

# معرفی پایان نامه: کاربرد برنامه ریزی خطی - مدل

## حمل و نقل - در بهینه سازی سیستم حمل و نقل شکر ایران

استاد راهنما: دکتر محمد مدرس یزدی

نگارش: حسن علی آقاجانی

### مقدمه

بخش حمل و نقل از جمله بخشهای زیربنایی اقتصاد هر کشور است که فعالیتهای آن نه تنها فرآیند توسعه اقتصادی یک کشور را تحت تأثیر قرار می دهد بلکه خود نیز در جریان توسعه اقتصادی یک جامعه تغییر و تحولات کمی و کیفی فراوانی را تجربه می کند. اما تأثیر این بخش بر فرآیند توسعه اقتصادی قطعاً بیش از تأثیر آن از توسعه اقتصادی است. از این رو شرایط و موقعیت این بخش، یکی از شاخصهای مهم سطح توسعه یافتگی، و از جمله عوامل تعیین کننده روند تحولات آن محسوب می شود. به عبارتی حمل و نقل را پایه های پلی دانسته اند که انقلاب صنعتی بر روی آن استوار است.

باز شدن بازارهای تازه برای کالاهای تولیدی یک جامعه و یا فراهم آمدن بازارهای جدید تأمین مواد اولیه و وابسته می تواند شدیداً بر جریان رشد اقتصادی یک منطقه مؤثر باشد، که از جمله عوامل لازم برای این کار، داشتن و توجه کردن به شبکه های ارتباطی حمل و نقل می باشد.

گسترده گری منحصر به فرد فعالیتهای گوناگونی که در این بخش انجام می گیرد، سرمایه بری نسبتاً بالای این فعالیتها در مقایسه با سایر فعالیتهای زیربنایی و تحولات سریع تکنولوژیکی در آن، پیوند و ارتباط بخش حمل و نقل را با فرآیند توسعه اقتصادی - اجتماعی، آنچنان حساس و پیچیده می سازد، که اصولاً توجه مستمر به روند فعالیتهای و تدوین اهداف، برنامه ها و اجرای سیاستهای مناسب و هماهنگ با فرآیند توسعه ملی و زیربخشهای

حمل و نقل را امری اجتناب ناپذیر می سازد.

به موجب گزارش کارشناسان و حسابداران صنعتی، تقریباً نیمی از قیمت تمام شده کالاها مربوط به هزینه های حمل و نقل می باشد، که به طور کلی شامل حمل مواد به کارخانه، ارسال کالای ساخته شده به انبار، و نهایتاً عرضه به بازار تا رسیدن به دست مصرف کننده می باشد. ۵۰ درصد این گونه هزینه ها، مربوط به هزینه های حمل و نقل داخل کارخانه و ۵۰ درصد مابقی مربوط به ارسال کالای ساخته شده به بازار مصرف می باشد.

هدف تحقیق حاضر تعیین چگونگی استفاده بهینه از وسایط حمل و نقل موجود شرکت سهامی قند و شکر کشور می باشد. سازمان قند و شکر هر ساله جهت تأمین شکر مورد نیاز جامعه اقدام به خرید شکر از کارخانجات تولید کننده داخل و یا کشورهای خارج می نماید و جهت حمل شکر از مبادی به مقاصد کشور از سه نوع وسایط نقلیه استفاده می نماید که عبارتند از: وسایط نقلیه در تملک سازمان، راه آهن جمهوری اسلامی ایران و پیمانکاران بخش خصوصی. در این تحقیق به منظور تعیین حمل و نقلهای ضروری و تشخیص حرکتها پرت و زاید، اقدام به جمع آوری اطلاعات مبدأ - مقصد مربوط به عرضه و تقاضای شکر در سطح ایران شد. آنگاه با استفاده از تکنیک برنامه ریزی خطی شبکه حمل و نقل بهینه شکر طراحی و پیشنهاد شد. واضح ترین عوارض نامطلوب عدم استفاده از شبکه بهینه حمل و نقل می تواند حمل و نقل مجدد، حمل و نقل مضاعف و بالطبع هزینه های اضافی و جانبی حمل و نقل باشد.

