



## بهبود سازی حمل و نقل چند وجهی در تجارت بین‌المللی و کاهش هزینه کالاهای وارداتی

ابوذر پرهیزکاری<sup>۱</sup>، محمود صبوحی<sup>۲</sup>، محمد نوروزیان<sup>۳</sup>، سعید طالبی<sup>۴</sup>

### چکیده

نیاز به جابه‌جایی انسان و کالا از یک نقطه به نقطه دیگر موجب به وجود آمدن حمل و نقل می‌شود. در مورد انسان، جابه‌جایی به طور عمده به دلیل نیازهای تجاری، اجتماعی، تفریحی و یا فرهنگی صورت می‌گیرد و در ارتباط با کالا، علت اصلی جابه‌جایی، عدم انطباق مکانی محل تولید و مصرف کالا بر یکدیگر می‌باشد. امروزه حمل و نقل یکی از بخش‌های مهم اقتصاد ملی محسوب می‌شود که به دلیل داشتن نقش زیربنایی تأثیر فراوانی بر فرآیند رشد اقتصادی کشور می‌گذارد. این بخش دربرگیرنده فعالیت‌هایی است که به شکلی گسترده در تمامی زمینه‌های تولید، توزیع، مصرف و خدمات جریان داشته و در مجموعه فعالیت‌های اقتصادی و زیربنایی نقش غیرقابل انکاری ایفا می‌کند.

حمل و نقل چند وجهی یکی از پیچیده‌ترین شکل‌های حمل و نقل و از مهم‌ترین تحولات توسعه کسب و کار جهانی در دهه‌های اخیر، محسوب می‌شود. این شیوه صرفاً نوعی روش حمل و نقل نیست، بلکه نظام هماهنگ‌کننده روش‌های مختلف حمل و نقل برای محموله‌ها است. اگر چه حمل و نقل چند وجهی در راستای یک پارچه ساختن روش‌های حمل و نقل دریایی، زمینی و ریلی است، اما به عنوان سیستمی که در آن بازده مجموع کل بزرگ‌تر از بازده هر یک از بخش‌ها باشد، دارای اهمیت بسیاری است. در حال حاضر هزینه حمل و نقل کالا در کشورهای توسعه یافته، در حال توسعه و کل جهان به ترتیب 4/3، 8/25 و 5/4 درصد می‌باشد.

موضوع اصلی این تحقیق بهینه‌سازی هزینه حمل و نقل و کاهش هزینه واردات فولاد به کشور از طریق بنادر و مرزهای آبی می‌باشد. با توجه به اینکه امروزه سهم واردات کالا از مرزهای آبی بیش از 94 درصد می‌باشد، بنادر به عنوان مبادی ورودی کشور در نظر گرفته می‌شوند. در اینجا برای ارائه مدلی که بتواند کاهش هزینه‌های حمل و نقل را محقق کند از داده‌های مربوط به واردات فولاد در سال 1389 و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و حل روابط و معادلات مدل مورد نظر از دو نرم افزار EXCEL و LINDO استفاده می‌شود. نتایج بدست آمده پس از بهینه‌سازی مدل حمل و نقل نشان می‌دهد که با تخصیص میزان واردات کالا در بنادر کشور، علاوه بر تأمین به موقع محصولات و کالاهای مورد نیاز در فصول مختلف سال، هزینه حمل و نقل از طریق مرزهای آبی نیز کاهش پیدا می‌کند که این کاهش هزینه می‌تواند نقش مؤثری را در بالا بردن توان رقابتی کشور و توسعه سایر بخش‌های اقتصاد ملی داشته

1 Abozar.parhizkari@yahoo.com دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل،

2 دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

3 دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

4 دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

باشد؛ لذا با توجه به اهمیت موضوع، بررسی جایگاه کنونی و پتانسیل حمل و نقل در اقتصاد کشور، چشم انداز آتی جهانی آن و شناخت کمبودها و مشکلات مربوطه از گام‌های اولیه و ضروری در این بخش می‌باشد.

کلمات کلیدی: اقتصاد ملی، برنامه ریزی حمل و نقل، فولاد، کاهش هزینه واردات، EXCEL و LINDO.

## مقدمه

یکی از نیازهای اولیه انسان که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه گسترده تری پیدا کرده و امروزه یکی از مظاهر تمدن به شمار می‌رود، حمل و نقل می‌باشد. بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که رابطه مستقیمی بین توسعه اقتصادی و گسترش زیربنای حمل و نقل وجود دارد. به عبارت دیگر در دیدگاه‌های اقتصادی اهمیت حمل و نقل به قدری زیاد است که عده ای آن را کالبد توسعه اقتصادی و برخی دیگر آن را همانند ستون فقرات توسعه تلقی می‌کنند. با مطالعه در وضعیت اقتصادی و اجتماعی کشورهای صنعتی می‌توان دریافت که این کشورها نسبت به کشورهای در حال توسعه دارای نظام حمل و نقل نیرومندتر و برنامه ریزی شده تری می‌باشند و همگام با مسیر تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و علمی به دنبال توسعه و بهبود نظام حمل و نقل خود نیز بوده‌اند. بنابراین وجود نظام مناسب حمل و نقل و توسعه آن از ضروریات توسعه در سایر بخش‌ها می‌باشد. اگرچه توسعه شبکه حمل و نقل بر رشد اقتصادی هر کشور تاثیر می‌گذارد، رشد و توسعه اقتصادی کشور نیز در ایجاد یک سیستم مطلوب حمل و نقل حائز اهمیت است (بیضایی، 1382).

