

## شناسایی و اولویت‌بندی راهبردهای موثر بر توسعه حمل و نقل چندوجهی با استفاده از روش سوارا فازی

مقاله علمی - پژوهشی

میثم علی خانی\*، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه عمران، مدیریت ساخت، موسسه غیر انتفاعی آیندگان، تنکابن، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rezaahmadi7192@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸ - پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

صفحه ۴۷۵-۴۸۸

### چکیده

حمل و نقل چند وجهی یکی از متداول‌ترین شیوه‌های حمل و نقل است و در دنیای امروزی به دلیل افزایش تنوع نیازها، استفاده از این شیوه حمل و نقل افزایش یافته است. بدین منظور پژوهش حاضر به منظور شناسایی و اولویت بندی راهبردهای موثر بر توسعه حمل و نقل چند وجهی با استفاده از روش سوارا فازی است که به منظور دستیابی به این هدف، ابتدا با بررسی پژوهش‌های گذشته و استفاده از نظرات خبرگان، شاخص‌هایی برای توسعه حمل و نقل چند وجهی شناسایی شد. در مرحله بعد این شاخص‌ها با استفاده از روش سوارافازی رتبه‌بندی و وزن‌دهی شدند. یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد استفاده از پایگاه دانش مشترک (مدیریت دانش) با وزن ۰/۳۳، رتبه اول، اقدامات سیاستی با وزن ۰/۲۲، در رتبه دوم، سرمایه‌گذاری با وزن ۰/۱۵، رتبه سوم، استفاده از فناوری اطلاعات با وزن ۰/۱، در رتبه چهارم، برنامه‌ریزی صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل با وزن ۰/۰۶۲، در رتبه پنجم، افزایش تجهیزات حمل و نقل با وزن ۰/۰۴۳، در رتبه ششم، به روز رسانی زود هنگام هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی با وزن ۰/۰۲۸، در رتبه هفتم، یکسان‌سازی مقرارت و استانداردهای بین‌الملل با وزن ۰/۰۱۹، در رتبه هشتم، احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر با وزن ۰/۰۱۲، در رتبه نهم، ایجاد محوطه‌های کانتینری با وزن ۰/۰۰۸، در رتبه دهم، سیاست‌های تشویقی برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم در رتبه یازدهم و اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها در رتبه دوازدهم جای گرفتند.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل چندوجهی، راهبردها، سوارافازی، لجستیک

### ۱- مقدمه

می‌کند (Makarova et al., 2023). هزینه‌های مرتبط با فعالیت‌های حمل و نقل حدود یک سوم تا دو سوم کل هزینه لجستیک است و عبور کالای ترانزیتی در یک کشور از نظر درآمدزایی، سیاسی، امنیتی و ارتباط با سایر کشورها در زمینه‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است. بنابراین تعادل حالت حمل و نقل کالا برای رفاه محیطی و اجتماعی ضروری است (Kuziev et al., 2023). بسیاری از کسب و کارها در تعیین مسیرهای لجستیکی بهینه با استفاده از حمل و نقل چندوجهی سرمایه‌گذاری می‌کنند تا موجب کاهش زمان و هزینه حمل و نقل شوند (Kim et al., 2018). علاوه بر این با افزایش بحران‌های زیست محیطی استفاده از مسیرهای حمل و نقل چندوجهی کارآمد می‌تواند کربن دی‌اکسید و سایر گازهای آلاینده هوا را کاهش دهد (Regmi & Hanaoka., 2012).

در دنیای امروزی به دلیل تنوع نیازهای مصرف‌کننده، استفاده از روش‌های حمل و نقل چند وجهی افزایش یافته است. حمل و نقل چند وجهی به عنوان حمل و نقل محموله از طریق دو یا چند روش مختلف حمل و نقل تعریف می‌شود (Europe., 2010). به دلیل پایین بودن هزینه‌های حمل و نقل چند وجهی از طریق خطوط دریا، امروزه بیشتر جابه‌جایی‌های کالا از طریق خطوط دریا صورت می‌گیرد و کشور ایران به دلیل داشتن ۲۸۰۰ کیلومتر مرز آبی با آب‌های آزاد، جایگاه با اهمیتی در جابه‌جایی کالا در عرصه بین‌الملل دارد و می‌توان به‌عنوان پلی ارتباط دهنده کشورهای حوزه اقیانوس هند با سایر کشورهای اروپایی باشد (Jiang et al., 2017). حمل و نقل ریلی ۷۷/۴ درصد کمتر از حمل و نقل جاده‌ای آلاینده است و تا ۴۳/۴۸ درصد در مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه‌جویی

صنعت، با توجه به زیر ساخت‌ها موجود در کشور رتبه‌بندی شوند. از این رو در این پژوهش با مرور بر پیشینه مطالعات انجام شده در زمینه توسعه حمل و نقل چند وجهی، عوامل موثر بر توسعه این صنعت شناسایی می‌شوند و این عوامل توسط خبرگان حمل و نقل چند وجهی کشور رتبه‌بندی و امتیازدهی می‌شوند.

## ۲- پیشینه تحقیق

حمل و نقل چند وجهی بعنوان یکی از گسترده‌ترین روش‌های حمل و نقل و از مهمترین تحولات در زمینه توسعه تجارت جهانی محسوب می‌شود. این روش نوعی شیوه حمل و نقل نیست، بلکه بعنوان یک مجموعه بسیار بزرگ برای حمل و نقل محموله‌ها است و شامل روش‌های حمل و نقل دریایی، ریلی و زمینی می‌باشد. حمل و نقل چند وجهی به ارائه محصولات برای مشتریان از طریق دو یا چند حالت اشاره دارد (Yan et al., 2021). حمل و نقل چند وجهی به طور فزاینده‌ای در دنیای مدرن حائزه اهمیت است زیرا منجر به نرخ بالایی از تحرک بین مرزی در سطح منطقه می‌شود (Yan et al., 2021). حمل و نقل چند وجهی به جابه‌جایی کالا از نقطه A به نقطه B تحت کنترل یک اپراتور اطلاق می‌شود (Wang & Yeo., 2018). حمل و نقل چند وجهی از روش‌های متعدد حمل و نقل برای انتقال کالاها از یک مکان به مکان دیگر در سراسر مرزهای بین‌المللی به وسیله یک قرارداد و یک حامل استفاده می‌کند (Qi et al., 2021). شیوه‌های مختلف حمل و نقل در این روش هر یک نقش مهمی در جابه‌جایی کالا بر عهده دارند. سیستم حمل و نقل جاده‌ای به دلیل انعطاف‌پذیری خود می‌تواند دسترسی به اکثر نقاط جهان را فراهم سازد، راه آهن و کشتی بعنوان یک وسایل حمل و نقل عمومی می‌تواند موجب صرفه‌جویی در مصرف سوخت، هزینه و زمان شود. از جمله مزایایی که برای حمل و نقل چند وجهی می‌تواند برشمرد عبارتند از:

