

بررسی و ارزیابی شرایط تعادلی عرضه و تقاضا برای حمل کالا از مبادی ورودی به مناطق مصرف

شهریار افندی زاده، دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
مرتضی شاه نظری، کارشناس ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
E-mail: Zargari@iust.ac.ir

چکیده

یکی از مباحث مهم بخش حمل و نقل، تعیین مقدار حمل بهینه کالاهای وارداتی از مبادی ورودی به مناطق مختلف مصرف است. در این تحقیق با شناخت عوامل تعیین کننده تقاضای جاده ای، اقدام به تدوین مدل برنامه ریزی خطی به منظور معرفی مقادیر بهینه حمل کالاهای وارداتی از مبادی ورودی به مراکز مصرف شده و هدف از آن کمینه کردن کل هزینه های حمل و نقل است.

از آنجا که سهم واردات کالا از مرزهای آبی بیش از ۹۴ درصد است، بنادر به عنوان مبادی ورودی کشور در نظر گرفته شده اند. سپس زمینه های نظری روش برنامه ریزی خطی (LP)، خصوصیات و فرضهای اساسی برنامه ریزی خطی، شیوه ساخت مدل و مدل عمومی ریاضی در برنامه ریزی خطی مشخص شده و روش ساخت مدل عرضه و تقاضا ارائه می شود. همچنین برای منطقه بندی انتخابی در این تحقیق با توجه به عوامل مهم از قبیل جمعیت، شبکه توزیع، موقعیت جغرافیایی استانها، وضع موجود شبکه راه های استانی و نرخ خدمات رسانی حمل و نقل، استانهای کشور به عنوان مراکز مصرف در نظر گرفته شده اند. ضرایب تابع هدف در مدل تقاضا، کرایه حمل مبدأ - مقصد کالا هستند و در توابع قید نیز ظرفیت هریک از مبادی ورودی و نیاز هر استان از کل واردات کشور ضرایب توابع هستند. این ارقام براساس اطلاعات سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای و سازمان بنادر و کشتیرانی استخراج شده اند. نهایتاً به کمک روش برنامه ریزی خطی، مقادیر حمل بهینه کالاهای وارداتی از بنادر به مراکز استانها، مقدار استفاده از ظرفیت هریک از مبادی، آنالیز حساسیت مربوط به مسئله و قیمت های سایه^۱ مربوط به محدودیت ها و هزینه های فرصت مشخص شده اند.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی خطی، تقاضای کالا، عرضه کالا، شبکه حمل و نقل

۱. مقدمه

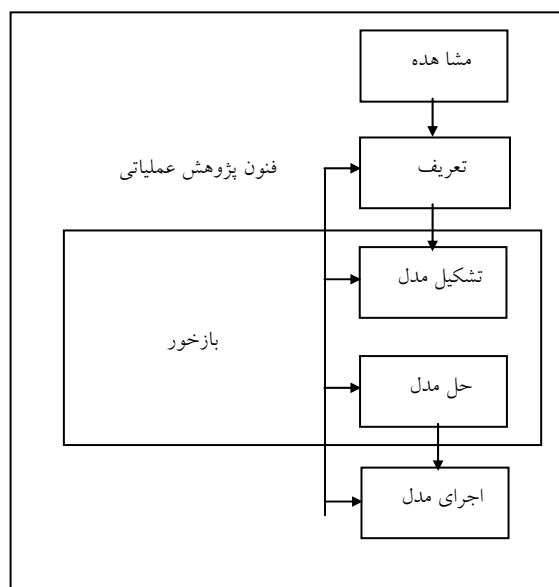
اجرای مدل است. مراحل یک تجسس علمی در شکل ۱ نمایش داده شده اند.

روش علمی پژوهش عملیاتی مستلزم فرایندی سیستماتیک از مشاهده، تعریف مسأله، تشکیل مدل، حل مدل، کسب نتایج و

ظرفیت هر یک از مبادی، آنالیز حساسیت مربوط به مسئله و قیمت‌های سایه مربوط به محدودیت‌ها و هزینه‌های فرصت^۴ ارائه می‌شوند.

۲. بررسی وضعیت حمل کالا در کشور

در سالهای اخیر از مجموع واردات و صادرات، سهم حمل و نقل جاده‌ای ۴ درصد، حمل و نقل ریلی ۲ درصد و سهم حمل و نقل دریایی ۹۴ درصد بوده است. به همین دلیل با توجه به نقش و اهمیت زیاد واردات و صادرات از طریق دریا، بنادر مهم کشور که بیش از ۹۴ درصد سهم واردات کشور از طریق آنها صورت می‌گیرد به عنوان مبادی اصلی ورودی در نظر گرفته می‌شوند. در ادامه به معرفی این مبادی پرداخته می‌شود.



شکل ۱. فرآیند پژوهش عملیاتی

۲-۱ معرفی مبادی ورودی مهم کالا به کشور

در میان بنادر تجارتی ایران، سالیانه حدود نیمی از مبادلات غیرنفتی کشور به تنهایی از طریق بندر امام خمینی انجام می‌شود. از این رو مهم‌ترین و بزرگ‌ترین پایانه تجارتی ایران است. این بندر ظرفیت پذیرش سالیانه ۳۵ میلیون تن کالا را دارد. بندرصادرات نفتی ماهشهر، اسکله‌های اختصاصی شرکت شیمیایی رازی، اسکله‌های اختصاصی شرکت پتروشیمی امام، بندر خرمشهر و بندرآبادان از بنادر تابعه بندر امام خمینی هستند. بندر عباس یکی دیگر از مهم‌ترین بنادر کشور است. این بندر، دارای ظرفیت پذیرش حدود ۳۰ میلیون تن کالا در سال است. لازم به ذکر است که بنادر مهم: مجتمع بندری شهید رجایی، بندر شهید باهنر، بندر لنگه و کنگ، بندر قشم و درگهان، بندر جاسک، بندرچارک و بنادر نفتی سیری و لاوان، از بنادر مهم استان هرمزگان هستند که در این بنادر، ظرفیت بندر شهید رجایی به تنهایی دارای ظرفیتی حدود ۲۷ میلیون تن در سال است. ظرفیت بندر شهید باهنر، حدود ۳ میلیون تن در سال است. بندر چابهار نیز به عنوان یکی دیگر از بنادر مهم جنوبی کشور با ظرفیت پذیرش حدود ۳ میلیون تن کالا در استان سیستان و بلوچستان قرار دارد.