بدون وجود شبکه حمل و نقل، تاسیسات و تجهیزات جانبی و ناوگان مطلوب، تصور رشد و توسعه عمومی کشور غیرممکن به نظر می‌رسد. اساساً در رشد و توسعه اقتصاد و تجارت جهانی در مقطع زمانی فعلی و روند گسترش آن نمی‌توان نقش سیستم‌های حمل و نقل در بهینه‌سازی هزینه‌ها، زمان سفر، سرعت جابجایی، ایمنی و سطح خدمات ارائه شده را انکار نمود (صفازاده و هدایتی، 1378). در واقع بخش حمل و نقل بصورت کوتاه مدت، میان مدت و درازمدت بر متغیرهای اصلی اقتصاد کشور مانند تولید کل، تولید در زیر بخش‌های اقتصادی، اشتغال کل، قیمت کالاها و محصولات مصرفی و شاخص هزینه زندگی اثر می‌گذارد. بطور کلی ترکیب فعالیت‌های تولیدی در هر منطقه و به تبع آن ترکیب بافت تولید، ترکیب اشتغال، حجم تولید، حجم درآمد سرانه و سایر متغیرهای اقتصادی ذیربط می‌تواند از تغییرات قیمت خدمات حمل و نقل تاثیر بپذیرد (آیتی، 1377). بنابر این استفاده از سیاست‌های چندوجهی در صنعت حمل و نقل برای برقراری تعادل مجدد در درآمد ملی، افزایش میزان صادرات، کاهش هزینه واردات و دستیابی به توسعه پایدار در کشور امری مهم و ضروری محسوب می‌شود. اگر چه این روش امروزه شیوه غالب و آشنا در جهان خارج از مرزهای ما می‌باشد، اما در کشور به صورت کارا و توسعه یافته مورد استفاده قرار نگرفته است.

تنگناهای قانونی و عدم وجود سرمایه‌گذاری‌های لازم، از مهمترین دلایل رشد نیافتگی این شیوه در عرصه حمل و نقل کشور می‌باشند (پژوهشنامه حمل و نقل، 1388). هزینه حمل و نقل در قیمت تمام شده کالا برای کشورهای توسعه یافته، در حال توسعه و کل جهان به ترتیب  $4/3$ ،  $8/25$  و  $5/4$  درصد می‌باشد. در سال 1389 این میزان برای کشور ایران در حدود  $6/3$  درصد برآورد شده است؛ لذا برای توسعه و پیشرفت روز افزون صنعت حمل و نقل در کشور نیاز است که هزینه واردات را به حداقل میزان ممکن کاهش داد (صفازاده و هدایتی، 1378) در این تحقیق با توجه به اینکه بهبود سیستم حمل و نقل می‌تواند در کاهش هزینه واردات به کشور نقش اساسی ایفا نماید، اقدام به طرح یک مدل بهینه‌سازی برای واردات فولاد گردید تا با ارائه یک برنامه جامع حمل و نقل، که براساس عرضه کشورهای صادرکننده بنا شده است، اقدامات لازم در ماه‌های مختلف سال صورت گیرد. برای بهینه‌سازی مدل مورد نظر نیز از داده‌های آماری سال 1389 استفاده می‌شود. این داده‌ها مربوط به کلیه‌ی آلیاژهای وارداتی فولاد (آهن، چدن، مس و ...) می‌باشد.

