین‌کننده (C3)	۵/۳۹۸۴	۰/۱۹۱۲
هزینه لجستیک معکوس (C4)	۳/۹۶۵۶	۱/۰۰۲۲
نزدیکی روابط (C5)	۴/۶۵۹۱	۱/۱۳۵۹
توانایی فی و تکنولوژیکی (C6)	۵/۷۳۵۱	-۰/۸۷۷۵
ناتوانی در داشتن تجهیزات آینده (C7)	۴/۱۶۰۲	-۰/۲۴۷۶
گرایش‌ها و رضایتمندی (C8)	۵/۲۴۳۶	-۰/۳۷۴۶
تحويل (C9)	۴/۵۰۹۴	-۰/۰۸۲
تضاد در تصمیم‌گیری (C10)	۴/۷۹۳۳	۰/۱۱۱۹

جدول (۱۰): تابع عضویت اعداد فازی

معیار	درجه اهمیت
C1	(۰/۱۳۶, ۰/۱۶۵, ۰/۱۹۵)
C2	(۰/۰۷, ۰/۱۱, ۰/۱۴)
C3	(۰/۰۸, ۰/۱۱, ۰/۱۵)
C4	(۰/۱۱, ۰/۱۵, ۰/۱۸)
C5	(۰/۰۳, ۰/۰۷, ۰/۱۱)
C6	(۰/۱۳, ۰/۱۶, ۰/۲)
C7	(۰/۱۱, ۰/۱۴, ۰/۱۷)
C8	(۰/۰۵, ۰/۰۹, ۰/۱۲)
C9	(۰/۱۳, ۰/۱۶, ۰/۱۹)
C10	(۰/۰۹, ۰/۱۳, ۰/۱۷)

جدول (۱۱): اهمیت معیارها با توجه به تأثیر آن‌ها بر یکدیگر

اصطلاح زبانی	عدد فازی
خیلی ضعیف (VP)	(۰, ۰, ۰/۲)
ضعیف (P)	(۰, ۰/۲, ۰/۴)
ضعیف متوسط (MP)	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۵)
نسبت خوب (F)	(۰/۴, ۰/۵, ۰/۶)
خوب متوسط (MG)	(۰/۵, ۰/۶, ۰/۸)
خوب (G)	(۰/۶, ۰/۸, ۱)
خیلی خوب (VG)	(۰/۸, ۱, ۱)

جدول (۱۲): اهمیت معیارها با توجه به تأثیر معیارهای دیگر

متغیر زبانی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم (Very Low)	(۰, ۰/۲, ۰/۵)
کم (Low)	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۵)
متوسط (Medium)	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)
زیاد (High)	(۰/۶, ۰/۸, ۱)
خیلی زیاد (Very High)	(۰/۸, ۰/۹, ۱)

اکنون با به‌کارگیری روش TOPSIS فازی، گزینه‌های موجود

$$\tilde{A}_{ava} = \frac{(0/6, 0/8, 1) + (0/6, 0/8, 1) + (0/5, 0/6, 0/8) + (0/6, 0/8, 1) + (0/5, 0/6, 0/8)}{5} = (0/56, 0/72, 0/92)$$

