

## مدل تصمیم گیری چندمعیاره ترکیبی بر مبنای دیمتل و ANP برای بهبود سنجش شاخص های پایداری حمل و نقل ریلی

ابراهیم فولادوند<sup>۱\*</sup>

امیر بهمن خلیلی اشکلکی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۷ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۵/۱۹

### چکیده

هدف این تحقیق مدل تصمیم گیری چندمعیاره ترکیبی بر مبنای دیمتل و فرایند تحلیل شبکه برای بهبود سنجش شاخص های پایداری حمل و نقل ریلی بوده است. جامعه آماری این پژوهش از خبرگانی هستند که جهت تکمیل پرسشنامه دیمتل نظر سنجی از آنان به عمل آمده است. تعداد خبرگان این بخش ۳۵ نفر و به صورت غیر احتمالی و هدفمند انتخاب می شوند؛ که شامل مدیران، متخصصان و کارشناسان می باشند؛ پژوهش حاضر در زمره پژوهش های کاربردی و توصیفی-پیمایشی است، با توجه به اطلاعات پژوهش که در سال ۱۴۰۰ استخراج شده است؛ در زمره پژوهش های مقطعی قرار می گیرد با توجه به نتایج آزمون آماری به این نتیجه دست یافتیم که شاخص اصلی زیر به عنوان عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی احصا شد که شامل شاخص های امنیت تردد، مدت زمان سفر، حاکمیت شرکتی، رضایت مشتری، کیفیت واگن های مسافری، ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)، اثر عملیات، ظرفیت حمل و نقل، پیشگیری از خطر، هزینه های حمل و نقل و کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار) می باشد؛ و همچنین شاخص ششم (ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)) با وزن نهایی (۰,۱۰۵)، شاخص یازدهم و از سوی دیگر شاخص اول (امنیت تردد) با وزن نهایی (۰,۰۹۰) به ترتیب در درجه اهمیت های قرار می گیرند.

### واژگان کلیدی

شاخص های پایداری، مدل تصمیم گیری چندمعیاره ترکیبی، دیمتل و ANP، حمل و نقل ریلی

۱. کارشناس ارشد، مدیریت اجرایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران. (\* نویسنده مسئول:

[mostafakhoddam707@gmail.com](mailto:mostafakhoddam707@gmail.com)

۲. دکتری مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران.

## مقدمه

مؤلفه حمل و نقل می‌تواند و باید به عنوان ابزاری برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح گردد. اهمیت شبکه حمل و نقل در ساختار اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی جوامع امروز به اندازه‌ای است که کارشناسان آن را زیربنای توسعه پایدار هر جامعه می‌دانند. توسعه پایدار در بخش حمل و نقل به این معنی است که سیستم حمل و نقل و فعالیت‌های آن با در نظر گرفتن سه پیش فرض مطرح شده (اقتصاد، اجتماع و محیط) ارزیابی شوند. به عبارتی دیگر، توسعه پایدار در بخش حمل و نقل سیستمی است که ضمن پاسخ به تقاضای جابجایی انسان، کالا و اطلاعات، دارای ویژگی‌های دسترس پذیری، ایمنی، امنیت، سازگاری با محیط زیست و قابل استطاعت بودن باشد (غفوریان، ۱۳۹۱).

در بعد اجتماعی، کاهش ایمنی و امنیت اجتماعی در بحث تصادفات، افزایش هزینه‌های مالی و جانی ناشی از تلفات رخ داده و از بین رفتن آرامش صوتی و بصری در شهرها که از افزایش حجم ترافیک وسایل حمل و نقل نشات می‌گیرد، بسیار حائز اهمیت هستند. گرمایش زمین از طریق انتشار گازهای گل‌خانه‌ای، آلودگی هوای شهرها به علت منابع آلاینده و تخریب کاربری اراضی در شهرها جهت خیابان‌کشی‌ها و شریان‌های ارتباطی متنوع و فراوان نیز از جمله چالش‌های زیست محیطی حمل و نقل به حساب می‌آیند که همه این چالش‌های یاد شده از جمله مسائل و مشکلاتی هستند که یک چشم انداز منفی در نظام حمل و نقل ایجاد کرده و ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیطی زندگی در شهرها را تحت الشعاع قرار می‌دهند (جهانشاهی، ۱۳۸۷).

با توجه به این که ابعاد فضایی و کالبدی و عملکردی و اقتصادی پایداری در شهرها و بررسی رابطه شاخص‌های توسعه پایدار کمتر در تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته و از سوی دیگر به نقش شاخص‌های پایداری در این تحقیقات کمتر توجه شده است، اهمیت انجام تحقیق به موضوع تبیین شاخص‌های پایداری شبکه‌های حمل و نقل ریلی را ضروری ساخته است. همچنین، بهبود سنجش شاخص‌های پایداری بر طبق مسئولیت پذیری اجتماعی شرکت، میزان تعامل بین این شاخص‌ها و تحلیل روند عملکردی در جهت تحقق اهداف پایداری شرکت در سال‌های گذشته مورد توجه فراوانی قرار گرفته است. اگر مدیران شاخص‌های کلیدی را به طور منظم تعیین و بازنگری کنند، تحقق اهداف بلندمدت برای آنها امکان‌پذیرتر خواهد بود و همچنین مرجعی ضروری برای تصمیم‌گیری در صنعت حمل و نقل به دست خواهد آمد. بخش اعظم شاخص‌هایی که تاکنون مطرح شده اند با ضعف‌های فنی مواجه می‌باشند از آن جهت که تمامی ابعاد اندازه‌گیری مستقل بوده و منجر به تعیین شاخص‌های ناقص برای سنجش پایداری شرکت شده اند. همچنین توجه به روابط متقابل و تاثیرات ابعاد و شاخص‌های ارزیابی برای رتبه‌بندی و انتخاب دقیق شاخص‌ها امری ضروری می‌باشد (راو<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

