

رتبه‌بندی استان‌های کشور در صنعت حمل و نقل با استفاده از

آنتروپی شانون و تابع زیان تاگوچی

علی محمدی*، استاد، گروه مدیریت، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

سیده عالیبه موسوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

سحر محمدی، دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، گروه مدیریت، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: amohamadi11@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۴ - پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۰

صفحه ۱۲۱-۱۳۸

چکیده

صنعت حمل و نقل یکی از ارکان مهم و اقتصادی هر منطقه است. زیرا علاوه بر این که خود، یکی از بخش‌های مهم و زیربنایی محسوب می‌شود، بر بسیاری از فعالیت‌ها دیگر جوامع تأثیرگذار است و امکان بهره‌وری مناسب از استعدادهای بالقوه کشور را فراهم می‌سازد. این که کدام استان از قابلیت‌های بیشتری در این صنعت برخوردار است موضوع مهمی است که می‌تواند به مدیران در تصمیم‌گیری بهتر تخصیص منابع و امکانات و برنامه‌ریزی‌های توسعه کمک کند. با وجود اهمیت صنعت حمل و نقل، تا به امروز مطالعه چندانی درباره رتبه‌بندی استان‌های کشور در این صنعت صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌های کشور در حوزه حمل است. برای این منظور ابتدا صنعت حمل و نقل در چهار بخش حمل و نقل هوایی، آبی، باربری و مسافربری تقسیم‌بندی شده است. برای هر بخش، شاخص‌های مناسب بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان تعیین و داده‌ها از مراجع آماری معتبر استخراج گردیده است. در ادامه با استفاده از روش آنتروپی شانون، وزن شاخص‌ها در هر بخش محاسبه گردید، سپس با استفاده از تابع زیان تاگوچی، استان‌ها با عنایت به عملکرد در هر یک از چهار حوزه رتبه‌بندی گردیدند. این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد، قلمرو پژوهش کلیه استان‌های کشور و دوره زمانی آن مربوط به سال ۱۳۹۱ می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده، در بخش مسافربری استان سمنان رتبه نخست و استان یزد رتبه آخر را کسب کرده است. استان تهران در بخش باربری و همچنین حمل و نقل هوایی، رتبه اول را به خود اختصاص داده است. در این دو بخش، به ترتیب استان‌های گلستان و اصفهان در رتبه آخر قرار گرفته‌اند. در حمل و نقل آبی استان هرمزگان در رتبه نخست و استان خوزستان در آخرین رتبه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: صنعت حمل و نقل، رتبه‌بندی استان‌ها، آنتروپی شانون، روش تاگوچی

۱- مقدمه

ارزیابی آن‌ها همواره مورد توجه محققین بوده است (Zheng et al.), 2013. صنعت حمل و نقل دربرگیرنده فعالیت‌هایی

امروزه سیستم‌های حمل و نقل اثرات قابل توجهی بر پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی دارند و به همین علت

است که به شکلی گسترده در تمامی زمینه‌های تولید، توزیع و مصرف کالا و خدمات جریان داشته و در مجموعه فعالیت‌های اقتصادی نقش غیرقابل انکاری برعهده دارد. صنعت حمل و نقل به عنوان شریانی حیاتی و مهم اتصال اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی همواره مورد توجه بوده است. نقش و حساسیت استراتژیک این صنعت در ارائه خدمات، متناسب با نیازهای مختلف بخش‌های گوناگون جوامع، از اهداف کلان سیاست‌گذاران امروز کشورهاست (صالحی صدقیانی و همکاران، ۱۳۸۳). در حال حاضر هزینه حمل و نقل در قیمت تمام شده کالا در کل جهان ۵ درصد می‌باشد. لذا کاهش هزینه حمل و نقل و بالاتر کاهش هزینه عرضه کالای تولیدی به بازارهای مصرف نقش زیادی در توان رقابت و گسترش سایر بخش‌های اقتصاد از جمله صنعت و نهایتاً اقتصاد ملی دارد. لذا برای برنامه‌ریزی‌های آینده، بررسی جایگاه کنونی و پتانسیل حمل و نقل در اقتصاد کشور، چشم‌انداز آتی جهانی آن و شناخت کمبودها و مشکلات مربوطه از گام‌های ضروری اولیه می‌باشد (رضایی، ۱۳۸۳).

بسیاری از کشورها به منظور تقویت زیربنای اقتصادی، رهایی از وابستگی، رفع عدم تعادل‌های منطقه‌ای و در نهایت رسیدن به توسعه پایدار، بسیج منابع و به خصوص تخصیص‌ها و تصمیم‌سازی‌های مدیریتی؛ نیازمند شناسایی امکانات و منابع خویش هستند. از آن‌جا که یکی از بنیان‌های اطلاعاتی لازم جهت برنامه‌ریزی صحیح ملی و منطقه‌ای، آگاهی از توانمندی‌های مناطق مختلف است، لذا تعیین موقعیت و جایگاه مناطق مختلف از نظر ظرفیت‌های اقتصادی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (آماده و همکاران، ۱۳۸۸). موفقیت در ارتقای سیستم حمل و نقل کشور، مستلزم توجه به صنعت حمل و نقل هر استان در تدوین برنامه‌های توسعه ملی و منطقه‌ای و همچنین معیارهای مدیریتی در سطح استان‌هاست. بنابراین باید قابلیت‌های استان‌های مختلف در این بخش از صنعت شناسایی شود. متأسفانه در حال حاضر توجه زیادی به این‌که هر یک از مناطق (استان‌های) کشور از چه امکانات و منابعی برخوردارند و به چه طریقی از آن‌ها استفاده می‌کنند، نمی‌شود. هر استان متناسب با ویژگی‌های خاص خود نیازمند برنامه ویژه‌ای است

و لازمه هرگونه اقدامی در این زمینه، شناخت وضع موجود استان‌های مختلف، با استفاده از روش‌های علمی، کارآمد و معتبر است. در این مقاله ابتدا صنعت حمل و نقل در چهار بخش حمل و نقل هوایی، آبی، باربری و مسافربری تقسیم‌بندی شده است و برای هر بخش شاخص‌های مناسب بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان استخراج گردیده است. در ادامه با جمع‌آوری داده‌ها از مرکز رسمی آمار کشور و وارد کردن آن‌ها در مدل، خروجی‌های پژوهش به دست آمده است. بر این اساس هدف اصلی این مقاله، رتبه‌بندی استان‌های کشور در صنعت حمل و نقل، در سال ۱۳۹۱ است. یکی از نکاتی که این پژوهش را متمایز می‌سازد، استفاده از روش تاگویی برای رتبه‌بندی واحدهای مختلف، در صنعت حمل و نقل است. فرض اساسی که در این مقاله مد نظر قرار گرفته است، این است که فضای کلان اقتصادی حاکم بر بخش حمل و نقل استان‌های کشور از همگنی کافی برخوردار است. با توجه به حاکمیت سیاست‌های یکسان در سطح کشور، در نظر گرفتن این فرض از اعتبار نتایج حاصل از مقاله نمی‌کاهد. در قسمت بعد مبانی و چارچوب نظری موضوع مرور می‌شود. در ابتدا توصیف مختصری از صنعت حمل و نقل ارائه خواهد شد. سپس پیشینه عملی موضوع، روش‌های مورد استفاده، و پس از آن شاخص‌های مورد استفاده توضیح داده شده است. در ادامه نتایج حاصل از به کارگیری الگوی مورد نظر آورده شده و در انتها نتیجه‌گیری ذکر گردیده است.

۲- پیشینه تحقیق

مفهوم حمل و نقل به لحاظ اقتصادی عبارت است از: "تغییر مکانی اشخاص (حمل و نقل مسافر) و حمل و نقل کالا، بین دو نقطه جغرافیایی". همچنین صنعت حمل و نقل حاصل مسافرت و اقامت مردم در خارج از مناطق بومی خود می‌باشد. توسعه حمل و نقل در بخش دولتی و خصوصی تأثیر عمده‌ای بر رشد و هدایت این صنعت داشته است. صنعت حمل و نقل به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شود که در ادامه به شکل مختصر به هر یک اشاره می‌شود.

حمل و نقل به مجموعه‌ای از فعالیت‌های جابه‌جایی انسان و کالا در اقتصاد اطلاق می‌گردد. این خدمات به صورت‌های ریلی، جاده‌ای، هوایی، آبی، لوله‌ای و خدمات پشتیبانی است که به شکل درون‌شهری، برون‌شهری و حتی برون مرزی انجام می‌شود. بخش قابل ملاحظه‌ای از خدمات حمل و نقل به صورت نهایی و بخشی دیگر در فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر تئوری، تقاضا برای حمل و نقل، عمدتاً در گروه تقاضای مشتق دسته‌بندی می‌شود، که از تقاضا برای دیگر کالاها و خدمات ناشی می‌گردد. به این ترتیب، خدمات حمل و نقل فی‌نفسه مورد تقاضای نهایی و واسطه‌ای قرار نمی‌گیرند، بلکه تقاضای آن‌ها مستلزم پیدا شدن تقاضا برای دیگر کالاها و خدمات وابسته است که اهمیت این بخش را در زمینه‌سازی برای فعالیت‌های دیگر بخش‌ها نشان می‌دهد.

توسعه حمل و نقل امکان دسترسی به منابع و بازارها را فراهم و به این ترتیب، امر تولید و بازار رسانی و مبادله کالاها را آسان‌تر می‌سازد. آسان‌سازی بازار رسانی محصولات و مبادله آن‌ها امکان استفاده از صرفه‌های ناشی از مقیاس تولید و ارتقای بهره‌وری عوامل تولید را میسر می‌گرداند. نتیجه این تحولات، کاهش قیمت نهاده‌ها و هزینه‌های تولید کالا و خدمات را به همراه دارد. همچنین تحقیقات به عمل آمده نشان داده است رشد حمل و نقل موجب رشد اقتصادی کشور می‌شود (رضایی ارجرودی و تسبیحی (۱۳۸۶) و مهرگان و دهقانی احمدآباد (۱۳۸۹)، به نقل از شریفی، ۱۳۹۰).