- کاهش هزینه‌های حمل و نقل

- استفاده بهینه از تمامی ظرفیت‌های حمل و نقل

- درآمدزایی و ایجاد اشتغال

- استفاده بهینه از تمامی زیرساخت‌ها

- کاهش ریسک

- ایجاد محیط رقابتی برای صادرکنندگان و وارد کنندگان کالا

- جلوگیری از ایجاد هزینه‌های مازاد

- کاهش آلودگی محیط زیست در پی کم شدن انتشار گاز کربن کومانشینسکی و همکاران (Komashinskiy et al., 2020) نشان داد عدم وجود تضاد و کارایی تعامل بین عناصر مختلف یک سیستم حمل و نقل چندوجهی را می‌توان با استفاده

از طرفی دیگر درآمدهای ترانزیت کانتینری رقمی در حدود ۲۰ درصد ارزش کالای ترانزیتی می‌باشد، بنابراین توسعه حمل و نقل چندوجهی می‌تواند علاوه بر درآمدزایی برای کشورمان، موجب اشتغال بالغ بر ۱ میلیون نفر شود. از این رو بسیاری از کشورهای دنیا در زمینه حمل و نقل چندوجهی فعال بوده و برنامه‌های خود را به سمت این صنعت سوق داده‌اند، در حالی که در کشورمان عدم توسعه حمل و نقل چندوجهی موجب شده است که به دلیل مسافت طولانی، هزینه سوخت بالا و ظرفیت‌های محدود کامیون، هزینه‌های لجستیکی بالا برود و تولید کنندگان مجبور شوند که محصولات خود را به قیمت پایین به فروش برسانند، و این امر موجب شود چرخه اقتصاد کشور با مشکلات مختلفی مواجه گردد و شاهد تعطیلی کارخانه‌ها و واحدهای تولیدی مختلفی در کشور باشیم. از طرفی کارآمد نبود سیستم حمل و نقل چند وجهی موجب می‌شود به دلیل جابه جایی نادرست، گم شدن کالا و یا سایر وسایلی که اغلب اتفاق می‌افتد، سالانه زیان‌های مالی فراوانی برای شرکت‌های حمل و نقل ایجاد کند (Ilic et al., 2009). در این راستا برین (Breen., 2006) نشان داد که هر ساله حدود ۱۴۰ میلیون پوند به دلیل از دست دادن اقلام مورد استفاده در حمل و نقل به شرکت‌های حمل و نقل ضرر وارد می‌شود. علاوه بر این مدیریت ناکارآمد باعث می‌شود تعداد و زمان بازگرداندن اقلام حمل و نقل برگشت‌پذیر نامشخص و غیر قابل پیش‌بینی باشد که این امر موجب می‌شود کارگران منتظر بمانند وظایف خود را به حالت تعلیق درآورند و موجب ضرر مالی ناشی از تعلیق وظایف کارگران می‌شود. لذا، می‌توان گفت که حمل و نقل چند وجهی در ایران با مشکلات فراوان مواجه است که با توجه جایگاه ویژه آن، توجه به آن امری بسیار ضروری می‌باشد. توسعه کریدورهای حمل و نقل و زیرساخت‌های چندوجهی بعنوان ابزاری قوی برای ارتباط، همکاری و هماهنگی بین مناطق مختلف است. جی (Ge et al., 2020) نشان داد که اغلب زیرساخت‌ها در کشورهای مختلف نقش محلی یا منطقه‌ای دارند و پاسخگوی جریان انبوه حمل و نقل بین‌المللی را ندارند. توسعه حمل و نقل چند وجهی از نظر کاهش هزینه‌های حمل و نقل، مسافت و زمان برای شرکت‌های لجستیک و صادر کننده امری حیاتی است (Seo., 2017) و همچنین بعنوان ابزاری قوی برای ارتباط، همکاری و هماهنگی بین مناطق مختلف است (Stoilova et al., 2020). توسعه حمل و نقل چند وجهی در کشور بدون داشتن یک برنامه دقیق و منظم امکان‌پذیر نخواهد بود. برای این منظور نیاز است که از کشورهای موفق در این صنعت الگو برداری شود و از راهبردها و برنامه‌هایی که آنان برای توسعه این صنعت در نظر گرفته‌اند استفاده شود و برای این منظور نیاز است که این راهبردها در مطالعات گذشته شناسایی و توسط خبرگان این

گذاشته است. حامل‌های چندوجهی ممکن است هزینه‌های حمل‌ونقل و انتشار کربن را کاهش داده و با سنجیدن جامع تصادفی بودن قیمت‌های تجارت کربن، عدم قطعیت تقاضا و رابطه بین انتخاب حداکثر مقادیر ریسک و هزینه‌های حمل‌ونقل، کارایی حمل و نقل را بهبود بخشند. کاستانهو و همکاران (Castanho., 2018) نشان داد که همکاری و حمایت‌های دولت در قالب تصمیم‌گیری برای توسعه حمل و نقل چند وجهی نقش فزاینده‌ای در غلبه بر موانع توسعه حمل و نقل چند وجهی دارد. گی و همکاران (Ge et al., 2020) در پژوهش خود مشکلات اصلی در مسیر توسعه حمل و نقل چند وجهی را شامل فقدان طراحی سازمانی و مقررات سیستم، مقاومت بخش ریلی، همکاری و سرمایه‌گذاری ناکافی و سیستم اطلاعاتی پراکنده را از موانع توسعه حمل و نقل چند وجهی برشمرد و راهکارهای ارائه شده توسط آن‌ها در سه دسته ۱- یکسان‌سازی مقررات و استانداردهای بین‌الملل، ۲- اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها، ۳- سیاست‌های تشویقی برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم معرفی نمودند. پوگسایپورن و همکاران (Pongsayaporn et al., 2022) در پژوهش خود نشان داد بهبود زیر ساخت‌های حمل و نقل چند وجهی مانند محوطه‌های کانتینری، احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر، افزایش تجهیزات حمل و نقل و تشویق به استفاده از حمل و نقل چندوجهی از عوامل تاثیرگذار در توسعه حمل و نقل چندوجهی می‌باشد.

### ۳- روش شناسی پژوهش

هدف از این مقاله شناسایی و اولویت‌بندی راهبردهای توسعه حمل و نقل چند وجهی بود که بر اساس شاخص‌های اصلی (دارای بالاترین اولویت) بود که بدین منظور یک پژوهش توصیفی-پیمایشی با روش آمیخته (کمی و کیفی) که دارای سه مرحله به شرح زیر می‌باشد اجرا گردید.