به منظور پاسخگویی به این نیاز مهم تحقیقاتی، تحقیق حاضر از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره دیمتل و ANP استفاده خواهد کرد. این تحقیق با بررسی شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی در پی مرور گسترده ادبیات تحقیقاتی و ارائه چارچوب یکپارچه‌ای برای کمی‌سنجی این شاخص‌ها تلاش خواهد کرد تا غنای بیشتری به تحقیقات این زمینه ببخشد. به این ترتیب، پرسش اصلی که تحقیق حاضر برای یافتن پاسخ آن تلاش خواهد کرد آن است که چگونه می‌توان مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی بر مبنای دیمتل و ANP را برای بهبود سنجش شاخص‌های پایداری شرکت‌های حمل و نقل ریلی ارائه کرد؟

## مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

### پیشینه نظری پژوهش

به منظور شناسایی و طراحی شاخص‌های حمل و نقل پایدار، مطالعات داخلی و خارجی به ارائه شاخص‌های حمل و نقل پایدار پرداخته اند. احدی و همکاران (۱۳۹۳) شاخص‌های حمل و نقل پایدار را شامل جامعیت، دسترسی به جای حرکت، امکان سنجی تصمیم‌های حمل و نقلی و فرایند مداری تصمیم‌گیری‌های حمل و نقلی می‌دانند. کاکاوند و جباری (۱۳۹۰) استفاده منطقی از منابع

<sup>۱</sup>- Rao

طبیعی تجدیدپذیر، مشاغل مزاحم، آلودگی‌های محیطی، پایداری زیست محیطی، عدالت در جا به جایی و زیبایی شناسی را به عنوان شاخص‌های پایداری حمل و نقل مورد توجه و بررسی قرار داده‌اند. لیتمن<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) شاخص‌های پایداری حمل و نقل را در سه بخش اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی تبیین کرده، در بخش اقتصادی به تحرک فردی، تراکم استفاده از زمین، میانگین زمان رفت و آمد سفر و قابلیت اطمینان، میانگین حمل و نقل سریع، هزینه سرانه حمل بار، کل هزینه حمل و نقل، در بخش اجتماعی به نرخ سرانه ترافیک، کیفیت حمل و نقل، میزان رضایت و در بخش محیط زیست به مصرف سرانه انرژی، نوع و سبک مصرف، انتشار آلاینده‌ها و تاثیرات بهداشتی اشاره نموده است. با مرور مجموع مطالعات داخلی و خارجی و نیز با لحاظ محدودیت داده‌های قابل استناد در کشور، شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی به شرح زیر مورد توجه قرار می‌گیرند؛ ایمنی عملیاتی، پیشگیری از خطر، کیفیت خدمات، قیمت واحد، رضایت مشتریان، ظرفیت حمل و نقل و تاثیر عملیاتی.

### پیشینه تجریمی پژوهش

در داخل کشور، حسینی خواه چوشلی و زندپور (۱۴۰۰) در بررسی تاثیر استراتژی‌های بازاریابی سبز بر توسعه حمل و نقل پایدار در شهر قزوین دریافتند که بین متغیرهای محصول سبز، قیمت گذاری سبز، مصرف سبز و سیستم اطلاعات سبز بعنوان متغیرهای مستقل و حمل و نقل پایدار بعنوان متغیر وابسته، رابطه معنادار وجود دارد. حیدرپور و جابری (۱۴۰۰) حمل و نقل پایدار در ایران، اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های مرتبط را بررسی نمودند و دریافتند که تقریباً با گذشت زمان، کلیه متغیرهای یادشده در وضعیت نامساعدی به لحاظ پایداری قرار گرفته و در کل نیز شاخص محاسبه شده حمل و نقل پایدار طی دوره ی یادشده، از میزان ۱/۹۳ به مقدار ۴/۹۱ کاهش پیدا کرده، یعنی اوضاع به مراتب بحرانی تر و وخیم تر شده است. به طور خاص، حمل و نقل زمینی هزینه‌های متعددی مانند آلودگی‌های زیست محیطی، هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم اقتصادی به اقتصاد ایران تحمیل می‌کند. پیران و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به تبیین شاخص‌های حمل و نقل پایدار شهری با بهره‌گیری از معادلات ساختاری دریافتند که مؤثرترین شاخص‌های کالبدی در حمل و نقل پایدار شهری از دید شهروندان مؤلفه کیفیت زندگی بیشترین سهم را در تغییرات شاخص کالبدی دارد و متغیر دسترسی به مناطق پرتراکم کمترین سهم را دارد. براری و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به ارزیابی شاخص‌های پایداری حمل و نقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز دریافتند که بر اساس مدل دیمتل، زیرمعیارهای توسعه حمل و نقل غیر موتوری با دارا بودن بیشترین ضریب وزنی و اثرگذاری مستقیم در جایگاه اول، هزینه تصادفات در جایگاه دوم و در نهایت مدیریت تقاضای سفر در جایگاه سوم قرار داشته و مهمترین عوامل تاثیرگذار حمل و نقل پایدار در شهر ساری بودند. در همین راستا خدمات تحویل، مدت زمان رفت و آمد روزانه و حفاظت فرهنگی به ترتیب کمترین تاثیر را نسبت به سایر مولفه‌ها داشتند. همچنین در بین معیارهای اصلی مورد سنجش تحقیق بر اساس مدل تاپسیس، شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به ترتیب اولویت از نظر متخصصین مشخص شدند که نشان می‌دهد شاخص پایداری اقتصادی نسبت به دیگر شاخص‌ها برای بسترسازی حمل و نقل پایدار در شهر ساری از اولویت اصلی برخوردار می‌باشد.

