

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۸۶، بهار ۱۳۹۷، ۱۶۴-۱۲۵

## شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP فازی و TOPSIS فازی (مطالعه موردی: شرکت فولاد مبارکه اصفهان)

ویدا وحیدیان\* سید محمدرضا داودی\*\*

دریافت: ۹۵/۱۰/۸

پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۱

لجستیک معکوس / AHP فازی / TOPSIS فازی / شرکت فولاد مبارکه

### چکیده

لجستیک معکوس یکی از موضوعات چالش‌برانگیز زنجیره تأمین است که اجرای صحیح آن در سازمان‌ها موجب افزایش درآمد، کاهش هزینه‌های عملیاتی، کاهش هزینه محصولات معیوب و کاهش آلودگی زیست‌محیطی می‌شود. اجرای لجستیک معکوس در سازمان‌ها با موانعی همراه بوده و چالش‌هایی برای مدیران و سیاست‌گذاران صنایع ایجاد می‌کند. هدف پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس برای غلبه بر موانع آن در شرکت فولاد مبارکه اصفهان است. ۳۰ نفر از متخصصان لجستیک معکوس شرکت فولاد مبارکه، جامعه آماری این پژوهش را تشکیل می‌دهند. جهت جمع‌آوری داده‌ها، ضمن استفاده از ادبیات این حوزه، با متخصصان شرکت فولاد مبارکه مصاحبه شده و در نهایت ۵۱ مانع (زیرمعیار) شناسایی شدند که به ده دسته: مدیریتی،

\* کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، مؤسسه آموزش عالی راغب اصفهانی، اصفهان، ایران

Vahidi.V20@gmail.com

Smrдавoodi@ut.ac.ir

\*\* استادیار گروه مدیریت، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران

■ سید محمدرضا داودی، نویسنده مسئول.

استراتژیک، سازمانی، اقتصادی، قانونی، فنی، زیرساختی، مربوط به دانش، مربوط به سیاست و مربوط به بازار تقسیم می‌شوند و ۳۰ راهکار نیز برای به‌کارگیری لجستیک معکوس در این شرکت شناسایی شده است. همچنین از پرسشنامه برای انجام مقایسات زوجی استفاده شده و سپس، چارچوبی مبتنی بر AHP فازی جهت وزن‌دهی موانع به‌عنوان معیار و TOPSIS فازی جهت اولویت‌بندی راهکارها استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که راهکار «تخصیص منابع مالی کافی» در رتبه اول و پس از آن راهکارهای «تطبیق دادن سیاست‌ها با فرآیندها» و «درک بازیافت محصولات به‌عنوان کالاهای منقضی‌شده» به‌ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند. راهکار «تأکید بر قوانین زیست‌محیطی و مقررات و رویه‌ها» نیز در رتبه آخر قرار دارد.

#### طبقه‌بندی JEL: M11, C44

## مقدمه

موضوع «لجستیک معکوس»<sup>۱</sup> یا «مدیریت بازگشتی‌ها» از جمله مباحثی است که امروزه در حوزه لجستیک و مدیریت زنجیره تأمین مطرح است؛ امری که به نظر می‌رسد تاکنون مورد توجه جدی قرار نگرفته است. در دو دهه اخیر، بسیاری از شرکت‌ها و صنایع تحقیق و بررسی در این زمینه را آغاز کرده و لجستیک معکوس را یکی از فرآیندهای مهم زنجیره تأمین خود در نظر گرفته‌اند. حتی اخیراً برخی شرکت‌های پیشرفته برای فرآیندهای مرجوعی گواهینامه ISO دریافت کرده‌اند.<sup>۲</sup>

امروزه در دنیای مدرن و صنعتی، استفاده از منابع زمین به‌سرعت افزایش یافته و جوامع مختلف بشری به‌دنبال بهره‌برداری بیشتر از منابع به‌نفع کشورهای خود هستند. در این فضای صنعتی، محصولات متنوع از کامپیوترهای شخصی گرفته تا پالایشگاه‌ها و ماشین‌آلات تولیدی و لوازم خانگی و سایر مصنوعات بشری تولید می‌شوند که خود آلاینده‌های مختلفی برای هوا، آب و خاک ایجاد می‌کنند.<sup>۳</sup> همچنین در بسیاری از صنایع تولیدکننده کالا به دلایل گوناگون مجبور شدند محصولات استفاده شده توسط مشتریان را جمع کنند. سپس با توجه به وضعیت محصول برگشتی، تصمیم مناسب برای پردازش مورد نیاز و مناسب روی محصول اخذ می‌شود. انتقال محصول از مشتری به تولیدکننده تحت عنوان لجستیک معکوس شناخته می‌شود.<sup>۴</sup>

لجستیک معکوس فرآیند برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل کارا و جریان مؤثر هزینه مواد، کالاهای در جریان ساخت، کالاهای نهایی و اطلاعات مرتبط از نقطه مصرف‌کننده تا مبدأ ساخت برای بازیابی ارزش یا انهدام مناسب است. به‌نوعی می‌توان گفت لجستیک معکوس، فرآیند حرکت و انتقال برای کالاها و تولیداتی است که در زنجیره تأمین قابلیت بازگشت دارند.<sup>۵</sup> الزامات قانونی، مسئولیت‌های اجتماعی، نگرانی‌های زیست‌محیطی، منافع اقتصادی و آگاهی‌های مشتریان، تولیدکنندگان را نه تنها به تولید محصولات سازگار با محیط‌زیست،

1. Reverse Logistics.

۲. فتح‌اله (۱۳۹۲)؛ ص ۳.

۳. ایمانی و منصور (۱۳۹۲)؛ ص ۱.

۴. صارمی و تقی‌پور بیرگانی (۱۳۹۳)؛ ص ۲.

۵. صارمی و تقی‌پور بیرگانی (۱۳۹۳)؛ ص ۲.

۵. عیدی و علوی (۱۳۹۴)؛ ص ۲۹.

بلکه به پس گرفتن و جمع آوری محصولات برگشتی و استفاده شده نیز وادار کرده است.<sup>۱</sup> علاوه بر موارد فوق، مسائل بازاریابی، رقابتی و استراتژیکی<sup>۲</sup> و همچنین بهبود وفاداری مشتری و فروش‌های آتی از انگیزه‌های فعالیت در زمینه لجستیک معکوس است.<sup>۳</sup>

با این وجود، در ۲۰ تا ۳۰ سال گذشته طیف جدیدی از محصولات و کالاها در انتهای زنجیره تأمین یک‌طرفه سنتی ایجاد شده که عبارتند از:

- محصولاتی که کار نمی‌کنند، اما قابل تعمیر یا استفاده دوباره هستند.
- محصولاتی که از رده خارج شده یا عمر مفیدشان پایان یافته، اما همچنان ارزشمندند.
- محصولات ناخواسته و ضایعات حاصل از تولید.
- محصولاتی پس داده شده.
- قطعات و زیرمونتازهای حاصل از تعمیرات «درآوردن و تعویض» در محل که هنوز ارزشمندند.

این محصولات، قطعات، زیرمونتازها و مواد، نمایانگر ارزش‌ها و موقعیت اقتصادی رو به رشدی در انتهای زنجیره تأمین یک‌طرفه هستند.<sup>۴</sup> از آنجا که محصولات بازیافت شده باید با محصولات نو و جدید رقابت کنند، سرمایه‌گذاری بر این دسته محصولات با موانع فراوانی همراه بوده و چالش‌هایی برای مدیران و سیاست‌گذاران صنایع ایجاد می‌کند.

شرکت فولاد مبارکه نیز از جمله شرکت‌هایی است که در معرض مسائل مربوط به لجستیک معکوس قرار دارد. این شرکت به دلیل وسعت زیاد، تعدد و تنوع واحدهای تولیدی، ضایعات مختلفی دارد که به دو دسته صنعتی و غیرصنعتی تقسیم‌بندی می‌شود. ضایعات صنعتی حاصل از فرآیندهای تولیدی، از مرحله کاربرد مواد اولیه تا بسته‌بندی محصول را دربرمی‌گیرد و ضایعات غیرصنعتی غالباً از فعالیت‌های انسانی نظیر زباله‌های شهری و رستورانی حاصل می‌شود و به عبارتی به صورت غیرمستقیم با تولید مرتبط است. عمده ضایعات این شرکت عبارت است از: منابع صنعتی (سرباره‌های حاصل از کوره‌های فولادسازی حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد این ضایعات را تشکیل می‌دهند)، منابع خانگی (حدود ۰/۲ درصد کل ضایعات تولیدی در مجتمع فولاد مبارکه به این منابع اختصاص دارد)، مناطق

1. Mutha & Pokharel (2009); p. 334.

2. Cruz-Rivera & Ertel (2009); p. 931.

3. Kannan (2009); p. 400.

باز (این ضایعات حدوداً ۰/۰۲ درصد کل ضایعات مجتمع را شامل می‌شود) و تصفیه‌خانه‌ها (حدود ۲ درصد کل لجن‌های تولیدی به این مبحث اختصاص دارد).

این ضایعات شرکت فولاد مبارکه را وادار می‌دارد تا برای محصول برگشتی خود راه چاره‌ای بیندیشد و یا به‌عبارت بهتر، برای بازپس‌گیری و یا برگرداندن محصول خود راه به‌صرفه‌ای انتخاب کند. بنابراین مطلوب است برای پذیرش شیوه‌های مؤثر لجستیک معکوس در شرکت فولاد مبارکه اصفهان، اقدامات حقیقی، انعطاف‌پذیر و راهکارهای عملی پیش‌بینی شده برای غلبه بر این موانع و رتبه‌بندی بر اساس اولویت در نظر گرفته شود. همچنین، با توجه به این امر که موضوع موانع لجستیک معکوس برای اولین بار در شرکت فولاد مبارکه اصفهان بررسی می‌شود، اهمیت و ضرورت انجام این پژوهش در این شرکت بیشتر آشکار می‌شود. لجستیک معکوس می‌تواند از دیدگاه بازایی اقتصادی و زیست‌محیطی به نفع شرکت فولاد مبارکه باشد. هدف این مطالعه، شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس برای غلبه بر موانع آن در شرکت فولاد مبارکه اصفهان است. به این ترتیب، سؤالات پژوهش حاضر را می‌توان به این صورت مطرح کرد:

- موانع و راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس در شرکت فولاد مبارکه کدامند؟

- اولویت‌بندی راهکارهای شناسایی شده برای غلبه بر موانع به چه صورت است؟

در این مقاله یک چارچوب ترکیبی AHP-TOPSIS فازی جهت اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس برای مقابله با موانع موجود ارائه شده است. بدین منظور، جهت تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها (موانع و زیرموانع به‌کارگیری لجستیک معکوس) از روش AHP فازی استفاده شده است. در این روش تصمیم‌گیرنده با فراهم‌ساختن درخت سلسله‌مراتب تصمیم، کار خود را آغاز می‌کند. این درخت، شاخص‌ها (معیارها) و گزینه‌های (راهکارها) تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. در بخش دیگر پژوهش، جهت اولویت‌بندی راهکارها از روش TOPSIS فازی استفاده شده است. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. اغلب قضاوت‌ها در تصمیم‌گیری درباره تخمین دقیق مقادیر عددی، مبهم و دشوار بوده است. از این رو، محیط فازی برای مواجهه با مسائل مبهم و نادقیق لازم است. در این پژوهش نیز برای در نظر گرفتن ابهامات مربوط

به مقایسات، محیط فازی به کار برده شده که به دقت بیشتر در چارچوب ارائه شده ختم می شود.

## ۱. مبانی نظری پژوهش

لجستیک معکوس شامل مجموعه فعالیت هایی است که فرآیند پیوسته بهبود محصولات مرجوعی تا زمانی که کاملاً بازیابی شده و یا به طور صحیح دورریز شوند را تشکیل می دهند. در این تعریف، اجزای لجستیک معکوس عبارتند از:

- مدیریت بازیابی محصول: عبارت است از اداره صحیح فرآیندهای بازیابی محصولات مرجوعی که از واحد بازرسی پس از تست و بازمینی و دسته بندی وارد مراکز بازسازی شده اند و در مفهوم کلی می تواند شامل اداره مؤثر و مدیریت مناسب کلیه مراکز و فرآیندهای لجستیک معکوس باشد.
- مرکز جمع آوری: مرکزی برای دریافت محصولات مرجوعی است که پس از تخلیه در این مکان، کلیه کالاها و اقلام مرجوعی و بازگشتی تحت شرایط کیفی متفاوت، تمیز و مرتب سازی و سپس از لحاظ ظاهری دسته بندی اولیه می شوند.
- مرکز بازرسی: نواحی که در آن محصولات مرجوعی ارسالی از مراکز جمع آوری شده و پس از دریافت به صورت فنی و تخصصی ارزیابی و تست می شوند. آزمون این اقلام از لحاظ کارکرد و مشخصه های کیفی، از این جهت است که مشخص شود چقدر از محصولات مرجوعی قابل بازیابی اند تا آنها را از سایر محصولات بازگشتی که به هر دلیل مستعمل شده و یا نقصی غیرقابل بازیابی دارند، جدا کرد.

