

تأثیر حمل و نقل چند وجهی در افزایش بهره وری و کاهش هزینه حمل کالاها در بندر امام خمینی

سید جعفر حجازی^{۱*}، مجتبی غری^۲

۱- استادیار گروه مهندسی عمران-راه و ترابری دانشگاه شهید چمران اهواز Hejazi_j@scu.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-راه و ترابری دانشگاه شهید چمران اهواز mojtaba_gghary@yahoo.com

چکیده

واردات کالا به کشور بیشتر از طریق حمل و نقل دریایی صورت می گیرد و بنادر به عنوان مبادی اصلی ورود کالا به کشور مطرح هستند. فرآیند حمل و نقل و رساندن کالا به مراکز تقاضا نیازمند استفاده از یک سیستم نوین و هوشمند جهت انتقال هرچه بهتر کالا با کم ترین هزینه و زمان و با امنیت بالا می باشد. اما شیوه های فعلی و ساختار سنتی حمل کالا در نظام حمل و نقل کشور باعث شده که قیمت تمام شده ی کالا با رود. جهت حل این مشکل نیاز است که از سیستم حمل و نقل چندوجهی که تحت یک مسئولیت واحد، کالا از مبدا تا مقصد جابه جا می گردد در بنادر استفاده نمود. در این پژوهش جهت نشان دادن تأثیر حمل و نقل چند وجهی در افزایش بهره وری در بندر امام خمینی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نه معیار و شش گزینه انتخاب گردید که پس از وزن دهی مشخص شد سه گزینه ترمینال انتقال کالا، سایت آماده سازی کالا و نهایتاً فرآیند تخلیه و بارگیری بیشترین تأثیر در افزایش بهره وری و راندمان بندر امام خمینی را دارند. همچنین در بخش بعدی تحقیق جهت ارزیابی اقتصادی هزینه ی حمل کالا در سیستم چندوجهی با استفاده از مدل ریاضی و تشکیل تابلوی حمل و نقل مطابق با مدل تخصیص و حل آن در نرم افزار LINGO مشخص گردید که حمل و نقل چندوجهی در بخش واردات کالا به بندر امام خمینی نسبت به حمل و نقل تک وجهی کاهش ۱۸ درصدی هزینه حمل را در پی خواهد داشت.

واژگان کلیدی: حمل و نقل چندوجهی، بهره وری، هزینه حمل و نقل کالا، بندر امام خمینی، نرم افزار LINGO، روش AHP

۱- مقدمه

با توجه به جهانی شدن اقتصاد، وابستگی به خدمات حمل کالا، نیازی ضروری است. از طرفی ارائه خدمات حمل و نقل کالا از نظر کیفیت، هزینه و زمان، تأثیری غیرقابل انکار در افزایش رقابت پذیری برای صادرکنندگان کالاها در بازارهای هدف و در نتیجه کاهش قیمت تمام شده کالاها خواهد داشت. حمل و نقل نقش ویژه ای در توسعه اقتصادی جهان ایفا می کند و به عنوان یک نیاز اساسی بشر و عامل مؤثر در حیات اقتصادی کشورها می باشد. در کشورهای توسعه یافته با پیشرفت تجارت و بازرگانی، روش های حمل و نقل نیز توسعه یافته و شیوه های سنتی جای خود را به شیوه های نوین می دهند که حمل و نقل چند وجهی از جمله آنهاست. به طور کلی جابجایی کالاها به پنج روش عمده شامل حمل و نقل جاده ای، ریلی، آبی یا دریایی، هوایی و خط لوله انجام می شود. در این راستا هر یک دارای مزایا و محدودیتهای خاص خود می باشد و چنانچه در قالب یک روش ترکیبی و یا به صورت چند وجهی در قالب یک سازمان یکپارچه به کار گرفته شود و به صورت مبدا و مقصد مدیریت شود می توان از مزایای متعددی آن بهره برد [۱].

۲- ضرورت انجام تحقیق

تا مدتی قبل، حمل و نقل چندوجهی و مزیت های آن در ایران، برای کمتر کسی شناخت شده بود و اکنون نیز کاربرد اینگونه حمل تا حدودی، محدود و کمتر از توانمندی های عملی شرکت ها و متصدیان حمل و نقل بین المللی کشور است. در ایران معمولاً متصدیان حمل و نقل، تنها به یک روش حمل کالا اکتفا کرده اند صاحبان کالا در ایران نیز به دلیل عدم آشنایی با سودمندی های حمل و نقل چندوجهی، اغلب خواستار حمل محمولات خود با یک وسیله هستند و تمایل ندارند که کالایشان دست به دست شود.

استفاده از روش های سنتی حمل کالا باعث کاهش راندمان و اتلاف سرمایه ی ملی کشور می شود. در استان خوزستان به دلیل اهمیت خاصی که از لحاظ ارتباط با آب های بین المللی، واقع شدن در کریدور شمال جنوب و تعدد بنادر با ظرفیت های بالا دارد، ضروری است که با استفاده از سیستم حمل و نقل چندوجهی نسبت به کاهش هزینه های حمل و بالابردن کیفیت بهتر انتقال کالاها اقدامات موثری صورت گیرد تا در صورت ترویج و توسعه بیشترین سیستم از حمل و نقل بتوان در بازارهای جهانی حضور پررونق تری داشت.

۳- پیشینه تحقیق

فدر و هدی^۱ در سال ۱۹۷۶ سیستم حمل و نقل بین منطقه ای یا بین شهری آمریکا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد حمل غلات با استفاده از واگن، راه آبی و کامیون باعث کاهش قابل ملاحظه در هزینه های حمل و نقل می گردد [۶].

مونترسو و همکاران^۲ در سال ۱۹۸۵ نشان دادند که استفاده از الگوی بهینه حمل و نقل می تواند منجر به کاهش قابل ملاحظه ای در هزینه های حمل و نقل و ذخیره سازی غلات در آمریکا از طریق انتخاب محل و اندازه مناسب سیلوها و انبارها گردد [۷].

کیانی در سال ۱۳۸۰ به منظور بهینه سازی حمل و نقل گندم از مراکز استان ها و مراکز ورود گندم به مراکز ذخیره سازی و از آن جا به مناطق مصرفی، یک الگوی حمل و نقل ارائه کرد. یافته های تحقیق نشان داد که در صورت استفاده از الگوی بهینه می توان هزینه های حمل و نقل را به میزان ۱۳،۵ درصد کاهش داد [۶].