حساس یگانه و همکاران (۱۳۹۷) در تحلیل عملکرد پایداری زیست محیطی و تاثیر آن بر هزینه سرمایه دریافتند که شرکت‌های مورد بررسی در این تحقیق، در مولفه «مواد اولیه، انرژی و آب» نسبت به سایر مولفه‌ها گزارشگری بهتری داشته‌اند، ولی سطح عملکرد پایداری زیست محیطی نسبت به تحقیقات خارجی پایین ارزیابی شد. هم چنین برخلاف مبانی نظری تحقیق، اطلاعات عملکرد پایداری زیست محیطی بر هزینه سرمایه شرکت‌ها تاثیر مثبت دارد که می‌تواند ناشی از نوسانات قیمت سهام، نادیده گرفتن ویژگی‌های خاص شرکت (مانند توانایی مدیریتی یا مهارت‌های کارکنان) یا اثر متقابل اطلاعات تاریخی و اطلاعات آینده نگر باشد. توکلی دهقانی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی رابطه بین مدیریت زنجیره تامین پایدار با عملکرد زیست محیطی و عملکرد مالی دریافتند که میان مولفه‌های زنجیره تامین پایدار و عملکرد زیست محیطی رابطه معناداری وجود دارد. همچنین، بین مولفه‌های تدارکات پایدار

<sup>۱</sup> -Litman

و طراحی پایدار زنجیره تامین پایدار و عملکرد مالی نیز ارتباط معناداری وجود دارد ولی بین مولفه های توزیع پایدار و بهبود سرمایه گذاری زنجیره تامین پایدار و عملکرد مالی ارتباط معناداری مشاهده نشد.

در خارج از کشور نیز راثو<sup>۱</sup>(۲۰۲۱) مدل ترکیبی تصمیم گیری چندمعیاره بر مبنای دیمتل و ANP را برای بهبود سنجش شاخص های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی پرسرعت تایوان نشان دادند که کیفیت خدمات، تاثیر عملیات و رضایت مشتریان سه شاخص اصلی و برتر پایداری هستند و شاخص های ناپیوسته و شاخص های عملکردی مطابق با روند توسعه پایداری در کشور تایوان می باشند. آگیکوم و همکاران<sup>۲</sup>(۲۰۲۱) شاخص های عملکرد زیست محیطی برای ارزیابی پایداری پروژه ها در صنعت ساختمان سازی کشور غنا را بررسی کردند. یافته های حاصله نشان دادند که تمامی شاخص های مورد نظر تحقیق برای ارزیابی پایداری زیست محیطی پروژه های ساختمانی حائز اهمیت هستند. مهم ترین این شاخص ها عبارت بودند از کیفیت آب، کیفیت هوا، استفاده از انرژی و حفاظت از انرژی و مدیریت و پیروی از قوانین زیست محیطی. کومار و آنباناندام<sup>۳</sup>(۲۰۲۰) در مطالعه ای به ارزیابی عملکرد پایداری زیست محیطی و اجتماعی صنعت حمل و نقل باری با استفاده از رویکرد مبتنی بر شاخص پرداختند. چارچوب پیشنهادی تحقیق معطوف به ارزیابی عملکرد پایداری به کمک شاخص ها و تعیین موانع سیستم حمل و نقل بار پایدار بود. در این چارچوب، دو عامل توانمندکننده پایداری، نه بعد و شصت و سه مشخصه پایداری همراه با ده مشخصه جدید مطرح شدند. روش بهترین-بدترین فازی برای محاسبه وزن اهمیت فازی مشخصه ها به کار برده شد و منطق فازی برای ارزیابی عملکرد هر کدام از مشخصه ها مورد استفاده قرار گرفت. یادگاری دهکردی و همکاران<sup>۴</sup>(۲۰۲۰) به ارزیابی شاخص های پایداری برای ساختمان سازی سبز با استفاده از رویکرد تصمیم گیری چندمعیاره فازی پرداختند. یافته ها نشان دادند که اثربخشی انرژی و کیفیت محیط داخلی مهم ترین شاخص ها هستند و اثربخشی آب و نوآوری کم اهمیت ترین معیارها برای ارزیابی ساختمان سازی سبز در مالزی می باشند.

کاجیانی و همکاران<sup>۵</sup>(۲۰۲۰) مدل های بهینه سازی پایدار را برای زمان بندی و برنامه ریزی توفیق قطار با ناطمینانی در تقاضای مسافر مطرح نمودند. مدل های پیشنهادی از لحاظ وارد کردن سطح حفاظتی با هم متفاوت بودند و میزان جزئیات متفاوتی را برای اطلاعات مورد نیاز درباره تقاضای مسافر نشان دادند. این مدل ها با داده های واقعی مربوط به خط قطار سریع السیر وهان-گوانجو با سناریوهای مختلف تقاضا مورد آزمون قرار گرفتند؛ و نتایج حاصله با یافته های حل مسئله اسمی مقایسه گردیدند. مقایسه ها نشان دادند که راه حل های پایدار می توانند به نحو کاملاً موثری از پس تقاضای نامطمئن مسافر برآیند. کومار و آنباناندام<sup>۶</sup>(۲۰۱۸) توسعه شاخص پایداری اجتماعی برای سیستم حمل و نقل باری را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، چارچوبی برای محاسبه شاخص پایداری اجتماعی بر مبنای عوامل توانمندکننده اجتماعی حمل و نقل باری، ابعاد و مشخصه ها ارائه گردید. در چارچوب پیشنهادی، چهار عامل توانمندکننده، ۱۶ بعد و ۷۴ مشخصه از جمله ۱۷ مشخصه جدید پایداری اجتماعی مطرح شدند. از روش منطق فازی برای محاسبه شاخص کلی پایداری اجتماعی استفاده شد.

چن<sup>۷</sup>(۲۰۱۶) مدل ترکیبی تصمیم گیری چندمعیاره مبتنی بر دیمتل و ANP را برای انتخاب معیارهای بهبود کیفیت خدمات هوایی در صنعت هواپیمایی تایوان مطرح کرد. ارزیابی شاخص های مورد بررسی در این تحقیق نشان دادند که ایمنی، خدمات، رضایت و مدیریت به ترتیب مهم ترین شاخص های بهبود کیفیت خدمات حمل و نقل هوایی به شمار می روند. امیریل و همکاران<sup>۸</sup>(۲۰۱۴) پژوهشی تحت عنوان عملکرد و عوامل مؤثر بر پایداری زیرساخت حمل و نقل به انجام رساندند. نتایج حاکی از آن است که عوامل پایداری و عملکرد می توانند در طبقات مختلفی دسته بندی شوند که این طبقات عبارتند از: محیطی، اقتصادی، اجتماعی،

<sup>۱</sup>-Rao

<sup>۲</sup>- Agikum et al

<sup>۳</sup>- Kumar & Anbanandam

<sup>۴</sup>- Yadegari Dehkordi et al

<sup>۵</sup>- Kachiani et al

<sup>۶</sup>- Chen

<sup>۷</sup>- Amiril et al

مهندسی/ بهره‌برداری از منابع و مدیریتی. بانار و اوزدمیر (۲۰۱۵) به ارزیابی حمل و نقل ریلی مسافر در ترکیه با استفاده از روش‌های ارزیابی چرخه عمر و هزینه چرخه عمر پرداختند. نتایج نشان دادند که زیرساخت و عملیات، کل بار زیست‌محیطی و هزینه‌ای را به وجود می‌آورند.