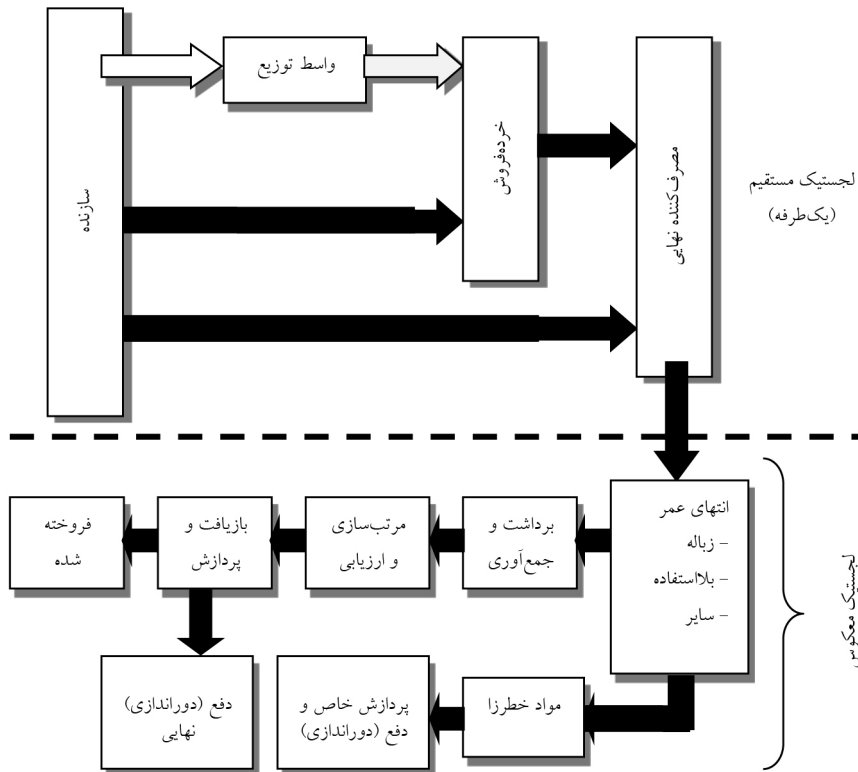
تعاریف مرتبط با مرکز بازرسی عبارت است از:

- تست محصولات مرجوعی: آزمون نیمه فنی یا فنی توسط پرسنل مجرب برای تمام محصولات مرجوعی براساس استانداردهای کیفی و کمی هر محصول انجام می شود.

- دسته‌بندی<sup>۱</sup> محصولات مرجوعی: دسته‌بندی یا به‌عبارتی جداسازی محصولات مرجوعی پس از بازرسی و تست آن‌ها انجام می‌شود که بر مبنای فرآیند بازیابی مورد نیاز برای ترمیم آن‌ها و یا عدم قابلیت بازیابی است.
- پیاده‌سازی یا اوراق کردن<sup>۲</sup>: جداسازی قطعات قابل استفاده از انواع غیرقابل استفاده محصولات مرجوعی غیرقابل بازیابی مستقیم.
- نوسازی یا تولید دوباره<sup>۳</sup>: فرآیندی که طی آن محصول مرجوعی بازیابی شده با داشتن قابلیت لازم به سطح کیفی و کمی استاندارد اولیه، همانند محصول نوساخته شده خط تولید کارخانه، تبدیل می‌شود.
- بازسازی<sup>۴</sup>: فرآیند یا عملیاتی که طی آن محصول مرجوعی با قابلیت بازیابی، ترمیم و به محصول دست‌دوم تبدیل می‌شود یا به‌عبارت بهتر، دوباره وارد چرخه مصرف می‌شود. فرآیند بازسازی می‌تواند شامل دو عملیات زیر باشد:
  - تعمیر<sup>۵</sup>: عملیاتی که در آن قطعات معیوب و دارای نقص محصول مرجوعی دارای قابلیت بازیابی، رفع نقص می‌شود تا کارکرد دوباره آن‌ها ادامه یابد.
  - ارتقاء<sup>۶</sup>: عملیات بازسازی که در آن کیفیت محصول مرجوعی قابل بازیابی تا اندازه استاندارد معینی بالا برده شده و نسبت به محصول اولیه ارتقا می‌یابد.
- بازیافت<sup>۷</sup>: فرآیندی است که طی آن مواد و اجزای به‌دست‌آمده و قابل بازیافت پس از طی مراحل دوباره به مواد اولیه و اجزای قابل استفاده برای ساخت قطعات تبدیل می‌شوند، مانند بازیافت پلاستیک و لاستیک، مقوا و کاغذ، سیالات و مایعات و بازیافت شیشه.
- ضایعات<sup>۸</sup>: اجزا، مواد و قطعاتی که قابلیت بازیابی ندارند؛ اگرچه ممکن است با جداسازی برخی از اقلام، دوباره بتوان در چرخه بازیافت از آن‌ها استفاده کرد.

- 
1. Separation.
  2. Cannibalization.
  3. Remanufacturing.
  4. Recondition.
  5. Repair.
  6. Refurbish.
  7. Recycle.
  8. Waste.

- زباله<sup>۱</sup>: بخشی از مواد و اجزای غیرقابل بازیاب که قابلیت بازیافت نداشته و باید به صورت زباله‌های صنعتی در محل مناسب دفن و دورریز شوند. این ضایعات فاقد مصرف، خود ممکن است شامل انواع زباله‌های معمولی و نیز مواد سمی و مضر زیست محیطی باشند.
  - زنجیره تأمین سبز<sup>۲</sup>: مفهوم لجستیک سبز به طور کلی و عمومی تر، به عملکردهای ساخت، انتقال، حمل و نقل و جابه‌جایی‌هایی اطلاق می‌شود که با در نظر گرفتن ملاحظات محیطی و مسائل زیستی همراه است.
- در شکل (۱) فرآیندهای لجستیک معکوس نشان داده شده است.



شکل ۱- فرآیندهای لجستیک معکوس<sup>۳</sup>

1. Landfill.

2. Green Supply Chain.

۳. بلمبرگ (۱۳۸۸)؛ ص ۱۷.



## ۲. پیشینه پژوهش

در ارتباط با پژوهش حاضر، تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. باقری‌نژاد (۱۳۸۹)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، پژوهشی با عنوان «شناسایی و اولویت‌بندی موانع موجود در لجستیک معکوس از طریق بررسی اثرات متقابل آن‌ها در صنعت خودرو» انجام داده و با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری اولویت‌بندی مناسبی از موانع موجود ارائه داده است. براساس نتایج حاصل از تحقیق ایشان، عوامل «فقدان آگاهی درباره مسائل مربوط به لجستیک معکوس»، «فقدان تعهد مدیریت ارشد» و «فقدان برنامه‌ریزی استراتژیک» به ترتیب موانعی هستند که نسبت به سایر موانع، اولویت بیشتری دارند. همچنین، عوامل «کمبود نیروی انسانی» و «بی‌میلی دلالتان، خرده‌فروشان و توزیع‌کنندگان» به عنوان کم‌اهمیت‌ترین موانع شناخته شده‌اند. گنجعلی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه و تحلیل شاخص‌های مؤثر بر چابکی لجستیک معکوس با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)»، شاخص‌های مؤثر بر چابکی لجستیک معکوس را شناسایی کرده و سپس با استفاده از روش ISM تأثیر این شاخص‌ها بر یکدیگر را بررسی شده و شاخص‌ها رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج حاصل نشان داد که «وجود شاخص‌های کاربرد سیستم‌های اطلاعاتی» و «شروع سیستم لجستیک معکوس در زمان مناسب»، ضرورت‌های انکارنشدنی برای چابکی لجستیک معکوس هستند.

بخشی‌خواه و همکاران (۱۳۹۲)، پژوهشی با عنوان «تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر لجستیک معکوس در شرکت ایران خودرو با متدولوژی ISM» انجام دادند. در این پژوهش با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری اولویت‌بندی مناسبی از موانع موجود ارائه شد. براساس تحلیل نتایج، موانع «فقدان سیستم‌های اطلاعات و تکنولوژیکی مناسب»، «مقاومت در برابر تغییرات ناشی از برگشتی‌ها»، «کمبود آموزش و تحصیلات» و «سیاست‌های سازمان» از قدرت تحریک و قدرت وابستگی بالایی برخوردارند. گنجعلی و همکاران (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی موانع لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک DEMATEL»، به تجزیه و تحلیل موانع لجستیک معکوس با استفاده از روش DEMATEL پرداختند. نتایج نشان داد مهم‌ترین موانع، «فقدان متخصص در سطح مدیریتی»، «عدم وجود اجرای طراحی سبز برای محصولاتی که به پایان عمرشان رسیده‌اند»، «در نظر

گرفته نشدن لجستیک معکوس به عنوان عملکرد رقابتی»، «فقدان شناسایی بهتر تکنیک‌ها» و «فقدان پرسنل آموزش دیده» است.

وحیدی‌راد (۱۳۹۲)، در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود، پژوهشی تحت عنوان «تحلیل موانع لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری (مورد مطالعه: شرکت سایپا یدک)» انجام داده است. در این پژوهش با استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری رتبه‌بندی مناسبی از موانع موجود ارائه شد. در نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده بر نُه دسته مانع اصلی شناسایی شده، نشان داد که مانع «مدیریت» اصلی‌ترین مانع موجود در اجرای لجستیک معکوس بوده و اهمیت آن نسبت به سایر موانع بیشتر است. همچنین، عامل «اجتماعی» به عنوان کم‌اهمیت‌ترین مانع شناسایی شد. دهناد و باقری (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای با عنوان «مروری بر بررسی عوامل مؤثر بر اجرای لجستیک معکوس در صنعت خودروسازی ایران»، عوامل محرک اجرای لجستیک معکوس را به سه دسته: اقتصادی، اجتماعی و محیطی و موانع اجرای آن را به چهار دسته: مدیریتی، مالی، سیاسی و ساختاری تقسیم‌بندی کردند. یافته‌های حاصل از پژوهش نشان می‌دهد عواملی مانند «قوانین و مقررات»، «مسائل اقتصادی»، «شهروندی سازمانی» و «همکاری در میان شرکای زنجیره تأمین»، یک شرکت را در اتخاذ لجستیک معکوس تحت تأثیر قرار می‌دهد.

راوی و شانکار<sup>۱</sup>، در پژوهشی با عنوان «تحلیل تعاملات میان موانع لجستیک معکوس»، از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری برای درک تأثیرات متقابل میان موانع استفاده کردند. موانعی که قدرت و وابستگی بالایی داشتند، نیازمند توجه بیشتری بودند. براساس نتایج ایشان، «عدم آگاهی از شیوه‌های لجستیک معکوس» مانع بسیار مهمی است و مدیریت استراتژیک مسائلی مانند «عدم آگاهی و عدم تعهد مدیریت ارشد» در لجستیک معکوس در سطح پایینی از سلسله‌مراتب قدرت و راندگی بالا قرار دارند. اینگ<sup>۲</sup>، پژوهشی با عنوان «تجزیه و تحلیل موانع اصلی لجستیک معکوس خودرو با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)» انجام داد که هدفش از این پژوهش شناسایی موانع اصلی و تعاملات میان آن‌ها در صنعت خودرو بود. روش مورد استفاده در این تحقیق، رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری بود. نتایج نشان داد که «عدم آگاهی مدیریت ارشد درباره

1. Ravi & Shankar (2005); pp. 1011-1029.

2. Ying (2007); pp. 252-265.

لجستیک معکوس»، «عدم تعهد» و «نبود برنامه‌ریزی استراتژیک» از بزرگ‌ترین موانع هستند. جیندال و سانگوان<sup>۱</sup>، در مقاله‌ای با عنوان «توسعه مدل ساختاری تفسیری موانع اجرای لجستیک معکوس در صنعت هند»، برای به‌دست آوردن سلسله‌مراتب مناسب و روابط متقابل میان موانع از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده کردند. پس از شناسایی ۱۶ مانع، آن‌ها را به چهار دسته اقتصادی، سازمانی، مربوط به دولت و مرتبط با بازار تقسیم کردند. تحلیل نتایج نشان داد که «عدم آگاهی»، «فقدان قوانین»، «مصوبات و سیاست‌های اقتصادی» از حیاتی‌ترین موانع هستند. شرما و همکاران<sup>۲</sup>، پژوهشی با عنوان «شناسایی موانع لجستیک معکوس، چشم‌انداز آن در هند» انجام دادند. در این پژوهش از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای درک تأثیر متقابل میان موانع (موانع پیش‌برنده و موانع وابسته) استفاده شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، سه مانع: «عدم آگاهی درباره لجستیک معکوس»، «محدودیت‌های مالی» و «مسائل قانونی» از موانع کلیدی اجرای لجستیک معکوس هستند.