ربانی و همکاران در سال ۱۳۸۷ در موضوع تحقیق خود ابتدا برای فعال کردن بنادر و ناوگان کشتی های کوچک ایران در منطقه خلیج فارس و دریای عمان، این ایده را مطرح کردند که از بنادر بزرگ واقع در منطقه به عنوان مراکز واسط برای دریافت کالا از کشتی های بزرگ و ارسال کالا توسط کشتی های کوچک تر به سایر بنادر استفاده شود سپس برای پشتیبانی از این ایده، یک سیستم کلی حمل و نقل متناسب با آن طراحی و مدل شد. این سیستم به صورت یک شبکه یکپارچه جهت اتصال مسیر های وسائل نقلیه به مسیر های حمل و نقل چند وجهی طراحی و مدل شد [۷].

پرهزکار و همکاران در سال ۱۳۹۱ در تحقیق خود که در دو مرحله انجام دادند، مرحله اول با حل مدل ارائه شده در محیط نرم افزاری EXCEL میزان واردات فولاد به کشور در فصول مختلف سال را برآورد کردند و در مرحله دوم با در نظر گرفتن هدف اصلی تحقیق مقادیر بهینه فولاد وارداتی به کشور در هر فصل و در هر یک از اسکله های A, B, C که در شمال و جنوب در نظر گرفته بودند را تعیین کردند و با ارایه مدل بهینه، از حمل و نقل چندوجهی نشان دادند که با تخصیص میزان واردات کالا در بنادر کشور، علاوه بر تامین به موقع محصولات و کالاهای مورد نیاز در فصول مختلف سال، هزینه حمل و نقل از طریق مرزهای آبی نیز کاهش پیدا می کند [۹].

۴- شناخت روش حمل و نقل چندوجهی

حمل و نقل چند وجهی یکی از پیچیده ترین شکل های حمل و نقل و از مهمترین تحولات توسعه فضای کسب و کار جهانی در دهه های اخیر، محسوب می شود. فرآیند مستمر تغییرات حمل و نقل طی دهه های گذشته از نگرش تک وجهی به حمل و نقل

1 Fedeler and Heady

2 Monterosso et al

چندوجهی همواره در پی کاهش فشار تقاضای صنایع متقاضی استفاده از خدمات حمل و نقل بوده و به نسبت، فشار این تقاضا به مدیریت شرکت های حمل و نقلی جهت ایجاد تناسب در نقش و عملکرد برای همپایی با محیط جدید عملیاتی منتقل شده است. این روش، نوعی شیوه حمل و نقل نیست، بلکه نظام هماهنگ کننده روش های مختلف حمل و نقل برای محموله ها است و اگر چه در راستای یکپارچه ساختن روش های حمل و نقل دریایی، زمینی و ریلی است، اما به عنوان سیستمی که در آن مجموع کل بزرگ تر از بازده هر یک از بخش ها است، دارای اهمیت بسیار است [۹].

شیوه های مختلف حمل و نقل به سبب ویژگی های خاص خود هر یک نقش مهمی را در جابجایی کالا ایفا می کنند. در حالی که سیستم حمل و نقل جاده ای به سبب انعطاف پذیری خود امکان دسترسی به بیشترین نقاط را فراهم می سازد، راه آهن به عنوان یک وسیله حمل انبوه می تواند سبب صرفه جویی در هزینه و انرژی به خصوص در مسافتهای طولانی شود. کارشناسان این حوزه اگر چه "استفاده از روش های گوناگون و هماهنگ" را برای حمل و نقل چندوجهی به کار می گیرند، اما بیش از هر چیز بر هماهنگ بودن بین وجوه مختلف حمل و نقل، تاکید دارند [۱۲].

۴-۱- مزایای رویکرد حمل و نقل چند وجهی

در صورت استفاده از حمل و نقل چندوجهی که مبتنی بر اصول و معیارهای علمی باشد مزایای متعددی برای کلیه بازیگران زنجیره حمل و تجارت متصور است که تعدادی از آنها به شرح زیر هستند:

۱. کاهش هزینه تمام شده حمل
۲. امکان بهره گیری از اقتصاد مقیاس
۳. امکان بهره گیری از منظر
۴. بکارگیری متناسب ظرفیت های حمل و نقلی در روش های مختلف
۵. اجتناب از سرمایه گذاری های مضاعف و مازاد در فرآیند حمل
۶. افزایش رقابت پذیری صادر کنندگان کالاها و خدمات حمل و نقلی
۷. افزایش پوشش بازار برای کالاهای صادراتی
۸. کاهش قیمت تمام شده کالاهای وارداتی
۹. افزایش سطح انعطاف پذیری و قابلیت اعتماد در ارائه خدمات
۱۰. اقتصادی بودن مشارکت غیر دولتی در احداث زیرساخت های حمل و نقلی
۱۱. استفاده بهینه از زیر ساخت های حمل و نقلی موجود کشورها
۱۲. ایجاد فرصت های شغلی متعدد در طول زنجیره حمل و در سطح گسترده

۵- هزینه های حمل و نقل

۵-۱- هزینه های ثابت

عبارتند از هزینه هایی که در اثر استهلاک فنی سرمایه های اولیه وسایط نقلیه، مخارج ساخت و نگهداری ترمینال ها و راه ها، پرداخت مالیات های مختلف و عوارض گمرکی پدید می آیند. هزینه های ثابت را معمولاً هزینه های غیر مستقیم، هزینه های مکمل، هزینه های اضافی و یا هزینه های سربار می نامند [۲۰].

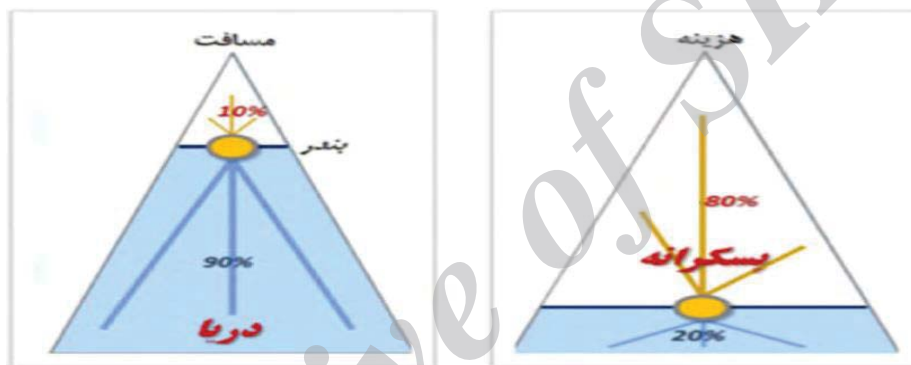
۵-۲- هزینه های جاری

هزینه های جاری یا متغیر مشتمل بر مجموع هزینه هایی است که در ترمینال ها و یا ضمن حرکت در طول مسیر از انجام خدمات لازم پدید می آیند. هزینه های متغیر را گاهی هزینه های دسته اول و یا هزینه های مستقیم و گاهی هزینه های دست به نقد می خوانند [۲۰].