ظرفیت بندر شمال کشور به مراتب کمتر از ظرفیت بندر جنوبی است. در حال حاضر بندر شمال کشور ظرفیت سالیانه ۷ میلیون

اگر مسأله حل شده از نوع تکرار پذیر باشد، روش علمی می‌تواند مدلی باشد که از آن برای حل مسائل مشابه استفاده شده است. فرآیند ایجاد مدل‌های تعمیم یافته به عنوان برخوردی استقرایی برای ساختن مدل شناخته شده است. همچنین می‌توان مدل‌های عمومی^۲ را با استفاده از برخورد قیاسی ایجاد کرد.

این کار مبتنی بر فرضیات معین (مانند خطی بودن، غیر احتمالی بودن و پیوسته بودن متغیرها) است. این مدل عمومی با بهره‌گیری از قوانین ریاضی ایجاد می‌شود. در این پژوهش نیز با توجه به خطی بودن فعالیت‌ها، از مدل‌های عمومی استفاده شده است [۱].

تحقیق حاضر یک بررسی علمی به منظور معرفی مقادیر بهینه حمل کالاهای وارداتی از مبادی ورودی به مراکز مصرف است که در این ارتباط مقادیر آن برای تقاضا کنندگان حمل جاده‌ای کالا از مبادی به داخل کشور به دست آورده می‌شوند و مبحث مورد نظر توزیع فیزیکی کالا از چندین محل تولید به مراکز مصرف است. با تعیین مدل تعادلی عرضه و تقاضا در سطح کشور، مقادیر بهینه حمل کالاهای وارداتی از مبادی ورودی به مراکز مصرف با کمترین هزینه‌های حمل و نقل کالاهای وارداتی بررسی می‌شود.

در این مقاله ابتدا مبادی ورودی مهم کشور معرفی می‌شوند. سپس با تعریف زمینه‌های نظری روش برنامه‌ریزی خطی^۳، روش ساخت مدل تقاضا معرفی شده و در نهایت نیز نتایج حاصل از حل مدل تقاضا، شامل مقادیر بهینه حمل کالا از هر مبدأ، مقدار استفاده از

کالای تجارتي و ۱/۵ میلیون تن مواد نفتی)، و بندر نوشهر ظرفیت شرایط تعادلی تقاضای حمل و نقل گویند. بنابراین در تابع هدف، هدف حداقل کردن جمع $m \times n$ (تعداد مبادی ورودی و n : تعداد مراکز مصرف) هزینه است، به طوری که هزینه کل جمع هزینه‌های حمل از هر مبدأ به هر مقصد باشد که از ضرب کرایه حمل هر تن کالا در مقدار تناژ حمل شده به هر مبدأ - مقصد، به دست می آید. بنابراین تابع هدف به شکل زیر است:

$$\begin{aligned} \text{MIN } Z = & C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \dots + C_{1,28} X_{1,28} \\ & + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + \dots + C_{2,28} X_{2,28} \\ & + C_{61}X_{61} + C_{62}X_{62} + \dots + C_{6,28} X_{6,28} \end{aligned} \quad (1)$$

۴-۱ متغیرهای تصمیم گیری

در این مدل، متغیرهای تصمیم گیری، مقادیر کالاهایی هستند که از مبدأ ورودی به هر مرکز مصرف، حمل شده اند که با X_{ij} نمایش داده می شوند. در این نماد، اندیس i مربوط به مبدأیی است که کالا در آنجا بارگیری می شود و اندیس j مربوط به مقصد یا همان مناطق مصرف است که کالا به آنجا حمل می شود.

در این تحقیق $i = 6$ برابر تعداد بنادر مهم کشور به عنوان مبادی ورودی انتخاب شده و $j = 28$ برابر تعداد استانهای سطح کشور در نظر گرفته شده است [۴].

نکته‌ای که بیان آن در اینجا ضروری است این است که کالای حمل شده از انواع مختلف از جمله کالاهای اساسی، نظیر: گندم، برنج، روغن گیاهی، گوشت، شکر، آهن‌آلات، کود شیمیایی و ... و در مواردی نیز کالاهای نفتی هستند. تقاضای مناطق مصرف کشور، نیز به طور عمده شامل تمامی کالاها است.

در تحقیق حاضر، همه کالاها به صورت یکجا و با توجه به وزن مورد نظر قرار گرفته‌اند که این مسئله در کیفیت نتایج حاصله تأثیری نخواهد گذاشت. در هر حال همان کالاهایی که مورد تقاضای سکونتگاه A است، می تواند در مورد تقاضای سکونتگاه B نیز باشد البته بسته به مقدار مصرف، هر سکونتگاه می تواند کمتر و یا بیشتر تقاضا کند.

تن را دارند که بندر انزلی، ظرفیت ۳ میلیون تن (۱/۵ میلیون تن ۳ میلیون تن) کالای تجارتي و ۲ میلیون تن مواد نفتی) را دارند.

بنابراین در این تحقیق مبادی ورودی کالا ۶ بندر مرکزی و مهم کشور در نظر گرفته شده اند که عبارتند از بنادر عباس (شامل ۲ بندر شهید رجایی و شهید باهنر) بندر امام خمینی، بندر چابهار (شهید بهشتی)، بندر بوشهر، بندر انزلی و بندر نوشهر [۲].

۳. ساخت مدل و روش تحقیق

معمولاً در مسایلی از این دست که هدف نهایی آنها حداکثر یا حداقل کردن یک تابع چند متغیره است، از مدل‌های برنامه ریزی خطی استفاده می شود.

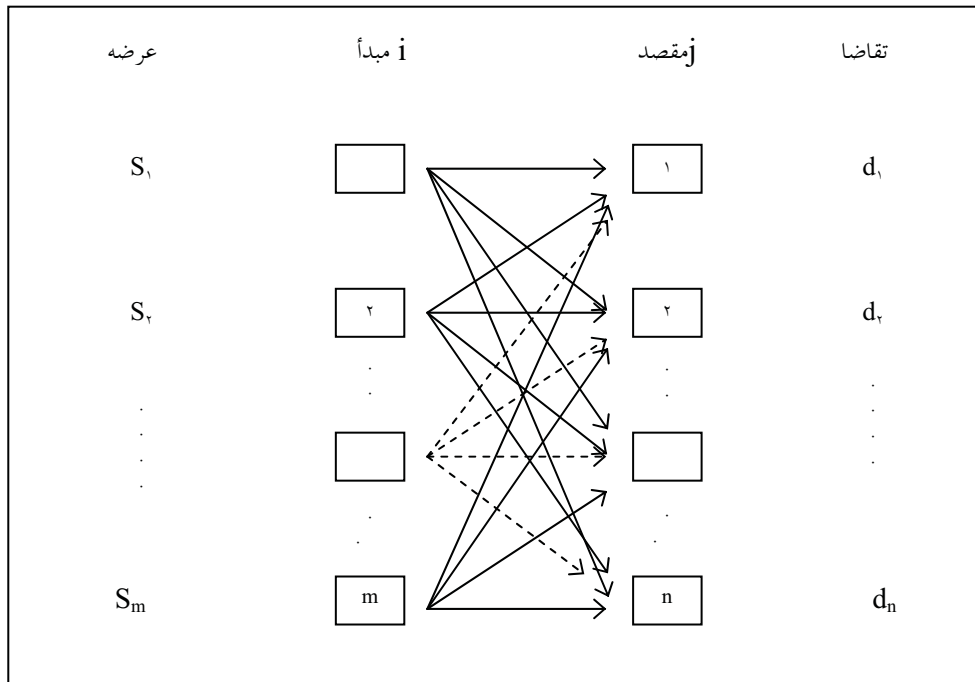
مدل برنامه ریزی، شامل مناسب ترین ترکیب از منابع محدود در رسیدن به هدف یا هدفهای مورد نظر است. در صورتی که روابط فی مابین عوامل، خطی و نیز راه حل‌های مختلفی در برنامه ریزی موجود باشند، وجود راه حل‌های مختلف در برنامه ریزی خطی، نشان دهنده این است که فعالیتها یا متغیرهای تصمیم گیری، باید دارای خواص جمع پذیری و تقسیم پذیری باشند [۳].