## ضرورت و اهمیت موضوع

امروزه حمل و نقل بین‌المللی برای کلیه کالاهای وارداتی با توجه به وجود شرایط رقابت، فصلی بودن و مشکلات خاص مربوط به نگهداری و انبار کردن، حمل و نقل، بسته بندی کالاها و غیره از چنان حساسیتی برخوردار شده است که شرکت‌های فراملیتی تجاری و تولیدی همه امکانات خود را به کار می‌گیرند تا موجبات تسلط بر حمل و نقل جهانی کالاهای وارداتی و صادراتی را برای خود فراهم آورند. در میان کشورهای در حال توسعه، ایران در زمره کشورهای است که برای توسعه و پیشبرد بخشی از تولیدات و صنایع داخلی خود نیاز به واردات مواد اولیه از کشورهای دیگر دارد. به عنوان مثال فولاد از جمله کالاهایی است که علاوه بر میزان تولیدات داخلی، همه ساله برای رفع نیازهای موجود از کشورهای نظیر چین، آلمان، ژاپن، هند، سوئیس و انگلیس به کشور وارد می‌شود (پژوهشنامه حمل و نقل، 1389). علاوه بر این، در سال‌های اخیر برای ایجاد حمل و نقل بین‌وجهی<sup>5</sup> در کشور از مجموع واردات و صادرات صورت گرفته، سهم حمل و نقل دریایی، حمل و نقل جاده‌ای و حمل و نقل ریلی به ترتیب 94، 4 و 2 درصد بوده است. به همین دلیل با توجه به نقش و اهمیت زیاد واردات و صادرات از طریق حمل و نقل دریایی، بنادر مهم کشور که بیش از 94 درصد سهم واردات کشور از طریق آن‌ها صورت می‌گیرد به عنوان مبادی اصلی ورودی در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین با توجه به میزان واردات کشور، می‌توان با کاهش هزینه‌ها در بخش حمل و نقل (بویژه حمل و نقل دریایی) به افزایش درآمد ملی و توسعه هرچه بیشتر کشور در آینده کمک شایانی نمود (وب سایت سازمان بنادر و کشتیرانی).

### پیشینه تحقیق

در این بخش به بیان برخی از مطالعاتی که الگوی حمل و نقل را مورد بررسی قرار داده اند می‌پردازیم. بر اساس تئوری لافونتین حمل و نقل و مکان-یابی تحت تأثیر اثرات خارجی پولی یا مالی می‌باشد. به عبارت دیگر این تئوری محل استقرار فعالیت‌ها را تابع هزینه حمل و نقل مواد اولیه و محصول می‌داند (Lafountain, 2005). تیرچنیوز و توستراد عنوان کردند که با خارج ساختن خطوط راه آهن از شبکه حمل و نقل غلات کانادا، سیستم فعلی توزیع بر اساس مدل حمل و نقل بهینه به یک سیستم کارآمد تبدیل می‌گردد (Tyrchniewicz and tosterud, 1963). مونترسو و همکاران نشان دادند که استفاده از الگوی بهینه حمل و نقل می‌تواند منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌های حمل و نقل و ذخیره سازی غلات در سیلوهای آمریکا شود (Monterosso et al, 1985). نتایج مطالعات فدلر و هدی نشان داد که حمل غلات با استفاده از واگن، راه آبی و کامیون باعث کاهش هزینه‌های حمل و نقل می‌شود (Fedeler and heady, 1976).

آیوانو با مطالعات خود بر روی صنعت قند و شکر در یونان نشان داد که با کاهش در انتقال بین مراکز تولید داخلی و حذف توزیع در مقیاس بزرگ می‌توان هزینه‌های حمل و نقل را به میزان 25 درصد کاهش داد (Ionone, 2005). فدریکو اثر تغییرات در هزینه حمل و نقل و بهبود تسهیلات حمل و نقل را بر پیوستگی بازار گندم در چند شهر ایتالیا ارزیابی کرد. نتایج مطالعات وی نشان داد که در مبادلات تجاری هزینه‌های حمل و نقل از جمله عوامل تعیین کننده می‌باشند و با در نظر گرفتن این هزینه‌ها می‌توان محل بازار مقصد را هم تعیین نمود (Federico, 2006). رابالاند و همکاران در تحلیل علت روابط تجاری پایین کشورهای آسیای مرکزی با اتحادیه اروپا، بالا بودن هزینه حمل و نقل و ضعف در شبکه حمل و نقل ریلی را از دلایل عمده وجود ترکیب مبادلاتی ثابت عنوان کردند (Rabulland et at, 2005). آپایا و هندریکس با استفاده از مدل برنامه‌ریزی حمل و نقل اقدام به یافتن کم هزینه‌ترین گزینه مورد نیاز برای تهیه و انتقال فرآورده‌های غذایی نخود فرنگی در هلند نمودند (Apaiah and Hendrix, 2005). ترکمانی و شیروانیان (1377) با استفاده از مدل حمل و نقل نشان دادند که با تغییر در میزان حمل و نقل غیر مستقیم گندم از مراکز تولید به هر مقصد در سطح استان فارس، می‌توان هزینه‌های حمل را تا حدود 37 درصد کاهش داد. کیانی (1380) به منظور بهینه‌سازی حمل و نقل گندم از مراکز استان‌ها و از آنجا به مناطق مصرفی، یک الگوی بهینه برای حمل و نقل ارائه داد. یافته‌های وی بیانگر آن است که با بکارگیری این روش می‌توان هزینه‌های حمل و نقل را 13/5 درصد کاهش داد.