۶- ارزیابی هزینه حمل و نقل در دریا و پسرانه

حمل و نقل پسرانه ای در خصوص بنادر نقش بسزایی را در ترخیص به موقع کالاها از بندرو ایجاد محورهای مواصلاتی حیاتی جهت تسریع دسترسی به بندرو تکمیل کردن زنجیره تامین در چرخه حمل و نقل ایفا می نماید. حمل و نقل و تحویل بار در پسرانه، در اکثر کشورها به طور چشمگیری وابسته به کامیون ها و سیستم حمل و نقل جاده ای است. در حمل کالا از طریق ریل اگرچه مزایای متعددی وجود دارد، لکن به دلایل مختلف از جمله شرایط جغرافیایی ویا مسائل اقتصادی امکان ایجاد شبکه ریلی فراهم نمی باشد در این صورت حمل و نقل انبوه کالا از طریق جاده توجیه پذیر می گردد. بنابراین در حمل و نقل زمینی در پسرانه، تاکید بر حمل و نقل ترکیبی است که مزیت محسوب می گردد و می بایست سرلوحه سیاستگذاری ها و برنامه ریزی ها در توسعه شاخص های حمل و نقل باشد [36].

با یک مدیریت کارا در بخش فعالیت های لجستیکی در کشور، می توان ۸ تا ۱۰ درصد کاهش در قیمت تمام شده کالاها شاهد بود. مطابق با شکل ۲، ۴۰ تا ۸۰ درصد هزینه ی لجستیکی مربوط به کالاهای وارداتی، در پسرانه و بعد از ورود کالا به بندر تا رسیدن کالا به دست مشتری اعمال می شود (اگر واردات کالا در کشور صادر کننده نیز هزینه لجستیکی به خود اختصاص دهد ۴۰ درصد و در غیر این صورت ۸۰ درصد).



شکل ۱- مقایسه فاصله حمل و هزینه لجستیکی در پسرانه و دریا

بنابراین هرگونه برنامه ریزی و مهندسی در حمل و نقل بعد از ورود کالا به بندرو در پسرانه و هماهنگی بیشتر بین انواع روش های حمل و نقل و چگونگی بهره گیری از حمل و نقل چندوجهی می تواند تاثیر بسزایی در کاهش هزینه تمام شده کالاها داشته باشد.

۷- بهره وری در سیستم حمل و نقل

لغت بهره وری اولین بار توسط فردی به نام کنه در سال ۱۷۷۶ میلادی در مقاله ای به کار برده شد. بیش از یک قرن بعد، یعنی در سال ۱۸۸۳ میلادی، شخص دیگری به نام لیتر، بهره وری را قدرت و توانایی تولید کردن تعریف کرد و در واقع، اشتیاق به تولید کردن را همان بهره وری دانست. از اوایل قرن بیستم، این لغت دارای مفهوم دقیق تری شد و برای اولین بار در تعریف آن، ارتباط بین ستانده و داده مطرح شد. در سال ۱۹۰۰ میلادی، ارلی، بهره وری را ارتباط بین بازده و وسایل کار به کار رفته برای تولید بازده تعریف کرد. [۲۴]

مرکز بهره وری ایران، بهره وری را یک فرهنگ، یک نگرش عقلایی به کار و زندگی تعریف کرده است، که هدف آن، هوشمندانه تر کردن فعالیت ها برای دستیابی به زندگی بهتر و فعال تر می باشد [۲۴]



شکل ۲- تعریف بهره‌وری [24]

۸- روش تحقیق

انجام این تحقیق در دو بخش صورت می‌گیرد. در ابتدا ضمن معرفی روش تصمیم‌گیری به تشریح اصول و روند انجام فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی به عنوان یک روش تصمیم‌گیری جهت انتخاب تاثیرگذارترین گزینه در ارتقاء بهره‌وری حمل و نقل چندوجهی پرداخته می‌شود. سپس با استفاده از مدل ریاضی و تشکیل مدل تخصیص حمل و نقل تک وجهی و چندوجهی و حل مدل‌ها در نرم افزار Ingo به مقایسه هزینه‌های حمل کالا در دو روش پرداخته می‌شود.

۹- انتخاب روش تصمیم‌گیری

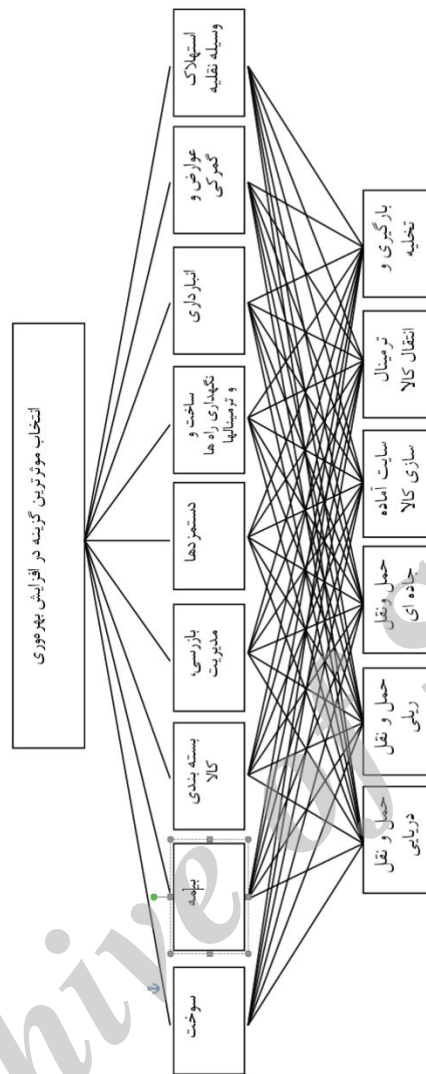
فرایند مطالعات بهینه‌سازی هزینه‌ها مشتمل بر فازهای شناخت، تحلیل و تصمیم‌گیری است. پس از مباحث مطرح شده در فصول پیشین مرحله‌ی شناخت و ارزیابی به پایان رسیده است لیکن به منظور تصمیم‌گیری برای کاهش هزینه‌های حمل کالا باید به این نکته توجه نمود که در چه مرحله‌ای از فرایند انتقال کالا در سیستم حمل و نقل چندوجهی می‌توان با مدیریت صحیح و اتخاذ تصمیم درست نسبت به افزایش بهره‌وری سیستم، اقدامات لازم را انجام داد. سپس با مشخص شدن این موضوع و بررسی و امکان‌سنجی و پیاده‌سازی آن در بندر امام خمینی کاهش هزینه‌های حمل کالا در سیستم حمل و نقل چندوجهی را تجزیه و تحلیل نمود.