در قلمرو پژوهش عملیاتی، حمل و نقل مقدار معینی از یک محصول از m نقطه به عنوان مبدأ برای عرضه، به n نقطه به عنوان مقصد به منظور تأمین تقاضای مقصدها، به صورت یک مدل حمل و نقل با توجه به شبکه توزیع شکل ۲ تعریف می شود.

مسئله ای که در این تحقیق مورد توجه قرار دارد این است که مقدار حمل کالا از هر یک از مبادی ورودی کالا به هر یک از مقاصد (مراکز مصرف) چه مقدار باشد تا ضمن برآورده شدن تمامی تقاضاها، هزینه کل حمل و نقل حداقل شود.

۴. مدل تابع تقاضا و تعیین تابع هدف

در مدل تقاضا هدف پیدا کردن مقادیر بهینه حمل کالا از بنادر به مراکز مصرف کشور است، به نحوی که کل هزینه‌های حمل و نقل کالاهای وارداتی از مبادی ورودی به مراکز مصرف حداقل شود. به عبارت دیگر، دستیابی به شرایط تقاضایی که کل هزینه‌های حمل و نقل کالاها را حداقل کند که به عبارت ساده، این شرایط را



شکل ۲. شبکه توزیع برای یک مدل حمل و نقل

۳-۴ تعیین معادله‌ها و نامعادله‌های مدل

S_i ، مقدار ظرفیت عرضه اسمی هر مبدأ ورودی است و d_j ، مقدار تقاضای کالاهای وارداتی هر مقصد است. بنابراین مجموع کالایی که از هر مبدأ فرستاده می‌شود حداکثر برابر با ظرفیت اسمی آن مبدأ است و مجموع کالاهایی که هر مقصد از تمامی مبادی دریافت می‌کند، برابر تقاضایی است که آن مقصد برای کالاهای وارداتی دارد [۵ و ۶].

محدودیت‌های مربوط به منابع، عبارتند از:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1,28} &< S_1 \\ X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2,28} &< S_2 \\ &\vdots \\ X_{61} + X_{62} + \dots + X_{6,28} &< S_6 \end{aligned} \quad (۲)$$

$$X_{61} + X_{62} + \dots + X_{6,28} < S_6$$

و محدودیت‌های مربوط به بازارها، عبارتند از:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{21} + \dots + X_{61} &< d_1 \\ X_{12} + X_{22} + \dots + X_{62} &< d_2 \\ &\vdots \\ X_{1,28} + X_{2,28} + \dots + X_{6,28} &< d_{28} \end{aligned} \quad (۳)$$

۲-۴ محدودیت‌های مدل تقاضا

در مدل مورد بررسی ۳ دسته پارامتر وجود دارند. دسته اول، ضریب‌هایی هستند که در تابع هدف به کار می‌روند که با C_{ij} نشان داده شده‌اند. عبارت از کرایه حمل و نقل هر تن - کیلومتر کالا از مبدأ i به محل مصرف j است.

دسته دوم از پارامترها، آنهایی هستند که در سمت چپ معادله‌های محدودیت‌ها (نامعادله‌ها)، بکار گرفته شده‌اند، یعنی ضریب‌های متغیرها در محدودیت‌ها هستند، اما از آنجا که در تابع هدف، حمل و نقل هر واحد کالا (تن) بر حمل و نقل دیگر کالاها مزیتی ندارد، بنابراین همه آنها برابر واحد (عدد ۱) خواهند بود و دسته سوم، پارامترهایی هستند که سمت راست نامعادله‌های محدودیت-ها (معادله‌ها) را تشکیل می‌دهند و به تعداد ۳۴ محدودیت هستند، که ۶ محدودیت آنها، نشان دهنده مقدار عرضه هریک از مبادی به تمام مقاصد (ظرفیت بنادر) بوده و با S_i نمایش داده می‌شوند و ۲۸ محدودیت دیگر، مقدار تقاضای هر یک از مراکز مصرف را از تمامی مبادی ورودی کالا به داخل کشور (نیاز هر استان از سهم واردات) بیان می‌کنند و با d_j نمایش داده می‌شوند.

اگر الگو به صورت فشرده نوشته شود:

(d_j ها) براساس آخرین آمار سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای به دست آمد که در جدول (۲) نمایش داده شده است. مقادیر نشان داده شده توسط سیستم حمل و نقل جاده ای جابه جا می شود و بر همین اساس یافته های مدل نیز مقادیر بهینه حمل کالا توسط سیستم حمل و نقل جاده ای از مبادی ورودی به مراکز استانها را مشخص می کند.

