«دانش مدیریت»
سال دوازدهم - شماره ۴۴ - بهار ۱۳۷۸
ص ص ۱۴۰ - ۱۲۵

مدل بهینه حمل و نقل فرآورده‌های سوختی (بنزین) از پالایشگاه‌ها و مبادی ورودی کشور به انبارهای شرکت نفت

جواد محمدزاده [۱]

چکیده مقاله

هر ساله برای تأمین تقاضای نقاط مختلف کشور به فرآورده‌های نفتی، حجم عظیمی از این فرآورده‌ها در شبکه حمل و نقل کشور جریان پیدا می‌کند. این تقاضا از طریق تولید پالایشگاه‌های داخلی و یا واردات از خارج کشور برآورده می‌شود. مسأله‌ای که مطرح است چگونگی جریان این فرآورده‌ها در شبکه حمل و نقل داخلی برای تأمین نیازهای نقاط مختلف کشور از مبادی عرضه است.

موضوع این تحقیق به حمل و نقل بنزین مربوط می‌شود که از نوع حمل و نقل مرکب یک کالایی است. از نظر مکانی تحقیق برای تمامی کشور ایران و از نظر زمانی مدل ارائه شده مناسب سیستم حمل و نقل سال ۱۳۷۳ است اما مدل به عنوان پایه‌ای برای طراحی سیستم حمل و نقل بهینه سال‌های آینده خواهد بود. هدف از این تحقیق، تعیین میزان حمل و نقل بنزین از مبادی مختلف ورودی و مراکز تولید داخل کشور به مراکز مختلف مصرف است. با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی می‌خواهیم راه‌کار بهینه را برای میزان حمل بنزین از هر مبداء به هر کدام از مقاصد مشخص کنیم.

با توجه به نتایج به دست آمده از مدل برای سال ۱۳۷۳، خط لوله با حمل ۷۳/۶۵

درصد بنزین، ۳۵/۲ درصد هزینه را داشته و ۲۳/۴۵ درصد بنزین با ۵۶/۴۲ درصد مجموع هزینه از طریق حمل و نقل جاده‌ای حمل شده است. سهم حمل و نقل آبی (کشتی) از حمل بنزین ۲/۹ درصد با هزینه‌ای معادل ۸/۳۸ درصد خواهد بود.

واژه‌های کلیدی

حمل و نقل - برنامه‌ریزی خطی - هزینه‌های توزیع.

مقدمه

به سبب محدودیت منابع قابل دسترس، وجود برنامه‌ریزی صحیح و منطقی برای استفاده بهینه از منابع موجود در راستای برنامه‌ریزی برای پیشرفت هر کشوری ضروری است. اهمیت این موضوع برای کشورهای در حال رشد (از جمله کشورمان) با توجه به مشکلات موجود در تأمین منابع مورد نیاز بسیار روشن است.

«یکی از مهم‌ترین عوامل زیربنایی برای توسعه هر کشوری، وجود شبکه‌ای کارآ و مناسب در آن کشور در جهت رفع نیازهای حمل و نقل آن است. به طور کلی، حمل و نقل به جهت رفع نیازهای مختلف اقتصادی، اجتماعی، نظامی، استراتژیکی، دسترسی و ... صورت می‌گیرد. در صورت عدم وجود شبکه‌ای متناسب برای رفع نیازها، این فعالیت‌ها دچار اختلال و وقفه خواهد شد و این امر باعث صرف هزینه‌های زیاد می‌شود». [۴]

هدف از طراحی مدل بهینه، اتخاذ تصمیمات استراتژیک، یعنی تعیین جریان انتقال کالاها از نقاط تولید به نقاط مصرف با توجه به محدودیت‌های موجود است که در کل برای تمام کالاها و تمام فاصله‌های زمانی، کمترین هزینه را داشته باشد. این کالاها معمولاً از هر کدام از مبادی به هرکدام از مقاصد می‌توانند حمل شوند و هزینه حمل هر واحد از کالا بستگی دارد که از کدام منبع به کدام مقصد حمل شده است. بنابراین منظور از حل مسائل حمل و نقل این است که می‌خواهیم بدانیم چند واحد کالا از هر کدام از منابع (پالایشگاه‌ها و بندرهای ورودی) به هر کدام از مقاصد باید حمل شود.