۱۰- مراحل تجزیه و تحلیل با استفاده از روش AHP

به منظور بررسی سیستم حمل و نقل چندوجهی با رویکرد افزایش بهره‌وری، با استفاده از روش AHP مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها به شرح ذیل صورت گرفته است:

۱-۱۰- ساختن سلسله‌مراتب تصمیم

اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسئله می‌باشد که در آن، هدف، معیارها و گزینه‌ها، نشان داده می‌شود. در شکل زیر سلسله‌مراتب انتخاب موثرترین گزینه در افزایش بهره‌وری سیستم حمل و نقل چندوجهی ارائه شده است.



شکل ۳- ساختار سلسله مراتبی

همانطور که در شکل ۳ دیده می شود ۹ معیار استهلاک وسیله نقلیه، عوارض و گمرکی، انبارداری، ساخت و نگهداری راه ها و ترمینال ها، دستمزدها، بازرسی و مدیریت، بسته بندی کالا، بیمه و سوخت به همراه ۶ گزینه ی بارگیری و تخلیه، ترمینال انتقال کالا سایت آماده سازی کالا، حمل و نقل جاده ای، حمل و نقل ریلی و حمل و نقل دریایی جهت انتخاب موثرترین گزینه در افزایش بهره وری در نظر گرفته شده است.

۲-۱۰- محاسبه وزن ها

در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می گردد؛ که این وزنها را وزن نسبی می نامیم. این قضاوتها توسط ساعتی به مقادیر کمی بین ۱ تا ۸ تبدیل شده اند که در جدول شماره ۱ مشخص گردیده اند.

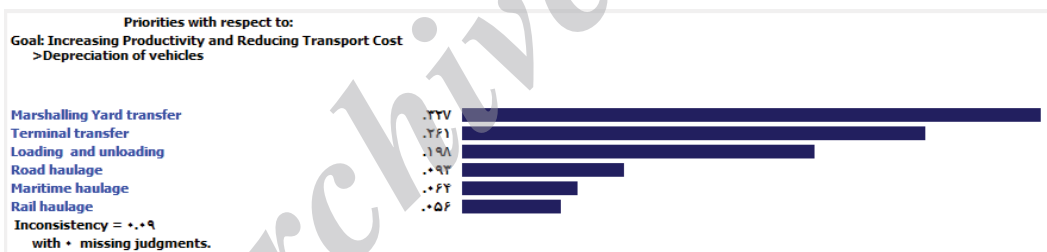
جدول ۱- ارتباط نظرات کارشناسی و مقادیر عددی برای مقایسه زوجی معیارها

مقدار عددی	ترجیحات (قضایات شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم تر یا کاملاً مطلوب تر
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم تر یا کمی مطلوب تر
۱	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۴ و ۸	ترجیحات بین فواصل

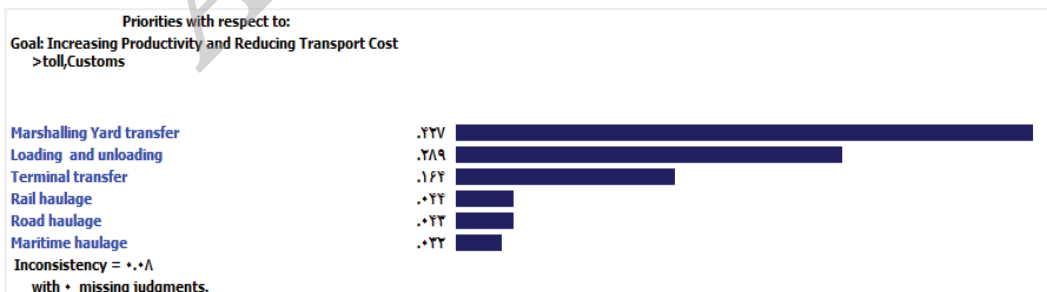
ابتدا گزینه ها از نظر استهلاک وسیله نقلیه، عوارض و گمرکی، انبارداری، ساخت و نگهداری راه ها و ترمینال ها، دستمزدها، بازرسی و مدیریت، بسته بندی کالا، بیمه و سوخت به طور جداگانه مقایسه شده و وزن هر گزینه نسبت به این معیارها مشخص می شود؛ سپس وزن معیارها نیز نسبت به هدف تعیین شده و با ترکیب آنها وزن نهایی گزینه ها مشخص می گردد.

۱۰-۲-۱- وزن نسبی گزینه ها

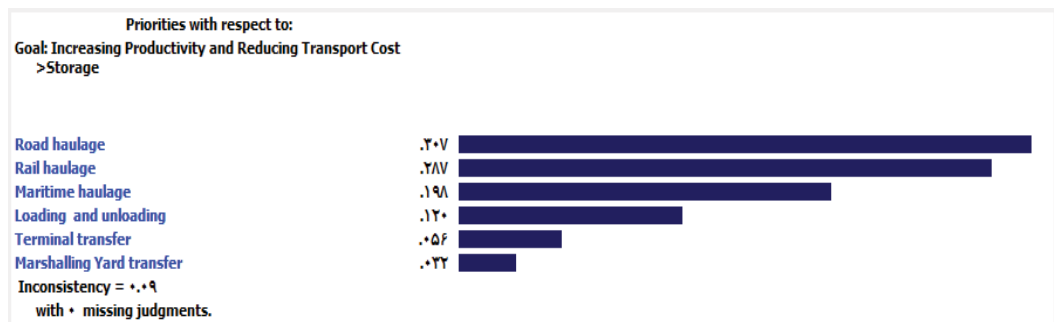
در این مرحله وزن نسبی هر یک از گزینه ها نسبت به تمام معیار در جداول مربوط مطابق با نظرات کارشناسان (استاندار خوزستان، معاونت سازمان حمل و نقل استان خوزستان و کارشناسان آن و) وارد شده و ماتریس زوجی آنها تشکیل و سپس با استفاده از نرم افزار expertchoice [۹] وزن نسبی هر گزینه از ماتریس مقایسه زوجی را نسبت به هریک از معیار مطابق با نمودارهای زیر محاسبه می گردد.