در ادامه به برخی مباحث در سه دسته حمل و نقل جاده‌ای، آبی و هوایی اشاره می‌شود.

حمل و نقل جاده‌ای: در سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای آمده است که هدف اصلی این سازمان "فراهم آوردن زمینه‌ها و امکانات لازم به منظور بهبود و بهره‌برداری بهینه از سیستم حمل و نقل جاده‌ای و تحقق سیاست‌های جامع و هماهنگ در زمینه حمل و نقل جاده‌ای در چارچوب قانون توسعه اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کشور" است. در مطالعات جامع حمل و نقل کشور، در گزارش فاز شناخت به بهبود میزان کارایی عملیاتی حمل و نقل جاده‌ای اشاره شده است. در همین گزارش ارائه می‌شود که در حال

حاضر ظرفیت پایانه‌های حمل و نقل داخلی مناسب بوده و بیش‌ترین مشکل، درضعف بهبود کارایی صنعت حمل و نقل کشور است و هرگونه سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، بدون در نظر گرفتن کارایی آن، نامناسب است. در توصیه برای کارا کردن حمل و نقل جاده‌ای به مواردی چون روش‌های مؤثرتر در برنامه‌ریزی، مدیریت و تخصیص بودجه تأکید شده است.

حمل و نقل آبی: اقتصاد ایران تا حدود زیادی وابسته به واردات کالا است. ۹۰ درصد از کل کالاهای وارداتی به ۵ بندر در خلیج فارس و ۲ بندر در دریای خزر وارد می‌شوند. این مسئله اهمیت بالای حمل و نقل آبی را در استان‌های مجاور خلیج فارس و دریای خزر نشان می‌دهد.

حمل و نقل هوایی: توسعه صنعت حمل و نقل هوایی به علت افزایش فعالیت‌های تجاری و افزایش تمایل افراد جامعه برای مسافرت و توسعه گردشگری است. این صنعت راهکارهای جدیدی برای اشتغال و تجارت ارائه می‌کند (Yu et al., 2008). نکته قابل توجه دیگر در اهمیت حمل و نقل هوایی این است که تقاضای جهانی برای سفرهای هوایی از سال ۱۹۹۷ تاکنون سالانه به طور میانگین ۵/۲ درصد رشد داشته است (Ahn and Min, 2014). در برنامه‌های پیش‌نویس اهداف راهبردی شرکت مادر تخصصی فرودگاه‌های کشور آمده است: استفاده بهینه از ظرفیت‌های فرودگاهی و تجهیزات ناوبری، تجاری سازی و تلاش مستمر برای اقتصادی نمودن فرودگاه‌های کشور، تقویت و تثبیت مدیریت واحد فرودگاهی، یکی از اهداف راهبردی است (شاه‌طهماسبی، شمس‌الهی و حیدری، ۱۳۸۹).

به منظور تحقق اهداف ملی، هماهنگ نمودن اهداف با واقعیت‌های منطقه‌ای امری اجتناب ناپذیر است. بر همین اساس تخصیص منابع باید بر اساس توانمندی‌ها و مزیت‌های نسبی مناطق صورت پذیرد. هر منطقه متناسب با ویژگی‌های خاص خود، نیازمند برنامه ویژه‌ای است، که لازمه‌ی هرگونه اقدامی در این زمینه، شناسایی وضع موجود استان‌های مختلف، با استفاده از روش‌های علمی، کارآمد و معتبر است (آذر، ۱۳۸۵).

بدین منظور، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور در گزارش‌های مختلفی که منتشر کرده است به مسئله

توسعه‌یافتگی در سطح ملی و در هریک از استان‌ها پرداخته است. پژوهشگران بسیاری نیز به این موضوع پرداخته و استان‌های کشور را در زمینه‌های مختلف بررسی کرده و به رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته‌اند. تا به امروز مطالعه چندانی درباره رتبه‌بندی استان‌های کشور در صنعت حمل و نقل کشور صورت نگرفته است. اما در این بخش به طور مختصر به مواردی از مطالعات مرتبط با این موضوع در داخل و خارج از کشور اشاره می‌شود.

شریفی و صادقی‌پور (۱۳۸۵)، در پژوهش خود با عنوان "بررسی وضعیت حمل و نقل استان مازندران و مقایسه آن با ویژگی‌های بخش حمل و نقل دیگر استان‌های کشور"، با استفاده از تحلیل داده‌ها و شاخص ضریب مکانی به تبیین وضعیت بخش‌های اقتصادی استان مازندران برای شناسایی ویژگی‌های حمل و نقل مورد نیاز آن پرداخته‌اند. همچنین وضعیت بخش حمل و نقل این استان را با سایر استان‌های کشور مقایسه کردند.

شاه‌طهماسبی و دیگران (۱۳۸۹)، در پژوهشی تحت عنوان "بررسی کارایی نسبی حمل و نقل مسافربری و باری استان‌های کشور در طول برنامه سوم و سال‌های ابتدایی برنامه چهارم"، با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، به نتایجی در این زمینه دست یافتند. این نتایج نشان از کارایی بالای استان‌های بوشهر و تهران و کارایی پائین استان کهگیلویه و بویراحمد در برنامه سوم و چهارم توسعه دارد. تعداد وسایل نقلیه عمومی درون‌شهری به عنوان حساس‌ترین شاخص ورودی و میزان مسافر حمل و نقل جاده‌ای به عنوان حساس‌ترین شاخص خروجی به دست آمدند که نشان از اهمیت این دو شاخص در کارایی سیستم حمل و نقل کشور دارد.

طحاری مهرجردی، شاکری و بابایی میبیدی (۱۳۹۱)، نیز از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی فرودگاه‌های کشور در سیستم حمل و نقل هوایی و رتبه‌بندی آن‌ها استفاده کرده‌اند. در این پژوهش که با عنوان "تحلیل کارایی و رتبه‌بندی سیستم فرودگاه‌های کشور با استفاده از رویکرد ارزیابی کارایی متقاطع" انجام پذیرفت، ۲۱ فرودگاه فعال کشور در زمینه حمل و نقل هوایی با استفاده از یک

مکانیزم کامل رتبه‌بندی شدند و در نهایت فرودگاه اهواز در رتبه اول و فرودگاه آبادان در رتبه آخر سطح عملکرد قرار گرفت.

رزازی (۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان "حمل و نقل ریلی و جایگاه آن در شبکه حمل و نقل کشور"، به معرفی گونه‌های مختلف حمل و نقل پرداخته است و شاخص‌های عمده تأثیرگذار در انتخاب نوع حمل و نقل در سه بعد دریایی، ریلی و جاده‌ای را ارائه کرده است. در بخش دیگر این پژوهش با اتکا به پارامترها و شاخص‌های مرتبط با حمل و نقل ریلی نظیر تن-کیلومتر بار حمل شده، مسافر-کیلومتر جابه‌جا شده، طول خطوط و ... عملکرد تعدادی از کشورهای پیشرفته و کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، در این زمینه مقایسه شده است. در ادامه وضعیت شاخص‌های اصلی صنعت حمل و نقل کشور در سال ۱۳۹۰ و همچنین شاخص‌های مورد انتظار برای برنامه پنجم در این پژوهش ارائه گردیده است و با توجه به ضرورت‌های توسعه در بخش خصوصی، عملکرد یکی از شرکت‌های خصوصی فعال در این حوزه بررسی شده است.

احمدپوراحمد و عمران‌زاده (۱۳۹۳) با توجه به اهمیت موضوع حمل و نقل به عنوان یکی از ارکان توسعه شهری، در پژوهشی با عنوان "ارزیابی و اولویت‌بندی سیستم‌های مختلف حمل و نقل عمومی سریع در کلان شهر تهران با استفاده از مدل‌های کارآمد" با بهره‌گیری از رویکرد MCDM به ارزیابی و اولویت‌بندی انواع سیستم‌های حمل و نقل سریع اتوبوسی و ریلی برای کلان‌شهر تهران پرداخته‌اند. در این مقاله برای اولویت‌بندی و ارزیابی سیستم‌های حمل و نقل درون‌شهری از تکنیک‌های تاپسیس و آنتروپی شانون استفاده شده است و بر اساس نتایج حاصل از اجرای مدل‌ها، سیستم مترو در کلان‌شهر تهران، با دارا بودن کم‌ترین فاصله و بیشترین نزدیکی به حدایده‌آل، اولین رتبه را به خود اختصاص داده است. بعداز سیستم مترو، سیستم حمل و نقل BRT دومین رتبه را دارا می‌باشد. این مسئله نشان می‌دهد که با توجه به شاخص‌های مورد نظر در این مقاله سیستم مترو بیشترین قابلیت و مطلوبیت را در رفع مشکلات حمل و نقل عمومی کلان‌شهر تهران دارا می‌باشد.

لین و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهش خور با عنوان "ارزیابی عملکرد حمل و نقل عمومی بر مبنای روش تحلیل پوششی داده‌ها"، با استفاده از مدل DEA تجدید نظر شده و تحلیل حساسیت شاخص‌ها، روشی را برای ارزیابی عملکرد اتوبوس‌ها در سیستم حمل و نقل عمومی ارائه نموده‌اند. ابتدا بر اساس تجزیه و تحلیل بهره‌برداری از سیستم حمل و نقل عمومی، شاخص‌هایی نظیر تعداد مسافر و قابلیت اطمینان خدمات به عنوان خروجی‌های مدل تعیین شده و یک شاخص مجازی بر اساس دیدگاه اپراتورها و مسافران به عنوان ورودی انتخاب شده است. در ادامه با به‌کارگیری روش مذکور برای سیستم حمل و نقل عمومی شهر پکن، پیشنهاداتی برای ارتقای عملکرد سیستم حمل و نقل عمومی ارائه شده است.