جدول (۱۵): متوسط رتبه‌بندی سه تامین کننده (3PRPL) بر اساس ده معیار

معیارها	RLP1	RLP2	RLP3
C1	(۰/۵۶، ۰/۷۲، ۰/۹۲)	(۰/۵۶، ۰/۷، ۰/۸۴)	(۰/۷۶، ۰/۹۶، ۱)
C2	(۰/۶۲، ۰/۷۶، ۰/۸۸)	(۰/۶۴، ۰/۸، ۰/۹۲)	(۰/۵۲، ۰/۶۸، ۰/۸۴)
C3	(۰/۶۸، ۰/۸۸، ۱)	(۰/۶۶، ۰/۸۲، ۰/۸۸)	(۰/۵۸، ۰/۷۲، ۰/۸۸)
C4	(۰/۷، ۰/۸۸، ۰/۹۶)	(۰/۵۶، ۰/۷۲، ۰/۹۲)	(۰/۶۴، ۰/۸۲، ۰/۹۲)
C5	(۰/۶۴، ۰/۸۴، ۱)	(۰/۵۸، ۰/۷۶، ۰/۹۶)	(۰/۶، ۰/۸، ۱)
C6	(۰/۴۸، ۰/۶، ۰/۷۶)	(۰/۶، ۰/۷۶، ۰/۹۹۲)	(۰/۵۶، ۰/۷۲، ۰/۹۲)
C7	(۰/۶، ۰/۷۶، ۰/۹۲)	(۰/۶۴، ۰/۸۴، ۱)	(۰/۵۸، ۰/۷۴، ۰/۸۸)
C8	(۰/۶۲، ۰/۷۸، ۰/۸۸)	(۰/۵۲، ۰/۶۸، ۰/۸۲)	(۰/۳۲، ۰/۴۶، ۰/۵۶)
C9	(۰/۵، ۰/۶۲، ۰/۸)	(۰/۵۲، ۰/۶۶، ۰/۸۴)	(۰/۶۴، ۰/۸۲، ۰/۹۲)
C10	(۰/۵۶، ۰/۷۲، ۰/۸۴)	(۰/۳۸، ۰/۵۴، ۰/۶۸)	(۰/۵، ۰/۶۴، ۰/۸)

جدول (۱۶): مقادیر فاصله برای سه گزینه موجود بر اساس معیارها

معیارها	RLP3		RLP2		RLP1	
	$d(G_{3j} + G_j^+)$	$d(G_{3j} + G_j^-)$	$d(G_{2j} + G_j^+)$	$d(G_{2j} + G_j^-)$	$d(G_{1j} + G_j^+)$	$d(G_{1j} + G_j^-)$
C1	۰/۰۳۶	۰	۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹
C2	۰/۰۱	۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	۰	۰	۰/۰۲۲
C3	۰	۰/۰۶۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۵	۰/۰۶۵	۰
C4	۰	۰/۰۳۶	۰/۰۰۵	۰/۰۳۱	۰/۰۳۶	۰
C5	۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۴	۰	۰	۰/۰۲۴
C6	۰/۰۴۱	۰	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰	۰/۰۴۱
C7	۰/۰۲۱	۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۱	۰	۰/۰۲۱
C8	۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۲	۰/۰۲۵	۰
C9	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۱	۰/۰۲
C10	۰/۰۰۶	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰	۰/۰۰۶

$A_1^+ = 0/003 + 0/002 = 0/005$, $A_2^+ = 0 + 0/007 = 0/007$
 $A_3^+ = 0/003 + 0 = 0/003$, $A_1^- = 0 + 0/006 = 0/006$
 $A_2^- = 0/003 + 0 = 0/003$, $A_3^- = 0 + 0/007 = 0/007$
 در ادامه با استفاده از رابطه نهایی تکنیک TOPSIS، عملکرد گزینه‌ها ارزیابی می‌شوند:

$$A_1^* = \frac{0/006}{0/006 + 0/005} = 0/54$$

$$A_2^* = \frac{0/003}{0/003 + 0/007} = 0/3$$

$$A_3^* = \frac{0/007}{0/007 + 0/003} = 0/7$$

واضح است که ترتیب رتبه‌بندی گزینه‌ها به صورت A_3^* ، A_1^* و A_2^* می‌باشد. بنابراین بهترین عملکرد مربوط به RLP3 و سپس RLP1 و در مرتبه پایین‌تر RLP2 می‌باشد.

۵-۱- تفسیرهای مدیریتی

اگر سیستم لجستیک معکوس به شکل مناسبی طراحی و مدیریت شود، می‌تواند یک حوزه محرک برای کارایی هزینه‌ها، بهبود