عبدالرحمان و همکاران<sup>۳</sup> در مقاله‌ای با عنوان «موانع بحرانی اجرای لجستیک معکوس در بخش‌های تولید هند»، موانع اجرای لجستیک معکوس را به چهار دسته: مدیریتی، اقتصادی، سیاسی و زیرساختی تقسیم کردند و نشان دادند در بخش مدیریتی، «عدم تعهد مدیریت»؛ در بخش اقتصادی، «فقدان سرمایه» و «کمبود بودجه برای سیستم‌های نظارت بر بازده»؛ در بخش سیاسی، «فقدان قوانین قابل اجرا»، «فقدان مقررات و دستورالعمل‌های پایان عمر محصولات» و «عدم حمایت دولت»؛ در بخش زیرساختی، «فقدان سیستم‌های کلی نرم‌افزار یا سخت‌افزاری برای نظارت بر بازده» و «عدم هماهنگی با ارائه‌دهندگان خدمات»، «فقدان تسهیلات ذخیره، جابه‌جایی تجهیزات و وسایل نقلیه برای گذر از پایان عمر محصولات»، از اصلی‌ترین موانع بوده‌اند. پراکاش و همکاران<sup>۴</sup> نیز پژوهشی با نام «تجزیه و تحلیل موانع اجرای لجستیک معکوس در صنعت الکترونیک هند با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتب فازی» انجام دادند که هدف آن شناسایی و رتبه‌بندی موانع پذیرش لجستیک معکوس و همچنین ترویج استراتژی‌هایی برای به‌کارگیری این اولویت‌ها در سازمان بود. در

1. Jindal & Sangwan (2011); pp. 448-453.

2. Sharma et al. (2011); pp. 101-106.

3. Abdulrahman et al. (2014); pp. 460-471.

4. Prakash et al. (2015); pp.91-102.

این پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتب فازی برای اولویت‌بندی موانع پذیرش لجستیک معکوس استفاده شده و موانع به پنج دسته: استراتژیک، اقتصادی، سیاسی، زیرساختی و مربوط به بازار تقسیم شدند. براساس نتایج پژوهش مذکور، «عدم هماهنگی / همکاری با تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک طرف سوم»، «ادراک مشتریان درباره لجستیک معکوس» و «نبود سیستمی برای نظارت بر بازگشت محصولات»، سه مانع مهم برای پذیرش لجستیک معکوس هستند.

چیلش و همکاران<sup>۱</sup>، پژوهشی با عنوان «موانع اجرای لجستیک معکوس در ساخت سازمان‌های جنوب استرالیا» انجام دادند که هدف آن، ارائه یک نظرسنجی از درک موانع برای اجرای لجستیک معکوس بود. نتایج یافته‌های پژوهش ایشان حاکی از آن است که عوامل «عدم پیوستگی مواد توسط طراحان»، «محدودیت‌های قانونی برای استفاده از مواد و اجزای تشکیل‌دهنده»، «تعهدات قانونی بالقوه» و «هزینه‌های بالاتر» و «زمان طولانی مرتبط با واسازی ساختمان‌ها»، از مهم‌ترین موانع‌اند. پایین‌ترین رتبه بیشتر به گروه‌های عملیاتی و صنعتی تعلق دارد که از آن جمله می‌توان به «عدم حمایت سازمانی برای واسازی به دلیل طراحی ناسازگار»، «عدم حمایت سازمانی برای ویران کردن ساختمان با توجه به خطرات سلامتی و ایمنی بالاتر» و «مهارت و تجربه ناکافی برای واسازی (عملیات)» اشاره کرد. بوزن و همکاران<sup>۲</sup>، در مقاله‌ای با عنوان «شناسایی و تجزیه و تحلیل موانع لجستیک معکوس با استفاده از روش دلفی فازی و AHP»، موانع لجستیک معکوس را به هفت دسته: موانع زیرساختی و تکنولوژیکی، حاکمیت و فرآیند زنجیره تأمین، اقتصادی، دانش، سیاسی، بازار و رقابتی و مدیریتی تقسیم کرده و نشان دادند «موانع اقتصادی مرتبط با موضوع»، اولین مانع مهم و سپس «تحمیل بار مالیاتی» و «عدم اطمینان مرتبط با اقتصاد موضوع»، از موانع مهم دیگرند.

با توجه به مطالعات فوق، ملاحظه می‌شود در بیشتر این پژوهش‌ها از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای تجزیه و تحلیل موانع لجستیک معکوس استفاده شده است (تنها در پژوهش‌های پراکاش و همکاران (۲۰۱۵) و بوزن و همکاران (۲۰۱۶)، روش تحلیل سلسله مراتب فازی به کار گرفته شده است) و بیشترین صنعتی که این پژوهشگران

1. Chileshe et al. (2015); pp. 179-204.

2. Bouzon et al. (2016); pp. 182-197.

بررسی کرده‌اند، صنعت خودرو و الکترونیک است. همچنین، در این مطالعات برای غلبه بر این موانع، راهکاری ارائه نشده است. در پژوهش حاضر، علاوه بر تجزیه و تحلیل موانع لجستیک معکوس در صنعت فولاد و با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS فازی، راهکارهای مقابله با این موانع ارائه و اولویت‌بندی شده است.

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

هدف پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس برای غلبه بر موانع آن در شرکت فولاد مبارکه اصفهان است. بر همین اساس، این طرح پژوهشی به لحاظ هدف، از نوع کاربردی و به دلیل این که در آن از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود، می‌توان این پژوهش را توصیفی-پیمایشی به حساب آورد. جامعه آماری این پژوهش را متخصصان لجستیک معکوس شرکت فولاد مبارکه تشکیل می‌دهند و با توجه به محدود بودن تعداد متخصصان، نمونه‌گیری انجام نشده و از میان جامعه آماری، ۳۰ نفر از متخصصان لجستیک معکوس به صورت هدفمند و قضاوتی انتخاب شدند که علاوه بر مرتبط بودن با موضوع پژوهش، شرایط خاصی از جمله تخصص و سطح تحصیلات و همچنین سابقه کاری بالای ۱۰ سال داشتند.

در این پژوهش، از دو نوع پرسشنامه جهت انجام مقایسات زوجی استفاده شده است. پرسشنامه اول به‌منظور تعیین وزن معیارها (۱۰ مانع) و زیرمعیارها (۵۱ زیرموانع) تهیه شده است و عناصر تشکیل‌دهنده این پرسشنامه، معیارها (موانع) و زیرمعیارها (زیر موانع) ارائه شده در جدول (۵) می‌باشد. در جدول (۱) اعداد فازی مثلثی ماتریس مقایسه زبانی و در جدول (۲) نحوه طراحی این پرسشنامه ارائه شده است.

جدول ۱- اعداد فازی مثلثی ماتریس مقایسه زبانی<sup>۱</sup>

درجه اهمیت	متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی تخصیص داده شده
۱	یکسان	(۱،۱،۱)
۲	بسیار کم	(۱،۲،۳)
۳	کم	(۲،۳،۴)
۴	متوسط	(۳،۴،۵)
۵	زیاد	(۴،۵،۶)
۶	بسیار زیاد	(۵،۶،۷)
۷	عالی	(۶،۷،۸)

## جدول ۲- نحوه طراحی پرسشنامه اول

معیار (مانع)	ترجیح												معیار (مانع)	
	ترجیح یکسان						ترجیح عالی							
مانع اول	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مانع اول
مانع سوم	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مانع اول
...	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	...

پرسشنامه دوم برای رتبه‌بندی راهکارهای به کارگیری لجستیک معکوس تهیه شده است که عناصر تشکیل دهنده آن عبارتند از: زیر موانع تشکیل دهنده هر مانع اصلی (یعنی زیر موانع ارائه شده در جدول (۵)) و ۳۰ راهکار ارائه شده در جدول (۶). همچنین، رتبه‌بندی‌های متغیرهای زبانی در جدول (۳) و نحوه طراحی این پرسشنامه در جدول (۴) ارائه شده است.

## جدول ۳- رتبه‌بندی‌های متغیرهای زبانی

متغیرهای زبانی	اعداد فازی مثلثی تخصیص داده شده
بسیار کم	(۱،۲،۳)
کم	(۲،۳،۴)
متوسط	(۳،۴،۵)
زیاد	(۴،۵،۶)
بسیار زیاد	(۵،۶،۷)
عالی	(۶،۷،۸)

## جدول ۴- نحوه طراحی پرسشنامه دوم

...	زیرمانع ۲	زیرمانع ۱	موانع راهکارها
<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	راهکار اول
<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	...
<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	<input type="checkbox"/> بسیار کم <input type="checkbox"/> کم <input type="checkbox"/> متوسط <input type="checkbox"/> زیاد <input type="checkbox"/> بسیار زیاد <input type="checkbox"/> عالی	راهکار آخر

جهت تعیین روایی پرسشنامه‌ها، با ارائه پرسشنامه‌های تهیه شده به اساتید دانشگاه و متخصصان شرکت فولاد مبارکه، روایی پرسشنامه‌ها تأیید شده و برای تعیین پایایی پرسشنامه‌ها نیز از نرخ ناسازگاری استفاده شده است. در صورتی که نرخ ناسازگاری، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱۰ باشد، در مقایسات زوجی سازگاری وجود دارد<sup>۱</sup> که پرسشنامه‌های مقایسات زوجی این پژوهش، سقف بالای ضرایب را رعایت کرده‌اند (کمتر از میزان عددی ۰/۱۰). همچنین، باید گفت عناصر تشکیل‌دهنده این پرسشنامه‌ها که عبارتند از معیارها (موانع)، زیرمعیارها (زیرموانع) و راهکارها، از مقالات معتبر لاتین استخراج شده‌اند که خود دلیلی دیگر برای روایی و پایایی پرسشنامه‌ها است.

افزون بر این، به‌منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، با استفاده از نرم‌افزارهای اکسل<sup>۲</sup> و متلب<sup>۳</sup>، از روش AHP فازی جهت تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها و از روش TOPSIS فازی برای رتبه‌بندی راهکارها استفاده شده است.

### ۳-۱. مدل پیشنهادی

مراحل اجرایی این پژوهش به شرح زیر است:

مرحله اول: شامل استفاده از نظرات متخصصان و اعضای آکادمیک برای ساخت تصمیم‌گروهی، بررسی ادبیات تحقیق، شناسایی معیارها (موانع به‌کارگیری لجستیک معکوس) و شناسایی گزینه‌ها (راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس)، نهایی کردن معیارهای ارزیابی و نهایی کردن گزینه‌ها (راهکارها) است.