هدف از این تحقیق، تعیین میزان حمل و نقل بنزین از مبادی مختلف ورودی و مراکز

راه‌کار بهینه را برای میزان حمل بنزین از هر مبداء تولید یا ورود به هرکدام از مراکز مصرف مشخص کنیم. بدیهی است تابع هدف کمینه کردن هزینه حمل و نقل به شرط تأمین تقاضای تمامی مقاصد از طریق مبادی مختلف است. با انجام دادن برنامه‌ریزی حمل و نقل از مبادی به نزدیک‌ترین مقاصد و همچنین حمل مستقیم از مبادی به شهرهایی که مسیر بهینه - کوتاه‌ترین و کم هزینه‌ترین مسیر - را طی کنند، باعث جلوگیری از هزینه‌های حمل مجدد، حمل دوباره و ... خواهد شد.

فرموله‌کردن مسأله و بیان ریاضی تابع هدف و محدودیت‌ها

مدل کلی حمل و نقل به توزیع کالایی از مجموعه‌ای از مراکز عرضه که مبداء خوانده می‌شوند به مجموعه‌ای از مراکز دریافت (j) که مقصد نامیده می‌شوند، مربوط می‌گردد. با این هدف که هزینه‌های توزیع (Cij) را به حداقل برساند.[۸]

مسأله را می‌توان به صورت زیر فرموله کرد.[۷]

کل هزینه حمل و نقل	Z
مقدار محصول حمل شده از مبداء i به مقصد j	X_{ij}
هزینه حمل هر واحد محصول از مبداء i به مقصد j	C_{ij}
مقدار عرضه مبداء i (در واحد زمان)	S_i
مقدار تقاضای مقصد j (در واحد زمان)	d_j

با این فرضیات، مدل مسأله به صورت زیر فرموله می‌شود:

فرمول مدل کلی مسأله حمل و نقل

تابع هدف

$$\text{minimize } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} \; X_{ij}$$

Subject to:

محدودیت عرضه

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = S_i,\ i = ۱, ۲, \ldots, m$$

$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = d_j,\ j = ۱, ۲, \ldots, n$ محدودیت تقاضا

$X_{ij} \geq ۰$ محدودیت متغیرهای غیرمنفی بودن (به ازای تمام iها و jها)

همانطور که از تابع هدف پیداست، هدف از آن حداقل کردن هزینه‌های حمل و نقل ناشی از فرستادن بنزین از ۱۰ مبداء به ۷۸ مقصد با ۲۷ نقطه واسط است. برای رسیدن به چنین هدفی با محدودیت‌های عرضه و تقاضا و نامنفی بودن مقدار بنزین قابل حمل، روبرو هستیم.

طراحی مدل

برای ساختن و طراحی مدل از مسأله تحقیق، لازم است خود مسأله به صورت روشن بیان شود تا متغیرها و عوامل آن شناسایی شود. لذا در اینجا ابتدا به بیان مسأله می‌پردازیم.

کل مسأله به این صورت است که بنزین از ۱۰ نقطه عرضه (پالایشگاه و بندر ورودی) به ۷۸ نقطه تقاضا (انبارهای بنزین) فرستاده می‌شود. همه نقاط عرضه خود تقاضا کننده بنزین نیز هست. در طراحی مدل ابتدا تقاضای هر نقطه از عرضه آن برآورده می‌شود و باقیمانده به سایر نقاط فرستاده می‌شود. از بین نقاط عرضه و نقاط تقاضا، نقاطی که در مسیر خطوط لوله قرار گرفته و یا در کنار دریاست به علت کم بودن هزینه حمل توسط خط لوله و کشتی، حمل توسط این وسایل در اولویت است. ۶ نقطه عرضه و ۲۱ نقطه تقاضا چنین وضعیتی دارد و در این تحقیق به عنوان نقطه انتقالی میانی در نظر گرفته شده‌اند. به این ترتیب ۴ نقطه عرضه، ۲۷ نقطه واسط و ۵۱ نقطه تقاضا باقی می‌ماند. از ۵۱ نقطه تقاضا، تقاضای ۳ نقطه توسط عرضه همان نقاط تأمین می‌شود که مدل با ۴ نقطه عرضه، ۲۷ نقطه واسط و ۴۸ نقطه تقاضا طراحی شده است. در زیر هر کدام از نقاط عرضه، واسط و نقاط تقاضا آورده شده است.

الف - مبادی عرضه کننده بنزین

همانطور که گفته شد، ۶ نقطه عرضه به علت قرار گرفتن در مسیر خط لوله و یا بندر بودن

آن نقطه به عنوان نقاط واسط در نظر گرفته شده است . ۴ نقطه باقیمانده که در مدل به عنوان مبداء هستند به شرح جدول شماره ۱ است.