حال مقادیر فاصله‌ها وزن دهی می‌شوند. بدین ترتیب که وزن هر معیار در فاصله آن از راه‌حل ایده آل ضرب می‌شود. سپس مقادیر عملگرهای UD و LD محاسبه می‌شود:

$$UD^+ = UP(\{D_1^+, D_2^+, D_3^+\}) = (0/016, 0/023, 0/03)$$

$$LD^+ = LO(\{D_1^+, D_2^+, D_3^+\}) = (0/012, 0/016, 0/02)$$

$$UD^- = UP(\{D_1^-, D_2^-, D_3^-\}) = (0/02, 0/023, 0/03)$$

$$LD^- = LO(\{D_1^-, D_2^-, D_3^-\}) = (0/015, 0/022, 0/03)$$

فاصله D_i^+ ؛ $i=1,2,3$ از عملگرهای LD^+ و UD^+ و فاصله D_i^- ؛ $i=1,2,3$ از عملگرهای LD^- و UD^- به شرح زیر محاسبه می‌شود.

$$d(D_1^+, UD^+) = 0/006, \quad d(D_1^+, LD^+) = 0/006$$

$$d(D_2^+, UD^+) = 0, \quad d(D_2^+, LD^+) = 0/007$$

$$d(D_3^+, UD^+) = 0/007, \quad d(D_3^+, LD^+) = 0$$

$$d(D_1^-, UD^-) = 0/003, \quad d(D_1^-, LD^-) = 0$$

$$d(D_2^-, UD^-) = 0, \quad d(D_2^-, LD^-) = 0/003$$

$$d(D_3^-, UD^-) = 0/003, \quad d(D_3^-, LD^-) = 0$$

حال بر اساس تکنیک TOPSIS،

فازی در TOPSIS تعمیم یافته به کار گرفته شد. جنبه دیگر نوآوری مقاله، انجام یک مطالعه موردی برای نشان دادن توانایی‌های رویکرد پیشنهادی می‌باشد.

پیشنهاد‌های متفاوتی را می‌توان برای تحقیقات آتی مطرح نمود نظیر بررسی انواع دیگر داده‌ها (نظیر داده‌های احتمالی)، بررسی ملاحظات مرتبط با زنجیره سبز، انجام مطالعات تجربی در سایر شرکتها و صنایع، استفاده از سایر تکنیکهای تصمیم‌گیری (نظیر رویکرد DEA) و مقایسه نتایج با رویکرد این مقاله.

مراجع

- [۱] عالم تبریز، اکبر و محمدرحیمی، علیرضا (۱۳۸۸). رویکردهایی در مدیریت تولید و عملیات پیشرفته. تهران، انتشارات گسترش علوم پایه.
- [2] Krumwiede, C., Sheu, I., (2009). "Using a novel conjunction MCDM approach based on dematel", fuzzy ANP and TOPSIS as an innovation support system for Taiwanese higher education", Expert systems with Application, 37(3): 1981-1990.
- [3] Meade, L., Sarkis, J., Chwen, S., (2002). "A Conceptual Model for Evaluating and Selecting Third-Party Reverse Logistics Providers", Supply chain management, 7(5): 283-295.
- [4] Chen, T.C., Ching, T.L., Sue, F.H., (2006). "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management", Journal of the International journal production Economics, 102(2): 289-301.
- [5] Yu, J.W., Hsuan, S.L., (2007). "Generalizing TOPSIS for fuzzy multiple-criteria group decision-making, Computers and Mathematics with Applications", Journal of the Computers and Mathematics with Applications, 53: 1762-1772.
- [6] Kannan, G., A.Noorul, H., Sasi kumar, P., (2008). "An application of the AHP and FAHP in the selection of collecting center location for the reverse logistics multi criteria decision-making supply chain model", International Journal of Management and Decision Making, 9(4): 350-365
- [7] Kannan, G., Shaligram, P., Sasi kumar, P., (2009). "A hybrid approach using ISM and TOPSIS for the selection of reverse logistics provider Rosources conservation and Recycling. Journal of the Resources", Conservation and Recycling, 54(1): 28-36
- [8] Lin, R.J., (2011). "Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices", Journal of Cleaner Production, 1-8.
- [9] Fatih, E.B., Mustafa, K., Diyor, A., (2009). "A multi criteria intuitionistic fuzzy group decision making for selection of supplier with TOPSIS method", Expert systems with Application, 38: 3023-3033.
- [10] Ju, K., I-Shuo, C., (2010). "Using a novel conjunction MCDM approach based on DEMATEL, fuzzy ANP and TOPSIS as an innovation support system for Taiwanese higher education, Journal of