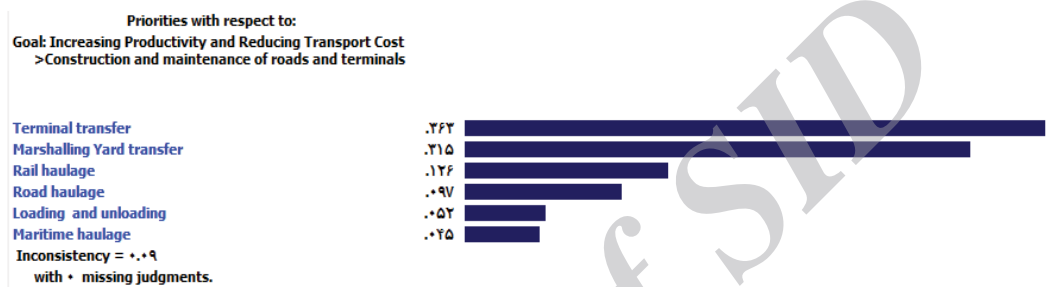
نمودار ۱- محاسبه وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیار استهلاک وسیله نقلیه



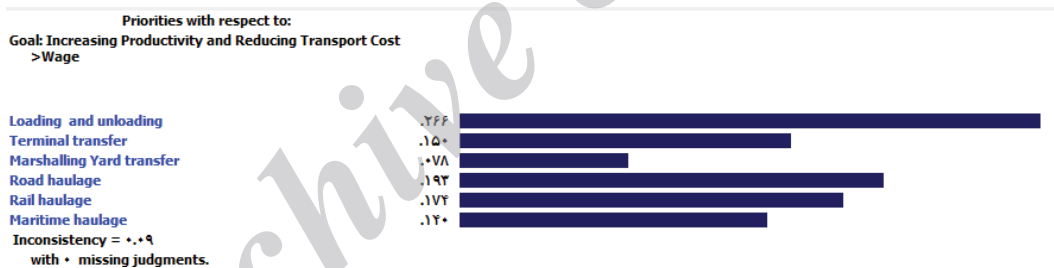
نمودار ۲- محاسبه وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیار عوارض و گمرکی



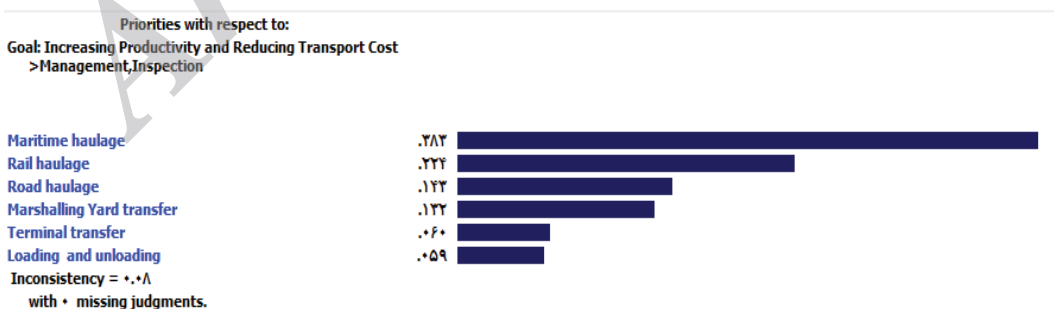
نمودار ۳- محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیار انبارداری



نمودار ۴- محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیار ساخت و نگهداری راه‌ها و ترمینال‌ها

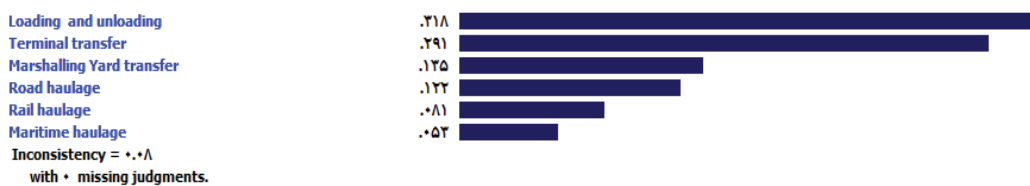


نمودار ۵- محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیار دستمزدها



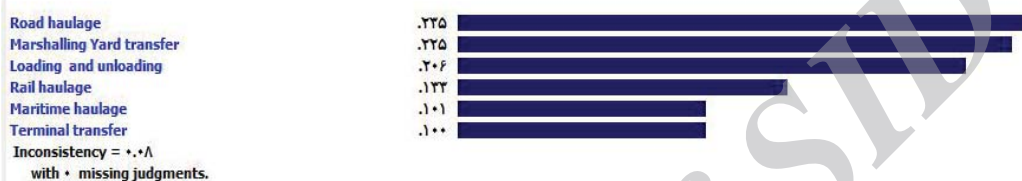
نمودار ۶- محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به معیار بازرسی، مدیریت

Priorities with respect to:
Goal: Increasing Productivity and Reducing Transport Cost
>Management, Inspection



نمودار ۷- محاسبه وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیار بسته بندی کالا

Priorities with respect to:
Goal: Increasing Productivity and Reducing Transport Cost
>Tax



نمودار ۸- محاسبه وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیار بیمه

Priorities with respect to:
Goal: Increasing Productivity and Reducing Transport Cost
>Fuel



نمودار ۹- محاسبه وزن نسبی گزینه ها نسبت به معیار سوخت

۱۰-۲-۲- وزن نسبی معیارها

بعد از محاسبه وزن گزینه ها نسبت به کلیه معیارها، باید سهم هر یک از معیارها در تعیین موثرترین گزینه نیز مشخص شود. ترجیح زوجی این معیارها از کارشناسان در این زمینه پرسیده شده و ماتریس مقایسه زوجی را تشکیل داده ایم، که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