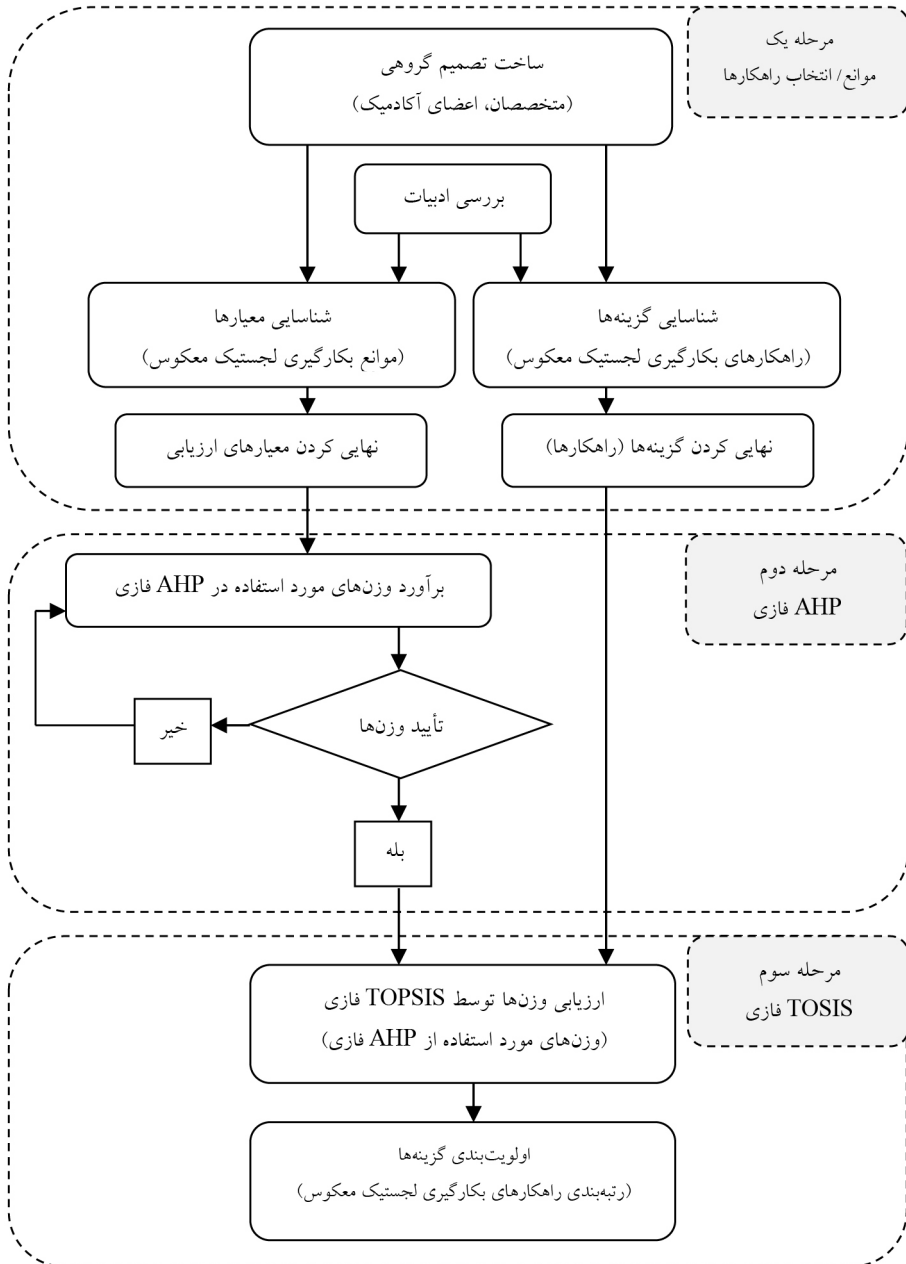
مرحله دوم: شامل برآورد وزن‌های مورد استفاده در AHP فازی و تأیید وزن‌ها است.  
مرحله سوم: شامل ارزیابی وزن‌ها توسط TOPSIS فازی و اولویت‌بندی گزینه‌ها است.  
در شکل (۲)، مدل پیشنهادی برای اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس ارائه شده است.

۱. مؤمنی (۱۳۹۲)؛ ص ۴۴.

2. Excel.

3. MATrix LABoratory (MATLAB).





شکل ۲- مدل پیشنهادی برای اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس

### ۳-۲. شناسایی متغیرها (موانع و راهکارهای به کارگیری لجستیک معکوس)

با بررسی ادبیات تحقیق، موانع به کارگیری لجستیک معکوس و راهکارهای به کارگیری لجستیک معکوس شناسایی شده و در جدول‌های (۵) و (۶) به همراه منابع‌شان آورده شده است. همچنین باید گفت برای شناسایی موانع و راهکارهای به کارگیری لجستیک معکوس با متخصصان شرکت فولاد مبارکه و اعضای آکادمیک نیز مشورت شده است.

### جدول ۵- موانع به کارگیری لجستیک معکوس

منابع	زیر معیارها (زیر موانع)	معیارها (موانع)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- PWC report (2008)</li> <li>- Zhou et al. (2007)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Chung &amp; Zhang (2011)</li> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> <li>- Li &amp; Olorunniwo (2008)</li> <li>- Thierry et al. (1995)</li> <li>- Patil &amp; Kant (2014)</li> <li>- Luthra et al. (2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم تعهد مدیریت ارشد</li> <li>۲- نبود برنامه برای لجستیک معکوس</li> <li>۳- عدم آگاهی درباره لجستیک معکوس</li> <li>۴- مقاومت در برابر تغییرات ناشی از برگشتی‌ها</li> <li>۵- فقدان شیوه‌های مدیریت بازگشتی</li> <li>۶- نبود متخصص لجستیک معکوس</li> </ul>	موانع مدیریتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blumenberg et al. (2009)</li> <li>- Raisinghani &amp; Meade (2005)</li> <li>- Natti &amp; Ojasalo (2008)</li> <li>- Zhao et al. (2012)</li> <li>- Ahmad &amp; Daghfous (2010)</li> <li>- Bandyopadhyay &amp; Pathak (2007)</li> <li>- Shih et al. (2012)</li> <li>- Aziz &amp; Sparrow (2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم تعهد گروه‌های استراتژیک شرکت نسبت به لجستیک معکوس</li> <li>۲- عدم مسئولیت‌پذیری نسبت به لجستیک معکوس</li> <li>۳- فقدان یکپارچگی فرآیند لجستیک معکوس با فرآیند زنجیره تأمین</li> </ul>	موانع استراتژیک
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natti &amp; Ojasalo (2008)</li> <li>- Ahmad &amp; Daghfous (2010)</li> <li>- Zhou et al. (2007)</li> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Chung &amp; Zhang (2011)</li> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> <li>- Li &amp; Olorunniwo (2008)</li> <li>- Thierry et al. (1995)</li> <li>- Patil &amp; Kant (2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- فقدان ساختار سازمانی مناسب</li> <li>۲- فقدان آموزش مناسب برای لجستیک معکوس</li> <li>۳- عدم اختیارات کافی برای پرسنل سازمان</li> <li>۴- عدم درک مشترک نسبت به بهترین شیوه‌های لجستیک معکوس</li> <li>۵- همکاری سازمانی نامناسب</li> <li>۶- عدم ارزیابی سیستم عملکرد شرکت نسبت به لجستیک معکوس</li> </ul>	موانع سازمانی

منابع	زیر معیارها (زیر موانع)	معیارها (موانع)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> <li>- Presley et al. (2007)</li> <li>- Srivastava &amp; Srivastava (2006)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Hicks et al. (2005)</li> <li>- Thierry et al. (1995)</li> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- Guide &amp; Srivastava (1997)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- فقدان سرمایه‌گذاری در زمینه بازافت محصولات</li> <li>۲- فقدان سرمایه‌گذاری برای سیستم‌های اطلاعات لجستیک معکوس</li> <li>۳- هزینه اولیه و عملیاتی بالا</li> <li>۴- تحمیل بار مالیاتی ناشی از لجستیک معکوس</li> <li>۵- عدم اطمینان نسبت به سوددهی لجستیک معکوس</li> </ul>	موانع اقتصادی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Zhou et al. (2007)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Chung &amp; Zhang (2011)</li> <li>- Miao et al. (2011)</li> <li>- Rahman &amp; Subramanian (2012)</li> <li>- Chaabane et al. (2012)</li> <li>- Koh et al. (2012)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- Hicks et al. (2005)</li> <li>- Srivastava (2008)</li> <li>- Tibben-Lembke &amp; Rogers (2002)</li> <li>- Guide &amp; Van Wassenhove (2009)</li> <li>- Wath et al. (2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم تدوین قوانینی برای بازافت محصولات</li> <li>۲- عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی لجستیک معکوس</li> <li>۳- عدم وجود رویه‌های استاندارد نسبت به بازافت محصولات</li> <li>۴- گسترش غیررسمی شیوه‌های مدیریت بازگشت ضایعات</li> </ul>	موانع قانونی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Srivastava (2008)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Thierry et al. (1995)</li> <li>- Li &amp; Olorunniwo (2008)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (1999)</li> <li>- Tibben-Lembke &amp; Rogers (2002)</li> <li>- Patil &amp; Kant (2014)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> <li>- Wong &amp; Wong (2011)</li> <li>- Kumar &amp; Thondikulam (2006)</li> <li>- Gunasekaran &amp; Ngai (2004)</li> <li>- Hutzschenreuter &amp; Horstkotte (2010)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم دسترسی به سیستم‌های اطلاعات و فناوری</li> <li>۲- فقدان زیرساخت‌های تکنولوژیکی مناسب</li> <li>۳- توسعه کمتر تکنولوژی بازافت محصولات</li> <li>۴- پیچیدگی عملیات لجستیک معکوس</li> <li>۵- فقدان مهارت‌های فنی مورد نیاز برای لجستیک معکوس</li> <li>۶- عدم حمایت لجستیک معکوس توسط شرکای زنجیره تأمین</li> </ul>	موانع فنی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Zhou et al. (2007)</li> <li>- PWC report (2008)</li> <li>- Chung &amp; Zhang (2011)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Rahman &amp; Subramanian (2012)</li> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- فقدان تسهیلات اولیه برای لجستیک معکوس</li> <li>۲- نبود برنامه‌ریزی برای بازافت محصولات</li> <li>۳- فقدان تحقیق و توسعه در زمینه قابلیت‌های لجستیک معکوس</li> <li>۴- نبود سیستمی برای نظارت بر بازافت محصولات</li> <li>۵- مشکلات یافتن شرکت‌های لجستیک طرف سوم</li> </ul>	موانع زیرساختی

منابع	زیر معیارها (زیر موانع)	معیارها (موانع)
	۶- عدم همکاری میان شرکت‌های لجستیک طرف سوم	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- González-Torre et al. (2010)</li> <li>- Govindan et al. (2014)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Meade et al. (2007)</li> <li>- Mudgal et al. (2010)</li> <li>- Rahimifard et al. (2009)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (2001)</li> <li>- Sharma et al. (2011)</li> <li>- Starostka-Patyk et al. (2013)</li> <li>- Van Der Wiel et al. (2012)</li> <li>- Yusuf &amp; Raouf (2013)</li> <li>- Janse et al. (2010)</li> <li>- Shen &amp; Tam (2002)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم آگاهی نسبت به فواید لجستیک معکوس</li> <li>۲- فقدان دانش در زمینه شیوه‌های لجستیک معکوس</li> <li>۳- فقدان دانش زیست محیطی لجستیک معکوس</li> <li>۴- فقدان دانش مالیاتی محصولات برگشتی</li> <li>۵- موجود نبودن اطلاعات نسبت به کانال‌های بازیافت محصولات</li> </ul>	موانع مربوط به دانش
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abdulrahman et al. (2014)</li> <li>- Carter &amp; Ellram (1998)</li> <li>- Chan &amp; Chan (2008)</li> <li>- Krikke et al. (2013)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Mangla et al. (2012)</li> <li>- Sharma et al. (2011)</li> <li>- Starostka-Patyk et al. (2013)</li> <li>- Janse et al. (2010)</li> <li>- AlKhidir &amp; Zailani (2009)</li> <li>- Govindan et al. (2014)</li> <li>- Zhu et al. (2012)</li> <li>- Andic et al. (2012)</li> <li>- González-Torre et al. (2010)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Rogers &amp; Tibben-Lembke (1999)</li> <li>- Skapa (2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- نبود قوانینی خاص برای لجستیک معکوس در سطح کشور</li> <li>۲- فقدان قوانین مشوق (انگیزه‌ساز) برای لجستیک معکوس</li> <li>۳- عدم اتفاق نظر میان وزارتخانه‌های مربوطه</li> <li>۴- در نظر نگرفتن لجستیک معکوس به عنوان عملکرد رقابتی</li> </ul>	موانع مربوط به سیاست
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geyer &amp; Jackson (2004)</li> <li>- Fleischmann (2003)</li> <li>- Stock (2001)</li> <li>- Inderfurth (2005)</li> <li>- Guide &amp; Van Wassenhove (2009)</li> <li>- Pokharel &amp; Mutha (2009)</li> <li>- Srivastava (2008)</li> <li>- Ravi &amp; Shankar (2005)</li> <li>- Thierry et al. (1995)</li> <li>- Lau &amp; Wang (2009)</li> <li>- Li &amp; Olorunniwo (2008)</li> <li>- Jindal &amp; Sangwan (2011)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>۱- عدم قطعیت و بازگشت اتفاقی در تقاضای محصولات</li> <li>۲- عدم اطمینان از کیفیت محصول برگشتی</li> <li>۳- عدم بازاریابی برای محصولات دوباره تولید شده</li> <li>۴- عدم حمایت توزیع کنندگان برای توزیع مجدد محصولات دوباره تولید شده</li> <li>۵- عدم درک مثبت مشتریان نسبت به محصولات دوباره تولید شده</li> <li>۶- شناخت کمتر نسبت به مزیت رقابتی لجستیک معکوس</li> </ul>	موانع مربوط به بازار