-شناسایی و نهایی‌سازی شاخص‌های توسعه حمل و نقل چندوجهی

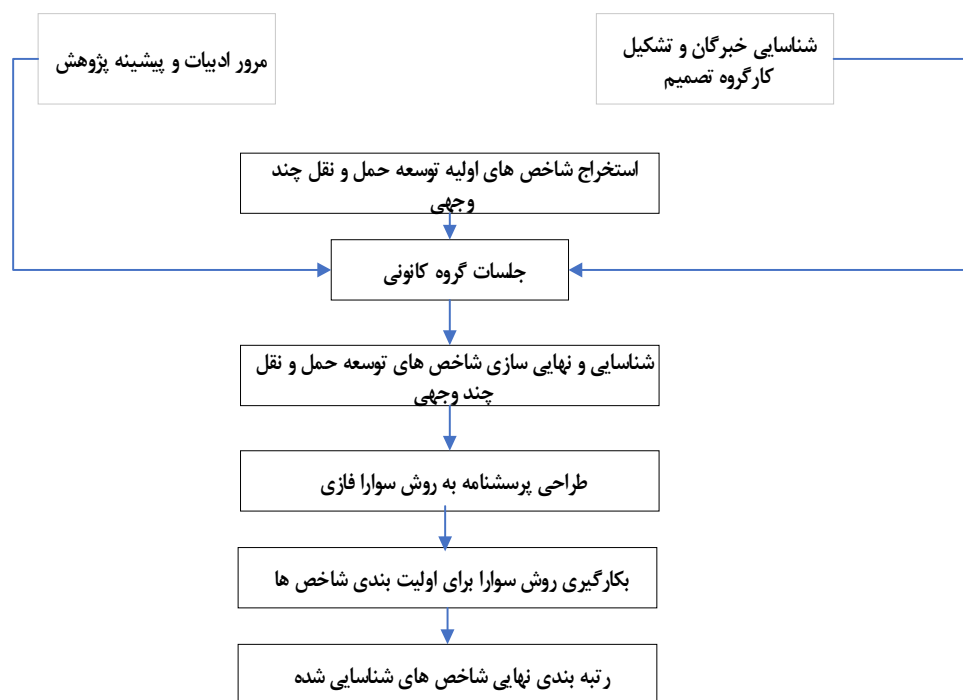
-اولویت‌بندی شاخص‌های شناسایی شده؛

از یک پایگاه دانش مشترک تضمین کرد. آسیوآل و همکاران (Asaul et al., 2017) در پژوهش خود نشان داد استفاده از فناوری اطلاعات می‌تواند موجب توسعه حمل و نقل چند وجهی شود و آلودگی‌های زیست محیطی را کاهش دهد. ماکاروا و همکاران (Makarova et al., 2023) نشان داد برنامه‌ریزی درست زنجیره تامین در زیر ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل از مهمترین عوامل توسعه حمل و نقل چند وجهی می‌باشد. مومینوویچ و اوگ (Muminovich et al., 2023) نشان داد استفاده از فناوری اطلاعات بعنوان عامل تاثیرگذار در توسعه حمل و نقل چند وجهی است. ژانگ و همکاران (Stoilova et al., 2020) در پژوهش خود بیان داشت استفاده از اینترنت اشیا بعنوان یک راهبرد مدیریتی در توسعه سیستم‌های حمل و نقل چندوجهی می‌باشد. پونگسی پورن و چیندا در سال ۲۰۲۲ اشاره کردند که آلودگی، میزان تصادفات و ازدحام در شبکه جاده‌ها نگرانی‌هایی را در مورد تغییر حالت‌های جاده‌ای به راه‌آهن و آب ایجاد می‌کند. چوی و همکاران (Choi., 2014) تاثیر اقدامات سیاستی بر روی تغییرات حمل و نقل چندوجهی در کره جنوبی را بررسی کرد، آن‌ها به این نتیجه رسیدند که قیمت‌گذاری جاده و خدمات حمل و نقل چندوجهی می‌تواند برنامه‌ریزی و عملیات استراتژیک را تشویق کند، که تاثیر مثبتی بر سیاست‌های توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل دارد و در نهایت منجر به توسعه حمل و نقل چند وجهی می‌شود. پاپایوانو و مارتینز در سال ۲۰۱۵ اظهار داشتند که دسترسی و اتصال خوب مهمترین معیار در هنگام در نظر گرفتن انتخاب حالت است، زیرا بر زمان سفر تأثیر می‌گذارد. جیانگ و همکاران (Jiang et al., 2017) روابط بین سرمایه‌گذاری گذاری حمل و نقل چندوجهی و توسعه اقتصادی را بررسی کرد.

آن‌ها نشان دادند که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل با ارتقای اتصال و تشویق تقاضای سفر بر توسعه اقتصادی تأثیر می‌گذارد. چارونفرت و چائوپاسرین (Choi et al., 2014) اشاره کردند که هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی شامل نوسانات فصلی تعرفه‌ها، بهره برداری، حمل و نقل، نگهداری، بیمه، تعرفه، نیروی کار، انبارداری، ارتباطات و هزینه‌های بار و تخلیه، نرخ بازگشت خودروی خالی و وضعیت سطح جاده بر توسعه حمل و نقل چند وجهی تاثیر می‌گذارد. لی و سان (Li & Sun., 2022) بیان کردند که حمل و نقل چندوجهی به طور قابل توجهی بر صنعت حمل و نقل چین تأثیر

جدول ۱. شاخص‌ها و معیارهای توسعه حمل و نقل چند وجهی

ردیف	شاخص و معیار
۱	استفاده از پایگاه دانش مشترک
۲	فناوری اطلاعات
۳	برنامه ریزی صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل
۴	اینترنت اشیا
۵	اقدامات سیاستی
۶	سرمایه گذاری
۷	به روز رسانی زود هنگام هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی
۸	یکسان‌سازی مقرارت و استانداردهای بین‌الملل
۹	اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها
۱۰	سیاست‌های تشویقی برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم
۱۱	افزایش تجهیزات حمل و نقل
۱۲	ایجاد محوطه‌های کانتینری
۱۳	احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر
۱۴	تشویق به استفاده از حمل و نقل چندوجهی



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

### شناسایی و نهایی سازی شاخص‌های توسعه حمل و نقل چند وجهی

به فهرست نهایی شاخص‌های استخراج شده در چارچوب جلسات بارش فکری که با حضور ۸ نفر از خبرگان این حوزه (اساتید دانشگاه، پژوهشگران حوزه حمل و نقل چندوجهی) انجام شد مورد بررسی قرار گرفت و در هر جلسه برخی از شاخص‌ها مورد بحث قرار می‌گرفت و سپس بر اساس خروجی

در این مرحله با استفاده از روش کیفی و استفاده از بررسی (اسنادی) کتابخانه‌ای و همچنین مرور بر پژوهش‌های گذشته و همچنین استفاده از روش تحلیل مضمون کیفی، لیست اولیه که شامل ۳۰ عامل تاثیرگذار بر توسعه حمل و نقل چند وجهی بود استخراج شد. در مرحله بعد به منظور شناسایی و دستیابی

شاخص‌های توسعه حمل و نقل چند وجهی گردید که در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جلسه دوباره به اسناد تحلیل شده و ادبیات مورد بررسی رجوع می‌شد و مجدد در جلسات آتی تکرار می‌شد. ماحصل این جلسات در نهایت منجر توافق خبرگان بر روی ۱۴ شاخص از