## آشنایی با سازمان قند و شکر

با توجه به اینکه شکر یکی از مهمترین مواد غذایی مورد نیاز بدن انسان است که ایجاد حرارت و انرژی می‌کند و نیز قیمت بسیار ارزان آن در مقایسه با مقدار کالری که ایجاد می‌کند، این کالا را به عنوان منبع اساسی تأمین انرژی جوامع فقیر مبدل ساخته است. اگر مقدار پولی را که برای خرید آن میزان از مواد غذایی معمول که یکهزار کالری در بدن ایجاد می‌کند را مورد مقایسه قرار دهیم، پولی که برای خرید یک هزار کالری از شکر پرداخت می‌شود به مراتب کمتر از مقدار پولی است که برای خرید یک هزار کالری از عسل، کره، گوشت، تخم مرغ و نان پرداخت می‌شود. این تفاوت آن چنان زیاد است که به طور یقین سالهای سال هیچیک از مواد غذایی فوق قدرت رقابت با شکر را نخواهند داشت و شکر همچنان ارزاترین محصول غذایی در جهان باقی خواهد ماند.

به استناد اساسنامه، وظیفه سازمان قند و شکر، تأمین، توزیع و تنظیم بازار قند و شکر کشور و سایر عملیات مربوط به آن می‌باشد. تأمین قند و شکر از طریق خرید قند و شکر از کارخانجات تولیدی داخل کشور و خرید شکر از کشورهای دیگر انجام می‌گیرد. توزیع قند و شکر از طریق اجرای سیاستهای سهمیه‌بندی انجام گرفته و تنظیم بازار قند و شکر، عمدتاً از طریق سیاستهای مختلف قیمت‌گذاری برای سهمیه‌های مختلف انجام می‌پذیرد.

دولت به منظور رعایت حال مصرف‌کنندگان و تثبیت قیمت برای مردم مستضعف و عادلانه‌تر ساختن توزیع شکر، از آبان ماه سال ۱۳۵۹ اقدام به سهمیه‌بندی قند و شکر کرد و بر اساس مصوبات شورای اقتصاد، قند و شکر با قیمت ثابت همراه با سوبسید در سراسر کشور در اختیار مصرف‌کنندگان گذارده شد و به این ترتیب کلیه عملیات مربوط به تولید و توزیع قند و شکر را در سراسر کشور از طریق شرکت سهامی قند و شکر، در انحصار خویش گرفت. به طور کلی توزیع قند و شکر در سه بخش انجام می‌گیرد: سهمیه مستقیم یا مصرف خانواده، سهمیه صنعتی - صنعتی و سهمیه‌های متفرقه. اینک به شرح مختصر سهمیه‌های مختلف می‌پردازیم:

سهمیه مستقیم یا مصرف خانواده: مطابق جمعیت کشور، سهمیه هر نفر بر اساس ۴۰۰ گرم شکر و ۸۰۰ گرم قند، جمعاً

۱۲۰۰ گرم قند و شکر برای هر دو ماه در قبال اخذ کوپن می‌باشد. البته نسبتهای قند و شکر تحویلی بعدها شناور اعلام شد اما جمعاً از ۱۲۰۰ گرم تجاوز نمی‌کند. علاوه بر این، جهت تأمین نیاز کشاورزان، روستائیان و عشایر که اکثراً از طبقات محروم جامعه می‌باشند، سهمیه مخصوصی برابر با چهار کیلو قند برای هر نفر روستایی و ۱/۵ کیلو قند برای عشایر کوچ‌رو در سال در نظر گرفته شده است. حدود ۶۵ درصد قند و شکر در کشور به صورت مستقیم توسط خانوارها و بقیه توسط واحدهای صنعتی - صنعتی به مصرف می‌رسد.

سهمیه صنعتی - صنعتی: سهمیه صنعتی شامل کارخانجات نوشابه‌سازی، کمپوت‌سازی، بیسکویت‌سازی، آب‌نبات، شکلات و آدامس‌سازی، داروسازی و نان ماشینی بوده و سهمیه صنعتی شامل قنادیها، قهوه‌خانه‌ها، حلواپزها، بستنی‌فروشان و ... می‌باشد.

سهمیه مصارف متفرقه: این سهمیه شامل آبدارخانه‌های دولتی و غیردولتی، هتلها، بیمارستانها، اعیاد، سوگواریها، نذورات، عقد و عروسی، فواتح، حجاج بیت‌الله الحرام، سهمیه ویژه چغندرکاران، گندمکاران، زنبورداران و ... می‌باشد.

در سهمیه‌های مختلف بیان شده، به جز سهمیه مستقیم که مقدار آن هر ساله مشخص است سایر سهمیه‌ها به تقاضای متقاضیان قند و شکر بستگی دارد. یعنی بر اساس درخواستهای رسیده، با انعقاد قرارداد فروش بین سازمان قند و شکر و متقاضیان، قند و شکر مورد نیاز تحویل می‌گردد و حتی سهمیه مستقیم نیز ممکن است با تغییرات موضعی در سیاستهای وزارت بازرگانی و اعلام کوپن اضافی افزایش یابد.