مؤسسه فارستر^۱ در سال ۲۰۰۶ خلاصه‌ای از عملکرد سیستم حمل و نقل در کانادا را به تفکیک استان‌ها ارائه کرد. شاخص‌های مورد استفاده برای تهیه این گزارش مواردی از قبیل حمل و نقل مسافران جاده‌ای، بزرگراه‌ها، تعداد رانندگان و وسایل نقلیه، تعداد پروازها، تعداد مسافران آبی، تعداد کشتی‌ها و مواردی از این دست را شامل می‌شود.

عمده‌ترین روش‌هایی که در چنین پژوهش‌هایی مورد استفاده قرار گرفته است، روش "تاکسونومی عددی"، روش "تحلیل عاملی" و روش "تحلیل پوششی داده‌ها" است. مزیت روش آخر نسبت به دو روش دیگر این است که علاوه بر اندازه‌ی شاخص‌ها، به منابع در دسترس هر منطقه نیز توجه می‌شود (عباسیان و دلیری، ۱۳۹۱).

پژوهش حاضر درصدد است که برای اولین بار از "تابع زیان تاگوچی" به عنوان یک روش برنامه‌ریزی، جهت تحلیل

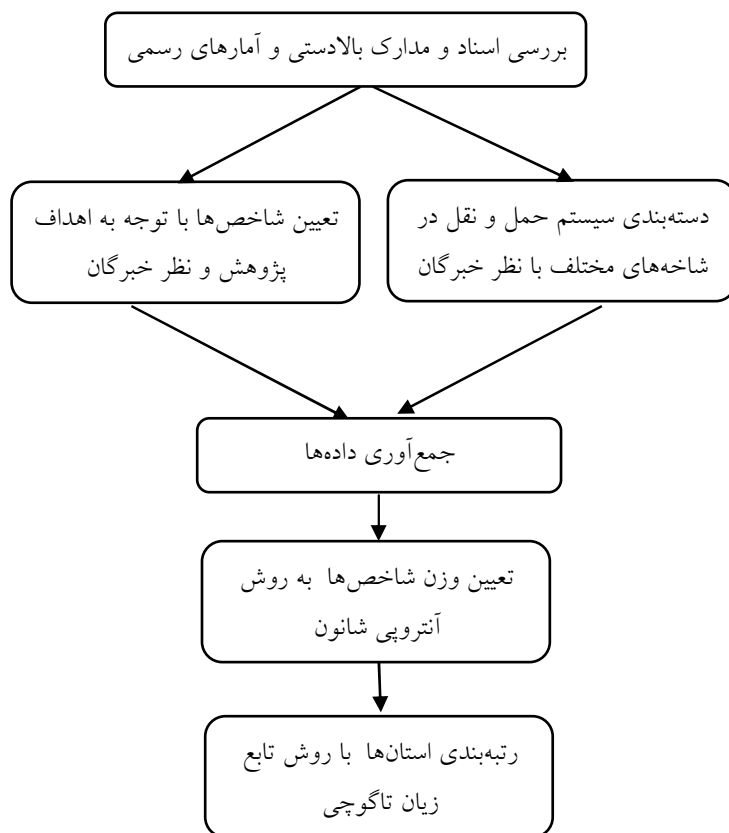
وضعیت حمل و نقل استان‌های کشور و رتبه‌بندی آن‌ها استفاده نماید. در رویکرد تاگوچی نیز منابع و خروجی‌ها به طور هم‌زمان در نظر گرفته می‌شوند و اندازه شاخص مورد نظر، در هر منطقه با توجه به امکانات آن منطقه سنجیده می‌شود.

۳- روش‌شناسی و مدل پژوهش

با توجه به این‌که این پژوهش درصدد کاربرد مدل ریاضی مناسب برای ارزیابی استان‌ها در صنعت حمل و نقل است، این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. به منظور جمع‌آوری اطلاعات در خصوص اجزای مدل، با مطالعات کتابخانه‌ای و مشاوره با خبرگان، خروجی‌ها و ورودی‌های مدل، که همان شاخص‌های موجود در حوزه‌های مختلف حمل و نقل بود، انتخاب گردید.

قلمرو این پژوهش کلیه استان‌های کشور است و دوره زمانی آن مربوط به سال ۱۳۹۱ می‌باشد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات برای تهیه پیشینه و ادبیات نظری این پژوهش، مستندات کتابخانه‌ای و اینترنتی بوده و از سالنامه آماری کشور جهت جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده است. شکل ۱ فرایند کلی پژوهش را نشان می‌دهد.

در جدول ۱ لیست شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی و رتبه‌بندی استان‌ها در چهار حوزه حمل و نقل ارائه شده است. لازم به ذکر است که رویکرد تمامی شاخص‌ها از نوع سود یعنی بیشتر، بهتر می‌باشد. ارزش افزوده شامل تفاضل مصارف واسطه از ستانده می‌باشد.



شکل ۱. فرآیند کلی تحقیق

جدول ۱. شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی صنعت حمل و نقل

شاخص	بخش‌های صنعت
<ul style="list-style-type: none"> - نسبت تعداد مسافر جابه‌جا شده به تعداد وسایل نقلیه بر حسب نوع (اتوبوس، مینی بوس و سواری کرایه) - ارزش افزوده 	شرکت‌ها و مؤسسات مسافری
<ul style="list-style-type: none"> - عملکرد: شامل تعداد بلیط‌های داخلی و خارجی، تعداد تورهای سیاحتی و زیارتی، تعداد مسافران سیاحتی و زیارتی - ارزش افزوده 	حمل و نقل هوایی
<ul style="list-style-type: none"> - عملکرد: شامل مقدار کالای بارگیری شده و مقدار کالای تخلیه شده - ارزش افزوده 	حمل و نقل آبی
<ul style="list-style-type: none"> - نسبت مقدار بار حمل شده به تعداد وسایل نقلیه در اختیار شرکت‌ها بر حسب نوع (وانت، کامیون) - ارزش افزوده 	شرکت‌ها و مؤسسات باربری

همان‌گونه که اشاره شد در این پژوهش از روش آنتروپی شانون برای وزن دهی و تابع زیان تاگوچی برای اولویت‌بندی استفاده شده که در ادامه تشریح می‌شود.

۳-۱- روش آنتروپی شانون

جهت تعیین وزن شاخص‌ها در این پژوهش از روش آنتروپی استفاده می‌شود. ایده اصلی این روش بر این پایه استوار است که هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیش‌تر باشد آن شاخص از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. در ماتریس تصمیم‌گیری، آنتروپی می‌تواند پراکندگی مقادیر شاخص‌ها را نیز نشان دهد. هرچه پراکندگی مقادیر یک شاخص در گزینه‌ها بیش‌تر (آنتروپی کمتر) باشد، اهمیت آن شاخص در تصمیم‌گیری بیش‌تر است بدین دلیل که در تصمیم‌گیری به عدم تشابه گزینه‌ها بیش‌تر توجه می‌شود.

چنانچه متغیری مقدار X_i را با احتمال P_i بگیرد، میزان عدم اطمینان نسبت به مقادیر این متغیر (آنتروپی) از رابطه ارائه شده توسط شانون به ترتیب زیر به دست می‌آید:

$$(1)$$

$$(2)$$

$$E = S(P_1, P_2, \dots, P_m) = -k \cdot \sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln(P_i)$$

$$k = \frac{1}{\ln(m)}$$

بنابراین برای محاسبه اوزان شاخص‌ها به ترتیب زیر عمل

می‌کنیم (m تعداد گزینه‌ها می‌باشد):

$$(3)$$

$$E_j = -k \cdot \sum_{i=1}^m P_{ij} \cdot \ln(P_{ij}) \quad (4)$$

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}$$

با مشخص شدن آنتروپی در هر شاخص، پراکندگی مقادیر

در هر شاخص J از رابطه $d_j = I - E_j$ به دست می‌آید.

اگر قضاوتی در مورد وزن نسبی شاخص‌ها نشده باشد،

وزن شاخص‌ها از رابطه (۵) و اگر وزن ذهنی λ_j برای هر

شاخص J مشخص شده باشد وزن شاخص‌ها از رابطه (۶) به دست می‌آید (Soleimani and Zarepisheh, 2009):

$$W_j = d_j / \sum d \quad (5)$$

$$W_j = \lambda_j d_j / \sum \lambda_j d_j \quad (6)$$

۳-۲- روش تاگوچی

طبق نظر تاگوچی، کیفیت به معنای حداقل کردن زیان وارده از سوی محصول به افراد جامعه، به جز زیان‌های ناشی از عملکرد ذاتی محصولات، بعد از رساندن آن به مشتریان است. هدف به حداقل رساندن انحراف از دو سمت استاندارد (حد) مورد نظر برای خصوصیات محصول است. زیان وارده را می‌توان با استفاده از یک تابع درجه دوم محاسبه کرد. تابع زیان کیفیت تاگوچی یک سهمی U شکل است، محور افقی آن در نقطه مقدار هدف مماس این سهمی است. این تابع زیان غیرخطی است، زیرا فرض بر این است که وقتی محصول به مقدار استاندارد کیفیت نزدیک می‌شود، زیان به سمت صفر میل می‌کند. از آنجا که نمودار تابع زیان کیفیت به‌طور طبیعی غیرخطی است، مقدار زیان با مجذور فاصله از مقدار هدف، (استاندارد کیفیت) افزایش می‌یابد، یعنی هنگامی که انحراف یک متغیر از مقدار هدف دو برابر می‌شود، زیان شرکت چهار برابر می‌شود (Hong, 2012).