۵. مدل عرضه

در مدل عرضه، هدف، به دست آوردن مقادیر بهینه عرضه حمل کالا از هریک از مبادی ورودی کالا از خارج به هریک از مراکز مصرف در داخل کشور است به طوری که سود حمل کنندگان را به عنوان یک کل، به مقدار بیشینه برساند. پس در اینجا، مسئله، عکس مدل تقاضای حمل و نقل است، یعنی مدل برنامه ریزی به صورت یک الگوی حداکثر کننده مطرح می شود. اگرچه هدف مدل عرضه، عکس هدف مدل تقاضاست. اما در کلیت مسئله، هر ۲ مدل از یک شیوه کلی پیروی می کنند و همچنین در تعداد فعالیتها و متغیر تصمیم مشترک و یکسانند. نهایتاً مدل تابع عرضه به شکل زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Min} Z &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \\ \sum_{j=1}^n X_{ij} &\leq s_i \quad i=1,2,3, \dots, 6 \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} &= d_j \quad j=1,2,3, \dots, 28 \\ \sum_i \sum_j X_{ij} &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

علاوه بر مطالب فوق فرض بر این است که:

$$\sum_i s_i = \sum_j d_j \quad (5)$$

یعنی مجموع مقدار کل عرضه با مجموع مقادیر تقاضا برابر است. چون ظرفیت مبادی ورودی بیش از نیازهای داخلی است، بنابراین، طرف مبادی با یک مازاد ظرفیت روبه رو است. برای جبران این مازاد ظرفیت، باید متغیرهای دائمی برای طرف عرضه کالا از مبادی در نظر گرفت که این متغیر در مدل کامپیوتری عملاً با قید $\sum X_{ij} \leq s_i$ وارد می شوند.

۴-۴ تعیین ضرایب مدل تقاضا

همان طور که قبلاً بیان شد، متغیر تصمیم گیری در تابع هدف، مقادیر حمل کالا از هر مبدأ ورودی به هر استان است که با شرایط حداقل کردن هزینه های حمل و نقل این کالاها برای صاحبان کالاها می باید به عنوان یک کل تعیین شود. بنابراین در تابع هدف ضریب کرایه حمل مبدأ - مقصد کالا مورد نظر است. با توجه به اینکه در بررسی انجام شده، ۶ مبدأ ورودی کالا و ۲۸ استان به عنوان مراکز مصرف و مقصدهای سفر در نظر گرفته شده اند، در مجموع 28×6 برابر ۱۶۸ ضریب قیمت وجود دارد که ضریبهای متغیر تصمیم گیری در تابع هدف مدل هستند که برای به دست آوردن آنها از استخراج میانگین هزینه های حمل و نقل از اطلاعات موجود در برنامه های سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای استفاده شده است. ضرایب قیمت مورد استفاده در مدل (C_{ij} ها) در جدول (۱) نمایش داده شده اند [۷].

در تابعهای قید نیز ۲ ضریب عمده ظرفیت هریک از مبادی ورودی و نیاز هر استان از کل واردات کشور لازم است. مقدار نیاز هر استان از جمع کل واردات از مبادی مختلف به داخل استان

$$\text{Max} H = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} (C_{ij} - P_{ij}) X_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq s_i \quad i=1,2,3, \dots, 6 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = d_j \quad j=1,2,3, \dots, 28$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij} \geq 0$$

در مدل فوق همانند مدل تقاضا، پارامتر C_{ij} برابر کرایه هر تن - کیلومتر کالا است و پارامتر P_{ij} برابر هزینه حمل هر تن - کیلومتر کالا، برای حمل کنندگان است. حاصل تفریق C_{ij} و P_{ij} ($-C_{ij} P_{ij}$) برابر سود هر تن - کیلومتر کالا، برای حمل کنندگان است. بنابراین، ضریبهای فعالیتهای تابع هدف، یک متغیر تلفیقی است که نتیجه آن، سود است [۸].

افندی زاده و شاه نظری

جدول ۱. میانگین نرخ کرایه حمل کالا (تن - کیلومتر) از بندر به مراکز استانها

بندر عباس	بندر چابهار	بندر بوشهر	بندر انزلی	ماه شهر	نوشهر	
۱۵۰	۱۱۸	۱۸۴	۲۱۸	۱۵۷	۲۳۶	اذربایجان شرقی
۱۴۸	۳۲۶	۲۰۴	۱۷۲	۱۷۲	۱۹۳	اذربایجان غربی
۱۳۹	۱۰۹	۱۴۵	۳۸۶	۱۵۳	۲۷۲	اردبیل
۱۷۰	۱۳۶	۲۵۸	۱۵۹	۱۹۵	۱۸۰	اصفهان
۱۷۱	۱۴۶	۲۰۳	۱۹۰	۲۰۹	۱۷۲	ایلام
۱۹۷	۱۸۱	۵۱۷	۲۰۲	۲۵۹	۱۴۱	بوشهر
۱۷۰	۱۶۸	۳۴۰	۲۵۴	۱۷۶	۳۴۷	تهران
۱۸۱	۱۳۵	۲۵۳	۱۶۵	۲۴۰	۲۵۰	چهار محال و بختیاری
۱۶۴	۱۳۰	۱۸۷	۱۳۹	۱۴۲	۱۵۳	خراسان
۱۸۹	۲۰۱	۳۵۰	۱۲۲	۳۶۹	۱۲۹	خوزستان
۱۵۴	۱۰۸	۱۶۷	۳۲۷	۱۶۷	۳۷۸	زنجان
۱۶۳	۱۰۴	۱۶۵	۱۶۰	۱۵۳	۲۸۴	سمنان
۱۷۲	۲۷۰	۱۹۴	۱۴۹	۱۵۴	۱۱۳	سیستان و بلوچستان
۲۳۳	۱۷۵	۳۳۶	۱۲۴	۲۵۰	۱۳۵	فارس
۱۶۴	۱۲۶	۱۸۴	۲۵۰	۱۶۹	۲۸۶	قزوین
۱۸۴	۱۱۵	۲۰۴	۲۴۱	۲۷۱	۳۳۷	قم
۱۴۵	۱۱۵	۲۵۵	۲۳۳	۱۸۶	۲۴۳	کردستان
۱۹۶	۱۹۸	۲۲۰	۱۱۳	۱۶۶	۱۳۶	کرمان
۱۴۰	۱۳۷	۱۶۹	۱۵۳	۱۹۱	۱۸۶	کرمانشاه
۲۱۱	۱۷۳	۲۳۴	۱۹۰	۳۴۳	۱۵۸	کهگلویه و بویر احمد
۱۴۹	۱۲۰	۱۷۰	۲۲۰	۱۶۱	۲۴۵	گلستان
۱۶۰	۱۲۸	۱۸۸	۵۰۶	۱۶۹	۴۴۸	گیلان
۱۸۸	۱۰۲	۱۹۱	۱۸۲	۲۰۸	۱۹۴	لرستان
۱۳۳	۱۷۳	۱۸۴	۳۱۴	۱۶۹	۱۰۴۳	مازندران
۱۷۳	۱۲۱	۱۵۹	۲۱۹	۱۷۸	۲۰۹	مرکزی
۲۳۳	۴۴۹	۲۷۸	۱۸۲	۱۹۷	۱۰۹	هرمزگان
۱۵۵	۱۹۹	۲۲۶	۱۸۵	۱۹۳	۲۱۸	همدان
۲۰۵	۲۱۵	۱۹۰	۱۲۵	۱۷۸	۱۷۵	یزد
۱۷۲	۱۶۷	۲۲۷	۲۱۰	۲۰۰	۲۴۹	میانگین کرایه