از اول سال ۱۳۷۱، با توجه به سیاستهای وزارت بازرگانی سعی شده است، تا به جز سهمیه قند و شکر خانوارها سایر سهمیه‌ها با نرخ بیشتری به فروش روند. یعنی حداقل قیمت فروش قند و شکر با قیمت تمام شده آن برابر گردد. هم چنین با توجه به اینکه کارخانجات چغندری تولیدکننده قند و شکر می‌توانند ۶۰ درصد تولیدات خود را به صورت آزاد به جامعه عرضه نمایند، لذا سهمیه‌های دیگر می‌توانند قند و شکر مورد نیاز خود را به نرخ شناور از بازار تهیه نمایند.

از نظر تشکیلاتی سازمان دارای یک اداره مرکزی در تهران بوده که خود دارای چهار معاونت اداری مالی، بازرگانی، حمل و نقل و معاونت فنی می‌باشد. بر اساس قانون تولید و توزیع قند و شکر، کلیه کارخانجات قند و شکر کشور شامل ۳۵ کارخانه چغندری و ۲ کارخانه نیشکری، باید محصول خود را تماماً در اختیار سازمان قرار دهند، تا سازمان مذکور که تنها سازمان اجرایی تهیه و توزیع قند و شکر می‌باشد و توسط ناظرین مقیمی که در کلیه کارخانجات چغندری و نیشکری مستقر نموده، و بدین نحو تمامی تولید آنها را تحت کنترل دارد، از طریق شبکه توزیع خویش، اقدام به فروش و توزیع آنها در سراسر کشور نماید. البته از اول سال ۱۳۷۱ به کارخانجات چغندری تولیدکننده قند و شکر اجازه داده شد تا ۶۰ درصد تولید سالانه خود را فروش آزاد داشته باشند و ۴۰ درصد تولید را به سازمان قند و شکر تحویل دهند. معاونت بازرگانی وظیفه تهیه و تأمین، ذخیره‌سازی و توزیع قند و شکر کشور را به عهده دارد.

علاوه بر اداره مرکزی، تشکیلات مذکور در مقیاس کوچکتری در ۲۴ اداره کل مستقر در استانهای کشور نیز وجود دارند. هر کدام از ادارات کل استانها، تعدادی اداره قند و شکر مربوط به شهرستانها را تحت پوشش دارند. تعداد این ادارات ۱۷۹ می‌باشد که مقصد اصلی قند و شکر توزیعی سازمان قند و شکر می‌باشند. این ادارات بر اساس سهمیه‌بندیهای مختلف اقدام به توزیع قند و شکر بین عاملین فروش و قندریزان - کارگاه‌های تبدیلکننده شکر به قند - مستقر در شهرستانها می‌نمایند.