تابع زیان تاگوچی به سه نوع اصلی طبقه‌بندی می‌شود:

۱. مشخصه‌هایی که هرچه کوچک‌تر باشند بهتر است.

۲. مشخصه‌هایی که هرچه به مقدار اسمی (میانه) نزدیک‌تر

باشند بهتر است.

۳. مشخصه‌هایی که هرچه بزرگ‌تر باشند بهتر است.

تابع زیان بهترین در مقدار اسمی^۳: در این نوع تابع که می‌توان آن را تابع دوسویه نیز نامید امکان انحراف از هر دوسوی ارزش اسمی (m) وجود دارد. این تابع را در شکل ۲ می‌توان دید. هرچه مشخصه اندازه‌گیری شده (y) از ارزش اسمی فاصله بگیرد زیان تحمیلی (L) به اندازه مجذور انحراف y از m افزایش می‌یابد.

$$L(y) = k(y-m)^2 \quad (7)$$

$(y-m)$ دامنه انحراف خصوصیت از مقدار هدف می باشد.

هنگامی که $(y-m)$ در حد بالا و پایین قرار بگیرد،

میزان متوسط زیان برابر با A_0 است. این مقدار هزینه‌های کیفیت نامشهود (پنهان) را برای یک محصول نشان می‌دهد. بنابراین k ثابت فرمول نامیده می‌شود و مقدار آن به عنوان یک ضریب ابتدا باید قبل از برآورد تابع زیان کیفیت از طریق معادله زیر محاسبه شود:

$$k = A_0 / (y-m)^2 \quad (8)$$

مقدار k شیب (ضریب زاویه) تابع زیان را تعیین می‌کند،

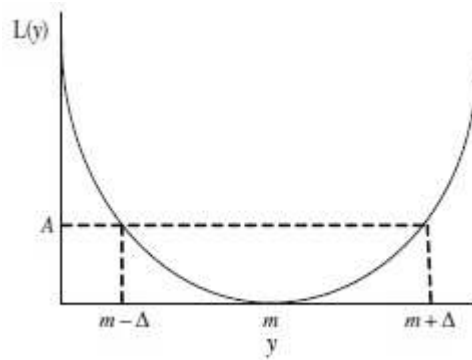
هرچه مقدار ضریب k بیش تر باشد شیب سهمی تندتر می‌شود.

این یک تابع زیان کیفیت متقارن است، زیرا فرض بر این است که در کل تابع زیان مقدار k ثابت است.

تابع زیان هر چه کم‌تر بهتر^۲: در این تابع که می‌توان آن را تابع یک سویه کمی نیز نامید امکان انحراف تنها از یک سو و آن هم در جهت مثبت وجود دارد. در این نوع تابع معمولاً مقدار اسمی صفر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳). مقدار زیان در این تابع از روابط زیر به دست می‌آید:

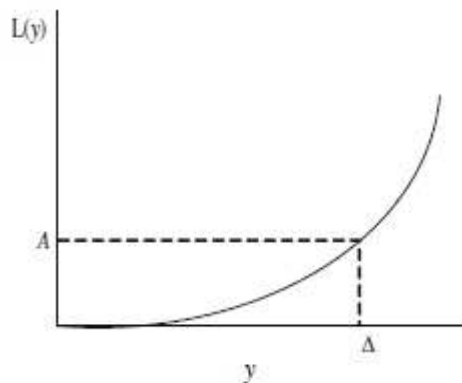
$$L(y) = k y^2 \quad (9)$$

$$k = A_0 / (y-m)^2 \quad (10)$$



شکل ۲. تابع زیان بهترین در مقدار اسمی

(Liao and Kao, 2010)



شکل ۳. تابع زیان هر چه کم‌تر بهتر

(Liao and Kao, 2010)

وزن اهمیت شاخص‌های مورد استفاده با استفاده از روش آنتروپی شانون محاسبه شده است. در جداول مربوط به هر بخش، که در ادامه آورده شده است، اطلاعات مربوط به وزن شاخص‌ها نیز مشاهده می‌شود. در ادامه توضیحاتی ارائه می‌گردد که نشان می‌دهد تابع زیان تاگوچی چگونه در رتبه‌بندی سیستم حمل و نقل کاربرد دارد.

تابع زیان هر چه بیشتر بهتر^۴: نام دیگر این تابع، تابع یک سویه‌ی بیشینه می‌باشد. در این تابع نیز مانند نوع پیشین تنها در یک جهت امکان انحراف وجود دارد و آن هم در جهت منفی (سمت چپ) ارزش اسمی وجود دارد. نمایه‌ی این تابع و روابط مربوط به آن را در شکل ۴ می‌توان دید.

$$L(y) = k / y^2 \quad (11)$$

$$k = A_0 (y-m)^2 \quad (12)$$

بنابراین با استفاده از معادلات مطرح شده، تابع زیان مربوطه محاسبه می‌شود و با این عمل ماتریس زیان برای تصمیم‌گیری شکل می‌گیرد. در آخرین گام برای رسیدن به امتیاز نهایی زیان، پس از ضرب وزن‌های به دست آمده برای هر شاخص، در مقدار زیان آن شاخص، مجموع زیان‌ها برای هر واحد محاسبه می‌گردد (Liao and Kao, 2010).

$$Total Loss = \sum W_i C_i \quad (13)$$

۴-۱- جمع آوری اطلاعات سیستم حمل و نقل و تعیین مقادیر نسبی

بر اساس مدلی که در این پژوهش به کار گرفته شده است، گام بعد، تعیین مقادیر نسبی هر یک از گزینه‌ها، در هر شاخص است. برای اجرای این مرحله، اگر شاخص مورد نظر از نوع سود باشد، مقادیر نسبی از رابطه زیر:

$$(14) \text{ مقدار هدف} / (\text{مقدار شاخص برای گزینه } i \text{ ام} -$$

$$\text{مقدار هدف}) = \text{مقدار نسبی}$$

و اگر شاخص مورد نظر از نوع هزینه باشد، مقدار نسبی از رابطه زیر به دست می‌آید:

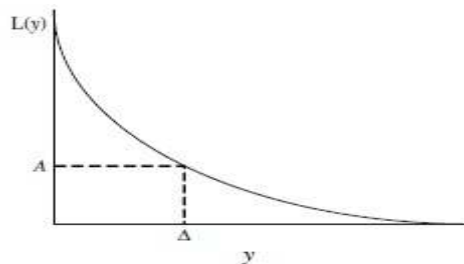
$$(15) \text{ مقدار شاخص برای گزینه } i \text{ ام} / (\text{مقدار هدف} -$$

$$\text{مقدار شاخص برای گزینه } i \text{ ام}) = \text{مقدار نسبی}$$

مقدار واقعی و مقدار نسبی شاخص‌های حوزه‌های مسافربری، باربری، هوایی و آبی مربوط به استان‌ها در جداول ۲ و ۳ آورده شده است

۴- یافته‌های پژوهش

برای ارزیابی استان‌های کشور در زمینه حمل و نقل، ابتدا چهار بخش اصلی حمل و نقل در نظر گرفته شده و در هر بخش شاخص‌های ارزیابی با نظر خبرگان تعیین گردیده است. کلیه اطلاعات مربوط به شاخص‌ها از سالنامه آماری ۱۳۹۱ استخراج شده است. با در نظر گرفتن شاخص‌های مذکور در چهار دسته سیستم حمل و نقل، ارزیابی ۳۱ استان کشور در این زمینه صورت گرفته است. در هر یک از این چهار بخش،



شکل ۴. تابع زیان هر چه بیشتر بهتر

(Liao and Kao, 2010)

جدول ۲. مقدار واقعی و مقدار نسبی شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی حوزه مسافری و باربری