## جدول ۶- راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس

منابع	راهکارها
- PWC report (2008) - Shih et al. (2012) - Patil & Kant (2014) - Lau & Wang (2009)	۱- حمایت و آگاهی مدیریت ارشد
- Carter & Ellram (1998) - De Brito & Dekker (2003) - Dekker et al. (2004) - Fernandez & Kekale (2008)	۲- تعیین دلایل، بازیگران و مسائل مربوط به برگشتی‌ها
- PWC report (2008)	۳- تطبیق دادن سیاست‌ها با فرآیندها
- Cheung et al. (2012)	۴- توسعه دانش مرتبط با لجستیک معکوس
- Witt (1995) - Liu & Fang (2007)	۵- تعیین متخصص داخلی لجستیک معکوس
- Lau & Wang (2009) - PWC report (2008)	۶- همکاری استراتژیک با شرکای زنجیره معکوس
- Andel (1995) - Dawe (1995) - Stock (1998) - Levy (1999) - Rowley (2000) - Krumwiede & Sheu (2002) - Guide & Van Wassenhove (2002)	۷- ایجاد قراردادهای فرعی
- Lau & Wang (2009)	۸- توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته توسط ادغام با لجستیک معکوس
- Lau & Wang (2009) - PWC report (2008)	۹- همکاری متقابل وظیفه‌ای
- PWC report (2008) - Cullen & Bernon (2007)	۱۰- تمرکز استراتژیک برای جلوگیری از بازگشت محصولات
- PWC report (2008)	۱۱- درک بازیافت محصولات به‌عنوان کالاهای منقضى شده
- PWC report (2008) - Fleischmann et al. (2001) - Gunasekaran & Spalanzani (2011) - Fernandez et al. (2009) - Thierry et al. (1995)	۱۲- لجستیک معکوس به‌عنوان بخشی از برنامه پایداری
- PWC report (2008) - Srivastava (2008)	۱۳- اصلاح ارزش بازیافت محصولات
- Stock (1998) - Daugherty et al. (2001)	۱۴- تخصیص منابع مالی کافی

منابع	راهکارها
- PWC report (2008) - Lancioni et al. (2009) - Choi et al. (2004) - Patil & Kant (2014)	۱۵- ایجاد تعادل میان کنترل هزینه‌ها و پاسخگویی به مشتریان
- PWC report (2008) - Lau & Wang (2009)	۱۶- شفاف‌سازی هزینه‌ها و عملکرد
- PWC report (2008)	۱۷- کنترل زمان بازیافت محصولات
- PWC report (2008) - Cheung et al. (2012) - Patil & Kant (2014) - Lau & Wang (2009)	۱۸- ساده و استانداردسازی فرآیندهای لجستیک معکوس
- Stasiak et al. (1996) - Johnson (1998) - Stock (1998) - Van Hoek (1999) - Boiral (2000) - Department of Trade and Industry (2005) - Meade et al. (2007)	۱۹- پیاده‌سازی سیستم مدیریت زیست‌محیطی
- Lau & Wang (2009)	۲۰- تأکید بر قوانین زیست‌محیطی و مقررات و رویه‌ها
- Lau & Wang (2009)	۲۱- اجرای شیوه‌های سبز برای بازیافت محصولات
- PWC report (2008) - Lau & Wang (2009)	۲۲- ایجاد آگاهی عمومی در مسائل زیست‌محیطی
- Lau & Wang (2009)	۲۳- توسعه حمایت‌های زیرساختی و تسهیلات
- Giuntini & Andel (1995) - Rogers & Tibben- Lembke (1999) - Stock (1998) - Tan & Kumar (2008)	۲۴- شناسایی فعالیت‌های بازیافتی برای محصولات برگشتی
- Wadhwa et al. (2009) - Tibben-Lembke (2002)	۲۵- وجود تکنولوژی و سیستم‌های اطلاعاتی مناسب برای لجستیک معکوس
- Kim & Watada (2009)	۲۶- جمع‌آوری مناسب ضایعات و محصولات برگشتی
- Lau & Wang (2009)	۲۷- ایجاد، توسعه و سرمایه‌گذاری در فناوری لجستیک معکوس
- Johnson & Whang (2002) - Patil & Kant (2014)	۲۸- داشتن همکاری الکترونیکی برای سرعت و هماهنگی مؤثر میان اعضای زنجیره تأمین
- Dat et al. (2012) - Efendigil et al. (2008) - Senthil et al. (2014)	۲۹- توسعه استراتژی برون‌سپاری بازیافت و انتخاب محصولاتی که به پایان عمرشان رسیده‌اند
- Glenn Richey et al. (2005)	۳۰- قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار

#### ۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس برای غلبه بر موانع آن در شرکت فولاد مبارکه اصفهان است. برای دستیابی به این هدف، در این شرکت در مجموع ۵۱ مانع (زیرمعیار) شناسایی شدند که به ده دسته مدیریتی، استراتژیک، سازمانی، اقتصادی، قانونی، فنی، زیرساختی، مربوط به دانش، مربوط به سیاست و مربوط به بازار تقسیم شده و نیز ۳۰ راهکار برای به‌کارگیری لجستیک معکوس در این شرکت شناسایی شد. در شکل (۳) درخت سلسله‌مراتب تصمیم برای رتبه‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس ارائه شده است.

#### ۴-۱. تعیین وزن معیارها (موانع اصلی) و زیرمعیارها (زیرموانع) با استفاده از روش AHP فازی

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به پرسشنامه اول، به‌منظور به‌دست آوردن وزن معیارها و زیرمعیارها مراحل زیر طی شده است:

##### مرحله اول: ترکیب نظرات فازی متخصصان

در این مرحله، پس از تبدیل متغیرهای زبانی پرسشنامه به اعداد فازی متناظر در جدول (۱)، با استفاده میانگین هندسی، نظرات متخصصان را به شکل رابطه (۱)، با یکدیگر ترکیب می‌شود:

$$\bar{a}_{ij} = \left( \prod_{k=1}^N a_{ij}^{(k)} \right)^{\frac{1}{N}} \quad (1)$$

در رابطه (۱)، پارامتر  $N$  نشانگر تعداد افراد متخصص بوده و  $a_{ij}^{(k)}$  مؤلفه مربوط به شخص  $K$  ام برای مقایسه معیار  $i$  ام به معیار  $j$  ام است<sup>۱</sup>.

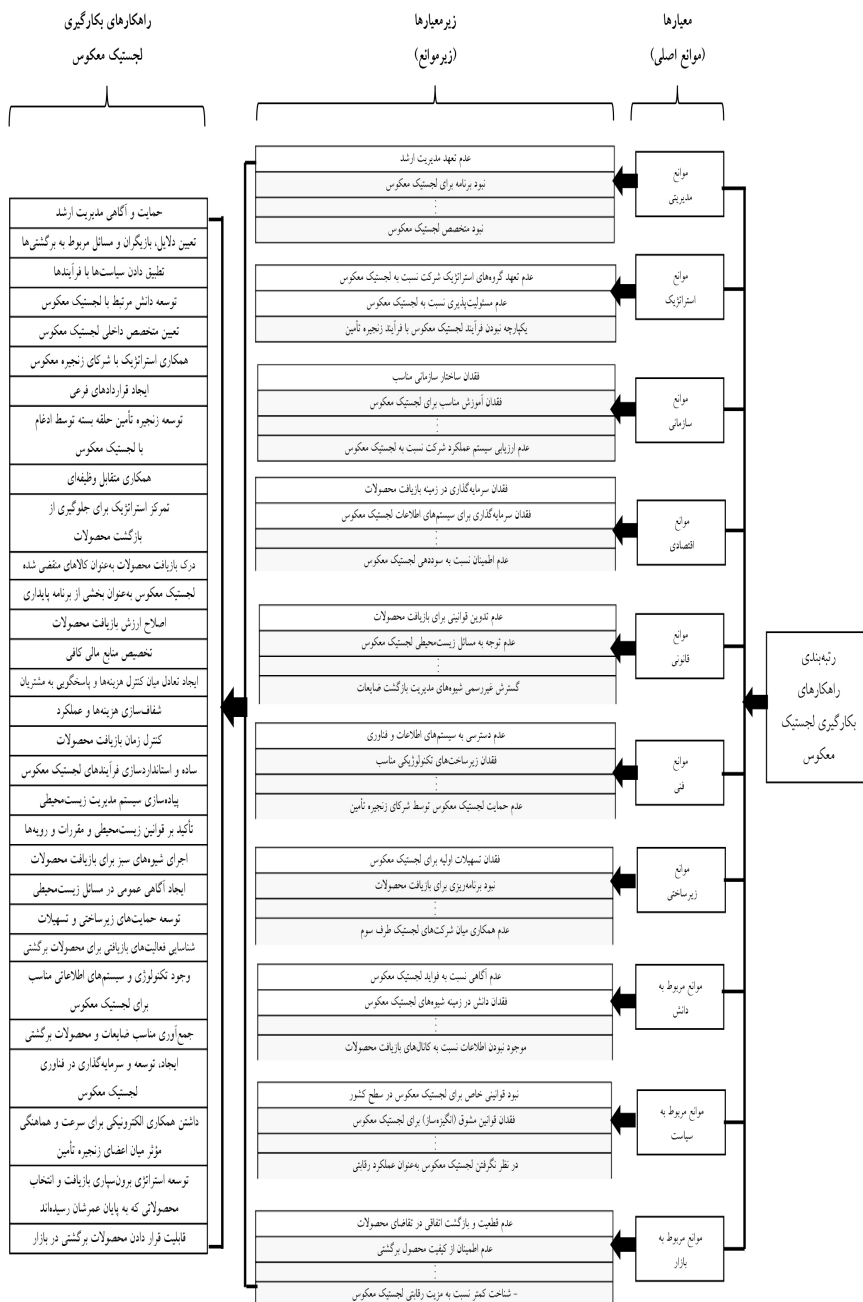
##### مرحله دوم: محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها

در این مرحله از روش تحلیل توسعه‌ای<sup>۲</sup> ارائه‌شده توسط چانگک<sup>۳</sup>، استفاده می‌شود. اعداد مورد

۱. آذر و رجب‌زاده (۱۳۹۳)؛ ص ۱۴۹.

2. Extent Analysis Method.

3. Chang.



شکل ۳- درخت سلسله مراتب تصمیم برای رتبه‌بندی راهکارهای به کارگیری لجستیک معکوس



استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی بوده و برای دو عدد فازی مثلثی  $M_1=(l_1, m_1, u_1)$  و  $M_2=(l_2, m_2, u_2)$  عملگرهای ریاضی به صورت روابط (۲) تا (۴) تعریف می‌شود:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۲)$$

$$M_1 \times M_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (۳)$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right) \quad , \quad M_2^{-1} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}\right) \quad (۴)$$

برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار  $S_k$  که خود یک عدد مثلثی است، به صورت رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} \times \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} \quad (۵)$$

که  $k$  بیانگر شماره سطر و  $i$  و  $j$  به ترتیب نشان‌دهنده معیار  $i$  ام و معیار  $j$  ام هستند. پس از محاسبه  $S_k$ ها، باید درجه بزرگی آنها را نسبت به هم به دست آورد. به‌طور کلی اگر  $M_1$  و  $M_2$  دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی  $M_1$  بر  $M_2$ ، که با  $V(M_1 \geq M_2)$  نشان داده می‌شود، به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 & \text{اگر } m_1 \geq m_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (۶)$$

همچنین داریم:

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)} \quad (۷)$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از  $k$  عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه (۸) به دست می‌آید:

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = \text{Min} [V(M_1 \geq M_2), \dots, V(M_1 \geq M_k)] \quad (۸)$$

برای محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها در ماتریس مقایسه زوجی به صورت رابطه (۹) عمل می شود:

$$W'(x_i) = \text{Min}\{V(S_i \geq S_k)\}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad , k \neq i \quad (9)$$

بنابراین، بردار وزن معیارها و زیرمعیارها به صورت رابطه (۱۰) خواهد بود:

$$W' = [W'(c_1), W'(c_2), \dots, W'(c_n)]^T \quad (10)$$

بردارهای وزنی نرمالیز شده به صورت رابطه (۱۱) هستند:

$$W = [W(c_1), W(c_2), \dots, W(c_n)]^T \quad (11)$$

پس از انجام مراحل فوق، وزن معیارها (موانع اصلی) و زیرمعیارها (زیرموانع) به دست آمده است. وزن نرمالیز شده موانع اصلی و زیرموانع تأثیرگذار در به کارگیری لجستیک معکوس در جدول (۷) آورده شده است.