### سوالات پژوهش

با توجه به عنوان پژوهش و چارچوب نظری فرضیه پژوهش به صورت زیر ارائه می‌گردد:

- شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی کدامند؟
- رتبه‌بندی و اولویت شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی چگونه است؟

### روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش از خبرگانی هستند که جهت تکمیل پرسشنامه دیمتل نظرسنجی از آنان به عمل آمده است. تعداد خبرگان این بخش ۳۵ نفر و به صورت غیر احتمالی و هدفمند انتخاب می‌شوند؛ که شامل مدیران، متخصصان و کارشناسان می‌باشند؛ پژوهش حاضر در زمره پژوهش‌های کاربردی و توصیفی-پیمایشی است، با توجه به اطلاعات پژوهش که در سال ۱۴۰۰ استخراج شده است؛ در زمره پژوهش‌های مقطعی قرار می‌گیرد؛ در این پژوهش با روش توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) و استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی جهت تجزیه و تحلیل یافته‌ها، شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی مورد مطالعه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران به خصوص واحد اراک مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند که در نهایت به اهداف پژوهش دست خواهیم یافت و در ادامه به نحوه چگونگی دسترسی به آن پرداخته می‌شود.

### یافته‌های پژوهش

#### یافته‌های توصیفی

در پژوهش حاضر محقق برای بررسی آمار توصیفی از مولفه‌های (جنسیت، سن، میزان تحصیلات و سابقه کاری) استفاده نموده است.

#### جنسیت

جدول ۱، نتایج نشان می‌دهد که از ۳۵ پاسخگو، ۲۵ نفر مرد و ۱۰ نفر زن بودند.

#### جدول ۱. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب جنسیت $n=35$

جنسیت	فراوانی	درصد
زن	۲۵	۷۱/۴۳
مرد	۱۰	۲۸/۵۷

#### سن

در جدول ۲، نتایج نشان می‌دهد که بیشترین پاسخ دهندگان با ۵۱/۴۳ درصد در بازه سنی ۴۱ تا ۵۰ سال قرار دارند.

#### جدول ۲. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب سن $n=35$

سن	فراوانی	درصد
۲۰-۳۰ سال	۲	۵/۷۱
۳۱-۴۰ سال	۷	۲۰
۴۱-۵۰ سال	۱۸	۵۱/۴۳
بیشتر از ۵۰ سال	۸	۲۲/۸۶

## تحصیلات

در جدول ۳، یافته‌های حاصل از تحلیل اطلاعات پرسشنامه حاکی از آن بود که اکثریت افراد حاضر در نمونه دارای تحصیلات فوق لیسانس بودند.

**جدول ۳. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب تحصیلات n=۳۵**

تحصیلات	فراوانی	درصد
دیپلم	۱	۲/۸۶
فوق دیپلم	۳	۸/۵۸
لیسانس	۱۰	۲۲/۸۵
فوق لیسانس	۱۳	۳۷/۱۴
دکتری	۸	۲۸/۵۷

## سابقه کاری

جدول و نمودار ۴ حاکی از آن است که اکثریت کارکنان (۳۷/۱۴ درصد) دارای سابقه کاری ده تا پانزده سال هستند.

**جدول ۴. توزیع فراوانی پاسخگویان بر حسب سابقه کاری n=۳۵**

سابقه کاری	فراوانی	درصد
زیر پنج سال	۵	۱۴/۲۹
پنج تا ده سال	۱۰	۲۸/۵۷
بین ده تا پانزده سال	۱۳	۳۷/۱۴
بیشتر از پانزده سال	۷	۲۰/۰

## بررسی سؤالات تحقیق

### سوال اول پژوهش: شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی کدامند؟

با توجه به مرور متون و تحقیقات پیشین صورت گرفته عواملی به عنوان عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی احصاء شد. سپس در فاز دوم جلساتی به صورت دلفی با کارشناسان و مدیران و اساتید دانشگاه در رشته‌های مدیریت اجرایی و همچنین خبرگان با دانش و تجربه لازم در در زمینه تحقیق که حداقل دارای سابقه مفید در حمل و نقل ریلی مورد مطالعه راه آهن جمهوری اسلامی ایران به خصوص واحد اراک که تعداد آنها شامل ۳۵ نفر به عنوان خبره در نظر گرفته شدند و به صورت کاملاً هدفمند انتخاب شده اند؛ برگزار شد و خروجی این جلسات به انضمام مطالعات ادبیات تحقیق استخراج بیش از ۲۰ عامل اولیه موثر بوده است، در ادامه پرسشنامه پنج گزینه ای با طیف لیکرت در اختیار کارشناسان قرار گرفت و از آنها خواسته شد که عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی را به صورت تجمیع نظرات و مورد نظر تعیین نمایند. سپس با استفاده از میانگین نظرات خبرگان، عوامل اصلی موثر تعیین شد که نتیجه آن در جدول ۵، آورده شده است. قابل ذکر است که این تحقیق به صورت کمی و توصیفی می‌باشد، از اینرو بعد از شناسایی عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی به روش دلفی از شرکت کنندگان، از پرسشنامه به عنوان ابزاری جهت سنجش جمعی نظرات خبرگان که آن هم بصورت هدفمند و غیراحتمالی انتخاب شده اند در ادامه پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است و یک پرسشنامه استاندارد به عنوان سنجش رابطه کیفی نمیباشد که در ادامه جزئیات دستیابی به آن مطرح می‌شود.