مطالعه طراز کار و ترکمانی (1384) در این زمینه نشان داد که با کاهش مسیرهای انتقال گندم میان شهرستان‌های استان فارس می‌توان هزینه‌های انتقال را به میزان 38 درصد کاهش داد. یافته‌های مازار و امیری (1375) حاکی از آن بود که در صورت استفاده از الگوی بهینه انتقال گندم در استان لرستان

5 - متداول‌ترین روش‌ها که در حمل و نقل بین‌وجهی مورد استفاده قرار می‌گیرند، حمل و نقل جاده‌ای، ریلی و دریایی می‌باشند

می‌توان هزینه‌های انتقال این محصول را در حدود 9/5 درصد کاهش داد. اسماعیل زاده (1366) نیز با بکارگیری الگوی انتقال گندم از مناطق تولید داخلی و مرزهای وارداتی به مراکز ذخیره‌سازی نشان داد که می‌توان مصرف هزینه‌های حمل و نقل را بطور قابل توجهی کاهش داد. بر اساس مطالعات مرور شده در بالا می‌توان نتیجه گرفت که هزینه‌های حمل و نقل از اجزای مهم تصمیم‌گیری در خصوص محل استقرار فعالیت‌های صادرات و واردات می‌باشند و شرایط فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر می‌گذارند. به بیان دیگر هزینه حمل و نقل می‌تواند از عوامل اصلی ایجاد و یا حذف مزیت نسبی در تولید یک کالا تلقی شود. هدف از این مطالعه نیز، ارائه الگویی است که حاوی حداقل کردن هزینه در شبکه حمل و نقل بین‌المللی و تخصیص میزان واردات فولاد در مبادی اصلی ورود به کشور می‌باشد.

### آثار عمده اقتصادی حمل و نقل چندوجهی

بر اساس مطالعات انجام شده از سوی بانک جهانی، بخش حمل و نقل با هموار کردن امر مبادله و تجارت، موجبات رشد سطح ملی و جهانی را فراهم می‌آورد و امکان دسترسی به رفاه و تسهیلات ملی را افزایش می‌دهد (محمودی، 1376). افزایش یا کاهش هزینه زندگی بطور مستقیم از طریق هزینه‌های حمل و نقل هر خانواده و بطور غیرمستقیم از طریق تاثیر روی قیمت سایر کالاها و خدمات، متأثر از قیمت‌های حمل و نقل می‌باشد. آثار کوتاه مدت حمل و نقل چند وجهی شامل تاثیر قیمت‌های حمل و نقل بر روی مصرف خدمات جایگزین از قبیل ارتباطات بوده و آثار بلند مدت آن مربوط به تغییر میانی محاسبات اقتصادی طرح‌های تولیدی و عمران می‌باشد. علاوه بر این بخش حمل و نقل بر اساس تقسیم بندی سیستم حساب‌های ملی<sup>۶</sup> در زیرگروه خدمات و در قالب بخش‌های حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات قرار گرفته است. بر اساس آمارهای بین‌المللی سهم ارزش افزوده بخش حمل و نقل از تولید ناخالص داخلی، در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه که دارای اقتصاد باز می‌باشند، حدود 6/5-6 درصد و در کشورهایی که اقتصاد متمرکز دارند، حدود 5 درصد است (قائم مقامی، 1377). در مطالعات اقتصادی حمل و نقل، اثر تغییر قیمت خدمات حمل و نقل بر شاخص هزینه زندگی را می‌توان بطور خلاصه در جدول زیر مشاهده کرد (آیتی، 1377).

جدول 1-1 اثر تغییر قیمت خدمات حمل و نقل بر شاخص هزینه زندگی

درصد تغییر در شاخص هزینه زندگی	درصد تغییر در قیمت خدمات حمل و نقل
1/10	10
1/80	15
2/20	20
3/30	30
4/40	40
5/50	50
11/00	100

با توجه به داده های جدول 1-1 مشاهده می شود که با افزایش تدریجی قیمت خدمات حمل و نقل میزان شاخص هزینه زندگی نیز متناسب با آن افزایش می یابد.

## روش تحقیق

در این تحقیق مسئله‌ی مهم و حائز اهمیت این است که مقدار واردات فولاد از مبادی ورودی، در فصول مختلف سال چه مقدار باشد تا ضمن برآورده شدن تمامی تقاضای داخلی، هزینه کل حمل و نقل حداقل شود. برای تحقق اهداف همه جانبه فوق در این مطالعه سه مبدأ ورودی یا سه اسکله با حروف اختصاری A، B و C برای واردات فولاد به کشور در نظر گرفته شده است، به طوری که اسکله A برای شمال کشور و بنادر حاشیه خزر و دو اسکله B و C به ترتیب برای بنادر حاشیه خلیج فارس و عمان لحاظ شده اند. در مرحله اول با حل مدل حمل و نقل ارائه شده به کمک نرم افزارهای مذکور میزان واردات فولاد به کشور در فصول مختلف سال برآورد می شود، سپس در مرحله دوم با در نظر گرفتن هدف اصلی تحقیق (یعنی حداقل کردن هزینه حمل و نقل) مقدار بهینه فولاد وارداتی به کشور، در هر فصل و در هر یک از اسکله های A، B و C تعیین می گردد. داده های مورد نیاز برای بهینه سازی و حل مدل ارائه شده از طریق سازمان بازرگانی و حمل و نقل، وب سایت سازمان بنادر و کشتی رانی، سازمان گمرک کشور، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای، سالنامه و پژوهشنامه آماري حمل و نقل (1389) جمع آوری شده اند.