باربری				مسافری				استان
مقدار نسبی		مقدار واقعی		مقدار نسبی		مقدار واقعی		
ارزش افزوده	نسبت مقدار بار به تعداد وسایل نقلیه	ارزش افزوده	نسبت مقدار بار به تعداد وسایل نقلیه	ارزش افزوده	نسبت تعداد مسافر به تعداد وسایل نقلیه	ارزش افزوده	نسبت تعداد مسافر به تعداد وسایل نقلیه	
۰/۸۳	۰/۵۳	۶۷۱۰۷۳۵۲۸	۲۱۱۱۰/۱۱	۰/۸۵	۰/۸۱	۱۳۲۱۳۷۳۵۵	۷۷۸۶/۳	آذربایجان شرقی
۰/۹۱	۰/۹۷	۳۶۹۸۳۷۰۰۶	۱۴۶۱/۰۱	۰/۸۷	۰/۸۷	۱۱۴۵۸۸۵۷۱	۵۱۲۵/۹	آذربایجان غربی
۰/۹۶	۰/۸۹	۱۶۷۳۸۱۵۸۱	۵۰۸۷/۲۸	۰/۹۵	۰/۹۴	۴۶۲۸۱۰۵۸	۲۵۷۵/۷	اردبیل
۰/۷۸	۰/۹۱	۸۹۱۱۰۷۶۲۴	۴۰۶۹/۸۶	۰/۵۱	۰/۸۳	۴۳۴۰۶۰۵۸۹	۶۶۹۹/۰	اصفهان
۰/۹۸	۰/۸۸	۷۶۶۷۹۱۴۷	۵۵۲۵/۹۲	۰/۹۶	۰/۸۷	۳۸۹۹۱۹۶۱	۵۰۶۸/۹	البرز
۰/۹۹	۰/۰۰	۴۷۵۵۴۹۰۴	۴۴۶۴۲/۶۴	۰/۹۵	۰/۹۴	۴۷۰۲۶۶۰۲	۲۳۶۷/۰	ایلام
۰/۹۴	۰/۸۴	۲۴۳۳۶۲۰۲۵	۶۹۹۲/۰۷	۰/۸۶	۰/۸۵	۱۲۴۲۰۵۷۴۶	۶۰۸۷/۶	بوشهر
۰/۰۰	۰/۸۱	۳۸۹۲۸۰۸۳۴۹	۸۳۵۲/۱۷	۰/۰۰	۰/۸۲	۸۸۴۴۳۷۱۴۶	۷۳۰۵/۱	تهران
۰/۹۸	۰/۴۹	۸۲۵۷۰۶۹۰	۲۲۶۷۱/۷۵	۰/۹۶	۰/۸۱	۳۶۳۰۰۰۷۵	۷۶۶۰/۸	چهارمحال و بختیاری
۰/۹۷	۰/۵۲	۱۰۷۳۸۹۷۳۵	۲۱۳۳۰/۰۴	۰/۹۸	۱/۰۰	۱۹۵۰۱۲۰۳	۱/۰	خراسان جنوبی
۰/۷۹	۰/۸۹	۸۲۴۷۸۸۷۸۱	۴۹۹۰/۳۶	۰/۷۰	۰/۹۸	۲۶۵۸۶۸۳۰۸	۶۳۰/۶	خراسان رضوی
۰/۹۹	۰/۸۹	۴۷۷۵۰۵۱۷	۴۷۸۲/۲۵	۰/۹۸	۱/۰۰	۲۰۰۶۰۰۰۵	۱/۰	خراسان شمالی
۰/۸۸	۰/۸۰	۴۸۶۶۱۹۶۷۵	۹۰۳۲/۶۵	۰/۶۲	۰/۸۵	۳۳۷۲۰۸۸۰۶	۶۱۳۵/۲	خوزستان
۰/۹۶	۰/۷۴	۹۹۱۲۰۱۹۲	۱۱۵۰۸/۵۰	۰/۹۸	۰/۹۰	۱۵۷۹۶۵۷۳	۴۰۷۷/۹	زنجان
۰/۹۷	۰/۸۳	۱۲۴۳۱۰۶۵۹	۷۴۲۶/۰۳	۰/۹۶	۰/۰۰	۳۹۳۱۷۷۴۶	۴۰۲۱۰/۰	سمنان
۰/۹۴	۰/۳۲	۲۳۵۲۱۴۵۹۲	۳۰۲۷۹/۷۶	۰/۹۰	۰/۹۷	۹۱۳۸۸۵۵۰	۱۱۵۳/۸	سیستان و بلوچستان
۰/۹۰	۰/۸۹	۳۷۹۴۵۱۷۰۷	۴۸۴۸/۰۰	۰/۷۴	۰/۹۸	۲۳۰۷۵۶۷۸۷	۸۵۸/۵	فارس
۰/۹۴	۰/۹۵	۲۲۶۱۵۰۶۳۷	۲۳۰۵/۶۶	۰/۹۵	۰/۸۸	۴۷۴۴۸۳۷۲	۴۷۴۸/۵	قزوین
۰/۹۸	۰/۹۲	۷۷۹۱۰۸۹۳	۳۵۵۳/۰۸	۰/۹۶	۰/۲۶	۳۱۷۷۲۶۶۲	۲۹۶۵۲/۶	قم
۰/۹۷	۰/۸۷	۱۲۴۷۹۸۳۳۵	۵۹۸۳/۷۷	۰/۹۲	۰/۸۷	۶۸۱۰۴۰۸۴	۵۲۵۰/۶	کردستان
۰/۸۴	۰/۹۱	۶۱۴۳۷۸۱۸۵	۴۱۱۴/۹۸	۰/۷۹	۰/۹۷	۱۸۴۱۵۳۱۷۶	۱۲۲۵/۸	کرمان
۰/۹۷	۰/۷۳	۱۳۵۵۹۲۷۳۶	۱۲۲۲/۰۵	۰/۹۲	۰/۹۱	۷۲۱۲۷۳۸۳	۳۷۲۵/۴	کرمانشاه
۰/۹۹	۰/۹۵	۳۰۵۹۸۳۱۶	۲۱۵۰/۸۱	۰/۹۷	۱/۰۰	۲۸۸۹۸۵۲۱	۱/۰	کهگیلویه و بویر احمد
۰/۹۶	۰/۳۰	۱۵۹۰۵۹۵۰۳	۳۱۱۰۵/۳۴	۰/۸۹	۰/۸۷	۹۶۳۲۶۶۶۷	۵۲۰۴/۶	گلستان
۰/۹۲	۰/۹۶	۳۰۸۷۱۶۴۳۵	۱۸۴۸/۳۱	۰/۸۴	۰/۹۱	۱۴۰۰۹۴۱۲۷	۳۷۹۹/۵	گیلان
۰/۹۷	۰/۹۷	۱۲۳۹۵۱۶۸۰	۱۵۱۶/۴۹	۰/۸۸	۱/۰۰	۱۱۰۵۲۸۲۳۴	۱/۰	لرستان
۰/۹۴	۰/۸۹	۲۲۵۴۲۰۸۰۷	۵۱۰۷/۱۳	۰/۷۶	۰/۹۹	۲۱۴۱۶۳۵۴۹	۵۲۴/۷	مازندران
۰/۹۵	۰/۶۹	۱۹۱۱۴۹۸۶۱	۱۳۸۳۷/۵۹	۰/۹۳	۰/۵۸	۶۵۹۳۹۱۳۴	۱۶۸۰۳/۰	مرکزی
۰/۹۱	۰/۹۴	۳۵۱۱۴۰۸۹۲	۲۵۹۹/۹۳	۰/۹۳	۰/۴۹	۶۰۱۰۰۵۴۷	۲۰۴۰۴/۰	هرمزگان
۰/۹۵	۰/۹۲	۲۰۱۰۶۶۰۰۵	۳۵۰۶/۲۵	۰/۸۸	۰/۸۳	۱۰۲۴۷۲۴۴۷	۶۷۲۰/۱	همدان
۰/۹۱	۰/۸۶	۳۳۳۱۷۵۹۰۳	۶۳۲۱/۶۰	۰/۹۶	۰/۱۳	۳۸۷۵۲۹۵۶	۳۴۹۴۷/۱	یزد

جدول ۳. مقدار واقعی و مقدار نسبی شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی حوزه هوایی و آبی

آبی		هوایی						استان
مقدار نسبی		مقدار واقعی		مقدار نسبی		مقدار واقعی		
ارزش افزوده	عملکرد	ارزش افزوده	عملکرد	ارزش افزوده	عملکرد	ارزش افزوده	عملکرد	
				۰/۹۵	۰/۹۵	۱۷۵۱۸۶۵۴۴	۲۲۵۶۲۶	آذربایجان شرقی
				۰/۹۸	۰/۹۹	۹۰۷۶۵۴۷۲	۴۱۷۶۱	آذربایجان غربی
				۱/۰۰	۱/۰۰	۱۳۱۴۹۸۸۰	۱۸۸۴۳	اردبیل
				۰/۹۲	۰/۹۰	۲۹۵۲۰۷۴۲۸	۴۶۱۰۵۷	اصفهان
				۰/۹۸	۰/۹۲	۵۶۶۵۸۳۸۵	۳۷۹۷۶۸	البرز
				۱/۰۰	۱/۰۰	۸۵۲۰۴۲۳	۱۷۸۷۶	ایلام
۰/۷۰	۰/۹۶	۴۹۵۰۹۶۲۳۸۵	۴۹۸۸۴۸۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۲۱۲۲۱۷۸۲	۲۶۴۷۲	بوشهر
۰/۸۱	۰/۷۱	۳۲۰۹۰۱۶۵۶۶	۳۷۶۹۷۱۶۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۳۷۱۳۵۳۵۵۶۴	۴۷۲۹۰۷۹	تهران
				۰/۹۹	۰/۹۵	۲۲۷۵۷۱۰۴	۲۵۲۱۸۷	چهارمحال و بختیاری
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۴۵۰۹۶۴۶	۳۶۴۱۳	خراسان جنوبی
				۰/۹۱	۰/۹۱	۳۲۵۷۶۸۲۱۹	۴۱۲۰۹۲	خراسان رضوی
				۱/۰۰	۱/۰۰	۱۵۰۳۹۹۷۵	۱۴۲۲۵	خراسان شمالی
۰/۷۹	۰/۶۹	۳۴۵۳۳۸۸۲۲۸	۴۰۰۸۸۷۴۹	۰/۹۸	۰/۹۸	۷۹۲۵۱۴۹۹	۱۰۳۶۲۳	خوزستان
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۸۶۱۰۵۰۶	۵۵۱۱۶	زنجان
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۱۴۲۴۴۵۳	۴۴۱۲۱	سمنان
۰/۹۷	۰/۹۹	۵۴۰۲۷۴۵۰۱	۱۵۷۱۷۹۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱۴۴۱۶۵۰۷	۱۰۸۰۰	سیستان و بلوچستان
				۰/۹۶	۰/۹۶	۱۳۶۸۴۲۱۲۱	۱۸۸۵۴۳	فارس
				۰/۹۹	۰/۹۸	۳۶۸۹۲۴۸۱	۷۱۳۳۱	قزوین
				۰/۹۹	۰/۹۸	۵۳۹۳۴۴۷۲	۱۱۵۸۲۴	قم
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۷۹۰۰۰۱۶	۲۶۱۴۳	کردستان
				۰/۹۷	۰/۹۵	۱۲۵۴۵۱۴۵۶	۲۳۸۱۴۲	کرمان
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۳۳۳۴۳۹۲	۵۰۸۹۱	کرمانشاه
				۱/۰۰	۰/۹۹	۷۰۸۸۷۰۴	۵۹۸۹۸	کهگیلویه و بویر احمد
				۰/۹۸	۰/۹۸	۶۰۳۵۳۹۰۴	۷۵۵۵۷	گلستان
۰/۹۵	۰/۸۹	۸۴۰۴۲۳۹۷۱	۱۴۵۱۴۷۲۰	۰/۹۹	۰/۹۸	۵۱۷۵۶۳۵۴	۱۰۲۴۰۴	گیلان
				۱/۰۰	۰/۹۸	۱۷۵۱۸۸۱۵	۷۶۶۱۲	لرستان
۰/۹۲	۰/۸۶	۱۳۰۶۵۶۵۹۴۲	۱۸۳۱۹۸۱۹	۰/۹۷	۰/۹۷	۱۱۱۱۷۴۵۱۶	۱۲۱۳۶۶	مازندران
				۰/۹۹	۰/۹۸	۲۹۰۶۵۵۵۰	۷۱۲۶۳	مرکزی
۰/۰۰	۰/۰۰	۱۶۶۸۶۰۰۴۰۶۰	۱۳۰۹۵۴۸۷۰	۰/۹۸	۰/۹۷	۸۲۸۷۲۷۲۴	۱۴۱۲۰۱	هرمزگان
				۰/۹۹	۰/۹۹	۲۹۲۰۲۱۸۴	۴۰۳۵۹	همدان
				۰/۹۹	۰/۹۷	۵۴۴۳۵۹۳۶	۱۳۱۸۵۹	یزد