### سیستم موجود حمل و نقل شکر کشور

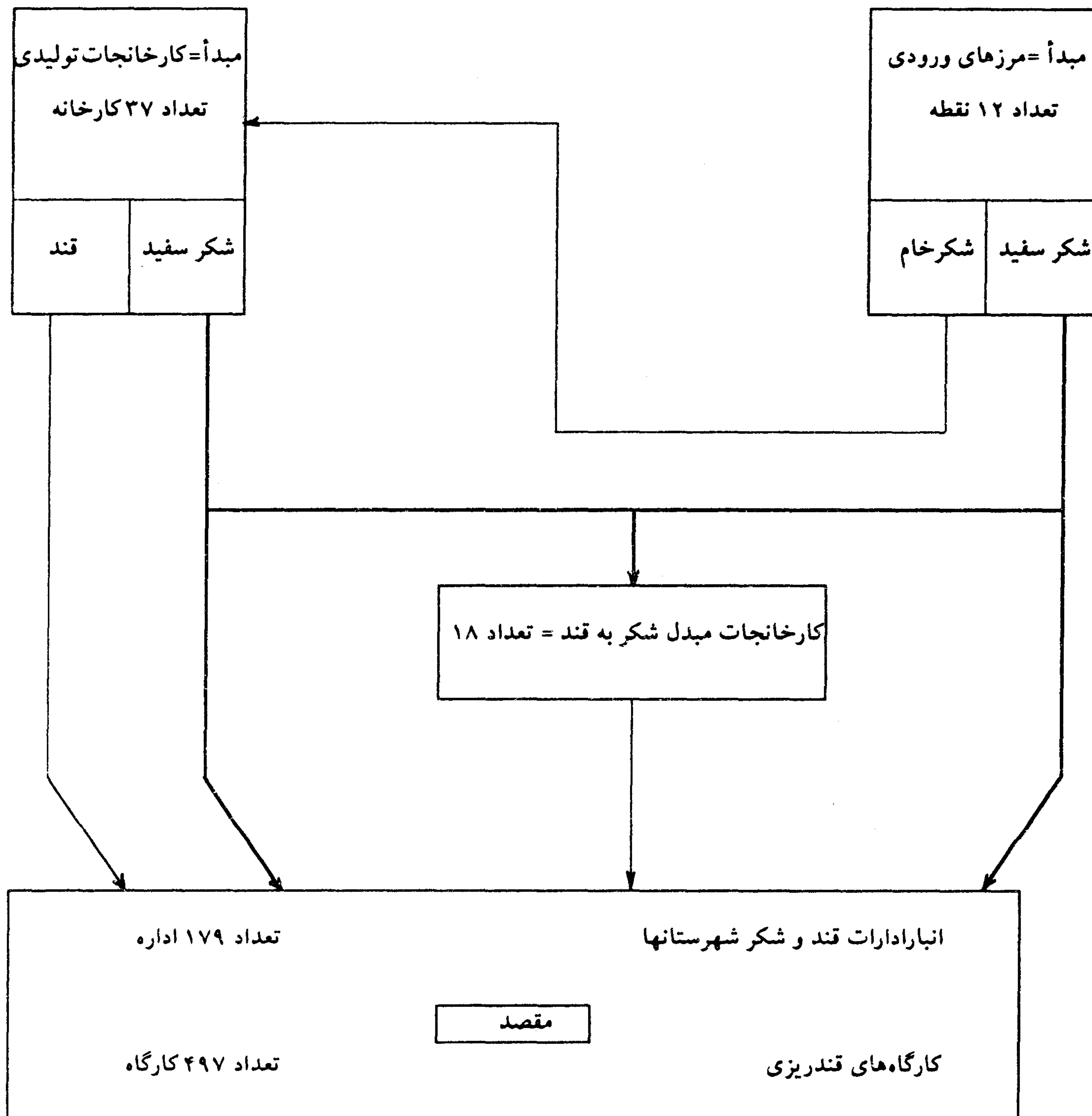
با توجه به موضوع تحقیق، برنامه‌ریزی حمل و نقل معمولاً در اول هر سال انجام می‌شود تا نحوه حرکت وسایل حمل و نقل طی سال تعیین شود. لذا پس از تعیین نیاز مقاصد و عرضه مبادی، حمل و نقل قند و شکر زیر نظر معاونت حمل و نقل در تهران و ۲۴ اداره کل در استانها انجام می‌شود. مصرف مهمترین فاکتوری است که مقدار نیاز به حمل و نقل را تعیین می‌کند، چرا که سازمان قند و شکر پس از تخمین و تعیین نیاز مصرفی سالانه کشور و با توجه به موجودی قند و شکر لازم برای اول سال و پایان سال (که معمولاً ۵۰ درصد مصرف سالانه کشور است)، در اولویت اول اقدام به خرید شکر از کارخانجات داخل و در اولویت دوم اقدام به خرید

شکر از خارج - واردات - می‌نماید.

مبادی تأمین و تدارک شکر (مراکز عرضه): اولویت اول خرید شکر مورد نیاز کشور کارخانجات چغندری و نیشکری تولیدکننده قند و شکر می‌باشند که تعداد آنها به ۳۷ کارخانه بالغ می‌شوند و اولویت دوم خرید شکر مورد نیاز کشور خریدهای خارجی هستند. یعنی در صورت عدم تأمین شکر مورد نیاز از طریق کارخانجات داخل، مازاد نیاز از طریق خریدهای خارجی تأمین خواهد شد. خریدهای خارجی انجام شده از طریق ۱۲ نقطه ورودی وارد کشور می‌شوند.