### اولویت‌بندی شاخص‌های شناسایی شده برای توسعه حمل و نقل چند وجهی

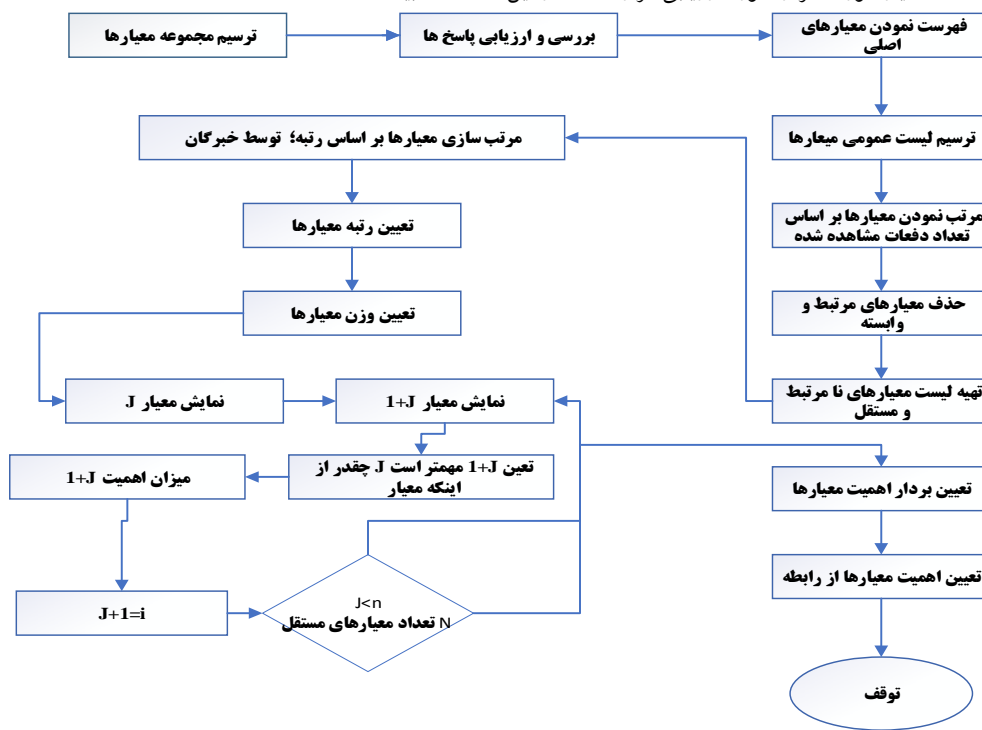
سهولت پیاده سازی و حجم محاسبات ساده؛ به منظور بالا بردن دقت نتایج و کاهش ابهامات از اعداد فازی استفاده گردید. بطور کلی در این مرحله از پژوهش معیارهای شناسایی شده در مرحله قبل با استفاده از روش سوارا فازی و استفاده از پرسشنامه‌ای که در اختیار ۱۰ نفر از خبرگانت قرار گرفت، به اولویت‌بندی هریک از معیارها پرداخته شد. روش نمونه‌گیری مورد استفاده در این بخش از پژوهش بصورت غیر هدفمند و مبتنی بر الگوی گلوله برفی بوده است.

در این مرحله با استفاده از رویکرد کمی و بکارگیری یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره شاخص‌های شناسایی شده اولویت‌بندی شدند. در این پژوهش برای اولویت‌بندی از روش سوارافازی استفاده شد. این روش با توجه به دقت بالا در ارزیابی و همچنین مزایایی که دارد مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه برخی از آن‌ها مطرح می‌شود.  
-دقت بالا نسبت به سایر روش‌ها  
-محاسبات ساده؛

### روش سوارا در محیط فازی

روش ابتدا معیارها رتبه‌بندی اولیه می‌شوند و سپس وزن نهایی هر معیار با توجه به رتبه‌بندی نهایی صورت می‌گیرد. در شکل ۲ فرایند وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها در روش سوارافازی بیان شده است.

روش سوارا از جدیدترین روش‌های وزن‌دهی معیارها در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. روش سوارا این امکان را به خبرگان می‌دهد که با توجه عوامل مختلفی همچون تجربه، دانش و اطلاعات، معیار مورد نظر را مورد ارزیابی قرار دهند. در این



شکل ۲. فرایند وزن‌دهی و اولویت‌بندی با روش سوارا (Keršulienė., 2010)

### گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها

در ابتدا بر اساس نظرات تصمیم‌گیرندگان، هریک از شاخص‌ها بر اساس درجه اهمیت انتخاب و مرتب می‌شوند. در

روش سوارا دارای مزایای نظیر؛ برآورد دقیق نظرات خبرگان، مناسب بودن جهت هماهنگی و جمع‌آوری داده‌ها، قابل فهم بودن و پیاده‌سازی آسان و حجم مقایسات زوجی کم نسبت به سایر روش‌ها است. گام‌های پیاده‌سازی روش سوارا به شرح زیر است (Keršulienė., 2010).

$$W_j = \frac{q_j}{\sum q_j}$$

از آنجایی که در روش سوارا به نظرات هریک از خبرگان ارزش زیادی می‌دهد و نظرات آنان با عدم قطعیت‌هایی همراه است، لذا در این پژوهش به جهت حذف ابهامات موجود در جواب‌های خبرگان و دستیابی به نتایج دقیق‌تر، روش سوارا در محیط فازی مورد استفاده قرار گرفت که مراحل اجرایی آن مشابه روش سوارا است. گام‌های روش سوارا فازی به شرح زیر است.

#### گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها

در مرحله شاخص‌ها به ترتیب اهمیت مرتب می‌شوند.

#### گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (S<sub>j</sub>)

در این مرحله اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص قبل از خود با استفاده از طیف کلامی و اعدادی فازی متناظر با هر عبارت کلامی فازی‌سازی می‌شود. اعداد فازی استفاده شده در این پژوهش در جدول ۲ نشان داده شده است. در این مرحله پس از فازی‌سازی نظرات همه خبرگان، به منظور تلفیق نظرات، میانگین‌گیری هندسی شده است.

این مرحله شاخص‌های با اهمیت در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم اهمیت‌تر در رده‌های پایین جای می‌گیرند.

#### گام دوم: تعیین اهمیت نسبی شاخص (S<sub>j</sub>)

در این گام اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص قبل از خود مشخص می‌شود.

#### گام سوم: محاسبه ضریب K<sub>j</sub>

این ضریب به مقدار اهمیت نسبی هر شاخص بستگی دارد و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$K_j = S_j + 1$$

#### گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص

در این مرحله وزن هر شاخص محاسبه می‌شود؛ در این فرمول وزن شاخص اول که بعنوان با اهمیت‌ترین شاخص در نظر گرفته شده است ۱ می‌باشد.

$$q_j = \frac{q_j - 1}{K_i}$$

#### گام پنجم: وزن نرمال نهایی

در این گام وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده به حساب می‌آید از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

جدول ۲. عبارات کلامی و اعداد فازی جهت وزن‌دهی به معیارها (Mavi., 2017)

عبارات زبانی	اعداد فازی مثلثی
اهمیت برابر	(۱، ۱، ۱)
اهمیت نسبتاً کم	(۰/۶۷، ۱، ۱/۵)
اهمیت کم	(۰/۵، ۰/۶۷، ۰/۴)
اهمیت خیلی کم	(۰/۳۳، ۰/۴، ۰/۲۸۶)
اهمیت بسیار کم	(۰/۲۵، ۰/۲۸۶، ۰/۲۲)

#### گام سوم: محاسبه ضریب $\bar{K}_j$

این ضریب با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\bar{K}_j = \begin{cases} \bar{1}_j = 1 \\ \bar{S}_j + \bar{1}_j \geq 1 \end{cases}$$