## طرح مدل

هدف اصلی و کلاسیک در مسائل حمل و نقل، یافتن بهترین سبد بهینه جابجایی کالاها از مبادی تولید به مقاصد مصرف با کمترین هزینه ممکن می باشد. البته برای دستیابی به چنین هدفی باید محدودیت های میزان عرضه و تقاضای کالا در تصمیم گیری ها لحاظ گردد. در قلمرو پژوهش های عملیاتی، انتقال مقدار معینی از یک محصول از m نقطه به عنوان مبدأ، برای عرضه به n نقطه به عنوان مقصد، به صورت یک مدل حمل و نقل در نظر گرفته می شود.<sup>7</sup> هر مقصد دارای یک مقدار تقاضا است که با  $D_j$  نشان داده می شود و هر مبدأ یا محل عرضه دارای یک مقدار عرضه است که با  $S_i$  مشخص می گردد.  $C_{ij}$  هزینه حمل یک واحد محصول از مبدأ i به مقصد j است و  $X_{ij}$  تعداد واحدهایی از محصول است که از مبدأ i به مقصد j حمل خواهد شد. با توجه به این فرضیات، مدل مسئله حمل و نقل به صورت زیر مطرح می شود:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

s.t :

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = S_i \quad i=1,2,3,\dots,m \quad \text{و} \quad j=1,2,3,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = D_j$$

$$X_{ij} \geq 0$$

همچنین فرض می شود که  $\sum S_i = \sum D_j$ ، یعنی مجموع کل عرضه با مجموع مقادیر تقاضا برابر است. جدول 1-2 اطلاعات مربوط به میزان عرضه و تقاضا و هزینه های خرید و حمل فولاد وارداتی به کشور را نشان می دهد (سازمان بنادر و کشتیرانی، گزارش عملکرد سالیانه بنادر و کشتیرانی در سال 1389، سالنامه آماري حمل و نقل دریایی). برابری میزان عرضه و تقاضای فولاد در جدول 1-2 به وضوح مشاهده می گردد. برای محاسبه آسان تر داده ها در محیط نرم افزاری EXCEL، مقادیر عرضه و تقاضا بر حسب میلیون تن و هزینه های خرید و حمل فولاد بر حسب میلیون دلار بیان شده اند.

7 - هدف اصلی مدل برنامه ریزی حمل و نقل تأمین بهینه تقاضای مقصدهای مورد نظر می باشد.

جدول 1-2 میزان عرضه و تقاضا و هزینه های خرید و حمل فولاد وارداتی به کشور در سال 1389

کشورهای صادر کننده	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز	فصل زمستان	کل عرضه
چین	154/1	178/8	160/3	123/3	616/4
آلمان	162/5	188/5	169/0	130/0	650/1
ژاپن	61/8	71/7	64/3	49/4	247/2
هند	69/0	80/1	71/8	55/2	276/2
سوئیس	59/4	68/9	61/8	47/5	237/6
انگلیس	43/7	50/7	45/5	35/0	174/9
کل تقاضا	550/6	638/7	572/6	440/5	$\sum S = \sum D = 2202/3$

با توجه به داده های جدول فوق می توان ماتریس اطلاعات مربوط به هزینه خرید و حمل فولاد وارداتی به کشور را به صورت زیر نوشت. این ماتریس را با حرف اختصاری C نشان می دهیم:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & c_{44} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} \end{bmatrix} \Rightarrow C = \begin{bmatrix} 154/1 & 178/3 & 160/3 & 123/3 \\ 162/5 & 188/5 & 169/0 & 130/0 \\ 61/8 & 71/7 & 64/3 & 49/4 \\ 69/0 & 80/1 & 71/8 & 55/2 \\ 59/4 & 68/9 & 61/8 & 47/5 \\ 43/7 & 50/7 & 45/9 & 35/0 \end{bmatrix}$$