جدول ۲. مقدار تقاضای هر یک از مراکز مصرف از تمامی مبادی ورودی کالا به داخل کشور (تن)

جمع (دج)	بندر عباس	بندر چابهار	بندر بوشهر	بندر انزلی	ماه شهر	نوشهر	
۸۹۷۴۲۳	۲۲۰۱۵۲	۲۹۵۷	۱۴۷۹۴	۲۹۵۸۶۷	۳۰۹۷۲۲	۵۳۹۳۱	اذربایجان شرقی
۲۹۶۰۰۰	۶۸۶۲۲	۸۷	۴۶۹۱	۴۵۷۵۷	۱۶۸۷۰۸	۸۰۹۵	اذربایجان غربی
۱۶۸۲۳۳	۵۲۲۸۷	۴۵۶	۷۰۶۳	۲۳۸۵۱	۷۶۳۲۷	۸۲۴۹	اردبیل
۲۶۳۵۱۹۲	۱۲۸۱۱۶۸	۳۰۳۹۶	۶۳۶۸۰	۳۸۰۰۲۶	۷۳۴۵۶۶	۱۴۵۳۵۶	اصفهان
۱۰۳۶۴۶	۱۱۴۰۶	۹۰	۱۷۱	۱۱۷۹	۹۰۳۱۷	۴۸۳	ایلام
۱۱۱۳۳۸۴	۶۱۵۰۵۳	۲۴۳۶	۳۴۴۷۵۵	۷۹۲۲	۱۳۷۳۶۹	۴۸۴۹	بوشهر
۷۸۴۸۸۰۱	۴۰۲۱۶۱۲	۹۶۳۰۵	۲۴۷۹۱۳	۱۴۷۴۴۹۲	۱۴۶۱۷۵۲	۵۴۶۷۲۷	تهران
۱۴۰۴۸۲	۵۴۵۱۸	۱۸۴۰	۱۹۹۴	۳۱۲۷	۷۸۳۳۳	۶۸۰	چهار محال و بختیاری
۱۳۰۰۶۹۰	۶۴۷۰۷۳	۹۹۲۰۵	۱۴۶۹۶	۱۱۶۷۷۳	۳۴۶۴۰۹	۷۶۵۳۴	خراسان
۱۶۲۵۳۵۰	۱۱۸۷۹۴	۸۱۹۶	۱۹۴۵۰	۷۰۴۹۲	۱۳۶۰۰۴۵	۴۸۳۷۳	خوزستان
۲۴۰۶۸۵	۱۲۲۱۳۸	۸۱۴۷	۷۹۰	۱۸۷۳۷	۸۸۶۱۱	۲۲۶۲	زنجان
۳۶۸۴۵۶	۱۱۷۹۱۶	۱۱۵۸۵	۱۵۰۴	۶۰۳۹۱	۱۶۶۷۵۲	۱۰۳۰۸	سمنان
۳۹۴۶۷۴	۱۷۰۷۹۴	۱۹۸۷۴۶	۲۰۱۴	۳۷۴۰	۱۳۵۶۰	۵۸۲۰	سیستان و بلوچستان
۱۳۱۶۶۹۲	۶۴۳۷۴۷	۸۴۵۶	۲۱۴۷۸۴	۴۰۴۰۸	۳۹۷۷۶۵	۱۱۵۳۲	فارس
۱۰۱۷۹۸۵	۴۱۴۵۶۴	۱۰۹۹۲	۵۸۲۴۸	۱۹۸۹۳۶	۲۹۶۴۰۹	۳۸۸۳۶	قزوین
۶۷۵۲۵۳	۱۸۴۷۹۴	۵۹۴۳	۷۶۷۹۰	۱۴۰۹۷	۳۸۲۸۷۳	۱۰۷۵۶	قم
۱۳۳۶۹۰	۲۳۰۱۵	۱۵۰۷	۱۳۵۱	۳۴۵۹	۱۰۲۸۵۸	۱۵۰۰	کردستان
۹۷۰۸۷۸	۷۵۱۷۲۲	۱۸۸۷۷	۹۰۵۷	۶۶۲۶۱	۱۰۲۲۲۴	۲۲۷۳۷	کرمان
۵۶۹۱۵۰	۷۱۸۱۱	۸۹۰	۷۳۲۸	۲۳۶۵۱	۴۵۹۴۷۱	۵۹۹۹	کرمانشاه
۸۱۱۹۱	۱۵۸۶۵	۱۰۴	۲۶۰۳۸	۷۱۳	۳۸۱۱۳	۳۵۸	کهگلویه و بویر احمد
۲۰۳۵۳۹	۵۳۴۸۳	۲۳۱۳	۱۷۱۱۸	۴۷۴۲	۱۰۱۸۹۸	۲۳۹۸۵	گلستان
۴۷۵۶۱۹	۲۰۶۵۲۵	۱۱۷۴۹	۲۹۰۴۱	۸۶۱۸۵	۱۲۸۷۴۰	۱۳۳۷۹	گیلان
۲۳۵۹۲۷	۴۱۹۷۰	۱۵۳۴	۸۳۹۶	۱۸۳۶۵	۱۵۲۸۸۱	۲۷۸۱	لرستان
۱۰۳۳۱۷۹	۲۷۱۰۷۰	۲۹۳۳	۹۰۸۸	۵۶۹۶۰	۵۵۷۹۳۵	۱۴۵۱۹۳	مازندران
۱۰۵۱۹۱۶	۳۰۹۶۵۷	۴۷۶۶	۵۵۶۷	۸۲۰۴۶	۶۱۲۵۹۴	۳۷۲۸۶	مرکزی
۱۱۴۱۹۶۶	۱۰۱۹۶۹۲	۸۷۷۹	۱۷۵۸۶	۲۱۱۹۷	۶۵۳۶۴	۹۳۴۸	هرمزگان
۲۶۴۴۰۷	۵۴۹۱۶	۶۰۳	۱۲۸۷۹	۱۹۱۰۹	۱۶۹۶۷۶	۷۲۲۴	همدان
۷۵۹۵۳۱	۴۲۸۳۹	۱۳۱۹۲	۱۴۴۷۶	۱۱۱۲۶۸	۱۷۲۹۵۲	۱۸۱۰۴	یزد
۲۷۰۵۲۹۳۹	۱۱۹۹۳۲۴۳	۵۵۳۰۸۴	۱۲۳۱۲۶۲	۳۲۴۹۷۵۱	۸۷۶۴۲۱۴	۱۲۶۱۳۸۵	جمع (ظرفیت فعلی مورد استفاده)

$$\begin{aligned} & \text{MAXE}_j [W(X)] \\ & j \in A \end{aligned} \quad (9)$$

$$E_j [W(X)] = \sum_{\forall X} W(X) F_j(X)$$

در این تحقیق نیز شرایط تعادلی عرضه و تقاضا به تصمیم گیری ۲ گروه مربوط می شود. عرضه کننده (صاحبان کامیون)، که خواهان حداکثر کردن سود، و گروه تقاضا کننده (صاحبان کالا)، که در پی حداقل کردن هزینه های حمل و نقل کالا هستند. در اینجا نیز چارچوب مدل، برنامه ریزی خطی انتخاب شده است که در آن، با اجرا شدن همزمان دو هدف، هدف عمومی برای همه جامعه برآورده می شود [۹ و ۱۰].