سودبخشی و رضایتمندی مشتریان باشد. بر مبنای یافته‌های محاسباتی، متدولوژی توسعه داده شده در این مقاله دارای پیامدهای مهم کاربردی و مدیریتی است. این متدولوژی به مدیران صنعت داروسازی در طراحی و اجرای زنجیره تأمین کارا با لحاظ نمودن ۱۰ معیار برگزیده نظیر کیفیت (C1) - نزدیکی روابط (C5) - تحویل به موقع (C9) - ... کمک نمود. بر مبنای دیاگرام علت و معلولی معیارها، فاکتور هزینه لجستیک معکوس (C4) تأثیرگذارترین معیار و توانایی فنی و مهندسی (C6) تأثیرپذیرترین معیار است. از این رو رویکرد پیشنهادی این مقاله، جنبه‌های مهم دیگری را نیز به صورت یکپارچه در درون تحلیل‌های تصمیم‌گیری لحاظ می‌نماید. حال آنکه مدل‌های سنتی تصمیم‌گیری، تأمین-کنندگان برتر را صرفاً بر مبنای هزینه کل کمتر تشخیص می‌دهند. اما شناسایی و تعریف این قبیل شاخص‌های کلیدی، اجرای فرآیند جمع‌آوری داده‌ها از طریق پرسشنامه از گام‌های بحرانی در پیاده سازی متدولوژی توسعه داده شده است که می‌بایست مورد توجه سایر مدیران صنعت داروسازی قرار گیرد.

نتایج این تحقیق می‌تواند هم از دیدگاه شرکت تولیدکننده دارویی و هم از دیدگاه تأمین‌کننده لجستیک معکوس بکار گرفته شود. لذا شرکت تولیدکننده، برای انتخاب بهترین تأمین‌کننده از نتایج تحقیق استفاده نموده و RLP3 را برمی‌گزیند. تأمین‌کننده نیز از دیدگاه بازاریابی و ترویج خدمات خودش، از نتایج تحقیق استفاده می‌نماید.

۶- نتایج

برون‌سپاری فعالیت‌های لجستیک معکوس می‌تواند هزینه‌ها را کاهش دهد. از طریق برون‌سپاری لجستیک معکوس، شرکت‌ها می‌توانند سرمایه اولیه را کاهش دهند و سرمایه‌گذاری برای کارهای تولیدی را گسترش دهند. انتخاب مناسب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین وظایف برای شرکت‌هایی است که فعالیت‌های لجستیک معکوس خود را برون‌سپاری می‌کنند. به دلیل بررسی انواع شاخص‌های کمی و کیفی، این تصمیم‌گیری با ابهام و عدم قطعیت همراه است. بنابراین می‌توان گفت مسئله انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره خواهد بود که در فضای فازی قابل بررسی است. در این مقاله سعی شد روش مناسبی از تلفیق دو تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، DEMATEL فازی و TOPSIS فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان در شبکه لجستیک معکوس ارائه گردد. تکنیک DEMATEL فازی علاوه بر مدل نمودن ارتباط علی معلولی شاخص‌ها و تعیین تأثیرگذارترین شاخص، شدت شاخص‌ها را نیز اندازه‌گیری می‌کند. همچنین در این تحقیق، پس از تعیین وزن معیارها با در نظر گرفتن تأثیراتی که بر یکدیگر می‌گذارند، از تکنیک TOPSIS فازی برای اولویت‌بندی و انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان استفاده شد. دو عملگر LO و UP نیز برای پیدا کردن راه‌حل ایده آل و ایده آل منفی تحت شرایط