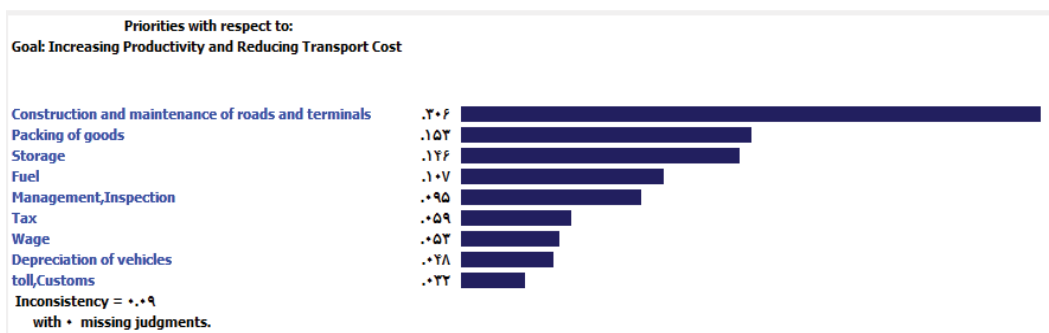
جدول ۲- مقادیر عددی نظرات کارشناسی در مورد وزن معیارهای مختلف نسبت به یکدیگر

استهلاک وسیله نقلیه	گمرکی	عوارض و	انبارداری	نگهداری راه ها	ساخت و	دستمزدها	مدیریت بازرسی	بیمه	کالا بسته بندی	سوخت
۲	۶	۱/۲	۱/۴	۲	۲	۱/۳	۱	سوخت		
۵	۴	۱	۱/۴	۱/۲	۲	۳	۱	بسته بندی کالا		
۱	۱	۱/۲	۱/۵	۵	۱/۲	۱	۱/۳	بیمه		
۲	۲	۱/۲	۱/۴	۳	۱	۲	۱/۲	بازرسی، مدیریت		
۱	۲	۱/۲	۱/۵	۱	۱/۳	۱/۵	۲	دستمزدها		
۵	۵	۲	۱	۵	۴	۴	۴	ساخت و نگهداری راه ها و ترمینال ها		
۴	۶	۱	۱/۲	۲	۲	۲	۱	انبارداری		
۱/۳	۱	۱/۶	۱/۵	۱/۲	۱/۲	۱	۱/۴	عوارض و گمرکی		
۱	۳	۱/۴	۱/۵	۱	۱/۲	۱	۱/۵	استهلاک وسیله نقلیه		

حال با استفاده از انتخاب تخصصی و کارشناسی شده وزن نسبی معیارها محاسبه می شود.

جدول ۳- وزن نسبی معیارها

رتبه معیارها	معیارها	وزن نسبی
۱	ساخت و نگهداری راه ها و ترمینال ها	۰,۳۰۶
۲	بسته بندی کالا	۰,۱۵۳
۳	انبارداری	۰,۱۴۶
۴	سوخت	۰,۱۰۷
۵	بازرسی، مدیریت	۰,۰۹۵
۶	بیمه	۰,۰۵۹
۷	دستمزدها	۰,۰۵۳
۸	استهلاک وسیله نقلیه	۰,۰۴۸
۹	عوارض و گمرکی	۰,۰۳۲



نمودار ۱۰- محاسبه وزن نسبی معیارها

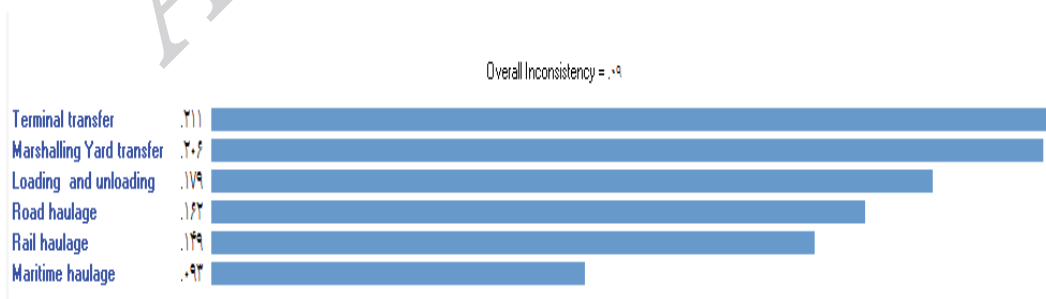
مشاهده می شود که معیار ساخت و نگهداری راه ها و ترمینال ها با وزن نسبی ۰,۳۰۶ دارای بیشترین اهمیت و بیشترین وزن و عوارض و گمرکی با وزن نسبی ۰,۰۳۲ دارای کمترین اهمیت و کمترین وزن می باشد، نرخ ناسازگاری معیارها ۰,۰۰۹ کمتر از ۰,۱۰ و مورد قبول می باشد.

۱۰-۲-۳- محاسبه وزن نهایی

با توجه به مشخص شدن وزن معیارها نسبت به هدف و وزن گزینه ها نسبت به معیارها، هم اکنون باید وزن نهایی گزینه ها محاسبه گردد. وزن معیارها منعکس کننده اهمیت آنها در تعیین هدف و وزن هر گزینه نسبت به معیارها، سهم آن گزینه در معیار مربوط است، پس وزن نهایی هر گزینه از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در وزن گزینه مربوط از آن معیار به دست می آید. لذا با توجه به وزن های نسبی محاسبه شده، وزن نهایی هر گزینه به صورت زیر به دست می آید:

جدول ۴- محاسبه وزن نهایی گزینه ها

رتبه بندی	گزینه ها	وزن نسبی
۱	ترمینال، انتقال کالا	۰,۲۱۱
۲	سایت آماده سازی کالا	۰,۲۰۶
۳	بارگیری و تخلیه	۰,۱۷۹
۴	حمل نقل جاده ای	۰,۱۶۲
۵	حمل نقل ریلی	۰,۱۴۹
۶	حمل نقل دریایی	۰,۰۹۳



نمودار ۱۱- محاسبه وزن نهایی گزینه ها

با توجه به نمودار بالا ترمینال، انتقال کالا با وزن نسبی ۰,۲۱۱ دارای بیشترین ارجحیت می باشد و بعد از آن سایت آماده سازی کالا با وزن نسبی ۰,۲۰۶ و بارگیری و تخلیه با وزن نسبی ۰,۱۷۹ در رتبه های بعدی قرار می گیرند. نرخ ناسازگاری کل سلسله مراتبی ۰,۰۰۹ می باشد که کمتر از ۰,۱۰ است پس نتیجه نیاز به بازنگری ندارد.