برای این کار دو تابع با یکدیگر جمع می شود:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} (C_{ij} - P_{ij}) X_{ij} + \text{MIN} \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} C_{ij} X_{ij} \quad (10)$$

در تابع $\text{Min} Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$ ، چون کمینه کردن مقدار Z به مفهوم حداکثر ($-Z$) است لذا برای بیشینه کردن تابع هدف کفایت، مقدار کمینه به صورت منفی در نظر گرفته شود:

$$\text{Max}: \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} (C_{ij} - P_{ij}) X_{ij} - \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} C_{ij} X_{ij} \quad (11)$$

و یا:

$$\text{MIN}: \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} C_{ij} X_{ij} - \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^{28} (C_{ij} - P_{ij}) X_{ij}$$

$$\begin{aligned} \sum X_{ij} &\leq S_i & i=1,2,3, \dots, 6 \\ \sum X_{ij} &= d_j & j=1,2,3, \dots, 28 \end{aligned} \quad (12)$$

۸. الگوی تکمیلی

مسیر حمل و نقل جاده ای کالاهای وارداتی در داخل کشور، تنها به هزینه های حمل و نقل در داخل کشور بستگی ندارد و عوامل تعیین کننده مهم دیگری نیز در این رابطه بسیار مؤثرند، تنها حل مسئله به شیوه فوق نمی تواند گویای تمامی مسایل باشد، گرچه به

۶. شرایط تعادلی عرضه و تقاضا

در صورت حل مدل عرضه و تقاضا، مقادیر حمل کالا بین هر زوج مبدأ - مقصد به طور مجزا برای شرایط بهینه عرضه کنندگان و تقاضا کنندگان به دست می آید. از این نتایج مقادیر مازاد یا کمبود عرضه یا به عبارت دیگر، اختلاف عرضه به دست می آید. اما به منظور برقراری تعادل بازار می باید مقدار این اختلاف در هر مسیر صفر باشد.

بنابراین، برای به دست آوردن شرایط تعادلی بازار، می باید تابعهای هدف عرضه و تقاضا را به طور همزمان بهینه کرد. به عبارت دیگر لازم است که تابع هدف تقاضا، حداقل و تابع هدف عرضه، حداکثر شود و شرایطی ایجاد شود که هم سود عرضه کنندگان به بیشینه مقدار خود برسد و هم هزینه های حمل صاحبان کالا حداقل شود. بر این اساس در برنامه ریزی خطی از مدل های چند هدفی استفاده شده است [۹].

۷. مدل های چند هدفی (روش رفتار اخلاقی)

اگر افراد گروه و خود گروه، به عنوان یک ماهیت مستقل باشند و هر دو بر اساس اصول مطلوبیت رفتار کنند، مسئله تصمیم گیری جمعی اساساً شامل پیدا کردن قاعده های جمعی F و G به صورت زیر است.

$$W(X) = G[U_1(X), U_2(X), \dots, U_N] \quad (V)$$

که در آن:

$$U_i(X) = \text{تابع مطلوبیت فرد } i$$

$$W(X) = \text{تابع مطلوبیت گروه}$$

$$F_j(X) = F[F_j^1(X), F_j^2(X), \dots, F_j^N(X)] \quad (A)$$

که در آن:

$F_j^i(X)$ = تابع چگالی احتمالی وابسته که مربوط به فرد I برای j امین نتیجه، به طوری که معادله (V) تابع مطلوبیت گروه و معادله (A) وابسته به گروه هستند. با داشتن معادله های فوق، تصمیم گروه می تواند انجام شود، به گونه ای که مطلوبیت انتظاری گروه حداکثر شود. به طور مشخص باید:

$$\sum X_{ij} = SD_i \quad j=1,2,3, \dots, 28 \quad (14)$$

(مقدار عملکرد واردات از مبادی شمالی به مراکز مصرف)

به این ترتیب با قیدهای اعمال شده مراکز مصرف، کالاهای مورد نیازشان را باید حداقل از ۲ مبدا ورودی وارد کنند.

۹. نتایج

چون مدل برای حداقل ساختن هزینه های حمل کالاهای وارداتی به مراکز مصرف تدوین شده است، نتایج مدل نیز می باید مجموع هزینه های حمل کالاها را حداقل کند. براساس پاسخ های به دست آمده از حل مدل، جمع هزینه های حداقل شده حدود ۳۱۵۶ میلیارد ریال می شود که حاصل از حل مسئله با ۳۴ تکرار است. این هزینه حداقل شده، براساس مقادیر بهینه حمل کالا که در نتایج مدل به دست آمده اند، برقرار می شود. در سال ۱۳۸۲ هزینه حمل کالاها از مبادی ورودی به مناطق مصرف حدود ۴۲۲۵ میلیارد ریال بوده که با اجرای توزیع بهینه مقادیر حمل کالا سالیانه ۱۰۶۹ میلیارد ریال از این محل صرفه جویی خواهد شد [۱].

مبلغ صرفه جویی حاصل از اجرای توزیع بهینه مقادیر حمل کالا برای سالهای آینده نیز به راحتی از فرمول زیر محاسبه می شود.

$$P = p(1+i)^n \quad (15)$$

که در آن:

n = سال پایه - سال مورد نظر

i = نرخ رشد کرایه هر تن - کیلومتر طی شده از مبادی ورودی به مراکز مصرف است که با توجه به آمار و اطلاعات، میانگین نرخ رشد برای پنج سال گذشته حدود ۱۰ درصد بوده است. به همین دلیل نرخ رشد سالیانه ۱۰ درصد در نظر گرفته می شود.