در این جدول، وزن نهایی زیرموانع از حاصل ضرب وزن نرمال موانع اصلی در وزن نرمال زیرموانع مربوط به آن به دست آمده است. در روش TOPSIS فازی، از وزن نهایی زیرموانع استفاده می شود. با توجه به وزن نهایی به دست آمده از زیرموانع، هر زیرمانعی که وزن بیشتری داشته باشد، رتبه بهتری به دست می آورد و دارای اهمیت بیشتری است و بدین ترتیب کلیه زیرموانع رتبه بندی می شوند.

#### ۴-۲. رتبه بندی راهکارها با استفاده از روش TOPSIS فازی

پس از جمع آوری داده های مربوط به پرسشنامه دوم، از وزن نهایی زیرموانع استفاده کرده و راهکارها با استفاده از روش TOPSIS فازی اولویت بندی می شوند. بدین منظور مراحل زیر طی شده است:

##### مرحله اول: ترکیب نظرات فازی متخصصان

در تکنیک TOPSIS فازی، رتبه بندی راهکارها متغیرهای زبانی هستند که با اعداد فازی مثلثی  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  نشان داده می شوند. در این مرحله، پس از تبدیل متغیرهای

جدول ۷- وزن نرمالیز شده مواع اصلی و زیرمواع مؤثر در به‌کارگیری لجستیک معکوس

رتبه نهایی	وزن نهایی زیرمواع	وزن نرمال زیرمواع	زیرمواع	وزن نرمال مواع اصلی	مواع اصلی
۲	۰/۰۷۵۹۶۰	۰/۳۲۴۲	عدم تعهد مدیریت ارشد		
۳	۰/۰۶۹۱۴۲	۰/۲۹۵۱	نبود برنامه برای لجستیک معکوس		
۱۱	۰/۰۴۳۶۰۳	۰/۱۸۶۱	عدم آگاهی درباره لجستیک معکوس	۰/۲۳۴۳	مدیریتی
۱۶	۰/۰۲۰۴۵۷	۰/۰۸۳۳۱	مقاومت در برابر تغییرات ناشی از برگشتی‌ها		
۲۵	۰/۰۱۱۲۰۴	۰/۰۴۷۸۲	فقدان شیوه‌های مدیریتی بازگشتی		
۲۲	۰/۰۱۳۸۷۶	۰/۰۵۹۲۳	نبود متخصص لجستیک معکوس		
۱	۰/۱۰۵۲۴۵	۰/۴۹۹۵	عدم تعهد گروه‌های استراتژیک شرکت نسبت به لجستیک معکوس		
۱۰	۰/۰۴۵۳۳۷	۰/۲۱۴۷	عدم مسئولیت‌پذیری نسبت به لجستیک معکوس	۰/۲۱۰۷	استراتژیک
۶	۰/۰۶۰۱۹۷	۰/۲۸۵۷	عدم یکپارچگی فرآیند لجستیک معکوس با فرآیند زنجیره تأمین		
۴	۰/۰۶۴۷۵۰	۰/۳۷۹۱	فقدان ساختار مناسب سازمانی		
۷	۰/۰۵۵۴۰۸	۰/۳۲۴۴	فقدان آموزش مناسب برای لجستیک معکوس		
۱۴	۰/۰۲۴۶۱۲	۰/۱۴۴۱	عدم اختیارات کافی برای پرسنل سازمان	۰/۱۷۰۸	سازمانی
۱۸	۰/۰۱۶۰۷۲	۰/۰۹۴۱	عدم درک مشترک نسبت به بهترین شیوه‌های لجستیک معکوس		
۲۶	۰/۰۰۹۴۴۵	۰/۰۵۵۳	همکاری سازمانی نامناسب		
۴۶	۰/۰۰۰۴۷۸	۰/۰۰۲۸	عدم ارزیابی سیستم عملکرد شرکت نسبت به لجستیک معکوس		
۸	۰/۰۵۳۱۵۷	۰/۳۷۶۲	فقدان سرمایه‌گذاری در زمینه باز یافت محصولات	۰/۱۴۱۳	اقتصادی
۹	۰/۰۴۶۴۰۴	۰/۳۳۸۵	فقدان سرمایه‌گذاری برای سیستم‌های اطلاعات لجستیک معکوس		

رتبه نهایی	وزن نهایی زیرموانع	وزن نرمال زیرموانع	زیرموانع	وزن نرمال موانع اصلی	موانع اصلی
۱۳	۰/۰۲۷۱۲۹	۰/۱۹۲۰	هزینه اولیه و عملیاتی بالا		
۴۳	۰/۰۰۰۵۷۹	۰/۰۰۴۱	تحویل بار مالیاتی ناشی از لجستیک معکوس	۰/۱۴۱۳	اقتصادی
۲۱	۰/۰۱۳۹۳۲	۰/۰۹۸۶	عدم اطمینان نسبت به سوددهی لجستیک معکوس		
۵	۰/۰۶۰۵۵۴	۰/۵۳۵۴	عدم تدوین قوانینی برای باز یافت محصولات		
۱۲	۰/۰۳۳۲۱۷	۰/۲۹۳۷	عدم توجه به مسائل زیست محیطی لجستیک معکوس		
۳۱	۰/۰۰۳۶۰۸	۰/۰۳۱۹	عدم وجود رویه‌های استاندارد نسبت به باز یافت محصولات	۰/۱۱۳۱	قانونی
۱۹	۰/۰۱۵۶۹۸	۰/۱۳۸۸	گسترش غیررسمی شیوه‌های مدیریت بازگشت ضایعات		
۱۵	۰/۰۲۳۰۹۷	۰/۳۳۶۸	عدم دسترسی به سیستم‌های اطلاعات و فناوری		
۱۷	۰/۰۲۰۰۹۹	۰/۳۰۱۸	فقدان زیرساخت‌های تکنولوژیکی مناسب		
۲۳	۰/۰۱۳۲۰۰	۰/۱۹۸۲	توسعه کمتر تکنولوژی باز یافت محصولات	۰/۰۶۶۶	فنی
۳۰	۰/۰۰۳۹۷۶	۰/۰۵۹۷	پیچیدگی عملیات لجستیک معکوس		
۳۹	۰/۰۰۱۳۹۲	۰/۰۲۰۹	فقدان مهارت‌های فنی مورد نیاز برای لجستیک معکوس		
۲۹	۰/۰۰۴۸۲۲	۰/۰۷۲۴	عدم حمایت لجستیک معکوس توسط شرکای زنجیره تأمین		
۴۱	۰/۰۰۰۸۸۵	۰/۳۴۰۲	فقدان تسهیلات اولیه برای لجستیک معکوس		
۴۲	۰/۰۰۰۰۸۷۸	۰/۳۱۸۶	نبود برنامهریزی برای باز یافت محصولات		
۴۴	۰/۰۰۰۵۳۶	۰/۲۰۶۳	فقدان تحقیق و توسعه در زمینه قابلیت‌های لجستیک معکوس	۰/۰۰۲۶	زیرساختی
۴۸	۰/۰۰۰۲۶۳	۰/۱۰۱۱	نبود سیستمی برای نظارت بر باز یافت محصولات		
۵۰	۰/۰۰۰۰۵۰	۰/۰۰۱۹۳	مشکلات یافتن شرکتهای لجستیک طرف سوم		

رتبه نهایی	وزن نهایی زیرموانع	وزن نرمال زیرموانع	زیرموانع	وزن نرمال موانع اصلی	موانع اصلی
۵۱	۰/۰۰۰۰۳۷	۰/۰۱۴۲	عدم همکاری میان شرکت‌های لجستیک طرف سوم شرکت	۰۰۲۶	زیرساختی
۲۵	۰/۰۰۲۳۶۳	۰/۴۱۴۶	عدم آگاهی نسبت به فرایند لجستیک معکوس		
۳۷	۰/۰۰۱۸۲۲	۰/۳۱۹۶	فقدان دانش در زمینه شیوه‌های لجستیک معکوس		
۴۰	۰/۰۰۰۹۱۴	۰/۱۶۰۴	فقدان دانش زیست‌محیطی لجستیک معکوس	۰/۰۰۵۷	دانش
۴۹	۰/۰۰۰۱۸۸	۰/۰۳۳۰	فقدان دانش مالیاتی محصولات برگشتی		
۴۷	۰/۰۰۰۴۱۱	۰/۰۷۲۱	فقدان اطلاعات نسبت به کانال‌های بازیافت محصولات		
۲۷	۰/۰۰۷۶۱۹	۰/۵۲۱۹	نبود قوانینی خاص برای لجستیک معکوس در سطح کشور		
۳۳	۰/۰۰۳۱۰۸	۰/۲۱۲۹	فقدان قوانینی مشوق (انگیزه‌ساز) برای لجستیک معکوس		
۴۵	۰/۰۰۰۵۱۹	۰/۰۳۵۶	عدم اتفاق نظر میان وزارتخانه‌های مربوطه	۰/۰۱۴۶	سیاست
۳۲	۰/۰۰۳۳۴۹	۰/۲۲۹۴	در نظر نگرفتن لجستیک معکوس به عنوان ضلع‌گرد رقابتی		
۲۰	۰/۰۱۴۱۶۵	۰/۳۵۱۵	عدم قطعیت و بازگشت اتفاقی در تقاضای محصولات		
۲۴	۰/۰۱۲۴۶۹	۰/۳۰۹۴	عدم اطمینان از کیفیت محصول برگشتی		
۷۸	۰/۰۰۲۳۷۹	۰/۱۸۳۱	عدم بازاریابی برای محصولات دوباره تولیدشده		
۳۴	۰/۰۰۲۷۲۴	۰/۰۶۷۶	عدم حمایت توزیع کنندگان برای توزیع مجدد محصولات دوباره تولیدشده	۰/۰۴۰۳	بازار
۳۶	۰/۰۰۲۱۰۴	۰/۰۵۲۲	عدم درک مثبت مشتریان نسبت به محصولات دوباره تولیدشده		
۳۸	۰/۰۰۱۴۵۱	۰/۰۳۶	شناخت کمتر نسبت به مزیت رقابتی لجستیک معکوس		

زبانی پرسشنامه به اعداد فازی متناظر در جدول (۳)، با استفاده میانگین حسابی، نظرات متخصصان را به شکل رابطه (۱۲)، با یکدیگر ترکیب می‌کنیم:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^k] \quad (12)$$

در رابطه (۱۲)، پارامتر  $k$  نشانگر تعداد افراد متخصص می‌باشد و  $\tilde{x}_{ij}^k$  مؤلفه مربوط به شخص  $k$  ام برای مقایسه راهکار  $i$  ام به معیار  $z$  ام است<sup>۱</sup>.

### مرحله دوم: محاسبه رتبه راهکارها

در این مرحله، برای تبدیل مقیاس به مقیاسی واحد برای مقایسه، از تبدیل مقیاس خطی استفاده می‌شود و ماتریس تصمیم فازی نرمال به صورت رابطه (۱۳) به دست می‌آید<sup>۲</sup>:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (13)$$

به طوری که:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \quad (14)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C \quad (15)$$

$$c_j^* = \max c_{ij} \quad \text{اگر } j \in B \quad (16)$$

$$a_j^- = \min a_{ij} \quad \text{اگر } j \in C \quad (17)$$

$B$  و  $C$  به ترتیب مجموعه معیارهای سود و زیان هستند. شیوه نرمال سازی ذکر شده در بالا ایجاب می‌کند که اعداد مثلثی فازی نرمال شده در بازه  $[0, 1]$  واقع شوند. با بررسی وزن نهایی زیرمعیارها (زیرموانع)، ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال وزین<sup>۳</sup> به صورت رابطه (۱۸) ساخته می‌شود:

۱. آذر و رجبزاده (۱۳۹۳)؛ ص ۱۹۵.