۴-۲- تعیین وزن شاخص‌ها به روش اترویی شانون

جهت تعیین وزن شاخص‌ها در این پژوهش از روش اترویی استفاده شده است. همانگونه که در پیشینه نظری اشاره شد ماهیت روش اترویی شانون بگونه‌ای است که از ماتریس

تصمیم و بر اساس میزان بار اطلاعاتی شاخص‌ها وزن و اهمیت آن‌ها را شناسایی می‌کند. با توجه به روابط (۱) تا (۵) جزئیات محاسبه وزن شاخص‌های هر حوزه به تفکیک در جدول ۴ و وزن نهایی شاخص‌ها در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴. محاسبات وزن شاخص‌ها

ارزش افزوده	عملکرد	هوایی	ارزش افزوده	تعداد مسافر به تعداد وسایل نقلیه	مسافری
۰/۴۹۲	۰/۵۷۶	<i>Ej</i>	۰/۸۵	۰/۸۱	<i>Ej</i>
۰/۵۰۸	۰/۴۲۴	<i>dj</i>	۰/۱۵	۰/۱۹	<i>dj</i>
۰/۵۴۵	۰/۴۵۵	<i>Wj</i>	۰/۴۴	۰/۵۶	<i>Wj</i>
ارزش افزوده	عملکرد	آبی	ارزش افزوده	مقدار بار به تعداد وسایل	باربری
۰/۷۲۳	۰/۷۱۳	<i>Ej</i>	۰/۷۸۹	۰/۸۸۱	<i>Ej</i>
۰/۲۷۷	۰/۲۸۷	<i>dj</i>	۰/۲۱۱	۰/۱۱۹	<i>dj</i>
۰/۴۹۱	۰/۵۰۹	<i>Wj</i>	۰/۶۳۹	۰/۳۶۱	<i>Wj</i>

جدول ۵. وزن نهایی شاخص‌ها

بخش	شاخص	وزن اهمیت
بخش مسافری	نسبت تعداد مسافر جایجا شده به تعداد وسایل نقلیه در اختیار شرکت‌ها	۰/۵۶
	ارزش افزوده	۰/۴۴
بخش باربری	نسبت مقدار بار حمل شده به تعداد وسایل نقلیه در اختیار شرکت‌ها	۰/۳۶۱
	ارزش افزوده	۰/۶۳۹
حمل و نقل هوایی	تعداد مسافران	۰/۴۵۵
	ارزش افزوده	۰/۵۴۵
حمل و نقل آبی	مقدار کالای بارگیری شده و مقدار کالای تخلیه شده	۰/۵۰۹
	ارزش افزوده	۰/۴۹۱

۴-۳- محاسبه عملکرد سیستم حمل و نقل استانها براساس

روش تاگوچی

پس از محاسبه مقادیر نسبی و وزن شاخص‌ها، از تابع زیان تاگوچی برای به دست آوردن امتیاز نهایی زیان، برای هر گزینه استفاده می‌شود. اولین گام، تعیین مقدار هدف برای هر شاخص است. برای شاخص‌های از نوع بیش‌تر-بهرتر (سود)، مقدار هدف برابر با بیشینه مقداری است که آن شاخص در بین استان‌های مختلف به خود اختصاص داده است. برای شاخص‌های از نوع کم‌تر-بهرتر (هزینه)، مقدار هدف، حداقل مقداری است که آن شاخص در بین گزینه‌های مختلف به خود گرفته است. در جدول ۶ مقادیر هدف نیز برای تمام شاخص‌ها مشاهده می‌شود. از آن‌جا که تمام شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش از نوع بیش‌تر-بهرتر هستند، برای محاسبه $L(y)$ از رابطه (۱۱) استفاده می‌گردد. برای محاسبه $L(y)$ که همان امتیاز زیان است، باید ابتدا پارامتر k را به دست آورد. برای محاسبه k از رابطه (۱۲) استفاده می‌شود، در این رابطه A میزان زیان می‌باشد. باید متناسب با هر شاخص، میزان زیان ناشی از عدم دستیابی به آن تعیین شود. برای این‌که یک همگونی بین شاخص‌ها ایجاد شود حداکثر میزان زیان برابر با ۱۰۰ (به عنوان ۱۰۰ درصد) در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از اطلاعات فوق امتیاز زیان هر گزینه از هر شاخص بر اساس رابطه (۱۱) محاسبه می‌گردد. این روند برای تمامی شاخص‌ها انجام پذیرفته

و امتیاز زیان هر استان برای همه شاخص‌ها محاسبه شده است. (جدول ۷)

در آخرین گام برای رسیدن به امتیاز نهایی زیان، طبق رابطه (۱۳) وزن‌های به دست آمده برای هر شاخص را در مقدار زیان آن شاخص ضرب کرده و مجموع زیان‌ها برای هر استان به دست می‌آید. به این ترتیب امتیاز نهایی زیان برای ۳۱ استان کشور محاسبه می‌شود. در بین گزینه‌ها، استانی که کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده باشد، از نظر رتبه‌بندی در بالاترین جایگاه قرار می‌گیرد. در جدول ۸ برای هر بخش حمل و نقل، امتیاز نهایی زیان، که با استفاده از تابع زیان تاگوچی به دست آمده است و همچنین رتبه‌بندی نهایی استان‌ها بر اساس این مقادیر آورده شده است. در بخش حمل و نقل آبی تنها ۶ استان که امکان حمل و نقل آبی برای آنها فراهم بوده مورد ارزیابی قرار گرفتند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود استان‌های سمنان و تهران بهترین عملکرد را در حمل و نقل مسافری داشتند و استان قم و یزد ضعیف‌ترین استان‌ها در این حوزه بودند. این درحالی است که استان سمنان که برترین استان در بخش حمل و نقل مسافری بود در حمل و نقل باربری رتبه پانزدهم و در حمل و نقل هوایی رتبه دهم را در اختیار دارد. در حمل و نقل آبی نیز هرمزگان برترین و خوزستان ضعیف‌ترین استان می‌باشد.

جدول ۶. مقادیر هدف و وزن شاخص‌های تصمیم‌گیری

بخش	شاخص	نوع شاخص	A	مقادیر هدف	k
بخش مسافری	نسبت تعداد مسافر جابجا شده به تعداد وسایل نقلیه در اختیار شرکت‌ها	بیشتر بهتر	۱۰۰	۴۰۲۱۰/۰۴	۶۵/۶۲
	ارزش افزوده	بیشتر بهتر	۱۰۰	۸۸۴۴۳۷۱۴۶	۷۲/۰۹
بخش باربری	نسبت مقدار بار حمل شده به تعداد وسایل نقلیه در اختیار شرکت‌ها	بیشتر بهتر	۱۰۰	۴۴۶۴۲/۶۴	۶۰/۱۹
	ارزش افزوده	بیشتر بهتر	۱۰۰	۳۸۹۲۸۰۸۳۴۹	۸۱/۳۲
حمل و نقل هوایی	تعداد مسافران	بیشتر بهتر	۱۰۰	۴۷۲۹۰۷۹	۸۸/۹۵
	ارزش افزوده	بیشتر بهتر	۱۰۰	۳۷۱۳۵۳۵۶۴	۹۰/۲۵
حمل و نقل آبی	مقدار کالای بارگیری شده و مقدار کالای تخلیه شده	بیشتر بهتر	۱۰۰	۱۳۰۹۵۴۸۷۰	۵۳/۱۹
	ارزش افزوده	بیشتر بهتر	۱۰۰	۱۶۶۸۶۰۰۴۰۶۰	۵۳/۹۸