جدول شماره ۱ - مبادی عرضه کننده بنزین در مدل طراحی شده

نام مبداء	کد مبداء
تبریز	S1
شیراز	S2
کرمانشاه	S3
لاوان	S4

ب - نقاط انتقالی میانی (نقاط واسط)

در این تحقیق ۶ نقطه عرضه و ۲۱ نقطه تقاضا، وضعیت نقاط واسط را داراست که به عنوان نقاط واسط آورده شده است که به شرح جدول شماره ۲ است.

جدول شماره ۲ - نقاط انتقالی میانی در مدل طراحی شده

نام نقطه واسط	کد	نام	کد	نام	کد	نام	کد	نام	کد
تهران	T_1	ماهشهر	T_7	گرگان	T_{13}	قم	T_{19}	اندیمشک	T_{25}
اصفهان	T_2	کرمان	T_8	گنبد	T_{14}	قائمشهر	T_{20}	خرم‌آباد	T_{26}
آبادان	T_3	یزد	T_9	سبزوار	T_{15}	ساری	T_{21}	کرج	T_{27}
اراک	T_4	ناثین	T_{10}	نیشابور	T_{16}	اهواز	T_{22}		
بندرعباس	T_5	سمنان	T_{11}	مشهد	T_{17}	قزوین	T_{23}		
بوشهر	T_6	شاهرود	T_{12}	تربت‌حیدریه	T_{18}	رشت	T_{24}		

ج - مقاصد تقاضاکننده بنزین

سایر نقاط که تنها دریافت کننده بنزین، و به عنوان مقصد در نظر گرفته شده‌اند به شرح جدول شماره ۳ است.

جدول شماره ۳- مقاصد تقاضاکننده بنزین در مدل طراحی شده

نام مقصد	کد مقصد	نام مقصد	کد مقصد	نام مقصد	کد مقصد	نام مقصد	کد مقصد
شیراز	D_1	زاهدان	D_{13}	آباده	D_{25}	آوج	D_{37}
شهرکرد	D_2	بروجرد	D_{14}	قشم	D_{26}	مسجدسلیمان	D_{38}
زنجان	D_3	خارک	D_{15}	لار	D_{27}	بانه	D_{39}
میانه	D_4	یاسوج	D_{16}	چالوس	D_{28}	شوشتر	D_{40}
میاندوآب	D_5	بیرجند	D_{17}	اردبیل	D_{29}	شهرضا	D_{41}
ارومیه	D_6	مراغه	D_{18}	بهبهان	D_{30}	نجف‌آباد	D_{42}
ازنا	D_7	ملایر	D_{19}	خلخال	D_{31}	گلپایگان	D_{43}
همدان	D_8	خاش	D_{20}	قوچان	D_{32}	سراب	D_{44}
بجنورد	D_9	زابل	D_{21}	بیجار	D_{33}	پارس‌آباد	D_{45}
خوی	D_{10}	بندرلنگه	D_{22}	سقز	D_{34}	مشکین‌شهر	D_{46}
سنندج	D_{11}	کیش	D_{23}	چابهار	D_{35}	رامهرمز	D_{47}
کاشان	D_{12}	ایلام	D_{24}	ایرانشهر	D_{36}	بستان‌آباد	D_{48}

تعریف متغیرهای تصمیم

متغیرهای تصمیم در این مدل با X_{ij} به نمایش گذارده شده که نشاندهنده میزان کالای

مدل، مجموعاً شامل ۴ گره مبداء، ۲۷ گره به عنوان نقاط واسط و ۴۸ گره مقصد است. این مدل یک مسأله برنامه‌ریزی خطی با ۲۳۲۵ متغیر تصمیم است؛ یعنی به ازای هر شاخه (مسیر) یک متغیر تصمیم وجود دارد. در این مدل از هر مبداء به تمامی نقاط واسط و مقاصد، هر کدام یک شاخه (مسیر) وجود دارد [(۴۸ + ۲۷) × ۴] و از هر نقطه واسط به تمامی نقاط واسط و مقاصد هر کدام یک شاخه (مسیر) وجود دارد [(۴۸ + ۲۷) × ۲۷] که جمع این دو حاصلضرب تعداد مسیرها و به عبارت دیگر تعداد متغیرهای تصمیم را نشان می‌دهد.

عرضه مبادی

مدل با توجه به اطلاعات سال ۱۳۷۳ حل شده و برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ پیش‌بینی شده است. میزان عرضه مبادی برای سال ۱۳۷۳ و پیش‌بینی سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ به صورت جدول شماره ۴ است.