مقاصد مصرف‌کننده شکر (مراکز تقاضا): مراکز اصلی مصرف‌کننده قند و شکر کشور همان سهمیه‌های مختلفی هستند که قبلاً ذکر شد. اما جهت تبدیل شکر به قند مورد نیاز، لازم است تا بخشی از شکرهای مصرفی به کارخانجات تبدیلکننده شکر به قند و یا کارگاه‌های قندریزی منتقل شوند تا پس از تبدیل به قند به دست مصرف‌کننده نهایی برسند. مراکز تقاضا به دو بخش تقسیم می‌شوند اول کارخانجات مبدل شکر به قند که تعداد آنها ۱۸ می‌باشد، ۱۴ تای آنها جزو کارخانجات تولیدکننده قند و شکر کشور نیز می‌باشند. لذا ممکن است شکر مورد نیاز خود را برای تبدیل به قند از تولیدات خود تأمین کنند، اما چهار تا از این کارخانجات فقط کار تبدیل و تصفیه شکر را انجام می‌دهند لذا شکر مورد نیاز آنها از مبادی دیگر تأمین می‌شود. دوم ادارات قند و شکر شهرستانها که تعداد آنها ۱۷۹ می‌باشد. شکر تخصیص یافته به سهمیه‌های مختلف اصولاً در شهرستان مقصد به مصرف‌کنندگان تحویل می‌شود. به علاوه تعداد ۴۹۷ کارگاه قندریزی در سراسر کشور وجود دارند که شکر مصرفی خود را از شهرستان مقصد دریافت می‌کنند تا به قند تبدیل کنند. بنا بر این شکری که به شهرستان حمل می‌شود شامل سهمیه‌های مختلف به علاوه سهمیه شکر تحویلی به کارگاه‌های قندریزی است.

نمودار جریان حمل و نقل قند و شکر: به منظور درک بهتر جریان ارتباطات قند و شکر بهتر است ابتدا نقاطی را که قند و شکر به آنجا حمل و پس از انجام عملیاتی به نقاط دیگر واسطه یا مقصد نهایی حمل می‌شوند تشریح شوند. این نقاط عبارتند از:



خطوط پررنگ جریان حمل و نقل موضوع تحقیق را شامل می‌شوند.

نمودار شماره ۱ - جریان حمل و نقل قند و شکر در سطح کشور

حمل و نقل شکر، تأمین تقاضای مقاصد توسط منابع خاصی انجام می‌شود، بدین ترتیب که مثلاً جهت تأمین تقاضای مقصد X، ابتدا نزدیکترین مبدأ در اولویت قرار دارد در صورت عدم تکافوی نیاز، اولویتهای دوم و سوم هم پیشنهاد می‌گردند. نحوه تعیین اولویت منابع تأمین با توجه به نظر کارشناسان با تجربه سازمان قند و شکر انجام می‌گیرد. نکته قابل ذکر این است که گرچه ممکن است سازمان در جهت کاهش هر چه بیشتر هزینه حمل و نقل، اولویتهای عرضه را بر اساس کوتاهترین مسیر انتخاب کند اما نمی‌توان مدعی شد که بهترین تخصیص را انجام می‌دهد. چرا که اولویتهای عرضه بر اساس مقاصد استانی تعیین می‌شوند حال

- ۱ - کارخانجات تولید کننده قند و شکر داخل کشور
- ۲ - مرزهای ورودی که شکر سفید یا شکر خام از آنجا وارد می‌شود.
- ۳ - کارخانجات مبدل شکر به قند
- ۴ - کارگاه‌های قندریزی که شکر لازم را از ادارات قند و شکر شهرستانها تحویل گرفته و در تمامی کشور پراکنده‌اند.
- ۵ - ادارات قند و شکر شهرستانها که مقصد نهایی موضوع تحقیق هستند.

وسایل حمل و نقل: به منظور کاهش هر چه بیشتر هزینه‌های

آنکه هر استان خود شامل چندین شهرستان مقصد حمل شکر می‌باشد.

سازمان قند و شکر جهت جابجایی قند و شکر از مبادی عرضه به مراکز تقاضا از سه نوع وسایط نقلیه شامل کامیونهای سازمان، راه‌آهن جمهوری اسلامی و پیمانکاران بخش خصوصی استفاده می‌کند. سعی و تلاش سازمان بر این محور قرار گرفته است که تا حد امکان از وسایط نقلیه سازمان جهت حمل و نقل شکر استفاده شود. این شرط زمانی عملی خواهد شد که شرایط عادی باشد. یعنی حجم حمل و نقل لازم در واحد زمان بیش از توانایی حمل و نقل سازمان نباشد. اما چنانچه شرایط عادی نباشد، جهت جوابگویی به نیاز حمل و نقل، لزوم بکارگیری از وسایط نقلیه خارج از سازمان به وجود می‌آید. زمانی را در نظر می‌گیریم که کشتی حامل شکر در یکی از بنادر آماده تخلیه می‌باشد و یا شرایطی که سازمان ناچار می‌شود محموله وارداتی را در مدت زمان محدودتری از بنادر خارج کند، در چنین شرایطی، تنها وسایط نقلیه سازمان جوابگوی نیاز حمل و نقل نخواهند بود و ضرورتاً باید از وسایط نقلیه خارج از سازمان استفاده شود. با فرض ضرورت بکارگیری وسایط نقلیه خارج از سازمان - پس از وسایط نقلیه خود سازمان ابتدا از راه‌آهن و در صورت عدم دسترسی به راه‌آهن از کامیونهای بخش خصوصی استفاده خواهد شد.