جدول ۷: مقادیر زیان شاخص‌ها

آبی		هوایی		باربری		مسافربری		استان
مقدار زیان شاخص دوم	مقدار زیان شاخص اول	مقدار زیان شاخص دوم	مقدار زیان شاخص اول	مقدار زیان شاخص دوم	مقدار زیان شاخص اول	مقدار زیان شاخص دوم	مقدار زیان شاخص اول	
		۹۹/۴۱	۹۸/۰۸	۱۱۸/۷۳	۲۱۶/۶۰	۹۹/۶۴	۱۰۰/۹۲	آذربایجان شرقی
		۹۴/۸۳	۹۰/۵۴	۹۹/۳۰	۶۴/۳۳	۹۵/۱۴	۸۶/۲۰	آذربایجان غربی
		۹۰/۹۰	۸۹/۶۶	۸۸/۸۰	۷۶/۶۶	۸۰/۲۷	۷۴/۹۱	اردبیل
		۱۰۶/۵۲	۱۰۹/۲۰	۱۳۶/۷۸	۷۲/۸۷	۲۷۸/۰۰	۹۴/۴۸	اصفهان
		۹۳/۰۷	۱۰۵/۱۶	۸۴/۶۳	۷۸/۳۹	۷۸/۸۹	۸۵/۹۲	البرز
		۹۰/۶۷	۸۹/۶۲	۸۳/۳۵	۰/۰۰	۸۰/۴۱	۷۴/۰۹	ایلام
۱۰۹/۱۴	۵۷/۴۹	۹۱/۲۹	۸۹/۹۵	۹۲/۵۳	۸۴/۶۲	۹۷/۵۷	۹۱/۱۲	بوشهر
۸۲/۷۵	۱۰۴/۸۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۹۱/۰۸	۰/۰۰	۹۷/۹۹	تهران
		۹۱/۳۷	۹۹/۲۵	۸۴/۸۹	۲۴۸/۴۸	۷۸/۳۹	۱۰۰/۱۵	چهارمحال و بختیاری
		۹۱/۴۶	۹۰/۳۳	۸۶/۰۰	۲۲۰/۷۰	۷۵/۳۸	۶۵/۶۲	خراسان جنوبی
		۱۰۸/۴۵	۱۰۶/۷۴	۱۳۰/۹۳	۷۶/۲۹	۱۴۷/۳۷	۶۷/۷۳	خراسان رضوی
		۹۰/۹۹	۸۹/۴۸	۸۳/۳۶	۷۵/۴۹	۷۵/۴۷	۶۵/۶۲	خراسان شمالی
۸۵/۸۳	۱۱۰/۴۸	۹۴/۲۳	۹۲/۹۸	۱۰۶/۲۲	۹۴/۵۹	۱۸۸/۳۰	۹۱/۳۸	خوزستان
		۹۱/۶۶	۹۱/۰۶	۸۵/۶۳	۱۰۹/۲۶	۷۴/۷۳	۸۱/۲۷	زنجان
		۹۱/۳۰	۹۰/۶۳	۸۶/۷۸	۸۶/۶۰	۷۸/۹۵	۰/۰۰	سمنان
۵۷/۶۵	۵۴/۴۹	۹۰/۹۶	۸۹/۳۵	۹۲/۱۲	۵۸۱/۴۵	۸۹/۶۶	۶۹/۵۶	سیستان و بلوچستان
		۹۷/۲۹	۹۶/۴۹	۹۹/۸۴	۷۵/۷۴	۱۳۱/۹۷	۶۸/۵۲	فارس
		۹۲/۰۷	۹۱/۶۹	۹۱/۶۷	۶۶/۹۲	۸۰/۴۹	۸۴/۳۷	قزوین
		۹۲/۹۳	۹۳/۴۷	۸۴/۶۸	۷۱/۰۴	۷۷/۵۶	۹۵۱/۹۱	قم
		۹۱/۶۳	۸۹/۹۴	۸۶/۸۰	۸۰/۲۶	۸۴/۶۲	۸۶/۸۱	کردستان
		۹۶/۶۷	۹۸/۶۳	۱۱۴/۶۶	۷۳/۰۳	۱۱۴/۹۹	۶۹/۸۱	کرمان
		۹۱/۴۰	۹۰/۸۹	۸۷/۳۰	۱۱۴/۱۱	۸۵/۴۶	۷۹/۷۱	کرمانشاه
		۹۰/۶۰	۹۱/۲۴	۸۲/۶۲	۶۶/۴۳	۷۷/۰۴	۶۵/۶۲	کهگیلویه و بویر احمد
		۹۳/۲۶	۹۱/۸۶	۸۸/۴۰	۶۵۴/۵۳	۹۰/۷۹	۸۶/۵۸	گلستان
۵۹/۸۶	۶۷/۲۸	۹۲/۸۲	۹۲/۹۳	۹۵/۹۴	۶۵/۵۰	۱۰۱/۷۸	۸۰/۰۳	گیلان
		۹۱/۱۱	۹۱/۹۰	۸۶/۷۶	۶۴/۴۹	۹۴/۱۵	۶۵/۶۲	لرستان
۶۳/۵۴	۷۱/۹۰	۹۵/۹۱	۹۳/۶۹	۹۱/۶۳	۷۶/۷۴	۱۲۵/۵۱	۶۷/۳۷	مازندران
		۹۱/۶۸	۹۱/۶۹	۸۹/۹۴	۱۲۶/۴۰	۸۴/۱۷	۱۹۳/۶۵	مرکزی
۰/۰۰	۰/۰۰	۹۴/۴۲	۹۴/۵۰	۹۸/۲۵	۶۷/۸۶	۸۲/۹۸	۲۷۰/۴۷	هرمزگان
		۹۱/۶۹	۹۰/۴۸	۹۰/۴۲	۷۰/۸۸	۹۲/۲۲	۹۴/۶۰	همدان
		۹۲/۹۶	۹۴/۱۲	۹۷/۲۶	۸۱/۶۸	۷۸/۸۵	۳۸۳۰/۴۸	یزد

جدول ۸. محاسبات امتیاز زیان

آبی		هوایی		باربری		بخش مسافری		استان
رتبه	امتیاز زیان	رتبه	امتیاز زیان	رتبه	امتیاز زیان	رتبه	امتیاز زیان	
		۱۰	۹۱/۰۰	۱۵	۸۶/۷۱	۱	۳۴/۴۶	سمنان
		۱	۰	۱	۳۲/۹۱	۲	۵۵/۲۲	تهران
		۹	۹۰/۹۴	۲۷	۱۳۴/۶۸	۳	۶۹/۸۸	خراسان جنوبی
		۴	۹۰/۳۰	۶	۸۰/۵۲	۴	۶۹/۹۲	خراسان شمالی
		۸	۹۰/۸۹	۳	۷۶/۷۷	۵	۷۰/۶۱	کهگیلویه و بویر احمد
		۲	۹۰/۱۹	۲	۵۳/۲۳	۶	۷۶/۸۵	ایلام
		۵	۹۰/۳۳	۱۰	۸۴/۴۱	۷	۷۷/۲۵	اردبیل
		۱۴	۹۱/۴۷	۴	۷۸/۷۲	۸	۷۸/۰۷	لرستان
۲	۵۶/۰۴	۳	۹۰/۲۳	۳۰	۲۶۸/۹۳	۹	۷۸/۳۳	سیستان و بلوچستان
		۱۳	۹۱/۳۹	۲۰	۹۴/۱۶	۱۰	۷۸/۴۲	زنجان
		۱۲	۹۱/۱۶	۲۱	۹۶/۹۹	۱۱	۸۲/۲۲	کرمانشاه
		۱۶	۹۱/۹۰	۸	۸۲/۷۲	۱۲	۸۲/۶۸	قزوین
		۲۸	۹۸/۵۷	۷	۸۲/۳۷	۱۳	۸۲/۸۵	البرز
		۷	۹۰/۸۶	۱۱	۸۴/۴۴	۱۴	۸۵/۸۵	کردستان
		۱۷	۹۲/۶۲	۳۱	۲۹۲/۹۷	۱۵	۸۸/۴۲	گلستان
۳	۶۳/۶۴	۱۸	۹۲/۸۷	۱۲	۸۴/۹۴	۱۶	۸۹/۵۲	گیلان
		۲۷	۹۷/۵۶	۲۲	۹۹/۶۲	۱۷	۸۹/۵۳	کرمان
		۱۹	۹۲/۸۸	۱۴	۸۶/۶۶	۱۸	۹۱/۰۰	آذربایجان غربی
		۲۵	۹۴/۹۵	۲۸	۱۴۴/۰۰	۱۹	۹۰/۶۵	چهارمحال و بختیاری
۴	۶۷/۸۰	۲۴	۹۴/۹۰	۱۳	۸۶/۲۵	۲۰	۹۲/۷۵	مازندران
		۱۱	۹۱/۱۴	۹	۸۳/۳۶	۲۱	۹۳/۵۶	همدان
۵	۸۲/۸۳	۶	۹۰/۶۸	۱۷	۸۹/۶۷	۲۲	۹۳/۹۴	بوشهر
		۲۶	۹۶/۹۳	۱۸	۹۱/۱۳	۲۳	۹۶/۲۱	فارس
		۲۹	۹۸/۸۱	۲۹	۱۵۴/۱۰	۲۴	۱۰۰/۳۶	آذربایجان شرقی
		۳۰	۱۰۷/۶۷	۲۵	۱۱۱/۱۸	۲۵	۱۰۲/۴۹	خراسان رضوی
۶	۹۸/۳۸	۲۲	۹۳/۶۶	۲۳	۱۰۲/۰۲	۲۶	۱۳۳/۶۸	خوزستان
		۱۵	۹۱/۶۹	۲۴	۱۰۳/۱۲	۲۷	۱۴۵/۸۷	مرکزی
		۳۱	۱۰۷/۷۴	۲۶	۱۱۳/۶۸	۲۸	۱۷۴/۵۸	اصفهان
۱	۰	۲۳	۹۴/۴۶	۱۶	۸۷/۲۷	۲۹	۱۸۸/۶۳	هرمزگان
		۲۰	۹۳/۱۸	۵	۷۹/۷۵	۳۰	۵۷۰/۲۸	قم
		۲۱	۹۳/۴۹	۱۹	۹۱/۶۳	۳۱	۲۱۹۲/۹۶	یزد