علی رغم اینکه در عمل، کالاهای وارداتی از هر مبدا ورودی تقریباً به تمامی نقاط کشور فرستاده می شوند، نتایج مدل نشان می دهند که مقادیر بهینه ای که هزینه های حمل کالاهای وارداتی را حداقل می کنند، با این عملکرد مغایرنند. به طور مثال از برخی مبادی، باید تنها برای دو استان کالا وارد شود مثلاً از بندر نوشهر می باید فقط برای استانهای تهران و گلستان کالا وارد شود.

خلاصه مقادیر بهینه بدست آمده از پاسخ مسئله در جدول (۳) نشان داده شده است:

نوبه خود از آنها استفاده خواهد شد. در هر حال، یکی از عوامل مهم انتخاب مسیر کالاهای وارداتی، محل بازارهای خارجی کالای خریداری شده برای واردات و مسیرهای ممکن حمل آنها به ایران است که این عامل در تعیین محل ورود کالا یا به عبارت بهتر مبدا ورودی کالا، اثر عمده و اصلی را دارد. به طور مثال، کالاهایی که از بنادر جنوبی به دلیل متصل بودن به دریای آزاد وارد کشور می شود را نمی توان از بنادر شمالی وارد کرد. علاوه بر این، عامل مهم دیگر و تعیین کننده مسیر حمل کالاهای وارداتی از بازار خرید تا مرزهای کشور، هزینه های حمل و نقل این کالا از بازار خرید تا مرزهای کشور است.

این هزینه ها باعث می شوند که کالاهای حجیم و نسبتاً ارزان قیمت، اغلب از طریق راه های آبی، نهایتاً به بنادر کشور وارد شوند، به همین دلیل در سالهای اخیر بیش از ۹۴٪ کالاهای وارداتی از طریق بنادر وارد شده اند و تنها در برخی موارد هزینه های حمل از طریق خشکی ارزان تر بوده و کالا از مرزهای زمینی وارد کشور شده است. اما چون اغلب، این گونه کالاها، به تقریب در صد مشخصی از کالاهای وارداتی کشور است و مجموعه عوامل تعیین کننده در محل خرید، مسیر حمل و نقل و محل ورود کالا به داخل کشور در شرایط عادی ثابت است، به همین دلیل نسبت ثابتی از کالاهای وارداتی از بنادر جنوبی و بنادر شمالی وارد کشور می شود که می توان قید جدیدی را وارد مسئله کرد که واردات از مبادی جنوبی را محدود کند، اما به دلیل آن که قیمت یا کرایه حمل کالاها از طریق دریا برای حمل کالا از بنادر یک منطقه به بنادر منطقه دیگر که نزدیک به هم هستند از بندری به بندر دیگر یکی است (یعنی کرایه حمل کالا از بنادر خارجی به خلیج فارس از هر مبادی به هر مقصدی در این منطقه تفاوتی نمی کند) انتخاب بندر وارد کننده کالا در جنوب کشور، به عهده شرایط بهینه مدل است.

$$\sum X_{ij} = SD_i \quad j=1,2,3, \dots, 28 \quad (13)$$

(مقدار عملکرد واردات از بنادر جنوب به مراکز مصرف)

همین استدلال برای واردات از مبادی ورودی شمال کشور نیز وجود دارد، یعنی می باید نسبت تقریباً معینی از کالاهای وارداتی، از مبادی شمالی وارد شوند. قید این بخش به صورت زیر است:

جدول ۳. مقادیر بهینه کالای حمل شده از مبادی ورودی (بنادر) به مراکز مصرف (استانها) - تن

بندر عباس	بندر چابهار	بندر بوشهر	بندر انزلی	بندر امام خمینی	بندر نوشهر	
		۱/۱۱۲/۳۸۴	۸۹۷/۴۲۳			آذربایجان شرقی
				۲۹۶/۰۰۰		آذربایجان غربی
			۱۶۸/۲۳۳			اردبیل
				۲/۶۳۵/۱۹۲		اصفهان
				۱۰۳/۶۴۶		ایلام
						بوشهر
			۷۲/۲۸۴	۴/۹۸۰/۰۵۶	۲/۷۹۶/۴۶۱	تهران
				۱۴۰/۴۸۲		چهارمحال و بختیاری
	۱/۳۰۰/۶۹۰					خراسان
				۱/۶۲۵/۳۵۰		خوزستان
				۲۴۰/۶۸۵		زنجان
			۳۶۸/۴۵۶			سمنان
۶۷۴/۳۹۴						سیستان و بلوچستان
		۱/۳۱۶/۶۹۲				فارس
			۱/۰۱۷/۹۸۵			قزوین
	۱۸۵/۵۲۰	۴۸۹/۷۳۳				قم
				۱۳۳/۶۹۰		کردستان
۹۷۰/۸۷۸						کرمان
				۵۶۹/۱۵۰		کرمانشاه
		۸۱/۱۹۱				کهگلویه و بویر احمد
					۲۰۳/۵۳۹	گلستان
			۴۷۵/۶۱۹			گیلان
				۲۲۵/۹۲۷		لرستان
۱/۰۳۳/۱۷۹						مازندران
				۱/۰۵۱/۹۱۶		مرکزی
۱/۱۴۱/۹۶۶						هرمزگان
				۲۶۴/۴۰۷		همدان
۷۵۹/۵۳۱						یزد

بی نهایت است، اما برای زوجهای مبدأ - مقصد منتخب بهینه معکوس است.

ضریب‌های حساسیت برای قیدهای مدل نیز به دست آمده‌اند که این ضریب‌ها برای قیدهای ظرفیت مبادی، تماماً دارای حد پایین و بالای بی نهایت هستند، به این معنی که با کاهش ظرفیتها، نتایج مدل دچار تغییر می شود، اما ضریب‌های قیمت‌های مربوط به نیاز هر مقصد حمل کالا (یا مراکز مصرف)، در همه موارد حد پایین محدود (که برخی از این حدود صفر است) و در برخی موارد حد بالای محدودی دارند. حد پایین محدود، نشان دهنده مقداری است که در صورت کاهش نیاز استان مورد نظر به کمتر از آن حد، نتایج مدل تغییر خواهند کرد و هر تغییری در نیاز مقاصد در فاصله این حدود، هیچ گونه اثری بر روی انتخاب‌های مدل نخواهد داشت. ضریب‌های حساسیت قیدهای نیاز مراکز مصرف که دارای حد پایین نیز هستند، نشان دهنده مراکزی اند که براساس پاسخ‌های بهینه مدل باید از بیش از یک مبدأ ورودی کالاهای وارداتی مورد نیاز خود را وارد کنند.