جدول شماره ۴ - میزان عرضه مبادی در سال‌های ۱۳۷۳ و پیش‌بینی ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ - ارقام: میلیون لیتر

مبداء	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵
تبریز	۹۸۶	۱۰۰۱	۱۰۵۷
شیراز	۴۷۵	۵۰۵	۵۳۴
کرمانشاه	۲۵۶	۲۷۲	۲۸۳
لاوان	۳۹۲	۵۹۹	۷۲۰

عرضه و تقاضای نقاط واسط

عرضه نقاط واسط، میزان بنزینی است که توسط هر نقطه واسط تولید می‌شود و تقاضای نقاط واسط، میزان بنزینی است که برای مصرف آن شهر مورد نیاز است و اختلاف عرضه و تقاضا، بیانگر مقدار بنزینی است که لازم است به آن گره حمل شود یا از آن گره به سایر گره‌ها

جدول شماره ۵- میزان عرضه و تقاضای نقاط واسط برای سال‌های ۱۳۷۳ و پیش‌بینی ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵

نقطه واسط	۱۳۷۳			۱۳۷۴			۱۳۷۵		
	میزان عرضه	تقاضا	اختلاف	عرضه	تقاضا	اختلاف	عرضه	تقاضا	اختلاف
تهران	۲۰۰۸	۲۴۷۵	-۴۶۷	۲۰۰۳	۲۶۷۶	-۶۷۳	۲۰۲۸	۲۷۸۹	-۷۶۱
اصفهان	۲۳۷۳	۶۷۹	۱۶۹۴	۲۴۰۸	۶۹۷	۱۷۱۱	۲۲۷۷	۷۴۰	۱۵۳۷
آبادان	۲۹۲۰	۵۸	۲۸۶۲	۳۰۴۱	۶۴	۲۹۷۷	۳۳۹۳	۶۹	۳۳۲۴
اراک	۱۰۹۵	۱۳۱	۹۶۴	۱۱۹۸	۱۴۳	۱۰۵۵	۱۴۸۱	۱۵۳	۱۳۲۸
بندرعباس	۵۱۰	۲۴۶	۲۶۴	۱۰۵۲	۲۵۳	۷۹۹	۱۵۳۷	۲۷۲	۱۲۶۵
بوشهر	۱۷۱	۱۱۵	۵۶	۳۵۱	۱۱۲	۲۳۹		۱۱۴	-۱۱۴
ماهشهر	۰	۴۹	-۴۹	۰	۵۷	-۵۷	۰	۵۶	-۵۶
کرمان	۰	۴۳۳	-۴۳۳	۰	۴۶۴	-۴۶۴	۰	۴۹۹	-۴۹۹
یزد	۰	۲۰۴	-۲۰۴	۰	۲۲۳	-۲۲۳	۰	۲۳۵	-۲۳۵
نائین	۰	۲۷	-۲۷	۰	۲۷	-۲۷	۰	۲۹	-۲۹
سمنان	۰	۶۶	-۶۶	۰	۷۳	-۷۳	۰	۷۹	-۷۹
شاهرود	۰	۶۳	-۶۳	۰	۷۰	-۷۰	۰	۷۶	-۷۶
گرگان	۰	۱۱۴	-۱۱۴	۰	۱۱۹	-۱۱۹	۰	۱۲۶	-۱۲۶

ادامه جدول شماره ۵- میزان عرضه و تقاضای نقاط واسط برای سال‌های ۱۳۷۳ و پیش‌بینی ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵

نقطه واسط	۱۳۷۳			۱۳۷۴			۱۳۷۵		
	میزان عرضه	تقاضا	اختلاف	عرضه	تقاضا	اختلاف	عرضه	تقاضا	اختلاف
گنبد	۰	۷۷	-۷۷	۰	۸۰	-۸۰	۰	۸۵	-۸۵
سبزوار	۰	۵۳	-۵۳	۰	۵۷	-۵۷	۰	۶۱	-۶۱
نیشابور	۰	۴۳	-۴۳	۰	۴۷	-۴۷	۰	۵۰	-۵۰
مشهد	۰	۵۴۰	-۵۴۰	۰	۵۸۲	-۵۸۲	۰	۶۲۵	-۶۲۵
تربت‌حیدریه	۰	۱۵۴	-۱۵۴	۰	۱۷۵	-۱۷۵	۰	۱۹۰	-۱۹۰
قم	۰	۲۶۴	-۲۶۴	۰	۲۸۴	-۲۸۴	۰	۳۰۴	-۳۰۴
قائمشهر	۰	۲۵۵	-۲۵۵	۰	۲۶۳	-۲۶۳	۰	۲۷۹	-۲۷۹
ساری	۰	۱۳۶	-۱۳۶	۰	۱۵۳	-۱۵۳	۰	۱۶۰	-۱۶۰
اهواز	۰	۳۲۸	-۳۲۸	۰	۳۵۶	-۳۵۶	۰	۳۸۱	-۳۸۱
قزوین	۰	۱۹۴	-۱۹۴	۰	۲۰۶	-۲۰۶	۰	۲۱۹	-۲۱۹
رشت	۰	۴۳۹	-۴۳۹	۰	۴۷۷	-۴۷۷	۰	۵۰۸	-۵۰۸
اندیمشک	۰	۱۰۶	-۱۰۶	۰	۱۱۵	-۱۱۵	۰	۱۲۱	-۱۲۱
خرم‌آباد	۰	۸۲	-۸۲	۰	۸۸	-۸۸	۰	۹۵	-۹۵
کرج	۰	۳۳۳	-۳۳۳	۰	۳۱۳	-۳۱۳	۰	۴۰۳	-۴۰۳

میزان عرضه و تقاضای نقاط واسط و اختلاف آنها برای سال ۱۳۷۳ و پیش‌بینی سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ در جدول شماره ۵ آورده شده است.

تقاضای مقاصد

همانطور که در قسمت‌های قبل اشاره شد مدل براساس اطلاعات سال ۱۳۷۳ طراحی وحل شده و برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ پیش‌بینی شده است. میزان تقاضای مقاصد برای سال ۱۳۷۳ و سال‌های پیش‌بینی به شرح جدول شماره ۶ است.

جدول شماره ٦- میزان تقاضای مقاصد برای سال‌های ۱۳۷۳ و پیش‌بینی ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ - ارقام: میلیون لیتر

مقاصد	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	مقاصد	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵
شیراز	۶۶۰	۷۰۳	۷۵۸	بجنورد	۴۷	۵۰	۵۴
شهرکرد	۹۰	۹۸	۱۰۵	خوی	۸۹	۹۴	۱۰۲
زنجان	۹۳	۹۴	۱۰۲	سنندج	۹۲	۱۰۴	۱۱۲
میانه	۲۸	۳۰	۳۲	کاشان	۵۹	۸۹	۸۹
میاندوآب	۸۱	۱۰۲	۱۰۸	زاهدان	۱۲۶	۱۳۵	۱۵۰
ارومیه	۱۷۲	۱۷۵	۱۸۸	بروجرد	۳۷	۴۰	۴۳
ازنا	۲۸	۳۱	۳۳	خارک	۲	۲	۲
همدان	۱۴۳	۱۵۴	۱۶۷	یاسوج	۲۳	۳۲	۳۹
بیرجند	۵۶	۶۴	۶۸	چالوس	۱۴۳	۱۵۵	۱۶۶
مراغه	۵۱	۵۵	۵۹	اردبیل	۸۹	۹۷	۱۰۶
ملایر	۴۷	۵۲	۵۶	بهبهان	۴۷	۵۱	۵۴
خاش	۵۲	۵۹	۶۵	خلخال	۷	۸	۹
زابل	۵۴	۵۸	۶۵	قوچان	۳۹	۴۲	۴۵
بندرلنگه	۲۶	۲۷	۲۹	بیجار	۱۱	۱۲	۱۳
کیش	۴	۴	۴	سقز	۱۹	۲۲	۲۴
ایلام	۳۸	۴۰	۴۳	چابهار	۴۷	۵۴	۵۹
آباده	۴۹	۴۷	۵۱	ایرانشهر	۴۴	۵۰	۵۵
قشم	۲۵	۳۵	۳۸	آوج	۴	۵	۵
لار	۴۵	۵۲	۵۵	مسجدسلیمان	۲۲	۲۳	۲۴
سراب	۸	۹	۱۰	بانه	۹	۱۱	۱۲
پارس‌آباد	۲۷	۳۰	۳۳	شوشتر	۳۰	۳۲	۳۴

محدودیت‌های مدل

در مدل شبکه به تعداد گره‌های شبکه محدودیت‌هایی به صورت تساوی وجود دارد. محدودیت مبادی، میانگین کل جریانی است که از این گره‌ها فرستاده می‌شود. محدودیت نقاط واسط بیانگر اختلاف جریان ارسال شده از گره و جریان دریافت شده و تقاضا شده به وسیله این گره‌هاست. محدودیت مقاصد نیز بیانگر کل جریانی است که این گره‌ها دریافت می‌کنند. در این محدودیت‌ها اعداد مثبت سمت راست متناظر با هر گره فرستاده شده جریان آن از گره و اعداد منفی سمت راست متناظر با هر گره، میزان دریافت هر گره را بیان می‌کند. اعداد سمت راست صفر متناظر با هر گره، به این معنی است که این گره، دریافت و ارسال ندارد.