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش با هدف رتبه‌بندی استان‌های کشور، به بررسی سیستم حمل و نقل آن‌ها پرداخته شده است. برای این منظور از سالنامه آماری سال ۱۳۹۳ که از سایت مرکز آمار ایران گرفته شده است، اطلاعات مربوط به سیستم حمل و نقل تمامی استان‌های کشور دریافت شده، و سپس از طریق مشاوره با خبرگان، شاخص‌های ارزیابی تعیین گردیده است. پس از بررسی اطلاعات، سیستم حمل و نقل در چهار بخش مسافربری، باربری، هوایی و آبی تقسیم‌بندی شده است. در گام بعدی با استفاده از روش آنروپی شانون، وزن شاخص‌ها در هر بخش محاسبه گردیده و در ادامه از تابع زیان تاگوچی برای رتبه‌بندی استان‌ها از حیث عملکرد در هر یک از چهار بخش استفاده گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده، در بخش مسافربری استان سمنان رتبه نخست و استان یزد رتبه آخر را کسب کرده است. استان تهران در بخش باربری و همچنین حمل و نقل هوایی، رتبه اول را به خود اختصاص داده است. در این دو بخش، به ترتیب استان‌های گلستان و اصفهان در رتبه آخر قرار گرفته‌اند. در حمل و نقل آبی - که تنها هفت استان کشور در این حوزه به فعالیت می‌پردازند- استان هرمزگان در رتبه نخست و استان خوزستان در آخرین رتبه قرار گرفته است. با توجه به شاخص‌هایی که در این پژوهش ملاک ارزیابی سیستم حمل و نقل قرار گرفته است، توصیه‌هایی را می‌توان برای استان‌ها مطرح نمود که در ادامه به طور خلاصه بیان می‌شود:

- در هر چهار بخش حمل و نقل که عنوان شد، استان‌های کشور می‌توانند با افزایش ارزش افزوده، زیان موجود در سیستم را کاهش دهند.

- در حمل و نقل مسافربری با افزایش نسبت "تعداد مسافر جابجا شده به تعداد وسایل نقلیه" و در حمل و نقل باربری با افزایش نسبت "مقدار بار حمل شده به تعداد وسایل نقلیه"، می‌توان بهبود عملکرد استان‌ها در این بخش‌ها را امکان‌پذیر نمود.

- در حمل و نقل هوایی برای کاهش زیان سیستم، باید در جهت افزایش تعداد مسافران، برنامه‌ریزی کرد و در حمل و

نقل آبی، برای افزایش مقدار جابه‌جایی کالا از راه‌های آبی تلاش نمود.

با استفاده از تابع زیان تاگوچی برای سنجش عملکرد استان‌ها، مقدار زیان موجود در سیستم برای همه واحدها محاسبه می‌گردد. بنابراین حتی استان‌هایی که در رتبه نخست قرار گرفته‌اند باید با در نظر گرفتن شاخص‌ها و تلاش برای بهبود آن‌ها، همواره به دنبال کاهش زیان و پیشرفت باشند. یعنی تا زمانی که زیان موجود در سیستم حمل و نقل هر استان به صفر نرسیده است، امکان بهبود عملکرد وجود دارد. بر اساس نتایج پژوهش انجام شده توسط شاه‌طهماسبی و دیگران (۱۳۹۰)، در طول برنامه سوم و چهارم توسعه، استان‌های بوشهر و تهران کارآترین واحدها در حمل و نقل مسافربری و باربری بوده و استان کهگیلویه و بویراحمد کم‌ترین کارایی را داشته است. همچنین استان یزد به عنوان یکی از استان‌هایی که بیش‌ترین افت کارایی را در این دو برنامه داشته است، شناسایی گردیده است. نتایج پژوهش حاضر نیز تا حدود زیادی مؤید نتایج عنوان شده از پژوهش مذکور است. بر اساس نتایج به دست آمده از تابع زیان تاگوچی، در سال ۱۳۹۱، استان تهران در حمل و نقل باربری رتبه اول و در حمل و نقل مسافربری رتبه دوم را کسب کرده است و استان یزد نیز در رتبه آخر حمل و نقل مسافربری قرار گرفته است. این نتایج نشان می‌دهد که استان تهران در حفظ عملکرد خوب گذشته موفق عمل کرده است، اما استان یزد در سال‌های گذشته سیر نزولی را در حمل و نقل مسافربری طی کرده است. استفاده از روش‌هایی مانند تحلیل پوششی داده‌ها به‌ویژه روش‌های نوین در این حوزه مانند تحلیل پوششی داده‌های با فرامرزی^۱ می‌تواند افق‌های جدید در تحقیقات در این حوزه باشد.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Fraser
2. Quality Loss Function
3. Nominal-Is-Best Loss Function
4. Smaller-Is-Better Loss Function
5. Higher-Is-Better Loss Function
6. Met Frontier DEA

۷-مراجع

- احمدپوراحمد، ب.، و عمرانزاده، ع.، م.، (۱۳۹۳)، "ارزیابی و اولویت‌بندی سیستم‌های مختلف حمل و نقل عمومی سریع در کلان شهر تهران با استفاده از مدل‌های کارآمد"، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، سال دوازدهم، شماره ۲۳، پاییز و زمستان، ص. ۸۶-۶۳.
- آذر، ع.، و غلامرضایی، د.، (۱۳۸۵)، "رتبه‌بندی استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (با به‌کارگیری شاخص‌های توسعه انسانی)"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هشتم، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۸۵، ص. ۱۷۳-۱۵۳.
- آماده، ح.، و امامی میدی، ع.، و آزادی‌نژاد، ع.، (۱۳۸۸)، "رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ کارایی فنی بخش صنعت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها"، مجله دانش و توسعه، سال شانزدهم، شماره ۲۹، زمستان ۱۳۸۸، ص. ۱۸۰-۱۶۲.
- رزازی، غ.ر.، (۱۳۹۱)، "حمل و نقل ریلی و جایگاه آن در شبکه حمل و نقل کشور"، نخستین همایش نقش حمل و نقل چندوجهی در تجارت ملی و بین‌المللی، تهران، ایران.
- رضایی ارجودی، ع.ر.، (۱۳۸۳)، "اهمیت و جایگاه صنعت حمل و نقل در ارتقا و شکوفایی اقتصاد کشور"، یازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، دانشگاه هرمزگان، ایران.
- شاه‌طهماسبی، الف.، و شمس‌الهی، س.، و حیدری، ت.، (۱۳۸۹)، "بررسی کارایی نسبی حمل و نقل مسافربری و باری استان‌های کشور در طول برنامه سوم و سال‌های ابتدایی برنامه چهارم"، مهندسی حمل و نقل، سال دوم، شماره ۲، زمستان، ص. ۱۴۱-۱۲۷.
- شریفی، ن.، (۱۳۹۰)، "جایگاه حمل و نقل و تأثیر آن بر دیگر بخش‌های اقتصاد کشور: یک تحلیل داده-ستانده"، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال دوم، شماره ۵، زمستان ۱۳۹۰، ص. ۲۳۷-۲۰۷.
- شریفی، ن.، و صادقی‌پور، ب.، (۱۳۸۵)، "بررسی وضعیت حمل و نقل استان مازندران و مقایسه آن با ویژگی‌های بخش حمل و نقل دیگر استان‌های کشور"، برنامه‌ریزی و بودجه، شماره ۱۰۰، ص. ۷۵-۵۱.
- صالحی صدقیانی، ج.، و علوی شاد، ع.، و اخوان خرازیان، م.، و سبحانی فرد، ی.، (۱۳۸۳)، "بررسی تأثیر فن آوری اطلاعات بر صنعت حمل و نقل در ایران". فصلنامه مدیریت کسب و کار، سال اول، ش ۲، تابستان، ص. ۱۶۴-۱۳۷.
- طحاری مهرجردی، م.ح.، و شاکری، ف. و بابایی میدی، ح.، (۱۳۹۱)، "تحلیل کارایی و رتبه‌بندی سیستم فرودگاه‌های کشور با استفاده از رویکرد ارزیابی کارایی متقاطع" پژوهشنامه حمل و نقل، سال نهم، شماره ۳، پاییز، ص. ۲۹۱-۲۷۵.
- عباسیان، ع. الف. و دلیری، ح.، (۱۳۹۱)، "تخمین و رتبه‌بندی استان‌های کشور از نظر شاخص‌های اقتصاد دانش‌محور"، فصلنامه علمی-پژوهشی رفاه اجتماعی، سال دوازدهم، شماره ۴۵، تابستان، ص. ۳۱۸-۲۷۵.
- Ahn, Young-Hyo and Min, Hokey (2014), "Evaluating the multi-period operating efficiency of international airports using data envelopment analysis and the Malmquist productivity index", Journal of Air Transport Management, vol. 39, pp. 12-22.

-M. Soleimani-damaneh and M. Zarepisheh, (2009), "Shannon's entropy for combining the efficiency results of different DEA models: Method and application", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, pp. 5146–5150.

-Yu, M.M. and Hsu, S.H. and Chang, C.C. and Lee, D.H. (2008), "Productivity growth of Taiwan's major domestic airports in the presence of aircraft noise", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 44, pp. 543-554.

-Zheng, Jason and W. Garrick, Norman and Atkinson-Palombo, Carol and McCahill, Chris and Marshall, Wesley (2012), "Guidelines on developing performance metrics for evaluating transportation sustainability", *Research in Transportation Business & Management*, vol. 7, pp. 4-13.

-Chien-Wen Hong (2012), "Using the Taguchi method for effective market segmentation", *Expert Systems with Applications*, vol. 39, pp. 5451–5459.

-Liao, Chin-Nung and Kao, Hsing-Pei (2010), "Supplier selection model using Taguchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 58, pp. 571-577.

-Fraser Institute (2006), "Transportation Performance of the Canadian Provinces", Website: www.fraserinstitute.org.

-Li, Jiabin and Chen, Xumei and Li, Xin and Guo, Xuicheng (2013), "Evaluation of Public Transportation Operation based on Data Envelopment Analysis", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 96, pp. 148-155.