### سیستم حمل و نقل طراحی شده بهینه مدل پیشنهادی

هر ساله برای تأمین تقاضای نقاط مختلف کشور به کالاهای گوناگون، حجم عظیمی از کالاها در شبکه حمل و نقل کشور جریان پیدا می‌کنند. تقاضا از دو طریق برآورده می‌شود: محصولات داخلی و واردات از خارج کشور. اگر فرض کنیم میزان، محل و زمان مصارف (تقاضا)، و محصولات داخلی و میزان ارز خارجی (عرضه)، و امکانات حمل و نقل معلوم و ثابت هستند، با وجود این فرض، هنوز سؤال مربوط به چگونگی حمل کالا از نقاط تولید داخلی و نقاط ورودی به کشور، به نقاط مصرف و نحوه جریان کالا در شبکه حمل و نقل به قوت خود باقی می‌ماند. شاید اگر منابع پولی نامحدود بود پاسخگویی به سؤال بالا کار ساده‌ای بود، اما به دلیل محدود بودن امکانات حمل و نقل کشور و مشکل رفع این محدودیتها در کوتاه مدت، تعیین نحوه جریان

صحیح کالاها، مستلزم مطالعه خواهد بود. در عمل نه تنها امکانات حمل و نقل محدود است بلکه منابع مالی هم محدود است، و این اهمیت یک برنامه‌ریزی دقیق را برای تعیین جریان مطلوب انتقال کالاها روشن می‌سازد. بنا بر این می‌توان مسأله را به صورت پیدا کردن جریانی از انتقال کالا (ها) که نیازهای مصرفی را برآورده کرده و با توجه به امکانات موجود کمترین هزینه را در بر داشته باشد مطرح ساخت. با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی می‌خواهیم راه کار بهینه را برای میزان حمل شکر از هر مبدأ تولید یا خرید خارجی به هر کدام از مراکز مصرف مشخص کنیم. تابع هدف کمینه کردن هزینه حمل و نقل به شرط تأمین تقاضای تمامی مقاصد از طریق مبادی مختلف است. حمل و نقل مضاعف و مجدد بدیهی‌ترین عوارض نامطلوب ناشی از عدم تعیین مسیرهای بهینه حمل و نقل می‌باشد.

به منظور طراحی مدل حمل و نقل بهینه لازم است داده‌های مربوط به مقادیر و تعداد مراکز عرضه و مراکز تقاضای شکر و نیز هزینه حمل هر تن شکر از مبدأ به تمامی مقاصد مشخص باشند. لذا ابتدا داده‌ها را مشخص می‌کنیم:

مراکز عرضه: تعداد مبادی عرضه‌کننده شکر ۴۹ مبدأ می‌باشد که شامل ۳۷ کارخانه تولیدکننده قند و شکر و ۱۲ نقطه ورودی به کشور برای خریدهای خارجی است. هم چنین جهت متوازن کردن عرضه و تقاضای یکسال، موجودی انبار ۲۴ استان کشور به عرضه شکر مبادی اضافه شده است. از آنجا که برخی از شهرستانها هم دارای کارخانجات قند و شکر هستند و هم به عنوان مرز ورودی شکر از خارج هستند و هم جزء انبارهای ۲۴ استان هستند، لذا در طراحی مدل، این گونه مبادی مشترک در هم ادغام شده‌اند و عرضه آنها به صورت مشترک در نظر گرفته شده است، بدین ترتیب تعداد مبادی عرضه‌کننده شکر برابر با ۵۶ مبدأ در نظر گرفته شده است.

مراکز تقاضا: تعداد مقاصد متقاضی شکر جمعاً ۱۹۷ می‌باشد، که شامل ۱۷۹ اداره قند و شکر مستقر در شهرستانها و ۱۸ کارخانه مبدل شکر به قند می‌باشد. از آنجا که برخی از مقاصد - ادارات قند و شکر و کارخانجات مبدل شکر به قند - مشترکاً در یک شهرستان قرار دارند، لذا در طراحی مدل این گونه مقاصد در هم

ادغام شده و تقاضای آنها شامل جمع تقاضای دو مقصد در نظر گرفته شده است. با توجه به این تمهید بکار گرفته شده تعداد مقاصد متقاضی به ۱۸۰ بالغ می‌شود.