2. Patil & Kant (2014); p. 685.

3. Weighted Normalized Fuzzy Decision Making Matrix.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad \text{به طوری که } i = 1, 2, \dots, m \text{ و } j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{v} = \tilde{r}_{ij} \times w_j \quad (18)$$

برای هر  $i$ ،  $j$  مقادیر  $\tilde{v}_{ij}$  اعداد فازی مثلثی مثبت نرمال واقع در بازه  $[1, 0]$  هستند. بنابراین راه‌حل ایده‌آل مثبت ( $A^*$ ) و راه‌حل ایده‌آل منفی ( $A^-$ )، به صورت روابط (۱۹) و (۲۰) تعریف می‌شوند:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (19)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (20)$$

به طوری که؛  $\tilde{v}_j^* = (1, 1, 1)$ ،  $\tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$  و  $j = 1, 2, \dots, n$

فاصله هر راهکار از  $A^*$  و  $A^-$ ، به صورت روابط (۲۱) و (۲۲) محاسبه می‌شود:

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n dv(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (21)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n dv(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (22)$$

که در آن  $d(0, 0)$  فاصله دو عدد فازی است. همچنین، ضریب نزدیکی<sup>۱</sup> هر راهکار، به صورت رابطه (۲۳) محاسبه می‌شود:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (23)$$

بنابراین بر مبنای ضریب نزدیکی ( $CC_i$ )، می‌توان راهکارها را رتبه‌بندی کرد (هر راهکاری که  $CC_i$  آن بزرگ‌تر باشد، رتبه بهتری دارد).

پس از انجام مراحل فوق، رتبه هر راهکار براساس زیرموانع هر یک از موانع اصلی به دست می‌آید. در جدول (۸)، رتبه‌بندی راهکارها براساس زیرموانع هر یک از موانع اصلی ارائه شده است.

## جدول ۸- رتبه‌بندی راهکارها براساس زیرموانع هر یک از موانع اصلی

رتبه به‌دست آمده هر راهکار از زیرموانع هر یک از موانع اصلی										راهکارها
رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	رتبه	
زیرموانع بازار	زیرموانع سیاست	زیرموانع دانش	زیرموانع زیرساختی	زیرموانع فنی	زیرموانع قانونی	زیرموانع اقتصادی	زیرموانع سازمانی	زیرموانع استراتژیک	زیرموانع مدیریتی	
۳	۱۳	۱۸	۱۷	۱۵	۷	۱۰	۶	۱۱	۱۹	حمایت و آگاهی مدیریت ارشد
۱۵	۱۹	۱۰	۲۸	۶	۱۲	۱۴	۵	۱۵	۲۶	تعین دلایل، بازیگران و مسائل مربوط به برگشتی‌ها
۴	۱۸	۳	۱۶	۵	۲۲	۱۱	۳	۳	۸	تطبیق دادن سیاست‌ها با فرآیندها
۲۲	۲۴	۲۸	۲۷	۱۴	۲۷	۱۲	۷	۱۶	۱۷	توسعه دانش مرتبط با لجستیک معکوس
۸	۱۰	۵	۲۳	۲۷	۲۰	۷	۱۲	۸	۱۳	تعین متخصص داخلی لجستیک معکوس
۱	۱۴	۶	۱۳	۳	۲۸	۲۷	۹	۵	۱۸	همکاری استراتژیک با شرکای زنجیره معکوس
۱۷	۲۶	۲۳	۹	۱۳	۲۱	۱۹	۲۱	۱۷	۱۲	ایجاد قراردادهای فرعی
۲۱	۲۸	۲۹	۱۲	۱	۱۷	۳	۲۵	۳۰	۲۴	توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته توسط اقدام با لجستیک معکوس
۱۹	۱	۲	۱۱	۱۹	۱۴	۶	۲۴	۲	۲۰	همکاری متقابل و طبقه‌بندی
۵	۲۲	۲۷	۲۲	۲۸	۸	۲۹	۲۰	۷	۷	تمرکز استراتژیک برای جلوگیری از بازگشت محصولات
۶	۹	۱۳	۱۵	۱۲	۴	۲۸	۱۴	۱	۲	درک بازیافت محصولات به‌صورت کالاهای منقضي شده



رتبه به‌دست آمده هر راهکار از زیرموانع هر یک از موانع اصلی										راهکارها									
رتبه	زیرموانع مدیریتی	رتبه	زیرموانع استراتژیک	رتبه	زیرموانع سازمانی	رتبه	زیرموانع اقتصادی	رتبه	زیرموانع قانونی		رتبه	زیرموانع فنی	رتبه	زیرموانع زیرساختی	رتبه	زیرموانع دانش	رتبه	زیرموانع سیاست	رتبه
۲۵	۲۱	۱۹	۱۹	۲۵	۱۹	۱۹	۲۵	۱۵	۱۵	۱۶	۱۶	۳	۱۴	۴	۱۴	۴	۲۵	۲۵	۲۵
۱۳	۶	۶	۶	۱۰	۱۰	۱۰	۲۲	۵	۵	۲۱	۲۱	۵	۲۵	۱۵	۲۵	۱۵	۱۵	۲۰	۱۳
۲۰	۱	۴	۴	۲	۲	۲	۲۰	۱۳	۱۳	۲	۲	۶	۱۲	۵	۱۲	۵	۲۰	۲۴	۲۴
۲۴	۵	۱۳	۱۳	۱	۱	۱	۵	۵	۱۰	۷	۷	۲۶	۱۱	۱۲	۱۱	۱۲	۲۰	۳۰	۳۰
۳۰	۲۲	۲۶	۲۶	۱۳	۱۳	۱۳	۴	۴	۲۹	۲۴	۲۴	۱۴	۲۱	۲۰	۲۱	۲۱	۲۰	۲۰	۲۰
۷	۱۶	۱۸	۱۸	۱۱	۱۱	۱۱	۲۳	۲۳	۱	۲۰	۲۰	۲۵	۹	۸	۹	۹	۸	۷	۷
۲	۹	۱۴	۱۴	۲۳	۲۳	۲۳	۳۰	۳۰	۳	۴	۴	۲۴	۲۰	۳	۲۰	۲۰	۳	۲	۲
۱۸	۱۴	۹	۹	۲۹	۲۹	۲۹	۸	۸	۱۱	۲۵	۲۵	۲۹	۴	۱۱	۴	۴	۱۱	۱۸	۱۸
۲۶	۲۹	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۹	۹	۳۰	۲۲	۲۲	۳۰	۱۷	۲۵	۱۷	۲۵	۲۶	۲۶	۲۶
۲۳	۲۷	۲۷	۲۷	۸	۸	۸	۲۴	۲۴	۹	۲۹	۲۹	۲۰	۱۶	۲۷	۱۶	۲۷	۲۳	۲۳	۲۳
۱۲	۳۰	۲۵	۲۵	۱۸	۱۸	۱۸	۲۶	۲۶	۲۳	۱۸	۱۸	۴	۸	۷	۸	۷	۱۲	۱۲	۱۲
۲۷	۳	۲۳	۲۳	۱۵	۱۵	۱۵	۱۷	۱۷	۶	۱۱	۱۱	۱	۲۲	۲	۲۲	۲	۲۷	۲۷	۲۷
۲۸	۲۵	۱۰	۱۰	۲۶	۲۶	۲۶	۲	۲	۱۹	۱۷	۱۷	۸	۱۹	۱۷	۱۹	۱۷	۲۸	۲۸	۲۸

## راهکارها

لجستیک معکوس به‌عنوان بخشی از برنامه پایداری اصلاح ارزش بازاریافت محصولات تخصص منابع مالی کافی

ایجاد تعادل میان کنترل هزینه‌ها و پاسخگویی به مشتریان شفاف‌سازی هزینه‌ها و عملکرد کنترل زمان بازاریافت محصولات

ساده و استانداردسازی فرآیندهای لجستیک معکوس پیاده‌سازی سیستم مدیریت زیست‌محیطی

تاکید بر قوانین زیست‌محیطی و مقررات و رویه‌ها اجرای شیوه‌های سبز برای بازاریافت محصولات ایجاد آگاهی عمومی در مسائل زیست‌محیطی

توسعه حمایت‌های زیرساختی و تسهیلات شناسایی فعالیت‌های بازاریافتی برای محصولات برگشتی



## ۳-۴. رتبه‌بندی نهایی راهکارها و تحلیل نتایج

با توجه به جدول (۸)، ملاحظه می‌گردد راهکارها در زیرموانع هر یک از موانع اصلی، رتبه‌های متفاوتی به‌دست آورده‌اند. لذا، برای هر یک از راهکارها میانگین رتبه محاسبه شده است و رتبه نهایی راهکارها به دست آمده که در جدول (۹) رتبه نهایی راهکارها ارائه شده است.

## جدول ۹- رتبه‌بندی نهایی راهکارها

رتبه‌بندی نهایی	میانگین رتبه‌ها	راهکارها
۶	۱۱/۹	حمایت و آگاهی مدیریت ارشد
۱۵	۱۵	تعیین دلایل، بازیگران و مسائل مربوط به برگشتی‌ها
۲	۹/۳	تطبیق دادن سیاست‌ها با فرآیندها
۲۳	۱۹/۴	توسعه دانش مرتبط با لجستیک معکوس
۱۲	۱۳/۳	تعیین متخصص داخلی لجستیک معکوس
۷	۱۲/۴	همکاری استراتژیک با شرکای زنجیره معکوس
۲۱	۱۷/۸	ایجاد قراردادهای فرعی
۲۲	۱۹	توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته توسط ادغام با لجستیک معکوس
۵	۱۱/۸	همکاری متقابل وظیفه‌ای
۲۰	۱۷/۵	تمرکز استراتژیک برای جلوگیری از بازگشت محصولات
۳	۱۰/۴	درک بازیافت محصولات به‌عنوان کالاهای منقضی شده
۱۸	۱۶/۱	لجستیک معکوس به‌عنوان بخشی از برنامه پایداری
۹	۱۲/۸	اصلاح ارزش بازیافت محصولات
۱	۸/۵	تخصیص منابع مالی کافی
۴	۱۱/۴	ایجاد تعادل میان کنترل هزینه‌ها و پاسخگویی به مشتریان
۲۴	۲۰/۳	شفاف‌سازی هزینه‌ها و عملکرد
۱۳	۱۳/۸	کنترل زمان بازیافت محصولات
۱۱	۱۳/۲	ساده و استانداردسازی فرآیندهای لجستیک معکوس

رتبه بندی رتبه نهایی	میانگین رتبه ها	راهکارها
۱۷	۱۵/۸	پیاده سازی سیستم مدیریت زیست محیطی
۲۸	۲۳/۲	تأکید بر قوانین زیست محیطی و مقررات و رویه ها
۲۶	۲۱	اجرای شیوه های سبز برای بازیافت محصولات
۱۹	۱۷/۱	ایجاد آگاهی عمومی در مسائل زیست محیطی
۸	۱۲/۷	توسعه حمایت های زیرساختی و تسهیلات
۱۹	۱۷/۱	شناسایی فعالیت های بازیافتی برای محصولات برگشتی
۱۶	۱۵/۲	وجود تکنولوژی و سیستم های اطلاعاتی مناسب برای لجستیک معکوس
۲۳	۱۹/۴	جمع آوری مناسب ضایعات و محصولات برگشتی
۱۰	۱۳/۱	ایجاد، توسعه و سرمایه گذاری در فناوری لجستیک معکوس
۲۵	۲۰/۸	داشتن همکاری الکترونیکی برای سرعت و هماهنگی مؤثر میان اعضای زنجیره تأمین
۱۴	۱۴/۳	توسعه استراتژی برون سپاری بازیافت و انتخاب محصولاتی که به پایان عمرشان رسیده اند
۲۷	۲۱/۴	قابلیت قرار دادن محصولات برگشتی در بازار

همان طور که در جدول (۹) مشاهده می شود، در رتبه بندی نهایی راهکارها، راهکار «تخصیص منابع مالی کافی» در رتبه اول و پس از آن راهکارهای «تطبیق دادن سیاست ها با فرآیندها» و «درک بازیافت محصولات به عنوان کالاهای منقضی شده» به ترتیب در رتبه های دوم و سوم قرار دارند. راهکار «تأکید بر قوانین زیست محیطی و مقررات و رویه ها» نیز در رتبه آخر قرار دارد.