حال با داشتن ماتریس هزینه

خرید و حمل فولاد (ماتریس C) و مقادیر عرضه و تقاضای آن می توان مدل برنامه ریزی حمل و نقل را بصورت زیر نوشت:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \Rightarrow \text{Min } Z = 154/1X_{11} + 178/3X_{12} + 160/3X_{13} + \dots + 45/9X_{63} + 35X_{64}$$

s.t:

$$S_1 \rightarrow 154/1X_{11} + 178/3X_{12} + 160/3X_{13} + 123/3X_{14} = 616/4$$

$$S_2 \rightarrow 162/5X_{21} + 188/5X_{22} + 169X_{23} + 130X_{24} = 650/1$$

$$S_3 \rightarrow 61/8X_{31} + 71/7X_{32} + 64/3X_{33} + 49/4X_{34} = 247/2$$

$$S_4 \rightarrow 69X_{41} + 80/1X_{42} + 71/8X_{43} + 55/2X_{44} = 276/2$$

$$S_5 \rightarrow 59/4X_{51} + 68/9X_{52} + 61/8X_{53} + 47/5X_{54} = 237/6$$

$$S_6 \rightarrow 43/7X_{61} + 50/7X_{62} + 45/9X_{63} + 35X_{64} = 174/9$$

$$D_1 \rightarrow 154/1X_{11} + 162/5X_{21} + 61/8X_{31} + 69X_{41} + X_{51} + 43/7X_{61} = 550/6$$

$$D_2 \rightarrow 178/3X_{12} + 188/5X_{22} + 71/7X_{32} + 80/1X_{42} + 68/9X_{52} + 50/7X_{62} = 638/7$$

$$D_3 \rightarrow 160/3 X_{13} + 169X_{23} + 64/3X_{33} + 71/8X_{43} + 61/8X_{53} + 45/9X_{63} = 572/6$$

$$D_4 \rightarrow 123/3 X_{14} + 130X_{24} + 49/4X_{34} + 55/2X_{44} + 47/5X_{54} + 35X_{64} = 440/5$$

پس از حل مدل برنامه ریزی فوق به کمک نرم افزار EXCEL مقادیر بهینه فولاد وارداتی برای فصل های مختلف سال به صورت زیر بدست می آید. جواب های بدست آمده در محیط نرم افزاری LINDO نیز (با گرد کردن یک رقم اعشار) بیانگر همین مقادیر بهینه می باشد. جدول 1-3 این مقادیر بهینه را نشان می دهد:

جدول 1-3 مقادیر بهینه واردات فولاد از کشورهای منتخب ( بر حسب میلیون تن)

کشور های صادر کننده	فصل بهار	فصل تابستان	فصل پاییز	فصل زمستان
هند			217/3	
سوئیس		276/2	48/5	
آلمان	141/6			543/0
ژاپن			182/1	
انگلیس		288/6		
چین	292/8		182/0	

مأخذ: یافته های تحقیق

با توجه به جدول 1-3، نتایج حاصل از حل مدل ارائه شده نشان می دهد که کشور ایران باید نیاز به فولاد برای بخش های مختلف صنعتی خود را در فصل بهار از دو کشور چین و آلمان به میزان 141/6 و 292/8 میلیون تن، در فصل تابستان از دو کشور سوئیس و انگلیس به میزان 276/2 و 288/6 میلیون تن، در فصل پاییز از چهار کشور هند، سوئیس، ژاپن و چین به میزان 217/3، 48/5، 182/1 و 182 میلیون تن و در فصل زمستان به علت بالا بودن هزینه حمل و نقل از کشور آلمان به میزان 543 میلیون تن تأمین نماید. بکارگیری این فرآیند توزیع بهینه برای واردات فولاد، علاوه بر تأمین نیاز مصرفی، منجر به دستیابی به کمترین هزینه حمل و نقل ممکن برای کشور (یعنی 231857 میلیون دلار) می گردد.

پس از تعیین مقادیر بهینه واردات فولاد به کشور در فصول مختلف سال، در مرحله دوم با در نظر گرفتن سه مبدأ ورودی در شمال (اسکله A)، خلیج فارس (اسکله B) و عمان (اسکله C) مشخص می شود که کشور ایران باید نیاز وارداتی خود به محصول فولاد را از کدام کشورها، به چه میزان و در کدام فصل خریداری و در کدام اسکله تخلیه نماید تا ضمن استفاده بهینه از تمامی امکانات و ظرفیت های گمرکی، کمترین هزینه خرید، حمل و تخلیه فولاد را متحمل گردد. جدول 1-4 اطلاعات مربوط به مقادیر عرضه و تقاضا و هزینه های خرید و حمل فولاد را نشان می دهد (سازمان بنادر و کشتیرانی، گزارش عملکرد سالیانه بنادر و کشتیرانی در سال 1389، سالنامه آماری حمل و نقل دریایی).