ضریب هزینه فرصت که نشان دهنده هزینه ای است که در صورت ارسال هر تن کالا به مقصد خاصی از مبدأ مشخصی، به حمل کننده تحمیل می شود، در بیشترین مقدار خود برای مبدأ - مقصد استان هرمزگان به آذربایجان غربی برابر ۶۲۷۹۸۰ ریال است. یعنی هر تن کالایی که به استان آذربایجان غربی از مبدأ چابهار حمل می شود، معادل ۶۲۷۹۸۰ ریال هزینه ها را افزایش می دهد. همچنین حمل کالا از مبدأ نوشهر به استان اردبیل، حداقل هزینه فرصت را دارد. با مروری به این هزینه‌ها، مشاهده می شود که با عملکرد در شرایط بهینه مبالغ قابل توجهی از هزینه های حمل و نقل صرفه جویی می شوند.

ضریب‌های حساسیت مسئله نشان دهنده محدودهای هستند که در آن محدوده، ضریب‌های کرایه حمل کالا برای هر زوج مبدأ - مقصد می توانند تغییر کنند، بدون اینکه در نتایج انتخابهای مبدأ - مقصد‌های حمل کالا در پاسخ بهینه تغییری ایجاد شود. این محدوده برای مقادیر کالای متعلق به زوجهای مبدأ - مقصدی که نباید بین آنها کالا حمل شود، دارای حداقل صفر و حداکثر

5. Winston, W.L. (2003) "Opportunity cost operations research : Applications and Algorithms", Duxbury Press, 4th. edition (July 25).
6. Ding, H., Benyoucef, L., Xie, X., Hans, C. and Scuumacher (2004) "One, a new tool for supply chain network optimization and simulation", in Proceedings of the 2004 winter simulation conference, New Orleans, USA.
۷. سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای (۱۳۸۲)، دفتر فن‌آوری اطلاعات، سازمان راهداری و حمل و نقل جا ده ای.
8. Terlaky, Tam (2004) "Discrete optimization, a primal algorithm for transportation problem", Department of Computing and Software, McMaster University, Hamilton.
9. Daganzo, C. and Smilowitz, K. (2004) "Bounds and approximations for the transportation problem of linear programming and other scalable network problems", Northwestern University Transportation Science, 38-3, pp. 343-356.
10. Hillier, Frederick, S. and Lieberman, Gerald J. (2002) "Introduction to operations research", McGraw-Hill Science Engineering / Math; 7th. edition

پانویس‌ها

- 1- Shadow price
- 2- General models
- 3- Linear programming
- 4- Opportunity cost
- 5- Ethic

بنادر امام خمینی، بندر چابهار و بندرعباس ظرفیت مزاد دارند که ظرفیت های مزاد این بنادر به ترتیب برابر ۲۲/۷۳۳ میلیون تن، ۱/۵۱۳ میلیون تن و ۲۵/۷۰۰ میلیون تن هستند.

برای بندر نوشهر قیمت سایه بیشترین مقدار را داشته و برابر ۱۰۶/۸۴۲ ریال است و این به آن معنی است که در صورت افزایش هر واحد (یک تن) ظرفیت بندر نوشهر به میزان ۱۰۶/۸۴۲ ریال از مقدار تابع هدف کاسته می شود (مجموع هزینه های حمل کالاها در کل کشور کاهش می یابد) و تابع هدف بهبود پیدا می کند. قیمت های سایه بنادر انزلی و نوشهر به ترتیب برابر ۸۸۹۰۲ ریال و ۱۹۲۶۳ ریال هستند و نشان دهنده الویت توسعه ظرفیت بنادر به ترتیب برای بنادر نوشهر، انزلی (بنادر شمالی) و بوشهر هستند که با افزایش ظرفیت دو بندر نوشهر و انزلی برای هر یک به مقدار ۸ میلیون تن و هم چنین توزیع بهینه مقادیر حمل کالا از بنادر به مناطق مصرف سالیانه رقمی در حدود ۲۰۴۷ میلیارد ریال در هزینه های حمل کالاها صرفه جویی خواهد شد.

۱۰. مراجع

1. Hamdy A.Taha. (2002) "Operations research: An introduction (7th Edition)", Prentice Hall.
۲. وب سایت سازمان بنادر و کشتیرانی (www.pso.ir)
3. Ding, H., Benyoucef, L. Xie, X. (2004) "A simulation-based optimization method for production-distribution network design" in Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC2004), The Hague, Netherlands, IEEE (editor).
۴. عزتی، مرتضی (۱۳۷۴) «بررسی و تعیین شرایط تعادلی عرضه و تقاضای حمل و نقل جاده‌ای کالا»، موسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.

Evaluation of the Supply and Demand Equilibrium for Transfer of the Goods From Origin Points Toward Consumption Areas

Sh. Afandizadeh, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

M. Shahnazari, M.S.c Transportation, Department of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

E-mail: zargari@iust.ac.ir

ABSTRACT

One of the main problems in transportation systems of various countries, specially in the recent years has been and will be the transport of imported goods from the entering origins towards the consumption areas. In this paper, by recognising the effective factors influencing the road transport demand in Iran, it has been tried to develop a linear programming model for calculation of the optimum values of transporting the imported goods from the origin points to the consumption centers. In fact, the problem is categorized as a problem of physical distribution of freights from several production sites to the consumption points. After solving this problem, a situation will be created by which the costs of distributing the imported goods is minimised.

Regarding the high share of marine imports (94%) in the country, the southern and northern ports have been assumed as the entrance origins. Also due to the conditions of population, distribution network, geographical situation of the provinces, current provincial roads and the transportation service fares, the provincial capitals have been supposed as the destination or consumption centers. A background of the linear programming method, as well as its' characteristics and assumptions and the method of a LP model construction will be explained and after that, the LP model will be applied to find the optimum values of transporting goods from origins toward destinations, and simultaneously to minimize the total costs of transport. The objective function coefficients for this LP model are the Origin-Destination fares of transportation. For the constraints of the LP model, capacities of the ports and also consumption values of the provinces have been supposed as the right hand sides. They have been extracted from the information provided by The Road Transportation and Terminals Organization, and The Ports and Shipping Organization, which both are governmental administrations working under the Iranian Ministry of Roads and Transportation. At last the problem is being solved and the best quantities of transport of goods between each O-D pair, as well as the amounts of capacity engagement in each origin port, sensitivity indices of the problem, and the shadow pieces for each constraint will be introduced.

Results of this study show that the minimized total cost of this transportation system reaches to 3,156 billion Rials which has been obtained after 34 repeats of the Simplex method. Also it shows that the optimal pattern derives a situation in which not all the consumption centers should be assigned shares from all origins, but the current situation in the country is despite that; In fact, in the current situation, all the provinces are importing goods from all ports, and this is not optimal.

Keywords: Linear programming, freight demand, freight supply, network transportation