### جمع بندی و ملاحظات

مباحث لجستیک معکوس در عصر حاضر به سبب افزایش اهمیت صرفه جویی در مواد اولیه، عوامل زیست محیطی و قوانین دولتی، توجه محققان بسیاری را به خود جلب کرده است. علاوه بر این، با توجه به نرخ برگشت ۱۵ تا ۲۰ درصد محصولات در زنجیره تأمین، همواره تولیدکنندگان و توزیع کنندگان با چالش هایی در این زمینه مواجهه اند. در این راستا، برای

به کارگیری لجستیک معکوس چندین مانع و برای غلبه بر این موانع راهکارهایی وجود دارد که در این پژوهش ۵۱ مانع و ۳۰ راهکار ارزیابی شده است. دشواری تکمیل اطلاعات مورد نیاز در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، عموماً مانع جدی بر سر راه اجرای دقیق ارزیابی است که به منظور در نظر گرفتن ابهامات مربوط به مقایسات، محیط فازی به کار رفته که موجب دقت بیشتر در چارچوب ارائه شده می‌شود. سرانجام، وزن موانع از طریق AHP فازی تعیین شد و راهکارها توسط TOPSIS فازی اولویت‌بندی شدند.

در پژوهش گنجعلی و همکاران (۱۳۹۲)، با عنوان «ارزیابی موانع لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک DEMATEL»، مهم‌ترین موانع، «فقدان متخصص در سطح مدیریتی»، «عدم وجود اجرای طراحی سبز برای محصولات» که به پایان عمرشان رسیده‌اند، «در نظر گرفته نشدن لجستیک معکوس به عنوان عملکرد رقابتی»، «فقدان شناسایی بهتر تکنیک‌ها» و «فقدان پرسنل آموزش دیده» بودند. دهناد و باقری (۱۳۹۴)، در پژوهشی با عنوان «مروری بر بررسی عوامل مؤثر بر اجرای لجستیک معکوس در صنعت خودروسازی ایران» نشان دادند که عواملی مانند «قوانین و مقررات»، «مسائل اقتصادی»، «شهروندی سازمانی» و «همکاری در میان شرکای زنجیره تأمین»، یک شرکت را در اتخاذ لجستیک معکوس تحت تأثیر قرار می‌دهد. راوی و شانکار (۲۰۰۵)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل تعاملات میان موانع لجستیک معکوس» نشان دادند که «عدم آگاهی از شیوه‌های لجستیک معکوس» مانع بسیار مهمی بوده و مدیریت استراتژیک مسائلی مانند «عدم آگاهی و عدم تعهد مدیریت ارشد» در لجستیک معکوس در سطح پایینی از سلسله‌مراتب قدرت و راندگی بالا بودند. در پژوهش پراکاش و همکاران (۲۰۱۵)، با عنوان «تجزیه و تحلیل موانع اجرای لجستیک معکوس در صنعت الکترونیک هند با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتب فازی» نشان دادند که «عدم هماهنگی / همکاری با تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک طرف سوم»، «ادراک مشتریان درباره لجستیک معکوس» و «نبود سیستمی برای نظارت بر بازگشت محصولات»، سه مانع مهم برای پذیرش لجستیک معکوس بودند. در پژوهش حاضر، با توجه به نتایج به دست آمده از جدول (۷)، ملاحظه می‌شود که موانع «عدم تعهد گروه‌های استراتژیک شرکت نسبت به لجستیک معکوس»، «عدم تعهد مدیریت ارشد» و «نبود برنامه برای لجستیک معکوس»، جزء مهم‌ترین موانع هستند و مانع «عدم همکاری میان شرکت‌های لجستیک طرف سوم» نیز کم‌اهمیت‌ترین مانع است. بنابراین، عدم مطابقت پژوهش حاضر با پژوهش‌های مطرح

شده، ممکن است حاکی از تفاوت بین صنایع مختلف و روش‌های مورد استفاده در این پژوهش‌ها باشد. همچنین در این پژوهش، موانع بیشتری نسبت به سایر پژوهش‌ها در نظر گرفته شده است.

## پیشنهاد‌های پژوهش

### الف) پیشنهاد‌های کاربردی

- در راستای نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهاد‌های کاربردی ذیل ارائه می‌شود:
- تهیه برنامه‌های بازدید برای مدیران؛ این بازدیدها می‌تواند از صنایع کشورهایی باشد که پیشرفت‌های خوبی در زمینه لجستیک معکوس داشته‌اند.
  - طراحی سایت جدید ضایعات بر طبق آخرین دستاوردهای علمی ممکنه.
  - برنامه‌ریزی خرد و کلان در نواحی تولیدی.
  - پیاده‌سازی سیستم مدیریت پسماند.
  - توجه مدیران و تصمیم‌گیران به موضوع لجستیک معکوس به‌عنوان یک فاکتور استراتژیک.
  - فرهنگ و تعهد فراگیر.
  - ایجاد تعهد نسبت به تبدیل مرکز مدیریت لجستیک معکوس از یک واحد هزینه‌زا به یک واحد درآمدزا.
  - برگزاری دوره‌های آموزشی ضمن خدمت برای کارکنان بخش لجستیک معکوس و...

### ب) پیشنهاد‌های تحقیقاتی

- این پژوهش به اولویت‌بندی راهکارهای به‌کارگیری لجستیک معکوس در صنعت فولاد پرداخته است، لذا، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی در صنایع دیگر مانند پلاستیک، کاغذ، منسوجات، ساخت کامپیوتر، کالاهای حجیم انجام شده و نتایج با پژوهش حاضر مقایسه شود.
- پیشنهاد می‌شود برای بررسی دقیق‌تر موضوع از روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند ANP، Electre، Promethee و Vikor فازی استفاده شود.

## منابع

- آذر، عادل و علی رجب‌زاده (۱۳۹۳)؛ تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد *MADM*، چاپ ششم، تهران: انتشارات نگاه دانش.
- ایمانی، دین محمد و الهام منصوری (۱۳۹۲)؛ «پیشنهاد الگوی لجستیک معکوس جامع برای صنعت سبز، زیست‌سازگار و اقتصادی»، اولین همایش ملی محیط زیست، صنعت و اقتصاد، تهران، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده اقتصاد، صص. ۱۳-۱.
- باقری‌نژاد، زهرا (۱۳۸۹)؛ «شناسایی و اولویت‌بندی موانع موجود در لجستیک معکوس از طریق بررسی اثرات متقابل آن‌ها در صنعت خودرو»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت مدرس، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
- بخشی‌خواه، مهدی؛ حسین یوسفی‌ثابت؛ حسن افشاری و علیرضا طیاریان (۱۳۹۲)؛ «تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر لجستیک معکوس در شرکت ایران خودرو با متدولوژی *ISM*»، فصل‌نامه مدیریت زنجیره تأمین، سال پانزدهم، ش. ۳۹، صص ۲۱-۱۴.
- بلمبرگ، دونالد اف (۱۳۸۸)؛ لجستیک معکوس، ترجمه: رضا زنجیرانی‌فراهانی، نسرین عسگری و مریم حافظی. تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- دهناد، هیدی و مرضیه باقری (۱۳۹۴)؛ «مروری بر بررسی عوامل مؤثر بر اجرای لجستیک معکوس در صنعت خودروسازی ایران»، کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت و مهندسی صنایع، تهران، شرکت مدیران ایده‌پردازان پایتخت ایلیا، صص. ۱۴-۱.
- شهریاف، مهران و سروش آوخ‌دارستانی (۱۳۹۲)؛ «طراحی مدل ریاضی برای مکان‌یابی تسهیلات در لجستیک معکوس: برنامه‌ریزی و کنترل فعالیت‌های بازاریابی محصولات مرجوعی»، دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد، گروه مهندسی صنایع، صص. ۱۰-۱.
- صارمی، سهیلا و فاطمه تقی‌پور بیرگانی (۱۳۹۳)؛ «ضرورت لجستیک معکوس در زنجیره تأمین»، اولین همایش ملی پژوهش‌های مهندسی صنایع، همدان، شرکت علم و صنعت طلوع زرین، صص. ۹-۱.
- عیدی، علیرضا و هادی علوی (۱۳۹۴)؛ «مسیریابی وسایل نقلیه در لجستیک معکوس با تقسیم تقاضای مشتریان و بهینه‌سازی مصرف سوخت»، دو ماهنامه بررسی‌های بازرگانی، دوره ۱۳، ش. ۷۱، صص ۳۷-۲۸.
- فتح‌اله، مهدی (۱۳۹۲)؛ «لجستیک معکوس حوزه‌ای که مورد غفلت واقع شده است»، ماهنامه علمی-تخصصی لجستیک و زنجیره تأمین، سال دوم، ش. ۱۵، صص ۳۳-۳.
- گنجعلی، منا؛ هادی شیرویه‌زاد و آرش شاهین (۱۳۹۰)؛ «تجزیه و تحلیل شاخص‌های مؤثر بر چابکی لجستیک معکوس با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (*ISM*)»، مجله فرآیندهای نوین در ساخت و تولید، سال دوم، ش. ۱، صص ۶۶-۵۵.
- گنجعلی، منا؛ هادی شیرویه‌زاد و آرش شاهین (۱۳۹۲)؛ «ارزیابی موانع لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک *DEMATEL*»، دومین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، نجف آباد، دانشگاه اسلامی واحد نجف آباد، گروه مهندسی صنایع، صص. ۸-۱.

مؤمنی، منصور (۱۳۹۲)؛ مباحث نوین تحقیق در عملیات، چاپ پنجم، تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

وحیدی راد، علی (۱۳۹۲)؛ «تحلیل موانع لجستیک معکوس با استفاده از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری (مورد مطالعه: شرکت سایپا یدک)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت مدرس، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.

Abdulrahman, M.D., Gunasekaran, A., & Subramanian, N. (2014); "Critical Barriers in Implementing Reverse Logistics in the Chinese Manufacturing Sectors", *International Journal of Production Economics*, Vol. 147, pp. 460-471.

Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C.M.T., & Campos, L.M.S. (2016); "Identification and Analysis of Reverse Logistics Barriers Using Fuzzy Delphi Method and AHP", *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 108, pp. 182-197.

Chileshe, N., Rameezdeen, R., Hosseini, M.R., & Lehmann, S. (2015); "Barriers to Implementing Reverse Logistics in South Australian Construction Organizations", *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 20, No. 2, pp. 179-204.

Cruz-Rivera, R., & Ertel, J. (2009); "Reverse Logistics Network Design for the Collection of End-of-life Vehicles in Mexico", *European Journal of Operational Research*, Vol. 196, No. 3, pp. 930-939.

Jindal, A., & Sangwan, S.K. (2011); "Development of an Interpretive Structural Model of Barriers to Reverse Logistics Implementation in Indian Industry. Localized Solutions for Sustainability in Manufacturing", In: *Proceedings of the 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering Germany*, pp. 448-453.

Kannan, G. (2009); "Fuzzy Approach for the Selection of Third Party Reverse Logistics Provider", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 21, No. 3, pp. 397-416.

Mutha, A., & Pokharel, S. (2009); "Strategic Network Design for Reverse Logistics and Remanufacturing Using New and Old Product Modules", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 56, No.1, pp. 334-346.

Patil, S.K., & Kant, R. (2014); "A fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Ranking the Solutions of Knowledge Management Adoption in Supply Chain to Overcome Its Barriers", *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 2, pp. 679-693.

Prakash, C., Barua, M.K., & Pandya, K.V. (2015); "Barriers Analysis for Reverse Logistics Implementation in Indian Electronics Industry Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 189, pp. 91-102.

Ravi, V., & Shankar, R. (2005); "Analysis of Interactions among the Barriers of Reverse Logistics", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 72, No. 8, pp. 1011-1029.

Sharma, S. K., Panda, B. N., Mahapatra, S. S., & Sahu, S. (2011); "Analysis of Barriers for Reverse Logistics: An Indian Perspective", *International Journal of Modeling and Optimization*, Vol. 1, No. 2, pp. 101-106.

Ying, Z. (2007); "Analysis of Major Barriers of Automobile Reverse Logistics Based on ISM", *Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, Vol. 2, pp. 252-265.