**هزینه حمل هر تن شکر: هزینه‌های پرداختی بابت حمل و نقل شکر شامل سه قسمت می‌شود:**

۱ - هزینه‌های پرداختی به راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران که مقدار آن ۲۰ ریال به ازاء هر تن کیلومتر حمل و نقل انجام شده می‌باشد.

۲ - هزینه‌های پرداختی به پیمانکاران کامیوندار خصوصی که بر حسب مبادی و مقاصد مختلف دارای نرخهای متفاوتی بوده‌اند و از آنجا که فقط بخشی از حمل و نقل شکر از این طریق انجام می‌شود لذا هزینه‌های پرداختی از این بابت فقط برای ۵ مبدأ به تمامی مقاصد موجود است و برای سایر مبادی از میانگین نرخ حمل و نقل ۵ مبدأ موجود بر اساس هزینه حمل تن کیلومتر شکر استفاده شده است که این نرخ برابر با ۲۲/۴۴ ریال بوده است.

۳ - هزینه حمل و نقل شکر مربوط به کامیونهای سازمان قند و شکر که ظاهراً هزینه‌ای از این بابت پرداخت نمی‌شود اما هزینه سرمایه این کامیونها برابر با هزینه حمل و نقل شکر در بازار آزاد در نظر گرفته شده است.

پس از محاسبه نرخ هزینه تن کیلومتر حمل و نقل برای کامیونها و راه‌آهن، اقدام به محاسبه کوتاهترین فاصله کیلومتری بین مبادی و مقاصد شده است، سپس با ضرب نرخ حمل مربوطه در فاصله بین مبادی و مقاصد هزینه حمل یک تن شکر از هر مبدأ به تمام مقاصد محاسبه گردید.

حال با توجه به تعیین داده‌های خام جهت طراحی مدل حمل و نقل می‌توانیم ساختار ریاضی مسأله را به شرح ذیل بیان کنیم:

$$C_{ij} = \text{هزینه حمل یک تن شکر از } i \text{ به } j$$

$$X_{ij} = \text{مقدار حمل شکر از } i \text{ به } j \text{ تن}$$

$$S_i = \text{عرضه مبدأ}$$

$$D_j = \text{نیاز مقصد}$$

تابع هدف

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^{180} C_{ij} X_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 56$$

محدودیت عرضه

$$\text{Subject to } \sum_{j=1}^{180} X_{ij} = S_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, 56$$

محدودیت تقاضا

$$\sum_{i=1}^{56} X_{ij} = D_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, 180$$

محدودیت نامنفی بودن

$$X_{ij} \geq 0$$

همانطور که از تابع هدف پیداست هدف از آن حداقل کردن هزینه‌های حمل و نقل ناشی از ارسال شکر از ۵۶ مبدأ به ۱۸۰ مقصد می‌باشد. جهت رسیدن به چنین هدفی با محدودیتهای عرضه، تقاضا و نامنفی بودن مقدار شکر قابل حمل مواجه هستیم. مهم نیست که تقاضای هر مقصد از کدام مبدأ تأمین می‌شود بلکه ملاک تخصیص فقط هزینه حمل و نقل بین مبدأ و مقصد خاص است.

جهت حل مسأله، اطلاعات مربوط به عرضه مبادی، نیاز مقاصد و هزینه حمل یک تن شکر از هر مبدأ به تمام مقاصد به بسته‌نرم‌افزاری Q.S.B (Quantitative System for Business) داده شده است و با استفاده از کامپیوتر اقدام به حل شد. نتایج حاصله که بیانگر میزان حمل و نقل شکر از مبادی به مقاصد می‌باشند استخراج گردید. تخصیص‌های انجام شده بر اساس یک مدل حمل و نقل بهینه شکر با ۵۶ مبدأ و ۱۸۰ مقصد می‌باشد.

### مقایسه وضع موجود با شرایط پیشنهادی

هدف اصلی از انجام تحقیق حاضر تعیین میزان حمل شکر از مبادی ۵۶ گانه به مقاصد ۱۸۰ گانه بوده است. به شکلی که از امکانات موجود بهینه‌ترین استفاده به عمل آید و حمل و نقل مجدد و مضاعف به صفر برسد. با طراحی مدل و حل آن این شکل استفاده از امکانات حاصل شد. به شکلی که سازمان قند و شکر می‌تواند با پرداخت حداقل هزینه حمل و نقل، به اهداف خود - حمل و نقل شکر از مبادی به مقاصد - برسد. با توجه به اینکه در سال ۱۳۷۱، جمعاً ۵۷۴۸۰۶ تن شکر از مبادی به مقاصد حمل شد. باید میزان هزینه حمل پرداختی را در دو مدل

مقایسه کنیم.