## جدول ۵. میانگین امتیازات عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایدار

ردیف	سوالت مربوطه	۱	۲	۳	۴	۵
۱	امنیت تردد	13	10	7	5	0
۲	مدت زمان سفر	11	10	7	5	2
۳	حاکمیت شرکتی	14	10	7	4	0
۴	رضایت مشتری	11	10	7	5	2
۵	کیفیت واگن‌های مسافری	11	10	7	5	2
۶	ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)	14	10	7	4	0
۷	تعداد قطارها	2	6	8	9	10
۸	اثر عملیات	13	10	7	5	0
۹	تاخیر قطارها	0	5	7	10	13
۱۰	مشارکت شهروند	2	6	8	9	10
۱۱	حفظ زیستگاه	0	5	7	10	13
۱۲	دسترسی هوشمند	2	6	8	9	10
۱۳	ظرفیت حمل و نقل	14	10	7	4	0
۱۴	پیشگیری از خطر	13	10	7	4	1
۱۵	میزان آلاینده تولید شده	2	6	8	9	10
۱۶	مصرف انرژی	1	5	7	10	12
۱۷	هزینه‌های حمل و نقل	11	10	8	6	0
۱۸	کارآمدی باری	2	6	8	9	10
۱۹	احساس خوشایند	1	5	7	10	12
۲۰	کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)	11	10	6	6	2

در این مرحله، میانگین امتیازات گرفته شده، از مجموع حاصلضرب تعداد افراد در جدول فوق در امتیازات در نظر گرفته شده تقسیم بر تعداد افراد (۳۵) بدست آمد و شاخص‌هایی که امتیاز بالای حد متوسط ۳ کسب کردند می‌توانند در عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی باشند. از آنجا که برخی از سوالات امتیاز بالای سه گرفته اند، صحت معیارها تایید می‌شود؛ و مابقی معیارها حذف می‌گردند. از نقاط بدست آمده در جلسه دلفی با تجمیع نظرات با پرسشنامه، شاخص‌های تعداد قطارها، تاخیر قطارها، مشارکت شهروند، حفظ زیستگاه، دسترسی هوشمند، میزان آلاینده تولید شده، مصرف انرژی، کارآمدی باری و احساس خوشایند حذف می‌شوند. از این رو ۱۱ شاخص اصلی زیر به عنوان عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی احصا شد:

## جدول ۶. عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی

ردیف	نماد شاخص	عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی
1	C1	امنیت تردد
2	C2	مدت زمان سفر
3	C3	حاکمیت شرکتی
4	C4	رضایت مشتری
5	C5	کیفیت واگن‌های مسافری
6	C6	ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)
7	C7	اثر عملیات
8	C8	ظرفیت حمل و نقل
9	C9	پیشگیری از خطر
10	C10	هزینه‌های حمل و نقل
11	C11	کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)

### سوال دوم پژوهش: رتبه بندی و اولویت شاخص های پایداری حمل و نقل ریلی چگونه است؟

برای تعیین ارتباط شاخص های تاثیرپذیر و تاثیرگذار از عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی با استفاده از روش دیمتل<sup>۱</sup> پرسشنامه مقایسات زوجی در اختیار جامعه خبرگان که شامل کارشناسان و مدیران و اساتید دانشگاه در رشته های مدیریت اجرایی و همچنین خبرگان با دانش و تجربه لازم در در زمینه تحقیق که حداقل دارای سابقه مفید در حمل و نقل ریلی مورد مطالعه راه آهن جمهوری اسلامی ایران به خصوص واحد اراک که تعداد آنها شامل ۳۵ نفر به عنوان خبره در نظر گرفته شدند و به صورت کاملاً هدفمند انتخاب شده اند می باشد؛ قرار گرفت. در این مرحله برای محاسبه تاثیر نسبی هر یک از سطوح مورد بررسی پرسشنامه ایی مطابق با فرمت مقایسه دو به دو برای کسب نظرات کارشناسان خبره تهیه و توزیع شد. منظور از C1-2 در جدول ۷ میزان تاثیر متغیر سطر اول (امنیت تردد) نسبت به ستون دوم (مدت زمان سفر) در جدول مقایسات زوجی می باشد و منظور از C1-3 میزان تاثیر متغیر سطر اول (امنیت تردد) نسبت به ستون سوم (حاکمیت شرکتهای) در جدول مقایسات زوجی می باشد و منظور از C1-4 میزان تاثیر متغیر سطر اول (امنیت تردد) نسبت به ستون چهارم (رضایت مشتری) در جدول مقایسات زوجی ۷ می باشد:

جدول ۷. نمونه ایی از جواب پرسشنامه مقایسات دیمتل، سطح ارتباطات مستقیم اولیه

C11-10	...	C1-7	C1-6	C1-5	C1-4	C1-3	C1-2	-
خیلی زیاد		زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	N1
زیاد		خیلی زیاد	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N2
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N3
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	N4
زیاد		زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N5
زیاد		زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	N6
زیاد		خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N7
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	N8
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N9
زیاد		زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	N10
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N11
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N12
خیلی زیاد		خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	N13
زیاد		زیاد	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	N14
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N15
زیاد		زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	N16
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N17
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N18
زیاد		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	N19
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	N20
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N21
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N22
زیاد		زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	N23
متوسط		خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N24
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N25
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	متوسط	N26
زیاد		زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N27
خیلی زیاد		متوسط	کم	خیلی زیاد	زیاد	کم	زیاد	N28
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N29

<sup>1</sup> -Decision Making Trial And Evaluation (DEMATEL)



زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N30
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	N31
خیلی زیاد		خیلی زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	N32
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	خیلی زیاد	N33
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N34
زیاد		زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	N35
-		-	-	-	-	-	-	F0 - خیلی کم
-		-	1	-	-	1	-	F1 - کم
1		1	27	3	-	27	4	F2 - متوسط
29		28	8	4	9	8	30	F3 - زیاد
4		6	-	28	26	-	1	F4 - خیلی زیاد
زیاد	...	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	Max. frequency

بعد از استخراج اطلاعات از جدول مقایسات، حداکثر فراوانی تطابق دو شاخص نسبت به یکدیگر را طبق نظرات خبرگان بر مبنای داده‌های کلامی بدست می‌آوریم، نتایج که در جدول ۸ و ۹ آورده شده است:

**جدول ۸. میانگین نظرات افراد سطح ارتباطات مستقیم، قسمت اول**

-	c1	c2	c3	c4	c5	c6
c1	0	زیاد	متوسط	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط
c2	کم	0	زیاد	کم	متوسط	زیاد
c3	خیلی کم	کم	0	متوسط	خیلی کم	متوسط
c4	زیاد	زیاد	کم	0	متوسط	زیاد
c5	کم	زیاد	متوسط	کم	0	متوسط
c6	زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	0
c7	متوسط	خیلی کم	خیلی زیاد	متوسط	کم	متوسط
c8	زیاد	خیلی کم	کم	زیاد	متوسط	متوسط
c9	کم	متوسط	کم	متوسط	متوسط	متوسط
c10	زیاد	زیاد	خیلی کم	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
c11	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد

**جدول ۹. میانگین نظرات افراد سطح ارتباطات مستقیم، قسمت دوم**

-	C7	C8	C9	C10	c11
c1	زیاد	متوسط	خیلی کم	متوسط	زیاد
c2	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط
c3	متوسط	خیلی کم	زیاد	متوسط	متوسط
c4	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
c5	خیلی کم	زیاد	زیاد	خیلی کم	متوسط
c6	کم	متوسط	کم	زیاد	زیاد
c7	0	خیلی کم	زیاد	متوسط	زیاد
c8	متوسط	0	زیاد	زیاد	متوسط
c9	متوسط	متوسط	0	خیلی زیاد	زیاد
c10	کم	متوسط	متوسط	0	متوسط
c11	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	0

بعد از استخراج اطلاعات از جدول مقایسات زوجی و حداکثر فراوانی کسب شده از نظرات افراد گرفته شده با توجه به اعداد مندرج در جدول زیر معادل عبارات کلامی آن بکار گرفته می‌شود که در جدول ۱۱ الی ۱۲ آورده شده است.

**جدول ۱۰. معادل اعداد از عبارات کلامی**

عبارات کلامی	اعداد ریاضی
خیلی کم	0
کم	1
متوسط	2
زیاد	3
خیلی زیاد	4

**جدول ۱۱. میانگین نظرات افراد سطح ارتباطات مستقیم، بخش اول، عبارات ریاضی**

-	c1	c2	c3	c4	c5	c6
c1	0.0	3.0	2.0	4.0	4.0	2.0
c2	1.0	0.0	3.0	1.0	2.0	3.0
c3	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	2.0
c4	3.0	3.0	1.0	0.0	2.0	3.0
c5	1.0	3.0	2.0	1.0	0.0	2.0
c6	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0
c7	2.0	0.0	4.0	2.0	1.0	2.0
c8	3.0	0.0	1.0	3.0	2.0	2.0
c9	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0
c10	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0	4.0
c11	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0
SUM	21.0	20.0	19.0	23.0	22.0	25.0

**جدول ۱۲. میانگین نظرات افراد سطح ارتباطات مستقیم، بخش دوم، عبارات ریاضی**

-	c7	c8	c9	c10	c11	SUM
c1	3.0	2.0	0.0	2.0	3.0	25.0
c2	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	21.0
c3	2.0	0.0	3.0	2.0	2.0	14.0
c4	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	26.0
c5	0.0	3.0	3.0	0.0	2.0	17.0
c6	1.0	2.0	1.0	3.0	3.0	23.0
c7	0.0	0.0	3.0	2.0	3.0	19.0
c8	2.0	0.0	3.0	3.0	2.0	21.0
c9	2.0	2.0	0.0	4.0	3.0	21.0
c10	1.0	2.0	2.0	0.0	2.0	23.0
c11	2.0	3.0	2.0	3.0	0.0	28.0
SUM	17.0	19.0	22.0	25.0	25.0	-

در مرحله بعد باید ماتریس مقایسات زوجی به صورت نرمال درآید، برای نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم از فرمول  $N = X/K$  استفاده می‌شود. برای محاسبه  $k$  ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود. بزرگترین عدد حاصل را با  $K$  نمایش میدهند. تمامی اعداد ماتریس ارتباط مستقیم بر  $K$  (در این پروژه ۲۸) تقسیم می‌شود که در جدول ۱۳ الی ۱۴ آورده شده است.



برای ایجاد نمودار علی‌اجمع عناصر هر سطر<sup>۱</sup> (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است که میزان تاثیرگذاری متغیرها نامیده می‌شود. جمع عناصر ستون<sup>۲</sup> (C) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است؛ که میزان تاثیرپذیری متغیرها نامیده می‌شود.

جدول ۱۶. ماتریس نمودار علی‌شاخص‌های تحت تاثیر عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری

-	شاخص‌ها	sum R	sum C	R+C
c1	امنیت تردد	4.04	3.52	7.56
c2	مدت زمان سفر	3.36	3.40	6.77
c3	حاکمیت شرکتي	2.39	3.05	5.44
c4	رضایت مشتری	4.28	3.75	8.02
c5	کیفیت واگن‌های مسافری	2.78	3.68	6.46
c6	ایمنی عملیات	3.74	4.08	7.82
c7	اثر عملیات	3.11	2.77	5.89
c8	ظرفیت حمل و نقل	3.52	3.23	6.76
c9	پیشگیری از خطر	3.50	3.52	7.02
c10	هزینه‌های حمل و نقل	3.84	4.04	7.89
c11	کیفیت خدمات	4.53	4.03	8.55

باتوجه به نتایج جدول ۱۶، شاخص‌های یازدهم (کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار))، شاخص چهارم (رضایت مشتری برند) و شاخص اول (امنیت تردد برند) دارایی بیشترین تاثیرگذاری بر سایر شاخص‌ها را دارد. از طرفی شاخص‌های ششم (ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران))، شاخص دهم (هزینه‌های حمل و نقل) و یازدهم (کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)) بیشترین تاثیرپذیری از سایر شاخص‌ها را دارد. شاخص‌هایی که دارای بیشترین مقدار (R+C) باشند، بیشترین تعامل را با سایر شاخص‌ها دارند، از اینرو شاخص‌های یازدهم (کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار))، چهارم (رضایت مشتری) و دهم (هزینه‌های حمل و نقل) بیشترین تعامل با سایر شاخص‌ها را دارند. با توجه به ماتریس پایدار می‌توان وزن نهایی شاخص‌ها را مشخص نمود و درجه اهمیت هر کدام را در نظر گرفت و سوپر ماتریس موزون در توان ششم خودش همگرا شد. ماتریس همگرا شده‌ی سوپر ماتریس موزون در پیوست آورده شده است و وزن آنها در ستون جدول ۱۷ آورده شده است.