جدول 1-4 اطلاعات مربوط به مقادیر عرضه و تقاضا و هزینه های خرید، حمل و تخلیه فولاد در هر اسکله کشور (سال 1389)

فصول سال	فصل بهار			فصل تابستان			فصل پاییز			فصل زمستان			کل عرضه
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
چین	154/1	155	153/2	154/1	154/9	153	154/1	155/1	152	154/2	155/4	153	478/8
آلمان	162/5	163	163/6	162/5	163/2	164	162/2	163/3	163/6	162/3	163/4	163/5	684/56
ژاپن	61/8	62/1	61/9	61/8	62	61/82	62/7	62/47	62/1	61/89	62/4	62/28	182/1
هند	69	68/21	68/01	69	68/32	68/19	69/31	68	67/63	69/3	68	67/8	217/26
سوئیس	59/4	60	60/2	59/5	59/8	60/18	59/46	60/82	61/04	59/52	58/2	59/8	324/67
انگلیس	43/7	42/12	43/4	43/7	42/13	43/9	43/8	43	42/13	43/9	41/93	42	288/56

کل	543			629/9			564/7			434/4		
تقاضا	11 0	178/7	254/3	5 128	234/4	267	5 182	168	214/2	75/3	186/1	173

برای طرح مدل حمل و نقل، از متغیرهای تصمیم که خرید و واردات فولاد از کشور  $i$  در فصل  $j$  (بر حسب میلیون تن) و تحویل آن در اسکله  $k$  می باشد، استفاده می شود. با وجود سه اسکله  $A, B, C$  می توان محدودیت های مدل را علاوه بر مقادیر عرضه، برای مقادیر تقاضا در هر اسکله به صورت زیر بیان می کرد. مدل حمل و نقل ارائه شده برای حل این مسئله به شکل زیر می باشد:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r C_{ijk} X_{ijk}$$

s.t:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r X_{ijr} = S_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ijk} = D_{jk} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n, \quad k = 1, 2, 3, \dots, r$$

$$X_{ijk} \geq 0$$

در مدل ارائه شده 6 محدودیت برای عرضه کشورهای منتخب و 12 محدودیت برای تقاضا در هر اسکله خواهیم داشت. باید توجه داشت که محدودیت آخر تقاضا زائد می باشد، چرا که با کسر 11 محدودیت تقاضا از 6 محدودیت عرضه می توان به این محدودیت دست یافت؛ لذا قبل از حل مدل از قرار دادن محدودیت آخر در صورت مسئله صرفه نظر می شود. پس از حل مدل برنامه ریزی فوق مقادیر بهینه برای فولاد وارداتی به دست می آید. جدول 1-5 میزان واردات این محصول را در اسکله های  $A, B, C$  و نشان می دهد.

جدول 1-5 مقادیر بهینه واردات فولاد از کشورهای منتخب در اسکله های  $A, B, C$  و

فصل	فصل بهار			فصل تابستان			فصل پاییز			فصل زمستان		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
چین						260/6			214/2			
آلمان	110	158/9		128/5			182/5	29/34		57/3		
ژاپن			175/7			6/4						
هند			78/6					138/66				
سوئیس					138/6						186/1	
انگلیس		19/78			95/38							172/95

بر اساس الگوی فوق کشور ایران باید فولاد مورد نیاز برای بخش های مختلف صنعتی خود را در فصل بهار، از کشورهای آلمان، ژاپن، هند و انگلیس، به ترتیب به میزان 110 و 158/9، 175/7، 75/6 و 19/78 میلیون تن تأمین نماید. مدل حمل و نقل ارائه شده نشان می دهد که کشور ایران برای به حداقل رساندن هزینه های خود در امر واردات فولاد، باید مقادیر بهینه مذکور را به ترتیب از اسکله های  $A, B, C, C, B, A$  وارد نماید. مقادیر بهینه برای سایر فصول را می توان در جدول 1-5 مشاهده نمود. بکارگیری این فرآیند توزیع بهینه، علاوه بر تأمین نیاز مصرفی فولاد در بخش های داخلی، سبب دست یابی به کمترین هزینه حمل و نقل ممکن برای کشور (یعنی 241003 میلیون دلار) می گردد.



## نتیجه گیری و پیشنهادات

در سال های اخیر با توجه به برنامه های توسعه اقتصادی اجرا شده در کشور و برنامه های پیش رو که با هدف ارتقاء توانمندی اقتصادی کشور طراحی و برنامه ریزی شده اند، در کنار تلاش برای رهایی از اقتصاد تک محصولی و رشد صادرات غیرنفتی که نیاز حیاتی کشور محسوب می شود، اهمیت روزافزون بخش حمل و نقل روشن تر و شفاف تر می گردد. به همین منظور در این تحقیق برای دستیابی به اهداف همه جانبه فوق از یک مدل بهینه سازی در دو مرحله برای حداقل ساختن هزینه های خرید و حمل فولاد وارداتی به کشور استفاده می شود. با توجه به اینکه هدف مدل ارائه شده حداقل کردن هزینه های خرید و حمل می باشد، نتایج مدل نیز می باید مجموع هزینه های حمل کالا را حداقل کند. بر اساس نتایج به دست آمده از حل مدل ارائه شده، جمع هزینه های حداقل شده حدود 472860 میلیون دلار می باشد که حاصل از حل مسئله در دو مرحله متوالی است. این هزینه حداقل شده، براساس مقادیر بهینه حمل کالا که در نتایج مدل به دست آمده اند، برقرار می شود.