- airlines", *Journal of Air Transport Management*, 14(1): 20-26.
- [19] Fatih, E.B., Serkan, G., Mustafa, K., Diyar, A., (2009). "A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method", *Expert Systems with Applications*, 36: 11363-11368.
- [۲۰] اصغرپور، محمدجواد، (۱۳۸۲). "تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- [21] Govindan, K., Shaligram, P., SasiKumar, P., (2009). "A hybrid approach using ISM and TOPSIS for the selection of reverse logistics provider Resources conservation and Recycling", *Journal of the Resources, Conservation and Recycling*, 54(1): 28-36.
- [22] Anjali, A., Satyaveer, S.C., Goyal, S.K. (2010). "A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers", *International Journal of Production Economics*, 126: 370-378.
- [۲۳] روناک، سنبلی، (۱۳۸۹). "ارزیابی سیستم لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری فازی (AHP) در روش کارت امتیازدهی متوازن (BSC)", پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.
- [۲۴] کرباسیان، مهدی، جوانمردی، محمد، خوشانی، اعظم، زنجیرچی، محمود، (۱۳۹۰). "کاربرد مدل ISM جهت سطح‌بندی شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان چابک و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش TOPSIS-AHP فازی"، *مجله علمی پژوهشی مدیریت تولید و عملیات*، ۲(۲): ۱۰۷-۱۳۴.
- the Expert systems with Application, 37(3): 1981-1990.
- [11] Gulcin, B., Gizem, C. (2012). "A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers", *Expert Systems with Applications*, 39: 3000-3011.
- [12] Alam-Tabriz, A., Rajabani, N., Farrokh, M., (2014). "An Integrated Fuzzy DEMATEL-ANP-TOPSIS Methodology for Supplier Selection Problem", *Global Journal of Management Studies and Researches*, 1(2): 85-99.
- [13] Alimardani, M., Rabbani, M., Rafiei, H., (2014). "A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP and TOPSIS for supplier selection in agile supply chains", *International Journal of Services and Operations Management*, 18(2): 179-211.
- [14] Baykasoğlu, A., Kaplanoğlu, V., Durmuşoğlu, Z., Şahin, C., (2013). "Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection", *Expert Systems with Applications*, 40(3): 899-907.
- [۱۵] خسروآبادی، محمد، لطفی، محمدمهدی، خادمی زارع، حسن، (۱۳۹۲). "مسئله توام انتخاب تأمین‌کننده و تعیین اندازه سفارش برای محصولات قابل بازساخت با تخفیف قیمت و هزینه حمل و نقل"، *پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید*، ۱(۲): ۱۵۳-۱۳۹.
- [۱۶] شوندی، حسین، (۱۳۸۶). "نظریه مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت"، تهران، انتشارات گسترش علوم پایه.
- [۱۷] آذر، عادل، فرجی، حجت، (۱۳۸۷). *علم مدیریت فازی*، تهران، انتشارات موسسه کتاب مهربان.
- [18] Liou, J.H., Leon, Y., Gwo, H.T., (2008). "Building an effective safety management system for



Using a Novel Hybrid Method Based on Fuzzy DEMATEL and Fuzzy Group TOPSIS for Suppliers Selection in Reverse Logistics Network

A.R. Eydi^{1,*}, J. Fallah²

¹ Department of Industrial Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

² Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 December 2016

Accepted 08 April 2019

Keywords:

Supplier selection

Reverse logistics

Fuzzy DEMATEL

Fuzzy group TOPSIS

ABSTRACT

Many companies are unable or unwilling to perform all activities of reverse logistics. Therefore, these companies assign all or some of these activities to resources (suppliers) from outside of the company. Hence, proper selection of suppliers in reverse logistics can reduce or even eliminate large amount of future problems in this area. The best supplier in reverse logistics is selected by a group of decision makers through evaluating some of conflicting criteria. These criteria are linguistic variables and they need to be quantified by giving weight to them in fuzzy environment. This research is to develop an integrated method for selecting suppliers in a way that reverse logistics requirements are also included. In this study, after identification of criteria we use the fuzzy DEMATEL approach to measure the relationships between the criteria and then, we determine the parameters associated with each option in each criterion to use them in a fuzzy group TOPSIS method in order to prioritize items by similarity to ideal solution. And finally, the best supplier will be chosen from a set of potential suppliers. A case study is given to show the influence of the proposed method.

* Corresponding author. Ali-Reza Eydi

Tel.: 087-33660073; E-mail address: Alireza.eydi@uok.ac.ir