جدول ۱۷. رتبه‌بندی شاخص‌های مورد بررسی در عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری

ردیف	نماد عوامل	عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی	وزن نهایی	اولویت
۱	C <sub>1</sub>	امنیت تردد	0.090	7
۲	C <sub>2</sub>	مدت زمان سفر	0.087	8
۳	C <sub>3</sub>	حاکمیت شرکتي	0.078	10
۴	C <sub>4</sub>	رضایت مشتری	0.096	4
۵	C <sub>5</sub>	کیفیت واگن‌های مسافری	0.093	5
۶	C <sub>6</sub>	ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)	0.105	1
۷	C <sub>7</sub>	اثر عملیات	0.071	11
۸	C <sub>8</sub>	ظرفیت حمل و نقل	0.083	9
۹	C <sub>9</sub>	پیشگیری از خطر	0.091	6
۱۰	C <sub>10</sub>	هزینه‌های حمل و نقل	0.102	3
۱۱	C <sub>11</sub>	کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)	0.103	2

<sup>1</sup>- Causal Diagram

<sup>2</sup>- Row

<sup>3</sup>-Column

باتوجه جدول ۱۷، شاخص ششم (ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)) با وزن نهایی (۰,۱۰۵)، شاخص یازدهم (کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)) با وزن نهایی (۰,۱۰۳) و شاخص دهم (هزینه‌های حمل و نقل) با وزن نهایی (۰,۱۰۲) بیشترین اوزان را بدست آورده‌اند و در اولویت به ترتیب اول تا سوم قرار می‌گیرند. از طرفی شاخص چهارم (رضایت مشتری) با وزن نهایی (۰,۰۹۶)، شاخص پنجم (کیفیت واگن‌های مسافربری) با وزن نهایی (۰,۰۹۳)، شاخص نهم (پیشگیری از خطر) با وزن نهایی (۰,۰۹۱) و شاخص اول (امنیت تردد) با وزن نهایی (۰,۰۹۰) به ترتیب در رتبه چهارم تا هفتم قرار می‌گیرند. از طرفی شاخص دوم (مدت زمان سفر) با وزن نهایی (۰,۰۸۷)، شاخص هشتم (ظرفیت حمل و نقل) با وزن نهایی (۰,۰۸۳)، شاخص سوم (حاکمیت شرکتی) با وزن نهایی (۰,۰۷۸) و شاخص هفتم (اثر عملیات) با وزن نهایی ۰,۰۷۱ به ترتیب در درجه اهمیت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

### بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به دنبال ارائه مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی بر مبنای دیمتل و فرایند تحلیل شبکه برای بهبود سنجش شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی بوده است. برای جواب سوال اول پژوهش، ۱۱ شاخص اصلی زیر به عنوان عوامل موثر بر بهبود سنجش شاخص‌های پایداری در صنعت حمل و نقل ریلی احصا شد که شامل شاخص‌های "امنیت تردد"، "مدت زمان سفر"، "حاکمیت شرکتی"، "رضایت مشتری"، "کیفیت واگن‌های مسافربری"، "ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)"، "اثر عملیات"، "ظرفیت حمل و نقل"، "پیشگیری از خطر"، "هزینه‌های حمل و نقل" و "کیفیت خدمات (نرخ وقت شناسی قطار)" می‌باشد. در سوال دوم؛ از خبرگان خواسته شد که درجه اهمیت هر معیار را نسبت به دیگر در یک بازه پنج گزینه ایی از صفر تا چهار بصورت کیفی بیان کنند به این ترتیب که طیف پنج درجه تکنیک دیمتل برای عبارات کلامی بدون تاثیر، وزن تاثیر خیلی کم، تاثیر کم، تاثیر زیاد و در نهایت تاثیر خیلی زیاد لحاظ می‌گردد. شاخص ششم (ایمنی عملیات (میزان آسیب دیدگی مسافران)) با وزن نهایی (۰,۱۰۵)، شاخص یازدهم و از سوی دیگر شاخص اول (امنیت تردد) با وزن نهایی (۰,۰۹۰) به ترتیب در درجه اهمیت‌های قرار می‌گیرند. پیشنهادهای اصلی به شرح زیر می‌باشد: ابلاغ برنامه راهبردی در بین مدیران و کارشناسان به خصوص در شاخص‌های پایداری به پارامتر "کیفیت خدمات" که به عنوان دومین شاخص با اهمیت در بین سایر شاخص‌ها است و دارای بیشترین تاثیرگذاری در سایر عوامل را دارا می‌باشند. کیفیت خدمات جامع شامل نرخ وقت شناسی قطار، حقوق اولیه مسافران اتم از ایمنی، قابلیت اطمینان، کارایی و رضایت مشتری است که لازم است توجه اساسی به عنوان اهداف کیفی شرکت در نظر گرفته شود و در پی آن شاخص‌های کمی عملکرد کلیدی کیفیت را تحت این هدف ایجاد کنید و بررسی‌های آماری منظم را انجام دهید. بهره‌گیری از کارگاه‌های آموزشی، جلسات پی در پی با موضوعات آمادگی سیستمی برای افزایش بینش مفهوم "رضایت مشتری" به عنوان دومین پارامتر با تاثیرگذاری بالا نسبت به سایر شاخص‌ها. رضایت مشتری به معنای نرخ وقت شناسی، نرخ خروج و خدمات اولیه و حقوق مشتری. توجه بیشتر به شاخص "امنیت تردد" به عنوان یکی دیگر از شاخص‌های قابل‌تعمل نسبت به سایر شاخص‌ها برای سنجش شاخص پایداری. همچنین به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی خود به بررسی مباحث زیر پردازند:

- بررسی اولویت‌بندی شاخص‌های پایداری حمل و نقل ریلی با مدل‌های دیگر تصمیم‌گیری همچون ویکور، پرومته، سا و تاپسیس.
- شناسایی عوامل بیشتری از عوامل تعیین‌کننده شاخص‌های تحت تاثیر از پایداری حمل و نقل ریلی در بستر همکاری‌های دانشگاهی. همچون؛ زیرساخت‌ها، مشکلات شناخته‌نشده، برنامه ریزی نامناسب حمل و نقل، عدم نظارت کافی در ترویج حمل و نقل مسافر، تبلیغات، تزریق تکنولوژی و استفاده آن و بحث مهم تحریم و سیاست‌های کلان کشور که می‌توان در مطالعات آینده در نظر گرفت.
- استفاده از مباحث ارزیابی عملکرد برای سنجش کارایی چندین واحد مورد مطالعه همچون مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها.

<sup>1</sup> -Corporate governance

<sup>2</sup> -Service quality (train punctuality rate)

<sup>3</sup> - Quality Key Performance Indicators (QKPI)

## منابع

- احدی، محمدرضا؛ ضرغامی، سعید؛ آقامحمدی، آرزو؛ شمس، بابک. (۱۳۹۳). بررسی شاخص های توسعه پایدار در برنامه ریزی حمل و نقل، ششمین کنفرانس ملی برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد.
- براری، معصومه؛ رضویان، محمدتقی؛ توکلی نیا، جمیله. (۱۳۹۷). ارزیابی شاخص های پایداری حمل و نقل شهری با رویکرد اقتصاد سبز، مطالعه موردی: شهر ساری. مجله آمایش جغرافیایی فضا، صص ۱۰۵-۱۲۰.
- پیران، حمیدرضا؛ زرآبادی، سعیده؛ زیاری، یوسفعلی؛ ماجدی، حمید. (۱۳۹۸). تبیین شاخص های حمل و نقل پایدار شهری با بهره گیری از معادلات ساختاری (مورد پژوهی: خطوط ۱ و ۲ متروی تهران)، فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۹ (۲)، صص ۵۲۱-۵۳۸.
- توکلی دهقانی، م؛ شاهوردیانی، ش؛ موسی پور، ح. (۱۳۹۶). بررسی رابطه بین مدیریت زنجیره تامین پایدار با عملکرد زیست محیطی و عملکرد مالی، پژوهشنامه بازرگانی، ۲۲ (۸۵)، صص ۱۷۱-۱۹۴.
- جهانشاهی، کاوه. (۱۳۸۷). حمل و نقل کاربری زمین و توسعه پایدار، جستارهای شهرسازی، ۲۶ (۲۷)، ۱-۱۶.
- حساس یگانه، ی؛ باباجانی، ج؛ تقوی فرد، م؛ آرزو پور، آ. (۱۳۹۷). تحلیل عملکرد پایدار زیست محیطی و تاثیر آن بر هزینه سرمایه، حسابداری ارزشی و رفتاری، ۳ (۵)، صص ۱-۳۹.
- حسینی خواه چوشلی، سحر؛ زندپور، اسماعیل. (۱۴۰۰). تاثیر استراتژی های بازاریابی سبز بر توسعه حمل و نقل پایدار در شهر قزوین، پژوهشنامه حمل و نقل، ۱۸ (۴).
- حیدرپور، افشین؛ جابری، ربابه. (۱۴۰۰). حمل و نقل پایدار در ایران؛ اندازه گیری و تحلیل شاخص های مرتبط. فصلنامه اقتصاد و برنامه ریزی شهری، ۲ (۴)، صص ۲۴۷-۲۶۴.
- غفوریان، مهسا. (۱۳۹۱). برنامه ریزی راهبردی توسعه حمل و نقل محور در بهبود استفاده از اراضی شهری نمونه موردی ایستگاه متروی صادقیه، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- کاکاوند، الهام؛ جباری، سمانه. (۱۳۹۰). ارزیابی پایداری سیستم های حمل و نقل عمومی و درون شهری. یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- Agyekum, K., Botchway, S. Y., Adinyira, E., & Opoku, A. (2021). "Environmental performance indicators for assessing sustainability of projects in the Ghanaian construction industry". *Smart and Sustainable Built Environment*, 1-38.
- Amiril, A., Nawawi, A. H., Takim, R., & Latif, S. N. F. A. (2014). "Transportation infrastructure project sustainability factors and performance". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 153, 90-98.
- Banar, M., & Ozdemir, A. (2015). "An evaluation of railway passenger transport in Turkey using life cycle assessment and life cycle cost methods". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 88-105.
- Cacchiani, V., Qi, J., & Yang, L. (2020). "Robust optimization models for integrated train stop planning and timetabling with passenger demand uncertainty". *Transportation Research Part B: Methodological*, 136, 1-29.
- Chen, I. S. (2016). "A combined MCDM model based on DEMATEL and ANP for the selection of airline service quality improvement criteria: A study based on the Taiwanese airline industry". *Journal of Air Transport Management*, 57, 7-18.
- Kumar, A., & Anbanandam, R. (2018). "Development of social sustainability index for freight transportation system". *Journal of cleaner production*, 210, 77-92.
- Kumar, A., & Anbanandam, R. (2020). "Assessment of environmental and social sustainability performance of the freight transportation industry: An index-based approach". *Transport Policy*, 1-18.

- Litman, T. (2021). “*Well Measured-Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*”, March 2021.
- Rao, S. H. (2021). “*A hybrid MCDM model based on DEMATEL and ANP for improving the measurement of corporate sustainability indicators: A study of Taiwan High Speed Rail*”. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 1-12.
- Yadegaridehkordi, E., Hourmand, M., Nilashi, M., Alsolami, E., Samad, S., Mahmoud, M., & Shuib, L. (2020). “*Assessment of sustainability indicators for green building manufacturing using fuzzy multi-criteria decision making approach*”. *Journal of Cleaner Production*, 277, 1-27.