اگرچه کشور ایران در دو دهه اخیر پیشرفت های چشم گیری را در بخش صنعت و کشاورزی داشته است، اما هنوز هم برای تأمین برخی از کالاها و محصولات ضروری و پرمصرف نقش یک وارد کننده را دارا می باشد. همه ساله مقادیر بسیار زیادی از کالاها و محصولات نظیر فولاد، مصالح، پوشاک، ماشین آلات، ابزارآلات، غلات (مانند گندم، برنج، جو) و... برای رفع نیازهای موجود و تقاضای مازاد در داخل، از طریق بنادر و راه های آبی شمال و جنوب به کشور وارد می شوند که به سبب این واردات ارز زیادی از کشور خارج می گردد. پیشنهاد می شود که مدل ارائه شده در این پژوهش برای کلیه کالاهای وارداتی و یا حتی المقدور برای کالاهایی نظیر فولاد که سهم عمده و کلان واردات کشور را به خود اختصاص می دهند بکار گرفته شود. با بکارگیری این روش در بنادر و اسکله ها، علاوه بر کاهش هزینه های حمل و نقل، می توان به افزایش درآمد ملی و توسعه کشور کمک درخور و شایانی نمود.

## منابع

- 1) اسماعیل زاده، ح. (1364). الگوی بهینه حمل و نقل و نگه داری گندم در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز.
- 2) آیتی، اسماعیل. (1377) روابط متقابل حمل و نقل زمینی و اقتصاد کشور و جایگاه ویژه استان خراسان، کنفرانس جایگاه حمل و نقل زمینی در اقتصاد کشور، مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری، فروردین 1377
- 3) بیضایی، سید ابراهیم. (1382). اصول کاربردی اقتصاد حمل و نقل، انتشارات سمت، تهران.
- 4) پژوهشنامه حمل و نقل، سال هفتم، شماره چهارم، زمستان 1388
- 5) ترکمانی، ج و شیروانی، ع. (1377). تعیین الگوی بهینه حمل و نقل گندم در استان فارس، مجموعه مقالات دومین گردهمایی اقتصاد کشاورزی ایران، ص 63-70.
- 6) سالنامه آماری حمل و نقل دریایی. (1389). دفتر فناوری اطلاعات، سازمان راهداری و حمل و نقل دریایی.
- 7) صفارزاده، محمود و هدایتی، جواد. (1378). بررسی مشکلات و معضلات ترانزیت کالا از ایران، مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری، بهار 1378
- 8) طراز کار، م و ترکمانی، ج. (1384). مکان یابی تأسیسات ذخیره سازی گندم در استان فارس، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، زاهدان.
- 9) قائم مقامی، محمد اسماعیل. (1377). حمل و نقل زمینی و جایگاه آن در اقتصاد کشور، مجموعه مقالات کنفرانس حمل و نقل، مرکز تحقیقات و آموزش راه و ترابری، ج 1.
- 10) کیانی، غ. (1380). تعیین الگوی اقتصادی حمل و نقل گندم در ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.

11) مازار، ع و امیری، ک. (1375). مکان یابی تأسیسات ذخیره سازی گندم در استان لرستان، مجله پژوهش ها و سیاست های اقتصادی، ص 43-53.

12) محمودی، ع. (1376). اقتصاد حمل و نقل، مؤسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی، ج 1.

13) وب سایت سازمان بنادر و کشتیرانی ([www.pso.ir](http://www.pso.ir)).

14) LaFountain C (2005) Where do firms locate? Testing competing models for agglomeration. *Journal of Urban Economics* 58: 338-366.

15) Tyrchniewicz EW, Tosterud RJ (1963) A Model Rationalizing the Canadian Grain Transportation and Handling System on Regional Basis, *American Journal of Agricultural Economics*, 55: 806-813.

16) Monterosso CDB, Charls LW, Lacerda MC, Fugi N (1985) Grain Storage in Developing Areas: Location Size of Facilities, *American Journal of Agricultural Economics*, 59: 101-111.

17) Fedeler JA, Heady EO (1976) Grain Marketing and Transportation Interdependencies: A National Model, *American Journal of Agricultural Economics*, 58: 224-235.

18) Fedeler JA, Heady EO (1976) Grain Marketing and Transportation Interdependencies: A National Model, *American Journal of Agricultural Econom.*

19) Federico G (2006) Market integration and market efficiency: The case of 19th century Italy. *Exploration in Economic History*.

20) Rabulland G, kunth A, Auy R (2005) Central Asian's transport cost burden and its impact on trade Economic systems. 29, 6-31.