#### گام چهارم: محاسبه وزن فازی هر شاخص $\bar{q}_j$

این وزن با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} \tilde{I}_j = 1 \\ \frac{\tilde{x}_j - 1}{\tilde{K}_j} & j \geq 1 \end{cases}$$

### گام پنجم: محاسبه اوزان نهایی

در این مرحله وزن نهایی هر یک از معیارها با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید

$$\tilde{W}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k}$$

وزنی که در این مرحله به دست می‌آید وزن فازی می‌باشد که با استفاده از رابطه زیر دیفازی شده است.

$$W_{crisp} = \frac{(W_j^m - W_j^l) + (W_j^u - W_j^l)}{3} + W_j^l$$

### تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

#### نتایج اولویت‌بندی شاخص‌ها با استفاده از روش سوارا فازی

نتایج گام اول: در این مرحله هر یک از شاخص‌های شناسایی برای توسعه حمل و نقل چند وجهی از C<sub>1</sub> تا C<sub>12</sub> کدگذاری شده و سپس هر یک از شاخص‌ها با استفاده از نظرات خبرگان به صورت نزولی مرتب شدند که نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. رتبه بندی شاخص‌های توسعه حمل و نقل چند وجهی بر اساس اهمیت

رتبه	شاخص توسعه حمل و نقل چند وجهی	کد
۱	استفاده از پایگاه دانش مشترک	C <sub>1</sub>
۴	استفاده از فناوری اطلاعات	C <sub>2</sub>
۵	برنامه ریزی صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل	C <sub>3</sub>
۲	اقدامات سیاستی	C <sub>4</sub>
۳	سرمایه گذاری	C <sub>5</sub>
۷	به روز رسانی زود هنگام هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی	C <sub>6</sub>
۸	یکسان‌سازی مقررات و استانداردهای بین‌الملل	C <sub>7</sub>
۱۲	اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها	C <sub>8</sub>
۱۱	سیاست‌های تشویقی برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم	C <sub>9</sub>
۶	افزایش تجهیزات حمل و نقل	C <sub>10</sub>
۱۰	ایجاد محوطه‌های کانتینری	C <sub>11</sub>
۹	احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر	C <sub>12</sub>

نتایج گام دوم: در این مرحله اهمیت هر شاخص نسبت به شاخص قبلی از نظر هر خبره با استفاده از عبارات کلامی فازی شد و نتایج در جدول ۴ نشان داده شد.

جدول ۴. اهمیت نسبی هر شاخص نسبت به شاخص مهمتر قبلی از نظر خبرگان و طیف عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر

کد	خبره ۱	خبره ۲	خبره ۳	خبره ۴	خبره ۵
----	--------	--------	--------	--------	--------

---	----	---	--	--	C <sub>1</sub>
(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>4</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>5</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>2</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۶۶، ۰/۵، ۱/۵)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	C <sub>3</sub>
(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۶۶، ۰/۵، ۱/۵)	C <sub>10</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>6</sub>
(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>7</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>12</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	C <sub>11</sub>
(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۱، ۱، ۱)	C <sub>9</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۶۶، ۰/۵، ۱/۵)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>8</sub>

خبره ۱۰	خبره ۹	خبره ۸	خبره ۷	خبره ۶	کد
---	----	---	--	--	C <sub>1</sub>
(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>4</sub>
(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>5</sub>
(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>2</sub>
(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>3</sub>
(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	C <sub>10</sub>
(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۶۶، ۰/۵، ۱/۵)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>6</sub>
(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	C <sub>7</sub>
(۱، ۱، ۱)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>12</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>11</sub>
(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	(۲۸، ۰/۳۳، ۰/۴)	C <sub>9</sub>
(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	(۰/۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸)	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶)	C <sub>8</sub>

این شاخص‌ها محاسبه و آن‌ها بر اساس این وزن‌ها اولویت‌بندی می‌گردند. نتایج این گام‌ها در جدول ۶ نمایش داده شده است.

نتایج گام سوم، چهارم و پنجم. در این گام‌ها پس از محاسبه ضریب  $\bar{K}_j$  و وزن فازی هر شاخص ( $\bar{q}_j$ ) اوزان نهایی

جدول ۵. اهمیت نسبی هر شاخص

مقادیر SJ	کد
---	C <sub>1</sub>
(۰/۴، ۰/۴۶۵، ۰/۵۶۴)	C <sub>4</sub>
(۰/۳۸۲، ۰/۴۴۱، ۰/۵۲۸)	C <sub>5</sub>
(۰/۴۰۶، ۰/۴۷۴، ۰/۵۷۸)	C <sub>2</sub>
(۰/۵۴۶، ۰/۵۶۶، ۰/۷۱۸)	C <sub>3</sub>
(۰/۳۴۲، ۰/۳۸۲، ۰/۵۶۴)	C <sub>10</sub>
(۰/۴۰۲، ۰/۴۶۶، ۰/۶۹۲)	C <sub>6</sub>
(۰/۳۱۶، ۰/۳۸۳، ۰/۴۸۲)	C <sub>7</sub>
(۰/۴۱۸، ۰/۴۹۱، ۰/۶۰۴)	C <sub>12</sub>
(۰/۴۱۸، ۰/۴۹۱، ۰/۶۰۴)	C <sub>11</sub>
(۰/۳۶۴، ۰/۴۱۵، ۰/۴۸۸)	C <sub>9</sub>
(۰/۴۶۲، ۰/۴۸۳، ۰/۶۳۴)	C <sub>8</sub>

جدول ۶. محاسبات نهایی نتایج روش سوارافازی جهت وزن دهی و اولویت بندی شاخص ها

رتبه	وزن غیر فازی	وزن فازی	q <sub>j</sub>	K <sub>j</sub>	معیار
۱	۰/۳۳	(۰/۲۹، ۰/۳۱، ۰/۳۶)	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	C <sub>1</sub>
۲	۰/۲۲	(۰/۲۰، ۰/۲۱، ۰/۲۳)	(۰/۷۱، ۰/۶۸، ۰/۶۳)	(۱/۴، ۱/۴۴، ۱/۵۶)	C <sub>4</sub>
۳	۰/۱۵	(۰/۱۵، ۰/۱۵، ۰/۱۵۳)	(۰/۵۱، ۰/۴۷، ۰/۴۱)	(۱/۳۸، ۱/۴۴، ۱/۵۲)	C <sub>5</sub>
۴	۰/۱۰	(۰/۱۰۷، ۰/۱۰۲، ۰/۰۹۷)	(۰/۳۶، ۰/۳۲، ۰/۲۶)	(۱/۴۰، ۱/۴۷، ۱/۵۷)	C <sub>2</sub>
۵	۰/۰۶۲	(۰/۰۶۹، ۰/۰۶۵، ۰/۰۵۶)	(۰/۲۳، ۰/۲۰، ۰/۱۵)	(۱/۵۴، ۱/۵۶، ۱/۷۱)	C <sub>3</sub>
۶	۰/۰۴۳	(۰/۰۵۱، ۰/۰۴۷، ۰/۰۳۶)	(۰/۱۷، ۰/۱۴، ۰/۰۹۸)	(۱/۳۴، ۱/۳۸، ۱/۵۶)	C <sub>10</sub>
۷	۰/۰۲۸	(۰/۰۳۷، ۰/۰۳۲، ۰/۰۲۱)	(۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۵۸)	(۱/۴۰، ۱/۴۶، ۱/۶۹)	C <sub>6</sub>
۸	۰/۰۱۹	(۰/۰۲۸، ۰/۰۲۳، ۰/۰۱۴)	(۰/۰۹، ۰/۰۷، ۰/۰۳)	(۱/۳۱، ۱/۳۸، ۱/۴۸)	C <sub>7</sub>
۹	۰/۰۱۲	(۰/۰۱۹، ۰/۰۱۵، ۰/۰۰۸)	(۰/۰۶، ۰/۰۴، ۰/۰۲)	(۱/۴۱، ۱/۴۹، ۱/۶۰)	C <sub>12</sub>
۱۰	۰/۰۰۸	(۰/۰۱۴، ۰/۰۱۰۵، ۰/۰۰۵۶)	(۰/۰۴، ۰/۰۳، ۰/۰۱)	(۱/۴۱، ۱/۴۹، ۱/۶۰)	C <sub>11</sub>
۱۱	۰/۰۰۵	(۰/۰۱۰۲، ۰/۰۰۷۴، ۰/۰۰۳۷)	(۰/۰۳، ۰/۰۲، ۰/۰۱)	(۱/۳۶، ۱/۴۱، ۱/۴۸)	C <sub>9</sub>
۱۲	۰/۰۰۳۸	(۰/۰۰۷، ۰/۰۰۵۰۲، ۰/۰۰۲۳)	(۰، ۰/۰۲/۰۱۵، ۰/۰۰۶)	(۱/۴۶، ۱/۴۸، ۱/۶۳)	C <sub>8</sub>

صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل (C<sub>3</sub>) با وزن ۰/۳۳ در رتبه پنجم، افزایش تجهیزات حمل و نقل (C<sub>10</sub>) با وزن ۰/۰۴۳ در رتبه ششم، به روز رسانی زود هنگام هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی (C<sub>6</sub>) با وزن ۰/۰۲۸ در رتبه هفتم، یکسان‌سازی مقررات و استانداردهای بین‌الملل (C<sub>7</sub>) با وزن

مطابق نتایج نهایی به دست آمده که در جدول ۶ نمایش داده شده است، استفاده از پایگاه دانش مشترک (مدیریت دانش) (C<sub>1</sub>) با وزن ۰/۳۳ رتبه اول، اقدامات سیاستی با وزن ۰/۲۲ (C<sub>4</sub>)، سرمایه گذاری (C<sub>5</sub>) با وزن ۰/۱۵ رتبه سوم، استفاده از فناوری اطلاعات (C<sub>2</sub>) با وزن ۰/۱ در رتبه چهارم، برنامه‌ریزی

۰/۰۱۹ در رتبه هشتم، احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر C12 با وزن ۰/۰۱۲ در رتبه نهم، ایجاد محوطه‌های کانتینری C11 با وزن ۰/۰۰۸ در رتبه دهم، سیاست‌های تشویقی

برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم C9 در رتبه یازدهم و اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها C8 در رتبه دوازدهم جای گرفتند.

## ۵- نتیجه گیری

حمل و نقل چند وجهی بر خلاق مزایای مختلفی که دارد، در کشور ایران به آن توجه چندانی نمی‌شود. بدین منظور این پژوهش به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌هایی جهت توسعه این مهم انجام گرفت و برای دستیابی به هدف مورد نظر، پژوهش حاضر در دو مرحله شناسایی و نهایی‌سازی شاخص‌های توسعه حمل و نقل چند وجهی و مرحله دوم اولویت‌بندی شاخص‌های شناسایی شده انجام یافت. در مرحله نخست پژوهش، این شاخص‌ها با مرور بر پیشینه پژوهش و همچنین بررسی آثار دانشمندان و اندیشمندان حوزه حمل و نقل چند وجهی شناسایی شد و در مرحله دوم وزن و ترتیب اهمیت هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روش سوارا فازی به دست آمد. در مرحله اول این پژوهش فهرستی جامع و متنوع از شاخص‌های تاثیرگذار بر توسعه حمل و نقل چندوجهی شناسایی شد که در جدول ۱ ارائه گردید. این شاخص‌ها ابعاد مختلفی چون؛ استفاده از پایگاه دانش مشترک، استفاده از فناوری اطلاعات، برنامه ریزی صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل، اقدامات سیاستی، سرمایه گذاری، به روز رسانی زود هنگام هزینه‌های مربوط به حمل و نقل چندوجهی، یکسان‌سازی مقررات و استانداردهای بین‌الملل، اصلاح بخش راه‌آهن برای همسویی بهتر با سایر بخش‌ها، سیاست‌های تشویقی برای شرکت‌ها به جای ارائه یارانه‌های مستقیم، افزایش تجهیزات حمل و نقل، ایجاد محوطه‌های کانتینری و احداث جاده دسترسی به ایستگاه‌های قطار و بندر بود. از مهمترین معیارهای شناسایی شده در این پژوهش مدیریت دانش بود که بیشترین وزن را به خود اختصاص داد. پیاده‌سازی سیستم مدیریت دانش در بحث حمل و نقل چند وجهی مزایایی دارد که موجب دستیابی به موفقیت در این مسیر مهم می‌شود. مدیریت دانش موجب می‌شود که دانش و اطلاعات مورد نیاز در این زمینه همواره روزآمد و در دسترس باشد و در اثر عواملی همچون بازنشستگی، تغییر مدیریت و تغییرات ساختاری، این دانش و اطلاعات نابود نشود. علاوه بر این مدیریت دانش سبب می‌شود که نیازهای مشتریان بازار شناسایی شود و از آنجایی که مشتری مهمترین و اصلی‌ترین عامل جهت

دستیابی به موفقیت است، این سیستم موجب می‌گردد تا سوالات، توصیه‌ها، انتقادات، شکایات و نیاز اصلی بازار شناسایی شود و موجب گردد که خدمت رسانی به مشتریان در بهترین حالت ممکن صورت گیرد. یکی دیگر از مزایای مهمی که مدیریت دانش برای توسعه حمل و نقل چند وجهی دارد این است که موجب می‌شود با بهره‌گیری از این دانش بتوان بهترین تصمیم را گرفت و در شرایط بحرانی مانند جنگ و بلاای طبیعی بتوان در مسیر درست گام برداشت. آخرین مزیتی که سیستم مدیریت دانش برای توسعه حمل و نقل چند وجهی دارد این است که می‌تواند درک روشنی از آینده و راه‌حل‌های مفید به سرمایه‌گذاران ارائه دهد و موجب جذب سرمایه‌گذار جهت توسعه این سیستم گردد. بنابراین پیشنهاد می‌شود دست‌اندرکاران و مدیران بالادستی با راه‌اندازی سیستم یکپارچه مدیریت دانش بتوانند همه اطلاعات و دانش موجود در این زمینه را بصورت یکجا گرد هم آورند و با ایجاد یک پایگاه دانش قدرتمند بتوانند موجبات پیشرفت این صنعت را فراهم آورند. از دیگر عوامل شناسایی شده در جهت توسعه حمل و نقل چندوجهی، اقدامات سیاسی بود. اقدامات سیاسی همه جنبه‌ها از قبیل توسعه امنیت، روابط بین‌الملل، حقوق بشر و دموکراسی است. از آنجایی که یک طرف حمل و نقل چندوجهی روابط به سایر کشورها است لذا توسعه یافتگی بدون توجه به این روابط محقق نخواهد شد. نابرابری‌های منطقه‌ای و عدم امنیت بعنوان مهمترین عامل در جهت توسعه حمل و نقل چندوجهی می‌باشد. حل نابرابری‌های سیاسی نیازمند اقدامات سیاسی کارآمد در این زمینه است. اقدامات سیاسی شامل جلوگیری از قاچاق کالا از طریق حمل و نقل چند وجهی، کنترل موارد مخدر، تامین امنیت مسیرهای حمل و نقل، انعقاد قرارداد حمل و نقل بین کشورها، توجه به بحث محیط زیست، اقدامات در خصوص تاب‌آوری اقتصادی است که همه این عوامل به نحوی جزء برنامه‌های توسعه‌ای سازمان ملل هم می‌باشد که می‌توان از این برنامه‌ها در راستای توسعه حمل و وجهی استفاده شود. بر اساس پیشنهاد می‌شود دولت‌مردان و سایر سازمان‌های ذی‌ربط با همکاری و ایجاد امنیت در