- ۸- حسینی نسب، حسن، بهینه‌سازی مدل حمل و نقل تعمیم یافته، رساله فوق لیسانس، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۱.
- ۹- علی احمدی، علیرضا، کاربرد برنامه‌های ریاضی در تعیین ظرفیت بهینه سیلوهای گندم استان خراسان، رساله فوق لیسانس، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۶۸.
- ۱۰- توکلی، احمد، کاربرد برنامه‌ریزی خطی در برنامه‌ریزی تولید و حمل و نقل، رساله فوق لیسانس، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۶۸.
- ۱۱- ساسان، عبدالحسین، اقتصاد جابجایی، تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان، ۱۳۶۴.
- ۱۲- محمودی، علی، جغرافیای حمل و نقل، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۲.
- ۱۳- دانشگاه تربیت مدرس، مجموعه مقالات دومین سمینار حمل و نقل، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۰.
- ۱۴- طرح مطالعه جامع حمل و نقل کشور، بررسی مدل‌های کامپیوتری در حمل و نقل، تهران، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۶.
- ۱۵- وزارت راه و ترابری، مسافت‌های راه‌های کشور، تهران، چاپ‌ندا، ۱۳۶۶.
- ۱۶- مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، بازار جهانی شکر، تهران، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۷۰.
- ۱۷- شرکت سهامی قند و شکر، گزارش عملکرد سالهای ۱۳۷۱-۱۳۶۱، تهران، شرکت سهامی قند و شکر کشور.

19- Sharma J. K. and M. P. Gupta, Linear Programming for Management, India, 1983.

20- Fabrycky W. J. and Ghare P. M. and Targersen P. M., Applied Operation Research and Management Science, 1987.

متأسفانه رقم دقیق هزینه‌های پرداخت شده بابت حمل و نقل شکر توسط سازمان قند و شکر مشخص نیست. هم چنین مقدار زیادی از شکرها توسط کامیونهای در تملک سازمان انجام شده و علی‌الظاهر هزینه‌ای از این بابت پرداخت نشده است. اما به ادعای رئیس اداره درآمدها و امور کارخانجات سازمان قند و شکر هزینه‌های پرداختی بابت حمل و نقل شکر بازاء هر تن، از مبادی به مقاصد به طور میانگین برابر با ۲۷۰۰۰ ریال بوده است که با عنایت به ۵۷۴۸۰۶ تن شکر عرضه شده و حمل شده در سال ۱۳۷۱، کل هزینه پرداختی بابت حمل و نقل شکر برابر با  $۵۷۴۸۰۶ \times ۲۷۰۰۰ = ۱۵'۵۱۹'۷۶۲'۰۰۰$  ریال شده است. حال آنکه کل هزینه‌ها بابت حمل و نقل مقدار ۵۷۴۸۰۶ تن شکر عرضه و حمل شده از طریق مدل بهینه طراحی شده تحقیق حاضر برابر با ۶۶۹۸۸۱۲۰۰۰ ریال شده است که صرفه‌جویی به میزان ۵۷٪ در هزینه‌های حمل و نقل را نشان می‌دهد.

نتیجه تحقیق نشان می‌دهد که متأسفانه از امکانات موجود حمل و نقل استفاده بهینه نمی‌شود و حمل و نقل مجدد و مضاعف در کار وجود دارد. یکی از علت‌های اصلی این کار را می‌توان تمرکز کارها در تهران اعلام کرد با توجه به اینکه مهمترین شهر بازرگانی کشور است این ضعف در مورد بقیه کالاها هم با احتمال قوی وجود دارد.

## منابع و مآخذ

- ۱- فردریک س. هیلیر و جرالد ج. لیرمن، برنامه‌ریزی خطی، محمد مدرس یزدی و اردوان آصف وزیری، تهران، نشر تندر، ۱۳۷۰.
- ۲- مهرگان، محمدرضا، پژوهش عملیاتی، تهران، نشر سالکان، ۱۳۷۲.
- ۳- اصغرپور، محمد حواد، برنامه‌ریزی خطی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.
- ۴- اصغرپور، محمد حواد، کاربردهای برنامه‌ریزی خطی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
- ۵- حمدی، طه، آشنایی با تحقیق در عملیات، محمدباقر بازرگان، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۶.
- ۶- آریا نژاد، میربهادر قلی، برنامه‌ریزی خطی کاربردی، تهران، چاپخانه دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۶۶.
- ۷- نجفی، علامعلی، برنامه‌ریزی توزیع اپتیمم کالا با مثال سیگار، رساله فوق لیسانس، تهران، مرکز آموزش مدیریت دولتی، ۱۳۵۹.