۱۱- تجزیه و تحلیل اقتصادی هزینه حمل و نقل کالا

جهت محاسبه هزینه های حمل و نقل کالا در سیستم حمل و نقل چندوجهی و مقایسه آن با سیستم تک وجهی با استفاده از مدل تخصیص، در ابتدا دو مدل ریاضی جهت هریک از دو سیستم تعریف می شود سپس با حل مدل ها در نرم افزار Lingo و مقایسه با یکدیگر، مشخص می گردد که حمل کالاهای مختلف از بندر امام خمینی (ره) به مقاصد مشترک در دو سیستم حمل نقل چه میزان بر هزینه های حمل کالا تاثیر گذار هستند.

۱۱-۱- هزینه های مترتب بر حمل و نقل کالا

هنگامی که کالایی وارد بندر امام خمینی (ره) می گردد با توجه به نوع کالا (فله خشک، عمومی، کانتینر) طی فرایند خاصی، تخلیه، جابه جا، منتقل و در نهایت از بندر خارج می گردد. در تمام مراحل که کالا از کشتی به بندر وارد و پس از انجام عملیات بندری خارج گردد، برابر با کتابچه تعرفه های مترتب بر کشتی و کالا در بندر جمهوری اسلامی ایران مشمول هزینه هایی می گردد که در این تحقیق برای هر نوع از سیستم حمل و نقل چندوجهی و تک وجهی به تفکیک نوع کالا محاسبه شده است.

۱۱-۲- هزینه های پنهان

برای جابه جایی کالا در هر چرخه ی حمل و نقلی هزینه هایی صورت می گیرد که خود باعث افزایش قیمت تمام شده ی حمل می شود در این میان سهم پارامترهای مختلف هزینه ای، در افزایش یا کاهش قیمت تمام شده قابل ارزیابی است. در ضمن موارد دیگری همچون هزینه های مدیریتی، سوخت یارانه ای، بازرسی و ... که از آنها می توان با عنوان هزینه های پنهان نام برد؛ وجود دارند که به طور دقیق قابل محاسبه و ارزیابی نیستند و از این مجال خارج هستند.

۱۱-۳- هزینه های مشترک

در مسیر انتقال کالا از بندر امام خمینی به مقاصد مورد نظر در دو سیستم چندوجهی و تک وجهی، برخی از هزینه هادر این دو مدل حمل و نقل؛ همچون هزینه های مترتب بر کشتی های حامل کالا، بخشی از هزینه بیمه مربوط به قیمت خرید کالا، مشترک و یکسان هستند که تاثیری در محاسبات ندارند و از محاسبات هزینه ها حذف می شوند.

۱۱-۴- بیمه

به استناد ماده ۷۰ قانون تأسیس بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران و بیمه گری ۱۳۵۰ ارائه بیمه نامه باربری یا گواهی بیمه مستند به قرارداد بیمه ای صادره توسط مؤسسات مجاز بیمه ایرانی برای محمولات وارداتی الزامی است. لذا گشایش اعتبارات اسنادی/ثبت سفارش بروات وصولی اسنادی که مستلزم پرداخت حق بیمه توسط فروشنده می باشد موکول به درج ارائه نسخه ای از بیمه نامه یا گواهی بیمه، نزد بیمه گر مجاز ایرانی در شرایط اعتبار اسنادی و یا همراه اسناد برات وصولی اسنادی می باشد. مطابق کتابچه تعرفه های مترتب بر کشتی و کالا نرخ بیمه برای کلیه کالاهایی که فاقد بیمه نامه باشند مطابق با فرمول زیر به ازای هر ماه محاسبه نرخ بیمه محاسبه و وصول می گردد.

$$\text{نرخ بیمه} = \frac{0.7}{1000} * CFR * \text{نرخ ارز} \quad (۱)$$

در رابطه فوق **CFR** قیمت کالا و کرایه حمل تا بندر مقصد می باشد.

۱۱-۵- فاصله تامقاصد کالاها

در این تحقیق از بین پایانه های کشور، سه منطقه جلفا در شمال غربی، سرخس در شمال شرقی و همچنین تهران پایتخت کشور، جهت مدل سازی و محاسبات در نظر گرفته شده است.

جدول ۵- فاصله بندر امام خمینی تا مقاصد مورد نظر [۴۸ و ۴۹]

مبدأ- مقصد	سرخس	تهران	جلفا
بندر امام خمینی(ره)	۲۰۹۳	۹۲۵	۱۴۲۲

۱۱-۶- انتقال کالا با حمل و نقل ریلی

با توجه به این که در این تحقیق، تابع هدف به دنبال می نیم کردن هزینه های حمل و نقل می باشد، لذا از سیستم ریلی جهت انتقال کالاها از بندر امام خمینی(ره) به دلایل زیر استفاده شده است:

۱- هزینه حمل هر تن کیلومتر کالا با استفاده از کامیون و قطار به ترتیب برابر با ۷۳۰ و ۵۰۴ ریال مطابق با محاسبات وزارت راه و شهرسازی می باشد، یعنی ۳۱ درصد کاهش هزینه حمل [۴۱]

$$\text{کاهش هزینه حمل} = 1 - \left(\frac{504}{730}\right) = 0.31 \quad (2)$$

۲- مصرف سوخت قطار نسبت به کامیون ۱ به ۸ می باشد یعنی تقریباً ۸۷ درصد صرفه جویی در مصرف سوخت که به نوبه خود تاثیر مستقیم بر کاهش هزینه حمل دارد.

۳- کاهش بار ترافیکی جاده ها با اعزام هر قطار حداقل ۱۲۰ دستگاه تریلر بر روی جاده ها کمتر می شود.

۱۲- مدل تخصیص حمل و نقل تک وجهی [10]

مدل تخصیص حمل و نقل تک وجهی برای انتقال کالا از بندر امام خمینی به مراکز تقاضا مطابق جدول زیر ترسیم می گردد.