همچنین موجب بالا بردن بهره‌وری این صنعت می‌شود. یکی از فناوری‌های نوین مرتبط با حمل و نقل چند وجهی اینترنت اشیا است که می‌تواند اقداماتی از قبیل رهگیری کالا، دسترسی به اطلاعات بار، راننده و شرکت‌های حمل و نقل، کنترل و نظارت دقیق بر محوله‌های خطرناک نظیر مواد نفتی و محموله‌های فاسد شدنی نظیر مواد غذایی و دارو داشته باشد. از طرفی دیگر با فناوری اطلاعات می‌توان مصرف سوخت، تنظیم عرضه و تقاضا، زمانبندی حمل و نقل و تعمیرات مورد نیاز را کنترل و اقدامات لازم را انجام داد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود شرکت‌های حمل و نقل چند وجهی با ایجاد زیر ساخت‌های مورد نیاز برای استقرار فناوری اطلاعات بتوانند از این فناوری در جهت پیش‌برد اهداف خود استفاده نمایند. یکی دیگر از عوامل تاثیرگذار بر توسعه حمل و نقل چند وجهی برنامه‌ریزی صحیح در ساخت‌ها و کوریدورهای حمل و نقل است. در کشور ایران علی‌رغم اینکه حدود ۲۰ هزار کیلومتر مسیر برای حمل و نقل وجود دارد، اما از همه این ظرفیت‌ها نمی‌توان به طور کامل استفاده کرد. کریدور شمال جنوب به دلیل اینکه از خاک ایران گذر می‌کند دارای اهمیت بسیاری است. این کریدور از بندر هلسنکی در کشور فنلاند شروع می‌شود و پس از عبور از روسیه از طریق دریای خزر به بندر جنوبی کشور متصل می‌شود و از طریق بندر جنوبی به حوزه خلیج فارس و دریای عمان راه پیدا می‌کند. در کشور ما حمل و نقل از این کریدور که بعنوان مهمترین کریدور حمل و نقل می‌باشد بیشتر به وسیله حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد و روش‌های دیگر نظیر استفاده از راه‌آهن درصد بسیار پایینی را به خود اختصاص داده است. لذا، بر این اساس پیشنهاد می‌شود جهت توسعه حمل و نقل چند وجهی در کشور، خطوط راه‌آهن را در مسیر کریدورهای موجود گسترش دهند تا به توسعه و پیشرفت حمل و نقل چند وجهی کمک شده باشد.

کریدورهای حمل و نقل، مبارزه با قاچاق کالا و توسعه همکاری‌های چند جانبه با سایر کشورها و همچنین همکاری با سازمان حفاظت محیط زیست بتوانند در راستای توسعه حمل و نقل چند وجهی گامی موثر بردارند. سومین عامل تاثیرگذار بر توسعه حمل و نقل چند وجهی سرمایه‌گذاری بود. یکی از راه‌های سرمایه‌گذاری جذب سرمایه‌گذار و واگذاری حمل و نقل چند وجهی به بخش خصوصی است. در کشور ایران به منظور توسعه حمل و نقل چند وجهی نیازمند سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل ریلی، توسعه کریدورهای حمل و نقل، سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل هوایی نیازمند برنامه‌ریزی و تدابیر دولت‌مردان است. از آنجایی که حمل و نقل چندوجهی دارای ارزش افزوده و درآمدزایی بالایی است می‌تواند سرمایه‌گذاران بسیاری را علاقه‌مند فعالیت در این زمینه کند ولی با توجه به اینکه برنامه‌ریزی و اقدام مناسبی در این زمینه صورت نگرفته است این بخش همواره با مشکلاتی مواجه است. مسائلی از قبیل تحریم و عدم ثبات اقتصادی کشور موجب گردیده است که سرمایه‌گذار جرعت ورود به این عرصه را نداشته باشد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود دولت با ایجاد سیاست‌های تشویقی مانند معافیت از مالیات، وام‌های کلان و همکاری دو جانبه، انجام این امور را به دست پیمانکاران بدهند تا بتوانند از این طریق با جذب سرمایه‌گذار و واگذاری امور به بخش خصوصی، موجب توسعه حمل و نقل چند وجهی شوند.

چهارمین عامل شناسایی شده در جهت توسعه حمل و نقل چند وجهی فناوری اطلاعات بود. با توجه پیشرفت‌های چشمگیری که در زمینه فناوری اطلاعات حاصل شده است می‌توان از آن در جهت توسعه حمل و نقل چند وجهی استفاده نمود. فناوری اطلاعات با قابلیت‌هایی همچون ایجاد پایگاه اطلاعاتی، کنترل اطلاعات ضبط شده، نظارت بر تردد در خطوط بین‌الملل می‌تواند صرفه‌جویی زیادی در زمان و هزینه نماید و

## ۶- مراجع

reverse logistics practices (UK). *Management Research News*, 29(9), 532-551.  
[doi.org/10.1108/01409170610708989](https://doi.org/10.1108/01409170610708989)  
 -Castanho, R., Loures, L., Fernández, J., & Pozo, L. (2018). Identifying critical factors for success in Cross Border Cooperation (CBC) development projects. *Habitat International*, 72, 92-99.  
[doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.10.004](https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.10.004)

-Asaul, A., Malygin, I., & Komashinskiy, V. (2017). The project of intellectual multimodal transport system. *Transportation Research Procedia*, 20, 25-30.

[doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.006](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.006)

-Breen, L. (2006). Give me back my empties or else! A preliminary analysis of customer compliance in

- uncertain conditions. *Sustainability*, 14(21), 14098 .  
**doi.org/10.3390/su142114098**
- Makarova, I., Serikkaliyeva, A., Gubacheva, L., Mukhametdinov, E., Buyvol, P., Barinov, A., Mavlyautdinova, G. (2023). The Role of Multimodal Transportation in Ensuring Sustainable Territorial Development: Review of Risks and Prospects. *Sustainability*, 15(7), 6309.  
**doi.org/10.3390/su15076309**
- Mavi, R. K., Goh, M., & Zorbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*, 91, 2401-2418.
- Muminovich, S. A., & OG, K. Y. L. Q. (2023). Development Of Digital Platform Technologies In Multimodal Transport. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 3604-3609.  
**doi.org/10.47750/pnr.2023.14.03.449**
- Papaioannou, D., & Martinez, L. M. (2015). The role of accessibility and connectivity in mode choice. A structural equation modeling approach. *Transportation Research Procedia*, 10, 831-839.  
**doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.036**
- Pongsayaporn, P., & Chinda, T. (2022). Long-Term Strategies for Multimodal Transportation of Block Rubber in Thailand. *Sustainability*, 14(22), 15350 .  
**doi.org/10.3390/su142215350**
- Pongsayaporn, P., Chinda, T., & Ammarapala, V. (2022). Interrelationships Among Factors Influencing Multimodal Transportation Efficiency of Agricultural Products in Thailand. *Engineering Management Journal*, 34(4), 620-637.  
**doi.org/10.1080/10429247.2021.1979866**
- Qi, J., Wang, S., & Psaraftis, H. (2021). Bi-level optimization model applications in managing air emissions from ships: A review. *Communications in Transportation Research*, 1, 100020 .  
**doi.org/10.1016/j.comtr.2021.100020**
- Rantasila, K & .Ojala, L. (2012). *Measurement of national-level logistics costs and performance*.  
**doi:10.1787/5k8zvv79pzkk-en**
- Regmi, M. B., & Hanaoka, S. (2012). Assessment of intermodal transport corridors: Cases from North-East and Central Asia. *Research in Transportation Business & Management*, 5, 27-37.  
**doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.11.002**
- Seo, Y. J., Chen, F., & Roh, S. Y. (2017). Multimodal transportation: The case of laptop from Chongqing in China to Rotterdam in Europe. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 155-165. **doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.09.005**
- Stoilova, S., Munier, N., Kendra, M., & Skrucany, T. (2020). Multi-criteria evaluation of railway network performance in countries of the TEN-T orient-east med corridor. *Sustainability*, 12(4), 1482. **doi.org/10.3390/su12041482**
- Wang, Y., & Yeo, G. T. (2018). Intermodal route selection for cargo transportation from Korea to -Charoennapharat, T., & Chaopaisarn, P. (2022). Factors affecting multimodal transport during CoViD-19: a Thai service provider perspective. *Sustainability*, 14(8), 4838.  
**doi.org/10.3390/su14084838**
- Choi, B.-L., Chung, K.-Y., & Lee, K.-D. (2014). The impact of policy measures on promoting the modal shift from road to rail. *Personal and ubiquitous computing*, 18, 1423-1429 .  
**doi.org/10.1007/s00779-013-0734-3**
- Europe, U. N. E. C. f. (2010). *Illustrated Glossary for Transport Statistics* (9279170821). Retrieved from [rosap.ntl.bts.gov/view/dot/48820/dot\\_48820\\_DS1.pdf](http://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/48820/dot_48820_DS1.pdf).
- Europe, U. N. E. C. f. (2010). *Illustrated Glossary for Transport Statistics* (9279170821). Retrieved from.
- Ge, J., Wang, X., Shi, W., & Wan, Z .(2020) . Investigating the practices, problems, and policies for port sea-rail intermodal transport in China. *Transportation Research Record*, 2674(6), 33-44 .  
**doi.org/10.1177/0361198120917670**
- Hansen, P., & Annovazzi-Jakab, L. (2008). Facilitating cross-border movement of goods: A sustainable approach. *Transit*, 3(30.54), 1-741 .
- Ilic, A., Ng, J. W., Bowman, P., & Staake, T. (2009). The value of RFID for RTI management. *Electronic Markets*, 19, 125-135.  
**doi.org/10.1007/s12525-009-0011-5**
- Jiang, X., He, X., Zhang, L., Qin, H., & Shao, F. (2017). Multimodal transportation infrastructure investment and regional economic development: A structural equation modeling empirical analysis in China from 1986 to 2011. *Transport Policy*, 54, 43-52 .  
**doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.11.004**
- Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258 .  
**doi.org/10.3846/jbem.2010.12**
- Kim, A., Ha, M., & Seo, Y. (2018). Penetrating Malaysian logistics market: the perspective of Korean logistics companies. *Korea International Trade Research Institute*, 14(3), 531-547
- Komashinskiy, V., Malygin, I., & Korolev, O. (2020). Introduction into cognitive multimodal transportation systems. *Transportation Research Procedia*, 50, 273-279.  
**doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.033**
- Kuziev, A., Juraev, M .,Yusufkhonov, Z., & Akhmedov, D. (2023). *Application of multimodal transportation in the development of future flows of the region*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/5.0134950>.
- Li, M., & Sun, X. (2022). Path optimization of low-carbon container multimodal transport under

**doi.org/10.1016/j.commtr.2021.100011**

-Zhang, Y., Kou, X., Liu, H., Zhang, S., & Qie, L. (2022). IoT-Enabled Sustainable and Cost-Efficient Returnable Transport Management Strategies in Multimodal Transport Systems. *Sustainability*, 14(18), 11668. **doi.org/10.3390/su141811668**

Central Asia by adopting Fuzzy Delphi and Fuzzy ELECTRE I methods. *Maritime Policy & Management*, 45(1), 3-18 .

**doi.org/10.1080/03088839.2017.1319581**

-Yan, R., Wang, S., Zhen, L., & Laporte, G. (2021). Emerging approaches applied to maritime transport research: Past and future. *Communications in Transportation Research*, 1, 100011

# Identifying and Prioritizing Effective Strategies on the Development of Multimodal Transportation Using the Fuzzy Method

*Meysam Ali Khani, M.Sc., Grad., Department of Building and Management, Ayandegan University, Tonekaboon, Iran.*

*E-mail: rezaahmadi7192@gmail.com*

Received: November 2024- Accepted: February 2025

## **ABSTRACT**

Multimodal transportation is one of the most common modes of transportation, and in today's world, due to the increasing variety of needs, the use of this mode of transportation has increased. For this purpose, the current research is aimed at identifying and prioritizing effective strategies on the development of multimodal transportation using the fuzzy riding method. Multimodal transmission was identified. In the next step, these indicators were ranked and weighted using the Swarafazi method. The findings of this research showed that the use of common knowledge base (knowledge management) with a weight of 0.33 ranked first, policy measures with a weight of 0.22 ranked second, investment with a weight of 0.15 ranked third, and the use of information technology with a weight 0.1 in the fourth place, correct planning in constructions and transportation corridors with a weight of 0.062 in the fifth place, increasing transportation equipment with a weight of 0.043 in the sixth place, early updating of transportation costs Multimodality with a weight of 0.028 in the seventh place, unification of international regulations and standards with a weight of 0.019 in the eighth place, construction of access roads to train stations and ports with a weight of 0.012 in the ninth place, creation of container areas with a weight of 0.008 in Incentive policies for companies instead of providing direct subsidies ranked 11th, and reforming the railway sector to better align with other sectors ranked 12th.

**Keywords:** Multimodal Transportation, Strategies, Logistics, Logistics