در این مدل ۴ محدودیت مبداء، ۲۷ محدودیت نقاط واسط و ۴۸ محدودیت مقصد وجود دارد.

هزینه حمل بنزین

در این تحقیق هزینه حمل به صورت قیمت تمام شده حمل هر تن بنزین در هر کیلومتر برای سه وسیله حمل یعنی کامیون (تانکر)، کشتی و خط لوله در سال ۱۳۷۳ از شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی به دست آمده که هزینه حمل برای کامیون ۲۱ ریال، کشتی ۱۷ ریال و خط لوله ۲ ریال برای هر تن در کیلومتر است.

پس از دریافت این نرخ‌ها از شرکت ملی پخش، برای محاسبه هزینه حمل هر تن بنزین بین هر مبداء و مقصد، نرخ‌های مذکور در مسافت بین مبادی و مقاصد ضرب شده و هزینه‌های آن محاسبه شده است.

دوره زمانی مدل

با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده، مدل به منظور بهینه کردن حمل بنزین در دوره‌های سالانه تهیه شده است.

حل مدل پیشنهادی

به طور کلی مدل‌های ریاضی که به حداکثر یا به حداقل رساندن یک تابع چند متغیره را شامل می‌گردد به نام مدل‌های بهینه خوانده می‌شود. نوع خاصی از این مدل‌ها که روابط خطی بین متغیرها را دارد به نام برنامه‌ریزی خطی خوانده می‌شود که نوعاً به مسائل تخصیص منابع محدود، بین فعالیت‌های رقیب در جهت یافتن بهترین راه حل ممکن (بهینه) مربوط می‌شود؛ به گونه‌ای که هدف تصمیم را بر حسب مورد به حداقل و یا حداکثر برساند، به عبارت دیگر، چنانچه انجام دادن پاره‌ای از فعالیت‌ها منوط به بهره‌گیری از منابع محدودی باشد که مورد نیاز آنهاست، مسأله تخصیص منابع و در نتیجه تعیین حجم فعالیت‌ها مطرح خواهد بود.

با توجه به کاربرد وسیع برنامه‌ریزی خطی، دسته‌ای از این مسائل وجود دارند که دارای ساختمان و ترکیب خاص خود هستند. ساختمان خاص این مسائل موجب تسهیل در حل آنها، و به توسعه روش‌های ویژه منجر شده است. در نتیجه می‌توان از ساختار ریاضی خاص آنها به منظور ایجاد صورت ساده و کارآتری از روش عمومی سیمپلکس استفاده کرد و میزان محاسبات لازم را به گونه‌ای چشمگیر کاهش داد. شاید بتوان گفت که مسأله حمل و نقل مهمترین نوع خاص مسائل برنامه‌ریزی خطی است که شامل توزیع یک کالا از یک سری نقاط به نام مبداء به برخی از نقاط به نام مقصد است. یکی از شرایط اصلی مسأله حمل و نقل این است که مسیر توزیع کالا از مبداء i به مقصد j از قبل کاملاً معین است. اما می‌توان گاهی کالا را به صورت غیرمستقیم بین مبداءها و مقصدها حمل کرد که در این مواقع بهترین مسیر انتقال مشخص نیست. در این حالت ممکن است حمل و نقل از طریق نقاط انتقالی میانی که می‌توانند سایر مبداءها و یا مقصدها باشند انجام گیرد تا هزینه کل حمل و نقل حداقل شود. این حالت جامعتر مسأله حمل و نقل که در آن تعیین مسیر بهینه حمل و نقل مدنظر است به عنوان مسأله حمل و نقل مرکب شناخته می‌شود.

پس از تعیین هدف، نرخ هزینه‌ها و میزان عرضه و تقاضا برای حل مسأله اطلاعات مربوط به عرضه مبادی و نیاز مقاصد و هزینه حمل یک تن بنزین از هر مبداء به تمام مقاصد به نرم‌افزار QSB داده شده است.

از هر کدام از مبادی به هر کدام از مقاصد برای سال ۱۳۷۳ است استخراج شد.

تفسیر نتایج تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که از ۱۱۸۶۸ میلیون لیتر بنزین حمل شده بین مبادی و مقاصد در سال ۱۳۷۳، مقدار ۲۷۸۳ میلیون لیتر از طریق حمل و نقل جاده‌ای و به وسیله تانکر، حمل شده است. سهم حمل و نقل دریایی (کشتی) از این حمل و نقل ۳۴۴ میلیون لیتر بنزین بوده است. خط لوله با حمل ۸۷۴۱ میلیون لیتر، بیشترین مقدار از بنزین مصرفی در سال ۱۳۷۳ را توزیع کرده است. هزینه حمل بنزین توزیع شده به وسیله تانکر در سال ۱۳۷۳ معادل ۱۴٫۴۳۱٫۶۲۰٫۰۰۰ ریال است که بیشترین مقدار هزینه حمل را داراست. حمل و نقل دریایی هزینه‌ای معادل ۲٫۱۴۴٫۲۶۱٫۰۰۰ ریال داشته است و خط لوله ۹٫۰۰۴٫۲۰۶٫۰۰۰ ریال هزینه دربرداشته است.

چنانکه ملاحظه می‌شود خط لوله با حمل ۵۹۵۸ میلیون لیتر بنزین بیشتر از تانکر، هزینه‌ای معادل ۵٫۴۲۷٫۴۱۴٫۰۰۰ ریال نیز کمتر از حمل توسط جاده (تانکر) داشته است.

با مقایسه مقدار بنزین حمل شده توسط هر وسیله و هزینه پرداخت شده برای هر وسیله مشخص می‌شود که خط لوله با حمل ۷۳/۶۵ درصد کل مقدار بنزین حمل شده، هزینه‌ای معادل ۳۵/۲ درصد کل هزینه پرداخت شده بابت حمل بنزین را به خود اختصاص داده است. حمل و نقل جاده‌ای (تانکر) با حمل ۲۳/۴۵ درصد بنزین حمل شده، دارای هزینه‌ای معادل ۵۶/۴۲ درصد کل هزینه‌ها، و کشتی با حمل ۲/۹ درصد کل بنزین حمل شده ۸/۳۸ درصد کل هزینه پرداخت شده بابت حمل بنزین را داشته است.

مقدار بنزین حمل شده توسط هر وسیله، هزینه حمل هر وسیله و درصد هر کدام برای سال ۱۳۷۳ به شرح جدول شماره ۷ است.

جدول شماره ۷ - مقدار بنزین حمل شده و هزینه حمل توسط هر وسیله و درصد هر کدام در سال ۱۳۷۳

وسیله	مقدار (میلیون لیتر)	درصد	هزینه (هزارریال)	درصد
تانکر	۲۷۸۳	٪۲۳/۴۵	۱۴۴۳۱۶۲۰	٪۵۶/۴۲
کشتی	۳۴۴	٪۲/۹	۲۱۴۴۲۶۱	٪۸/۳۸
خط لوله	۸۷۴۱	٪۷۳/۶۵	۹۰۰۴۲۰۶	٪۳۵/۲
جمع	۱۱۸۶۸	٪۱۰۰	۲۵۵۸۰۰۸۷	٪۱۰۰

مدل طراحی شده با توجه به اطلاعات پیش‌بینی شده سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ نیز حل شد که خلاصه اطلاعات به شرح جدول شماره ۸ است:

جدول شماره ۸- مقدار بنزین حمل شده و هزینه حمل توسط هر وسیله و درصد هر کدام در سال ۱۳۷۴

وسیله	مقدار (میلیون لیتر)	درصد	هزینه (هزارریال)	درصد
تانکر	۲۶۷۵	٪۲۱/۲	۱۳۷۴۴۸۱۵	٪۵۳/۳۸
کشتی	۳۶۴	٪۲/۸۹	۲۲۸۴۱۳۷	٪۸/۸۷
خط لوله	۹۵۷۶	٪۷۵/۹۱	۹۷۱۸۳۱۲	٪۳۷/۷۵
جمع	۱۲۶۱۵	٪۱۰۰	۲۵۷۴۷۲۶۴	٪۱۰۰

با توجه به اطلاعات به دست آمده از حل مدل برای سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ اهمیت هر کدام از وسایل حمل و نقل مشخص می‌شود.

همانطور که از نتایج مشخص است، خط لوله با داشتن بیشترین سهم در حمل و نقل بنزین دارای کمترین مقدار هزینه است. این مسأله اهمیت حمل و آن دهای نفت توسط خط

لوله را می‌رساند. مشکل استفاده از خط لوله، بالا بودن سرمایه‌گذاری اولیه برای ایجاد خط لوله است ولی با صرفه‌جویی که در حمل فرآورده‌های نفتی دارد، خیلی زود هزینه‌های اولیه را جبران می‌کند.

جدول شماره ۹- مقدار بنزین و هزینه حمل هر وسیله همراه با درصد هر کدام برای سال ۱۳۷۵

وسیله	مقدار (میلیون لیتر)	درصد	هزینه (هزارریال)	درصد
تانکر	۲۸۶۱	٪۲۰/۸۲	۱۵۲۷۱۶۴۱	٪۵۳/۷۲
کشتی	۳۶۸	٪۲/۶۸	۲۲۵۹۲۸۳	٪۷/۹۵
خط لوله	۱۰۵۱۶	٪۷۶/۵	۱۰۸۹۵۱۸۶	٪۳۸/۳۳
جمع	۱۳۷۴۵	٪۱۰۰	۲۸۴۲۶۱۱۰	٪۱۰۰

حمل فرآورده‌های نفتی با تانکر و کشتی مشکلاتی دارد که اهمیت خط لوله را بیشتر می‌کند. این وسایل حمل و نقل تنها می‌توانند از یک طرف بار داشته باشند، یعنی پس از رساندن فرآورده به محل مصرف، باید به پالایشگاه یا انبار مبداء خالی باز گردند. همچنین حمل فرآورده‌های آتش‌زا توسط این وسایل از احتمال خطر بسیاری برخوردار است. بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی از ضروریات زندگی مردم بویژه در فصل سرماست و باید تحت هر شرایطی این فرآورده‌ها به مقصد حمل شود. لذا در روزهای سرد و سخت زمستان، فعالیت حمل شدید می‌شود و حمل این فرآورده‌ها توسط تانکر خیلی مشکل است. نفت و فرآورده‌های آن بزرگترین منبع نیرو در حال و آینده جهان است و به دلیل برنامه‌های صنعتی و نیز افزایش جمعیت بویژه در مناطق شهری، احتمال افزایش تقاضا برای فرآورده‌های نفتی زیادتر است. پا به پای بهبود وضع مردم، تعداد اتومبیل‌ها و کارخانه‌ها بیشتر می‌شود و در نتیجه تقاضا برای نفت و فرآورده‌های آن، که هنوز هم سوخت عمده وسائل حمل و نقل است، افزایش می‌یابد.

علاوه بر بنزین، سایر فرآورده‌ها مانند گازوئیل، نفت سفید، نفت خام و ... را نیز می‌توان از

طریق خط لوله حمل کرد. با توجه به این موارد و سایر دلایل به نظر می‌رسد که شرکت نفت باید به سرمایه‌گذاری روی ایجاد خطوط لوله در حمل فرآورده‌های نفتی، توجه بیشتری داشته باشد.

منابع و مآخذ

۱- بدیعی، ربیع، **جغرافیای مفصل ایران**، جلد سوم، چاپ اول، نشر اقبال، ۱۳۶۲، صفحه ۵۱۱-۵۱۰.

۲- سازمان برنامه و بودجه، **فصلنامه آماری کشور ۱۳۷۱**، چاپ مرکز آمار ایران، دی ماه ۱۳۷۲.

۳- سازمان برنامه و بودجه، **ماهنامه استان‌های کشور**، سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۶۹.

۴- سازمان برنامه و بودجه، **طرح مطالعه جامع حمل و نقل کشور**، «میزان تولید، مصرف، مازاد و کسری ۴۲ کالای منتخب در مناطق ۵۴ گانه حمل و نقل کشور، گزارش شماره ۱۹، ویرایش اول، تهران، اسفند ۱۳۶۷، صفحه ۲۱.

۵- سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، **اطلس راه‌های ایران**، چاپ ششم، ۱۳۶۹.

۶- شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، **آشنایی با شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران**، انتشارات روابط عمومی شرکت ملی پخش، بهار ۱۳۶۸، صفحه ۱۴.

۷- فردریک س - هیلیر، جرالد ج - لیبرمن، **تحقیق در عملیات**، جلد اول، ترجمه محمد مدرس و اردوان آصف وزیری، چاپ پنجم، چاپ آفتاب، ۱۳۷۱، صفحه ۱۸۸.

8- Morlok. E. K., **An Introduction to Transportation Engineering and Planning,** McGrow-Hill, New York, 1982.-

9- Yih - Long Clang. Roberts. S Iinan., **Quant Systems,** Prentiee - Hall - Inc: 1989. PP. 81-102.