جدول ۶- تابلوی تخصیص حمل و نقل تک وجهی

عرضه	جلفا	سرخس	تهران	به	از
۱	۱۲۴۶۱۱۰۴	۹۲۸۴۶۴۰,۴۰	۴۶۰۹۲۹۷	کالای عمومی	
۱	۸۳۵۸۱۶,۵۰	۱۱۷۴۰۰۰,۵۰	۵۴۵۷۲۸,۵۰	کالای فله خشک	
۱	۱۴۴۰۷۱۲۳	۱۴۷۳۰۸۲۹,۴۰	۱۳۴۱۷۸۹۵	کالای کانتینری	
۱ ۱	۱	۱	۱	تقاضا	

بعد از ترسیم تابلوی حمل و نقل فوق مدل ریاضی آن را به شرح روابط ذیل تشکیل می دهیم.

$$\text{تابع هدف} \quad (3) \quad \text{Min } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} * X_{ij}$$

$$\text{محدودیت اول} \quad (4) \quad \sum_{i=1}^3 X_{ij} = 1$$

$$\text{محدودیت دوم} \quad (5) \quad \sum_{j=1}^3 X_{ij} = 1$$

$$\text{محدودیت سوم} \quad (6) \quad X_{ij} \geq 0$$

در جدول فوق هزینه یک تن-کیلو متر کالای فله خشک یک دستگاه-کیلومتر کانتینر ۲۰ فوتی پر و یک دستگاه-کیلومتر وسیله نقلیه به عنوان کالای عمومی از لحظه ورود کالا به بندر امام خمینی تا رسیدن به مقاصد مذکور محاسبه شده است.

با توجه به بالا حداقل هزینه حمل انواع کالاها از بندر امام خمینی به مقاصد ذکر شده در سیستم حمل و نقل تک وجهی با استفاده از نرم افزار lingo برابر با ۴۰۳۶۶۳۶۰ ریال به ازای هر سرویس بار به دست می آید.

۱۳- مدل تخصیص حمل و نقل چند وجهی [۱۰]

مدل تخصیص حمل و نقل چند وجهی برای انتقال کالا از بندر امام خمینی به مراکز تقاضا مطابق جدول زیر ترسیم می گردد.

جدول ۷- تابلوی تخصیص حمل و نقل چند وجهی

از \ به	تهران	سرخس	جلفا	عرضه
کالای عمومی	۲۵۹۲۹۹۷	۷۲۶۸۳۴۰,۴۰	۱۰۴۴۴۸۰,۴	۱
کالای فله خشک	۴۸۶۰۱۵,۲۰	۱۱۱۴۲۸۷,۲۰	۷۷۶۱۰۳,۲۰	۱
کالای کانتینری	۷۳۸۹۱۳۵	۱۱۵۵۵۰۴۲,۲۰	۱۴۳۸۵۳۹۰,۲۰	۱
تقاضا	۱	۱	۱	۱

بعد از ترسیم تابلوی حمل و نقل فوق مدل ریاضی آن را به شرح روابط ذیل تشکیل می دهیم:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} * X_{ij} & (7) & \text{تابع هدف} \\ \sum_{i=1}^3 X_{ij} &= 1 & (8) & \text{محدودیت اول} \\ \sum_{j=1}^3 X_{ij} &= 1 & (9) & \text{محدودیت دوم} \\ X_{ij} &\geq 0 & (10) & \text{محدودیت سوم} \end{aligned}$$

با توجه به بالا حداقل هزینه حمل انواع کالاها از بندر امام خمینی به مقاصد ذکر شده در سیستم حمل و نقل چند وجهی با استفاده از نرم افزار lingo برابر با ۳۳۰۱۶۸۲۰ ریال به ازای هر سرویس بار به دست می آید.

۱۴- نتیجه گیری

در بخش تجزیه و تحلیل کیفی تاثیر حمل و نقل چند وجهی در ارتقاء بهره وری در بندر امام خمینی، مشخص گردید که گزینه های ترمینال انتقال کالا، سایت آماده سازی کالا و فرایند تخلیه و بارگیری در بندر امام خمینی به ترتیب از تاثیرگذارترین عوامل در جهت افزایش بهره وری بندر امام خمینی می باشند.

از دیگر نتایج این تحقیق، ارتقاء هماهنگی بین سیستم های حمل و نقل کالا، یکپارچه سازی عملیات انتقال کالا و بارگیری یک مدیریت واحد در فرایند جابجایی کالا می باشد که تاثیر مستقیم در کاهش قیمت تمام شده کالا دارد. همچنین در بخش تاثیر سیستم حمل و نقل چندوجهی در کاهش هزینه ی حمل کالا، مشخص گردید که هزینه حمل و نقل کالا در الگوی حمل و نقل چندوجهی نسبت به روش تک وجهی در بخش واردات کالا در بندر امام خمینی با استفاده از مدل ریاضی ارائه شده کاهش ۱۸ درصدی را در پی دارد. با توجه به ورود سالانه ۱۵ میلیون تن کالا به بندر امام خمینی، صرفه جویی حاصل شده به میزان ۲۱۵ میلیارد تومان در سال خواهد بود که در کاهش قیمت تمام شده کالاهای واسط و تولیدی موثر می باشد.

منابع

۱. جهان‌دیده، علی (۱۳۹۱)، « نخستین همایش نقش حمل و نقل چندوجهی در تجارت ملی و بین‌المللی » تهران
۲. کیانی، غ (۱۳۸۰) «تعیین الگوی اقتصادی حمل و نقل گندم در ایران» پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران
۳. ربانی، سپهری، ذگری (۱۳۸۷) « مساله مسیریابی وسیله نقلیه متصل به حمل و نقل چند وجهی رویکرد یکپارچه » شماره چهارم، پژوهشنامه حمل و نقل
۴. پرهزکار، صوحی، نوروزیان و طالبی (۱۳۹۱) « بهینه‌سازی حمل و نقل چندوجهی در تجارت بین‌المللی و کاهش هزینه کالاهای وارداتی » تهران، نخستین همایش نقش حمل و نقل چندوجهی در تجارت ملی و بین‌المللی
۵. نظریور، مهران، خاکی پور، سروش (۱۳۹۱) « چالش‌ها و موانع فراروی حمل و نقل چندوجهی از منظر قوانین و مقررات در ایران » تهران، نخستین همایش نقش حمل و نقل چندوجهی در تجارت ملی و بین‌المللی
6. Ricci.A (۲۰۰۳). Pricing of intermodal transport: lessons learned from RECORDIT, Institute of Studies for the Integration of Systems Rome, Italy.
۷. دادور، سید احسان؛ عربشاهی، نادر، (۱۳۸۹) « اهمیت ایجاد بنادر خشک به منظور توسعه لجستیک ایران »، فصلنامه دیدگاه
۸. شیراوژن، مسعود (۱۳۹۰) « بهره‌وری پایانه کانتینری » ماهنامه علمی، تحقیقاتی بندر و دریا سال بیست و ششم، صص ۷۲-۷۶
۹. مومنی، منصور (۱۳۹۰)، « مدل و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه »، چاپ اول، تهران، انتشارات فروزش
۱۰. آذر، عادل، (۱۳۷۹)، « تحقیق در عملیات ۲ »، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور