



کاربرد پژوهش عملیاتی در بهینه‌سازی سیستم ترابری؛ ص ۶۹-۹۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۸/۱۵

چکیده

عمومی‌ترین مسئله‌ای که در مقابل هر مدیر سازمانی قرار دارد، این است که چگونه منابع محدود موجود خود را به بهترین نحو ممکن تخصیص دهد. معمولاً منابع محدودی که در اختیار هر مدیری قرار دارد عبارتند از: سرمایه، مواد اولیه، ماشین‌آلات و وسایل مورد لزوم آن، مکان، زمان و نیروی انسانی است. سعی و کوشش مدیران بنگاه‌های تولیدی و تجاری این است که با توجه به محدودیت‌های منابع موجود، بتوانند سود و عایدی عملیات مؤسسه خود را تا مقدار قابل قبول و معقولی افزایش دهند. تحقیق در عملیات به عنوان ابزاری مناسب در جهت مدیریت سیستم‌ها، فرآیند تصمیم‌گیری و ارائه راهکارهای مناسب در جهت برنامه ریزی به کار می‌رود با توجه به کمبود منابع و ارزش بالای آن لزوم تخصیص بهینه امکانات و منابع ضروری است.

هدف از این تحقیق استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی، مدل‌های حمل‌ونقل در بهینه‌سازی سیستم ترابری نیروی انسانی یک سازمان نظامی و به دست آوردن مدل تخصیص بهینه وسائط نقلیه، با توجه به فراوانی مسافری در مسیرهای متفاوت با حداقل هزینه می‌باشد. این تحقیق، یک نوع تحقیق کاربردی از نوع کمی است و خصوصیت خاص گراست و تمرکز آن نسبت به ترابری نیروی انسانی سازمان مورد مطالعه می‌باشد. در این مطالعه بر اساس وسائط نقلیه مورد استفاده در سازمان، مسیرهای مختلف رفت و برگشت، تعداد مسافت پیموده شده و فراوانی مسافری در هر مسیر، اقدام به طرح مدلی جهت بهینه‌سازی سیستم حمل‌ونقل می‌شود که با استفاده از روش‌های پژوهش عملیاتی، روش گوشه شمال غربی و تخمین و گل، به تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود.

این تحقیق پس از بررسی سه مشخصه هزینه کرد در ترابری یعنی: هزینه نیروی انسانی، نت و سوخت، هزینه ترابری نیروی انسانی در وضع موجود را مشخص می‌کند و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی به طراحی

مدل تخصیص بهینه حمل و نقل می‌پردازد و سپس از طریق روش‌های گوشه شمال غربی^۱ و وگل^۲ این مدل را حل می‌کند و در پایان به ارائه طرحی جهت ترابری نیروی انسانی، که باعث کاهش هزینه حمل و نقل نسبت به وضع موجود می‌گردد و قابلیت پیاده سازی در سازمان را دارد، می‌رسد.
واژه‌های کلیدی: پژوهش عملیاتی^۳، سیستم ترابری عمومی^۴، برنامه‌ریزی خطی^۵.

مقدمه

پژوهش عملیاتی (OR)^۶ به عنوان تحقیق در عملیات نظامی در خلال جنگ جهانی دوم، به منظور استفاده مؤثر از فن‌آوری‌های جدید نظامی مانند رادار، عملیات هواپیماهای شکاری در شب و چگونگی تخریب مین‌های دریایی در عمق آب و تخمین منابع و هزینه‌ها، در انگلستان به وجود آمد. سپس این مفهوم به ایالات متحده انتقال پیدا کرد و در آنجا، طیف گسترده‌ای از موفقیت‌ها را، از عملیات نظامی در خط مقدم تا پشتیبانی لجستیکی، به دست آورد. پس از جنگ، این فن‌آوری در دسترس کسب و کار بخش خصوصی قرار داده شد و به طور گسترده‌ای در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفت، که حاصل آن OR امروزی است. از بدو آغاز این توسعه، OR رابطه‌ای قوی با مشکلات مربوط به لجستیک داشته است. بسیاری از فن‌آوری‌های اساسی آن در مرحله اولیه به فن‌آوری‌های اساسی برنامه‌ریزی لجستیکی، تا امروز، تبدیل شده‌اند. به عبارت دیگر، فن‌آوری‌های اساسی پیش‌بینی تقاضا، نظریه موجودی کالا، تعیین مقدار سفارش بهینه (مقدار سفارش اقتصادی)، برنامه‌ریزی کوتاه‌ترین مسیر، برنامه‌ریزی حمل و نقل، روش‌های برنامه‌ریزی خطی (مشکلات تخصیص منابع، مشکلات تعیین مکان بهینه)، نظریه صف‌بندی، از آن جمله می‌باشند. (ایزو تاکایا، ۲۰۰۸)^۷

در سال‌های اخیر در ایران شرکت ملی نفت، شرکت گاز و بسیاری از بانک‌ها پیش‌تازان استفاده از این علم هستند. جرج دنتزیک^۸ اولین کسی بود که مقاله خود را در مورد ساختار برنامه‌ریزی

1. Northwest corner Method.
2. Vogel,s Approximation Method.
3. Operations Research(OR).
4. Puplic Transport System.
5. Linear Programming.
6. Operations Research.

7. Eizo takai, ۲۰۰۸.
8. G.B.Dantzig.

خطی ارائه داد. مقالات ایشان با عنوان‌های مختلف در سال‌های بین ۱۹۶۳ تا ۱۹۸۴ به صورت گسترده به این موضوع اختصاص یافت. کاربرد روش دنتزیک در مسائل ترافیکی توسط بولدرف^۱ و مسائل مربوط به حمل‌ونقل توسط فورد^۲ بررسی شد. از جمله افرادی که در سال‌های بعد روی این مسئله کار کردند میتوان به کراون^۳ و فولکرسن^۴ اشاره کرد. (رشیدی، کمالی، براتی، ۱۳۸۹، ص ۳). در واقع ارزیابی عملکرد می‌تواند ابزار مهمی جهت ارتقای کارایی عملیات و کیفیت سرویس دهی در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی باشد، چرا که یکی از مسائلی که می‌تواند عامل تأخیر بسیار مؤثری در امور مختلف گردد، موضوع ترابری می‌باشد.

به تجربه ثابت شده است که نداشتن یک برنامه‌ریزی سیستماتیک در امور حمل‌ونقل می‌تواند یک حالت آشفته‌ای را به وجود آورد و امری را که می‌تواند به‌طور جدی به سرعت بخشیدن در کارها کمک کند، به‌صورت یک معضل و مشکل اجتماعی در آورد. با توجه به اینکه مهمترین و گسترده‌ترین مسائل و سیستم‌های تحقیق در عملیات مسئله برنامه‌ریزی حمل‌ونقل است در این مقاله حمل‌ونقل کارکنان یک سازمان نظامی مورد بررسی قرار گرفته است.

بیان مسئله

این تحقیق، ترابری نیروی انسانی (سرویس‌دهی روزانه کارکنان) در یک سازمان نظامی را مورد مطالعه قرار داده است. سازمان‌های نظامی از حیث امکانات نسبت به بنگاه‌های تجاری و تولیدی متفاوت می‌باشند بدین جهت است که در این سازمان مورد مطالعه کمتر به مسئله بهینه کردن سیستم ترابری پرداخته شده است، چون از این لحاظ احساس نیازی نشده است در صورتی که بهبود سیستم ترابری می‌تواند در کاهش هزینه‌ها نقش اساسی را ایفا نماید.

در این مطالعه موردی فرض ما بر این است که سازمان مورد نظر از لحاظ سرمایه (خودرو، تعمیرگاه، پارکینگ، محل استراحت رانندگان، ساختمان)، و نیروی انسانی کمبودی ندارد. ابتدا وضع موجود با توجه به مشخصه‌های، وسایط نقلیه مورد استفاده در سازمان، مسیرهای

1. A.W.Boldyerff.
2. L.R.Ford.
3. B.D.Craven.
4. D.R.Fulkerson.

مختلف رفت‌وبرگشت روزانه کارکنان، مسافت پیموده شده در هر مسیر و فراوانی مسافری و هزینه‌های نیروی انسانی، نت و سوخت، مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، اقدام به طرح مدلی می‌گردد جهت بهینه‌سازی سیستم ترابری نیروی انسانی سازمان مورد مطالعه و در پایان از طریق روش‌های گوشه شمال‌غربی و وگل، بهترین طرحی که می‌توان آن را در سازمان اجرا کرد که باعث کاهش هزینه نسبت به وضع موجود می‌گردد را به‌دست می‌آوریم.

مبانی نظری

سرچشمه بیشتر فعالیت‌های پژوهش در عملیات جنگ جهانی دوم بود. در واقع عبارت پژوهش در عملیات در نتیجه پژوهش روی عملیات (نظامی) در هنگام جنگ شکل گرفت. گروه‌هایی از ریاضیدانان، اقتصاددانان و دیگر دانشمندان تشکیل شد تا مسائل عملیاتی نظامی گوناگونی را تحلیل کنند. این گروه‌ها در انگلستان و ایالات‌متحده آمریکا شکل گرفتند. نیروی دریایی آمریکا بیش از ۷۰٪ تحلیل‌گر را در قالب این گروه‌ها استخدام نمود. مسائل مختلفی با موفقیت حل شدند از جمله تعیین محل نصب رادار، چگونگی تخریب مین‌های دریایی در دریا‌های اطراف ژاپن، تعیین اندازه بهینه ناوگان حمل مواد و توسعه راهبردهای مانور ناوهای جنگی هنگام حمله دشمن. در اوایل جنگ جهانی دوم، وقتی متفقین در حال جنگ برای تسلط بر حریم هوایی اروپا بودند، تعداد مأموریت‌های بمباران و هواپیماهای تخصیص داده شده به این مأموریت‌ها در حال افزایش بود. بهبود دقت بمباران همواره از اهمیت خاصی برخوردار بود اما توصیه‌هایی که بتوانند در رسیدن به دقت مطلوب مؤثر واقع شوند ارائه نشده بودند. به‌دنبال موظف شدن چندین تحلیل‌گر عملیات در تحلیل عملیات نظامی بمباران هوایی در سال ۱۹۴۲، مطالعات بهبود دقت انجام شد که نتیجه آن افزایش دقت بمباران بود. در مقایسه با دقت موجود در سال ۱۹۴۲ که کمتر از ۱۵ درصد بمب‌های رها شده در فاصله ۱۰۰۰ فوتی هدف فرود می‌آمدند، در نتیجه تحلیل انجام شده در سال ۱۹۴۴ بیش از ۶۰ درصد بمب‌ها در فاصله کمتر از ۱۰۰۰ فوت به هدف اصابت می‌کردند. در پایان جنگ جهانی دوم، صنعت در آمریکا و اروپا به حدی رشد کرده بود که معرفی پژوهش در عملیات در صنایع مختلف، قابل انجام و پذیرش بود. صنعت نیز نیازمند

تحول در تولید و سازمان خود بود به گونه‌ای که بتواند به سرعت به نیازهای زمان صلح پاسخ دهد. این نیاز به دنبال خود، رقابت و افزایش تقاضای تولید و نیاز به بازارهای جدید را در پی داشت. (امیدوار، ۱۳۸۴، ص ۲۲) به خاطر ویژگی چند رشته‌ای بودن پژوهش عملیاتی و کاربرد آن در زمینه‌های مختلف، این رشته آینده درخشانی دارد، به شرطی که افرادی که به مطالعات پژوهش عملیاتی می‌پردازند، بتوانند نیازهای جامعه را برآورده سازند. بعضی از مشکلات در زمینه‌ی مدیریت بیمارستانی، بقاء انرژی، آلودگی محیطی و غیره توسط متخصصان پژوهش عملیاتی حل شده است و این نشانه‌ای از این است که پژوهش عملیاتی می‌تواند در جهت بهبود زندگی اجتماعی و حوزه‌های نیاز جهانی نیز نقش داشته باشد.

پژوهش در عملیات چیست؟

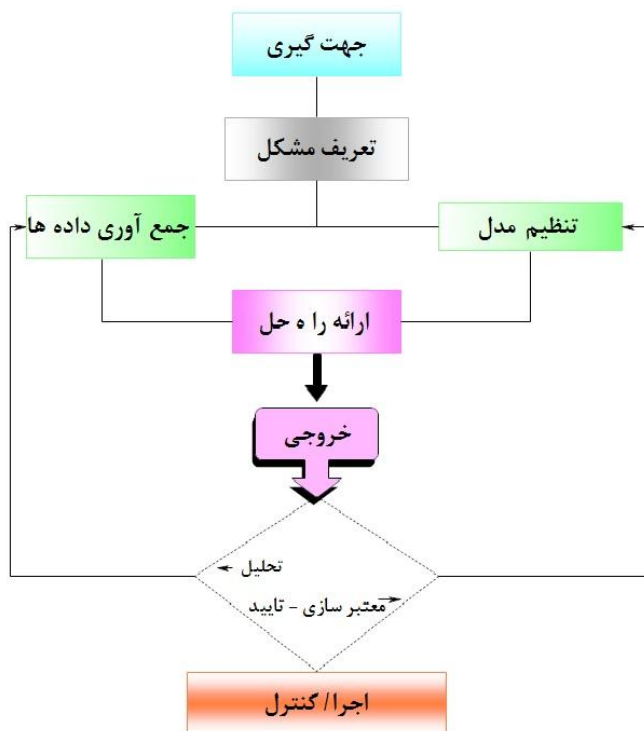
پژوهش در عملیات، به کارگیری یک علم و نگرش علمی برای حل مشکلات و مسائل مدیریتی بوده و همچنین مساعدت در امر خطیر و مهم تصمیم‌گیری مدیران جهت نیل به اهداف سازمان می‌باشد. پژوهش در عملیات مناسب برای هر نوعی از مسئله است که نیازمند تصمیم‌گیری باشد و با توجه به پیچیدگی امروزه سازمان‌ها و به دنبال آن هزینه بالای اجرای تصمیمات انتخاب یک راهکار مطلوب و اخذ تصمیمات مدیریتی در سازمان‌ها مستلزم اعمال شیوه‌های مناسب و صحیح تصمیم‌گیری بوده تا مدیران با استفاده از ابزاری مطمئن به مقصود خود (هدف سازمان) دست یابند. زیرا بعضاً در صورتی که تصمیم مناسب اخذ نشود امکان جبران هزینه وجود ندارد (قربانیان، ۱۳۸۵، ص ۱۳).

اصطلاح پژوهش عملیاتی (*OR*) به توضیح شیوه‌هایی می‌پردازد که بر کاربرد فن‌آوری اطلاعات در تصمیم‌گیری آگاهانه تأکید دارد. به عبارت دیگر، پژوهش عملیاتی مطالعه‌ی بهترین تخصیص منبع را بیان می‌کند. هدف از پژوهش عملیاتی ارائه‌ی مبانی منطقی تصمیم‌گیری با هدف شناخت و سازماندهی موقعیت‌های پیچیده، و بهره‌گیری از این شناخت برای پیش‌بینی رفتار سیستم و بهبود عملکرد آن است. کار عملی زیادی با استفاده از فن‌آوری‌های تحلیلی و عددی انجام می‌شود تا مدل‌های ریاضی سیستم‌های سازمانی متشکل از انسان، ماشین و شیوه‌ی کار، رشد یافته و از آن‌ها بهره‌برداری شود.

با توجه به این که *O.R.* یک چارچوب یکپارچه برای کمک به تصمیم‌گیری‌ها ارائه می‌دهد، بنابراین اهمیت دارد که یک درک آشکار از این چارچوب داشته باشیم، طوری که آن را بتوان در یک مسئله‌ی کلی به کار برد. برای رسیدن به این هدف، به اصطلاح *O.R.*، در حال حاضر هفت مرحله و رویکرد به ترتیب زیر بیان شده است:

۱. جهت‌گیری؛
۲. تعریف مسئله؛
۳. جمع‌آوری داده‌ها؛
۴. تنظیم مدل؛
۵. ارائه راه‌حل؛
۶. تأیید (معتبرسازی) مدل و تحلیل خروجی؛
۷. پیاده‌سازی (اجرا) و کنترل.

این موارد در نمودار گردشی شماره یک نشان داده شده است: (آگراوال، کاپور، سابرامانیان، ۲۰۱۰)^۱



نمودار گردش شماره یک: مراحل اجرای OR (آگراوال، کاپور، سابرامانیا)

نقش پژوهش عملیاتی، هم در بخش دولتی و هم در بخش خصوصی، به سرعت رو به افزایش است. در کل، پژوهش عملیاتی به انواع گوناگونی از موضوعات در حمل و نقل، برنامه‌ریزی موجودی، برنامه‌ریزی تولید، عملیات ارتباطاتی، عملیات کامپیوتری، دارایی‌های مالی، مدیریت خطر، مدیریت درآمد، و بسیاری حوزه‌های دیگر می‌پردازد که در آن‌ها بهبود بهره‌وری تجارت در درجه‌ی اول اهمیت قرار دارد. در بخش دولتی، مطالعات پژوهش عملیاتی ممکن است بر سیاست انرژی، دفاع، بهداشت، برنامه‌ریزی منابع آب، طراحی و سیستم‌های اضطراری حومه شهر، یا عدالت کیفری تأکید ورزد. توضیح بیش‌تر این است که، پژوهش عملیاتی یک روش تحلیلی حل مسئله و تصمیم‌گیری را منعکس می‌کند که برای مدیریت سازمان‌ها مفید است. در پژوهش عملیاتی، مشکلات ابتدا به مؤلفه‌های اصلی تجزیه می‌شوند و سپس مطابق با تحلیل

ریاضی حل می‌شوند. برخی از روش‌های تحلیلی به کار رفته در پژوهش عملیاتی شامل منطق ریاضی، شبیه‌سازی، تحلیل شبکه، تئوری صف، و تئوری بازی می‌باشد. پروسه واقعی پژوهش عملیاتی در کل طبق سه مرحله قابل بیان است:

- مجموعه‌ای از راه‌حل‌های یک مشکل، معرفی و شرح داده می‌شوند (این مجموعه ممکن است بسیار بزرگ باشد).

- گزینه‌های به‌دست آمده در مرحله‌ی اول تحلیل شده و به مجموعه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند (راه‌حل‌ها باید امکان‌پذیر و قابل اجرا باشند).

- گزینه‌های به‌دست آمده در مرحله‌ی دوم به صورت شبیه‌سازی شده اجرا می‌شوند و اگر انجام شدنی بودند، در معرض تجزیه و تحلیل واقعی در یک محیط واقعی قرار می‌گیرند.

به‌طور کلی، پژوهش عملیاتی اثربخشی و بازده یک نهاد را بهبود می‌بخشد، و بدین ترتیب برخی از مزایای عرضه‌شده در پژوهش عملیاتی عبارتند از:

- کاهش هزینه یا سرمایه‌گذاری؛
- افزایش درآمد یا بازده نسبت به سرمایه‌گذاری؛
- افزایش سهم بازار؛
- مدیریت و کاهش خطر؛
- بهبود کیفیت؛
- افزایش حداکثر ظرفیت همراه با کاهش تأخیر؛
- دستیابی به بهره‌برداری پیشرفته از منابع محدود؛
- اثبات امکان‌پذیری و اجرایی بودن. (هگر، آستین، ۲۰۰۶)^۱

از اواسط دهه پنجاه به بعد تعاریف متعددی از پژوهش در عملیات توسط انجمن‌های تخصصی پژوهش در عملیات و نویسندگان ارائه شده است اما هنوز تعریف واحدی از آن وجود ندارد. در اینجا بعضی از تعاریف موجود ارائه شده است. انجمن پژوهش در عملیات بریتانیای کبیر (ویلکس، ۱۹۸۰)^۲

1. Dominique A. Heger, Austin, TX, ۲۰۰۶.

2. Wilkes, F. M. 1980.

پژوهش در عملیات عبارتست از کاربرد روش‌های علمی در مسائل پیچیده پدید آمده برای هدایت و مدیریت سیستم‌های بزرگ شامل انسان، ماشین، مواد و پول در صنعت، تجارت، دولت و دفاع. رویکرد متمایز پژوهش در عملیات، توسعه مدلی علمی از سیستم به همراه اندازه‌گیری عواملی مانند شانس و خطر برای پیشگویی و مقایسه پیامدهای تصمیمات، راهبردها یا کنترل‌های جانشین می‌باشد. هدف، کمک به مدیریت در تعیین سیاست‌ها و اقدامات به صورت علمی است. انجمن پژوهش در عملیات آمریکا. (پولاک، راسکوپف و بارنت، ۱۹۹۴)^۱

- پژوهش در عملیات رویکردی علمی برای تصمیم‌گیری است.

- پژوهش در عملیات عبارتست از تصمیم‌گیری علمی برای دستیابی به بهترین طراحی و عملیات سیستم‌ها، معمولاً در شرایطی که تخصیص منابع محدود نیز مورد نیاز باشد. (روبرت آر. فراگنیتو، ۲۰۱۱)^۲

پژوهش عملیاتی (OR) روش‌هایی کاربردی را برای کمک به سازمان‌ها در تصمیم‌گیری بهتر، هنگامی که در حال حل مسائل پیچیده می‌باشند، به کار می‌برد. مدیران سازمان‌ها، از OR استفاده می‌کنند تا سازمان‌هایشان را بهره‌ورتر و کارا تر نمایند. OR از داده‌های پیچیده‌تر استفاده می‌کند، تمام گزینه‌های ممکن را در نظر می‌گیرد، پیش‌بینی‌هایی در مورد خروجی‌ها و ریسک‌ها ارائه می‌دهد و از ابزارها و فن‌آورها برای برآوردن چالش‌ها استفاده می‌کند. موسسه پژوهش عملیاتی و علم مدیریت (اینفرمز، ۲۰۰۶)^۳.

پژوهش عملیاتی را به عنوان "اصل کاربرد روش‌های تحلیلی پیشرفته برای کمک به تصمیم‌گیری بهتر" تعریف می‌کند. آن‌ها این تعریف را این‌گونه توسعه می‌دهند: "پژوهش عملیاتی، توسط استفاده از تکنیک‌هایی مانند مدل‌سازی ریاضی برای تحلیل وضعیت‌های پیچیده، به مدیران اجرایی قدرت تصمیم‌گیری مؤثرتر داده و سیستم‌های بهره‌ورتری ایجاد می‌کند". مبتنی بر:

- داده‌های کامل‌تر؛

- در نظر گرفتن تمام گزینه‌های ممکن؛

1. Pollock, S. M., M. H. Rothkopf and A. Barnett. eds. ۱۹۹۴.

2. Robert R. Fragnito ۲۰۱۱.

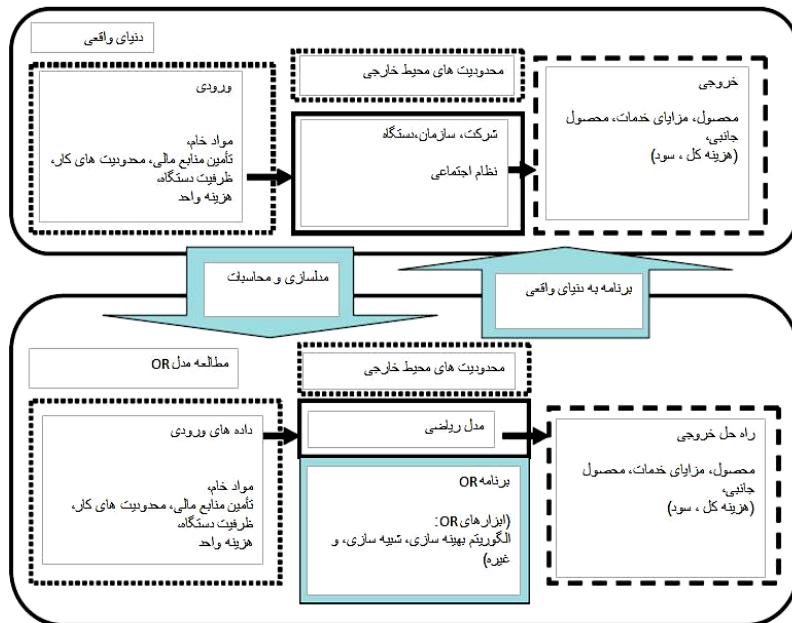
3. INFORMS, ۲۰۰۶.

- پیش‌بینی دقیق نتایج و برآورد ریسک؛

- آخرین ابزارها و تکنیک‌های تصمیم‌گیری؛

- یک رویکرد قدرتمند منحصر به فرد برای تصمیم‌گیری.

به‌طور کلی، همان‌طور که در نمودار شماره دو نشان داده شده است، *OR* روشی را نشان می‌دهد که در آن شرکت‌ها و فعالیت‌های اجتماعی تولید کالا و خدمات به عنوان سیستمی شناخته می‌شوند که زمانی که ورودی به آن داده می‌شود نتایج را تولید می‌کنند. سیستم این فعالیت‌های اساسی از یک مدل ریاضی ساخته شده و مشکلات در خصوص روش‌های عملیاتی سیستم، با استفاده از ابزارهای ریاضی مطابق با هدف تعیین شده و به منظور دستیابی به راه‌حل بهینه تجزیه و تحلیل می‌شوند. در عمل، یافتن مشکل و راه‌حل‌های آن با استفاده از تکنیک‌های مختلف، از جمله تجزیه و تحلیل آماری و ریاضی، شبیه‌سازی‌های سیستم، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و غیره انجام می‌شود.



نمودار شماره دو: مفهوم مطالعه مدل *OR* (ایزو تاکایا، ۲۰۰۸)^۱

با توجه به تعاریف گفته شده می‌توان پژوهش عملیاتی را رویکردی علمی (مجموعه‌ای از مدل‌ها و فن‌آوری‌های کمی، که مدیران را در امر تصمیم‌گیری یاری می‌دهد، تعریف کرد.

برنامه‌ریزی خطی^۲

ارائه و توسعه برنامه‌ریزی خطی را مهم‌ترین پیشرفت علمی میانه قرن بیستم دانسته‌اند تأثیرهای این حوزه از علم پس از ۱۹۵۰ فوق‌العاده بود. کاربرد برنامه‌ریزی خطی، حل مسئله عمومی تخصیص منابع محدود به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها به بهترین شکل ممکن (بهینه) است. برنامه‌ریزی خطی به عنوان یک مدل ریاضی به وجود آمد و در زمان جنگ جهانی دوم و پس از آن معلوم شد که طرح‌ریزی و هم‌آهنگی پروژه‌های مختلف و استفاده مؤثر از منابع کمیاب یک ضرورت است. (مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی خطی، ۱۳۹۰)

برنامه‌ریزی خطی به‌طور عمده در اقتصاد کلان، مدیریت تجاری، حداکثر کردن درآمد یا حداقل کردن هزینه تولید به کار می‌رود. به عنوان مثال با به‌کارگیری موفقیت‌آمیز برنامه‌ریزی خطی در بسیاری شرکت‌ها و مؤسسات دولتی در زمینه‌های مدیریت موجودی، مدیریت دارایی و سهام، تخصیص منابع انسانی و منابع غیر انسانی، میلیون‌ها دلار باعث صرفه‌جویی شده است. در زیر به بیان چند مورد از این موفقیت‌ها اشاره می‌کنیم:

یک سواری یا کامیون قبل از جایگزینی چند سال می‌تواند در یک کارخانه مورد استفاده قرار گیرد؟ شرکت نفت فیلیپس از مدل‌های جایگزینی تجهیزات برای پاسخ به این سؤال، استفاده کرد. این مدل‌های جایگزینی تجهیزات، طبق برآورد انجام شده، باعث صرفه‌جویی سالانه ۹۰۰۰۰ دلار برای شرکت نفت فیلیپس شده‌اند.

با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی عدد صحیح، روشی برای زمان‌بندی گشت افسران پلیس در سان‌فرانسیسکو، توسط تیلور و هاکس لی (۱۹۸۹)^۱ طراحی گردید. با این روش سالانه ۱۱ میلیون دلار صرفه‌جویی حاصل شد.

1. Eizo takai, ۲۰۰۸.

2. Linear Programming.

با استفاده از مدل‌های شبکه پاول و دیگران (۱۹۸۸)^۲ یک مدل را جهت تخصیص بار برای رانندگان کامیون در شرکت خطوط آمریکای شمالی توسعه دادند. استفاده از این مدل باعث ارائه خدمات بهتر به مشتریان و کاهش حدود ۵/۲ میلیارد دلار هزینه سالیانه شده است. (صابری، کاشفی، ۱۳۸۸، ص ۴)

ترابری

ترابری (که در انگلیسی ترانس پورت^۳، خوانده می‌شود)، جابه‌جایی و انتقال انسان و کالا است از جایی به جای دیگر. این عبارت از کلمات لاتین ترانس^۴ به معنای از یک سو به سوی دیگر و پورتر^۵ به معنی حمل کردن ریشه گرفته است. (ثریا، خوارزمی، ۱۳۹۰، ص ۱۴)

ترابری عمومی

ترابری عمومی، تمامی سیستم‌های حمل‌ونقلی را در بر می‌گیرد که دارای مشخصه‌های زیر باشند:

- مسافران در ماشین مالکیتی خودشان سفر نکنند؛
- سفر به صورت جمعی انجام شود نه انحصاری.

ترابری عمومی معمولاً به سیستم‌های ریلی و اتوبوسی اطلاق می‌گردد. البته در یک تعریف فراگیرتر، هواپیمای مسافری و کشتی مسافری نیز جزو ترابری عمومی محسوب می‌گردد. (مرکز اطلاعات علمی و تخصصی حمل‌ونقل و ترافیک، ۱۳۸۸)

معیارهای مؤثر بودن سیستم‌های ترابری عمومی

معیارهای زیادی را می‌توان جهت مؤثر بودن سیستم‌های ترابری عمومی، مطرح نمود که به‌طور اختصار موارد ذیل مد نظر است:

1. Taylor and Haxley ۱۹۸۹.
2. Powell and others ۱۹۸۸.
3. Transport.
4. Trans.
5. Portare.

۱. قابلیت اطمینان سفر؛
۲. قابلیت ایمنی سفر؛
۳. قابلیت دسترسی به موقع به وسیله نقلیه؛
۴. قابلیت مستقیم و یکسره بودن سرویس‌ها؛
۵. قابلیت کاهش زمان سفر؛
۶. قابلیت به موقع رسیدن به مقصد؛
۷. قابلیت آرامش مسافر؛
۸. قابلیت آسایش مسافر؛
۹. قابلیت بهداشتی و زیست محیطی؛
۱۰. قابلیت حداقل هزینه سفر؛
۱۱. قابلیت مصرف سوخت کمتر (جزوه آموزشی ترابری نیروی انسانی، ۱۳۸۵، ص ۹)

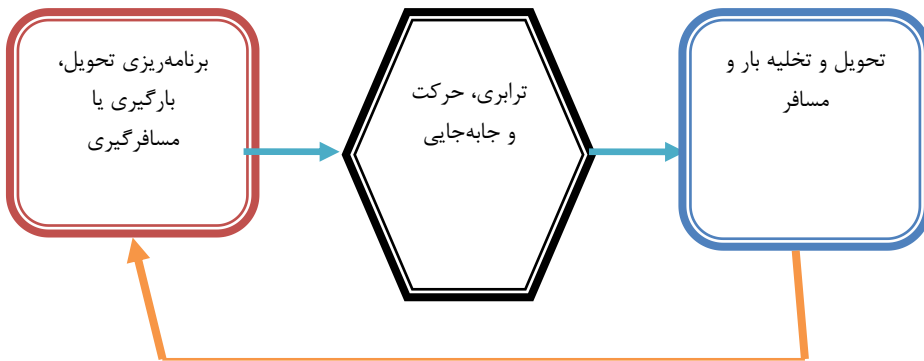
انواع سیستم‌های ترابری عمومی (جابجایی مسافر) شهری

۱. سیستم‌های راه‌آهن شهری:
 - راه‌آهن سبک^۱؛
 - سیستم مترو^۲؛
 - سیستم راه‌آهن حومه^۳.
۲. سیستم‌های جاده‌ای درون شهری:
 - سرویس‌های اتوبوس‌رانی؛
 - سرویس‌های تاکسیرانی؛
 - سرویس‌های تاکسی تلفنی؛
 - سرویس‌های تاکسی اجاره‌ای (جزوه آموزشی ترابری نیروی انسانی، ۱۳۸۵، ص ۱۰).

1. Light rail trains.
2. METRO.
3. SUBURBAN RAIL.

چرخه انجام کار در فرآیند ترابری

چرخه انجام کار در فرآیند ترابری طبق نمودار شماره سه در مرحله اول با برنامه‌ریزی جهت تحویل، بارگیری یا مسافرگیری شروع می‌شود و سپس ترابری، حرکت و جابه‌جایی صورت می‌گیرد و در آخرین مرحله هم تحویل، تخلیه بار و مسافر صورت می‌گیرد و این چرخه به‌طور مداوم در حال تکرار می‌باشد.



نمودار شماره سه: چرخه انجام کار در فرآیند ترابری
(مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، ۱۳۸۵)

در ارتباط با حمل می‌توان گفت که حمل مواد به پنج طریق انجام می‌گیرد:

- جاده‌ای؛
- راه‌آهن؛
- دریایی؛
- هوایی؛
- خط لوله.

ارکان اصلی سیستم حمل و نقل

- **برنامه‌ریزی و طراحی:** در انجام هر مأموریت و عملیات ترابری وجود برنامه‌ریزی و طراحی ساختار عملیات در رده مدیریت و مافوق ضروری است. آشنایی و استفاده از مدل‌های ریاضی و کمی تحقیق در عملیات و مدل‌های برنامه‌ریزی ترابری جهت بهینه نمودن و بالا بردن بهره‌وری سیستم ترابری، باعث می‌شود که طراحی و برنامه‌ریزی به عنوان یکی از اصلی‌ترین ارکان سیستم حمل‌ونقل قرار گیرد.

- **نیروی انسانی:** داشتن نیروی انسانی کاردان و کارشناس در کلیه امور ترابری و آشنا با مسائل این سیستم به عنوان اصلی‌ترین رکن مطرح می‌باشد.

- **مبدأ (پایانه، ترمینال):** جا و مکانی که جهت بار و سوار نمودن کالا یا مسافر در نظر گرفته می‌شود.

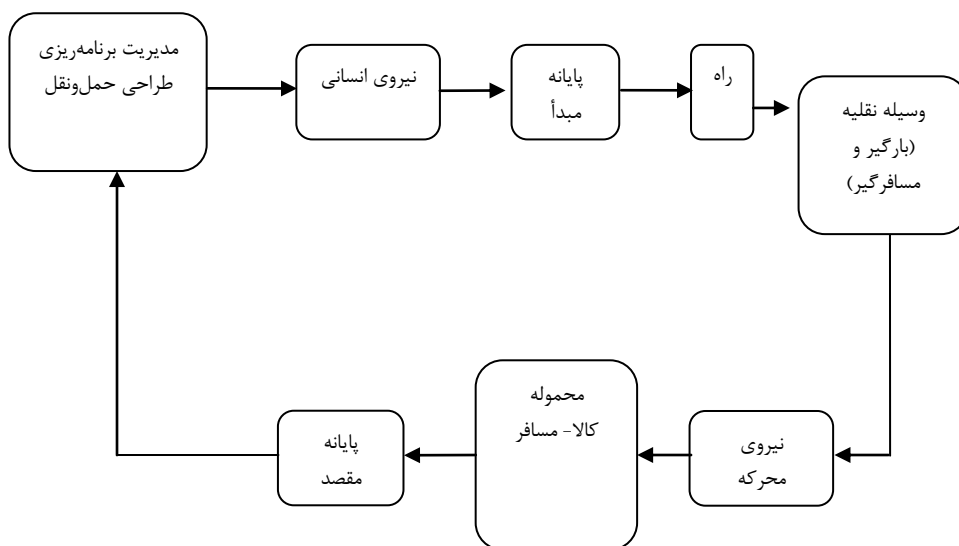
- **راه مسیر:** در سیستم ترابری وجود راه‌های مختلف از ضروری‌ترین نیازمندی‌ها به‌شمار می‌آید و بدون وجود راه برقراری سرویس‌های حمل‌ونقل ممکن نخواهد بود. راه وسیله هدایت وسیله نقلیه از مبدأ به مقصد را امکان‌پذیر می‌سازد.

- **وسيله نقلیه:** و وسیله حمل‌کننده یکی دیگر از ارکان در سیستم حمل‌ونقل می‌باشد و راه و وسیله نقلیه ارتباط بسیار تنگاتنگی با یکدیگر دارند.

- **نیروی محرکه:** نیروی محرکه عبارتست از انرژی یا نیرویی که یک وسیله نقلیه را به حرکت وامی‌دارد.

- **محموله:** محموله در سیستم حمل‌ونقل اعم از کالا و انسان می‌باشد.

- **مقصد (پایانه - ترمینال):** مقصد نقطه پایان فرآیند حمل‌ونقل است بنابراین وجود تسهیلات جهت تخلیه باراندازی، خدمات مسافری و باری در این مکان ضرورت دارد. (جزوه آموزشی ترابری و تحرک در نیروی زمینی، ۱۳۸۵، ص ۴).



نمودار شماره چهار: ارکان اصلی سیستم حمل‌ونقل

(مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، ۱۳۸۵)

اهداف عمده و اصلی ترابری (ملاک و معیار ارزیابی بهینه بودن سیستم ترابری):

به‌طور کلی هدف نظام حمل و نقل تأمین جابه‌جایی انسان و کالا از نقطه‌ای به نقطه دیگر به‌طور مطلوب و مقبول متناسب با تقاضای جابه‌جایی انسان و کالا است. بنابراین هدف از برقراری سیستم‌های ترابری دستیابی به مطلوبیت همه‌جانبه است لذا اصول زیر به عنوان معیار ارزیابی سیستم ترابری مطرح بوده و در طراحی و ایجاد سیستم‌های حمل‌ونقل باید این اصول رعایت و لحاظ گردند:

۱. هماهنگی و جامعیت؛
۲. ایمنی؛
۳. فراوانی و قابل دسترس بودن؛
۴. ظرفیت؛
۵. نظرپذیری از خدمات حمل‌ونقل؛

۶. مسئولیت‌پذیری؛

۷. سرعت؛

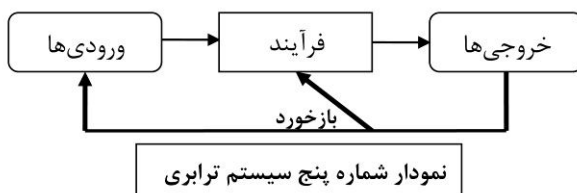
۸. راحتی و آسایش؛

۹. هزینه قابل قبول و ارزان؛

۱۰. سادگی و روانی (جزوه آموزشی ترابری و تحرک در نیروی زمینی، ۱۳۸۵، ص ۱۲)

سیستم ترابری

سیستم ترابری همان‌طور که در نمودار شماره پنج نمایش داده شده از یکسری ورودی‌ها تشکیل شده که طی انجام فرآیندی به خروجی‌هایی که در جدول شماره یک نشان داده شده دست می‌یابد که بازخورد این خروجی‌ها از ورودی سیستم و انجام فرآیندها حاصل می‌گردد.



ورودی‌ها	فرآیند	خروجی‌ها	
نرم‌افزار	انسان	بررسی اطلاعات خودروها	حمل و نقل مطلوب
سخت‌افزار	خودرو	بررسی اطلاعات راه‌ها	جابه‌جایی بهینه انسان
مدیریت	راه	بررسی اطلاعات انسانی رانندگان	جایجایی بهینه کالا
برنامه‌ریزی	سوخت	بررسی اهداف و مأموریت‌ها	استفاده مناسب از راه‌ها
طراحی	بودجه	بررسی شرایط اقلیمی منطقه	استفاده مناسب از خودرو
اهداف	امکانات	بررسی شرایط جوی و آب و هوایی	استفاده مناسب از انسان و راننده
مأموریت‌ها	محیط‌زیست	بررسی شرایط اضطراری و بحرانی	حمل و نقل به موقع و بهنگام

جدول شماره یک: ورودی‌ها، فرآیندها و خروجی‌ها در سیستم

در جدول شماره دو: هدف از برنامه‌ریزی در سیستم جابه‌جایی مسافر و معیارهایی برای ارزیابی هر یک از این برنامه‌ها بیان شده است

معیار ارزیابی	هدف از اقدامات برنامه‌ریزی
<ul style="list-style-type: none"> - زمان سفر در کل سیستم - متوسط سرعت در کل سیستم - متوسط سرعت‌ها در کریدورهای سفر 	بررسی عملکرد سیستم حمل و نقل
<ul style="list-style-type: none"> - سهم حمل و نقل عمومی از جابه‌جایی در سیستم وسایل نقلیه - درصد استفاده از طرق مختلف سیستم حمل و نقل 	کاهش وابستگی شهروندان به وسایل نقلیه شخصی
<ul style="list-style-type: none"> - مصرف کل سوخت - سفر / کیلومتر، تقسیم بر مقدار سوخت مصرف شده 	کاهش مصرف بنزین در سیستم حمل و نقل شهری
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد افراد کشته و زخمی در تصادفات - مجموع کل تصادفات - نرخ تصادفات در هر میلیون وسیله نقلیه از سفر 	بهبود ایمنی
<ul style="list-style-type: none"> - میزان آلودگی صوتی - میزان آلودگی هوا (اکسیدهای کربن، اکسیدهای نیتروژن، ئیدروکربن‌ها) 	بهبود زیست‌محیطی شهری
<ul style="list-style-type: none"> - نرخ‌های سفر - نفر کیلومتر از سفرها - نفر کیلو مترها از سفر برای هر واحد سوخت مصرف شده یا برای هر واحد از آلودگی‌های ایجاد شده 	افزایش جابه‌جایی با ثابت نگهداشتن سوخت و آلودگی‌های زیست‌محیطی

جدول شماره دو: برنامه‌ریزی و معیارهای ارزیابی مدیران در سیستم جابه‌جایی مسافر

(مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، ۱۳۸۵)

با توجه به این‌که در این پژوهش، سازمان مورد نظر یک سازمان دولتی (نظامی) می‌باشد، انواع ترابری را در سازمان‌های دولتی و نظامی مورد بررسی قرار می‌دهیم و تعریف ما از ترابری

«جابه‌جایی افراد، تجهیزات و سایر نیازمندی‌های نظامی با انواع وسایل ترابری (کشتی، راه‌آهن، خودرو، هواپیما و لوله)» می‌باشد.

انواع ترابری در سازمان‌های دولتی و نظامی

در اکثر سازمان‌ها وظیفه ترابری سازمانی دارای سه قسمت مختلف است که عبارت است از:

- ♦ ترابری یگانی؛
- ♦ ترابری کالا؛
- ♦ ترابری نیروی انسانی؛

– ترابری یگانی

ترابری یگانی یا انتقال سازمانی غالباً مختص سازمان‌های نظامی است و در سازمان‌های نظامی معنی و مفهوم روشنی دارد و آن زمانی است که مأموریت انتقال سازمان نظامی از یک منطقه به منطقه دیگر صادر می‌گردد و رده نظامی باید عملیات جابجایی و انتقال کلیه امکانات، تجهیزات و نیروی انسانی را انجام داده و از مبدأ اسکان سازمان به مقصد جدید اسکان سازمان حمل‌ونقل نماید این نوع جابجایی به عنوان جابه‌جایی سازمانی و یگانی معروف می‌باشد.

– ترابری کالا و بار

اکثریت سازمان‌ها با آن روبرو هستند و بخش عظیمی از حمل و نقل‌ها در سازمان‌ها، حمل‌ونقل مواد، تجهیزات، کالاها و اقلام می‌باشد.

– ترابری نیروی انسانی

در قالب ارائه سرویس‌های رفت و آمدی به کارکنان و یا سرویس ویژه برای مدیران و مسئولان و مدعوین به سازمان می‌باشد که واحد ترابری سازمان مسئولیت این جابجایی انسانی را برای سازمان به عهده داشته و به جهت ادامه رفاهیات بیشتر به پرسنل و حفظ توانایی و قدرت نیرو و عدم خستگی و اینکه با نشاط به سرکار بیاید لازم می‌باشد. (اکبر پور، ۱۳۸۵، ص ۱۳)

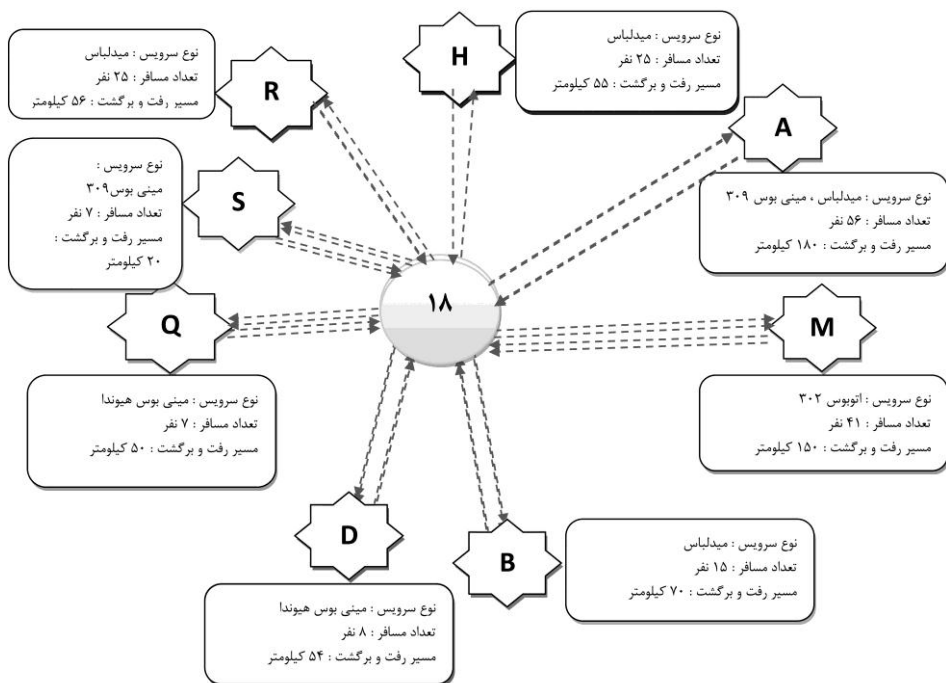
بررسی مدل

هدف اساسی در این تحقیق تخصیص بهینه وسایط نقلیه، با توجه به فراوانی مسافری با حداقل هزینه در شرایط موجود می‌باشد. برای رسیدن به این هدف ابتدا همان‌طور که در جدول شماره سه نشان داده شده است انواع وسایط نقلیه مورد استفاده در ترابری نیروی انسانی سازمان را بر اساس تعداد ظرفیت مسافر و میزان مصرف سوختشان مورد بررسی قرار داده‌ایم.

مصرف سوخت (لیتر) در ۱۰۰ کیلومتر	ظرفیت (صندلی)	نوع خودرو
۳۵	۳۶	اتوبوس بنز ۳۰۲
۳۰	۲۵	میدلباس
۲۵	۱۸	مینی‌بوس هیوندا
۲۵	۱۸	مینی‌بوس بنز ۳۰۹

جدول شماره سه: انواع وسایط نقلیه در ترابری نیروی انسانی سازمان

سپس طبق نمودار شماره شش مسیرهای رفت و برگشت روزانه کارکنان، مسافت پیموده شده در هر مسیر، نوع وسیله نقلیه در هر مسیر و فراوانی مسافری در هر مسیر مشخص گردیده است.



نمودار شماره شش: بررسی وضعیت موجود سرویس‌دهی روزانه کارکنان

به این نتیجه رسیده‌ایم که سرویس‌دهی روزانه کارکنان در وضعیت موجود دارای ۸ مسیر رفت و برگشت، ۹ وسیله‌نقلیه و ۲۰۸ عدد صندلی و تعداد کل مسافرین ۱۸۴ نفر می‌باشد که نشان می‌دهد ظرفیت جابه‌جایی مسافر بیشتر از تعداد مسافر می‌باشد.

هزینه کرد در وضعیت موجود

با توجه به فرضی که در بیان مسئله مطرح شد که سازمان مورد مطالعه از لحاظ سرمایه (خودرو، تعمیرگاه، پارکینگ، محل استراحت رانندگان، ساختمان) و نیروی انسانی کمیودی ندارد، پس با در نظر گرفتن این موارد برای به‌دست آوردن هزینه سرویس‌دهی روزانه کارکنان سه مشخصه را انتخاب می‌کنیم که شامل:

– مشخصه R: حق سرویس جهت هر راننده؛

- مشخصه N : هزینه نت در هر کیلومتر؛

- مشخصه S : هزینه سوخت هر مسیر (هزینه هر لیتر سوخت ۳۵۰۰ ریال در نظر گرفته شده است).

برای به دست آوردن مشخصه R بدین صورت عمل می‌کنیم که حق سرویس جهت هر راننده در سازمان مورد مطالعه ۲۰ دقیقه اضافه کاری در روز می‌باشد که با توجه به حقوق رانندگان، میانگین آن روزی ۷۰۰۰ ریال می‌باشد.

برای به دست آوردن مشخصه N ، هزینه نت را بر اساس جدول شماره چهار محاسبه می‌کنیم.

توضیحات جدول شماره چهار

- هزینه‌ها بر حسب ریال می‌باشد و اعداد گرد شده است.
- کیلومتر خودروها (جهت انجام تعمیرات) در سال تنها برای سرویس روزانه کارکنان در نظر گرفته شده است.
- هزینه استهلاک خودرو را به مشخصه‌های ذکر شده اضافه می‌کنیم. زیرا خودروی اتوبوس بنز ۳۰۲ بالای ۲۰ سال کارکرد دارد، همچنین مینی‌بوس ۳۰۹، بالای ۱۵ سال کار کرده است. این در صورتی است که خودروهای میدلباس و هیوندای متوسط کارکرد آن‌ها ۵ سال می‌باشد. به همین علت یک در صدی را به عنوان هزینه استهلاک در نظر می‌گیریم.
- فرض بر این است که خودروها هیچ مأموریتی به جز سرویس‌دهی روزانه کارکنان نداشته باشند. اگر در مأموریت‌های دیگر به کار گرفته شوند ۳۰ درصد به مبلغ هزینه کل در یک کیلومتر اضافه می‌گردد.

هزینه کرد سرویس‌دهی روزانه کارکنان در وضع موجود با توجه به سه مشخصه S, N, R و نوع وسیله‌نقلیه مورد استفاده در هر مسیر، طبق جدول شماره پنج به دست آمده است.

مسیر	نوع سرویس	R	N	S	جمع کل	هزینه هر صندلی در کل مسیر
A	میدلباس	۷۰۰۰	۳۹۰×۱۸۰	۳۵۰۰×۵۴	۲۶۶,۲۰۰	۱۰,۶۴۸
	مینیبوس ۳۰۹	۷۰۰۰	۱۸۰×۱۸۰	۳۵۰۰×۴۵	۱۹۶,۹۰۰	۱۰,۹۳۹
M	اتوبوس ۳۰۲	۷۰۰۰	۳۳۰×۱۵۰	۳۵۰۰×۵۲,۵	۲۴۰,۲۵۰	۶,۶۷۴
B	میدلباس	۷۰۰۰	۳۹۰×۷۰	۳۵۰۰×۲۱	۱۰۷,۸۰۰	۴,۳۱۲
D	هیوندا	۷۰۰۰	۱۷۰×۵۴	۳۵۰۰×۱۳,۵	۶۳,۴۳۰	۳,۵۲۴
Q	هیوندا	۷۰۰۰	۱۷۰×۵۰	۳۵۰۰×۱۲,۵	۵۹,۲۵۰	۳,۲۹۲
S	مینیبوس ۳۰۹	۷۰۰۰	۱۸۰×۲۰	۳۵۰۰×۵	۲۸,۱۰۰	۱,۵۶۱
R	میدلباس	۷۰۰۰	۳۹۰×۵۶	۳۵۰۰×۱۶,۸	۸۷,۶۴۰	۳,۵۰۶
H	میدلباس	۷۰۰۰	۳۹۰×۵۵	۳۵۰۰×۱۶,۵	۸۶,۲۰۰	۳,۴۴۸
هزینه کل در یک روز					۱,۱۳۵,۷۷۰	

جدول شماره پنج: هزینه کرد سرویس‌دهی روزانه کارکنان در وضع موجود

نکته: برای به‌دست آوردن هزینه کل در وضعیت موجود، همان‌طور که در نمودار شماره شش نشان داده شده است، باید به این نکته هم توجه داشت که در بعضی از مسیرها (S,Q,D,B) با

نصف ظرفیت خودرو مسافر جابه‌جا می‌شود که در این حالت هزینه هر یک از صندلی‌های خالی در مسیرهای فوق به هزینه کل اضافه می‌گردد. بدین صورت هزینه سرویس‌دهی روزانه کارکنان در وضعیت موجود بالغ بر ۱۲۶۷۵۱۳ ریال می‌باشد.

$$(۱۵۶۱)۱۱ + (۳۲۹۲)۱۱ + (۳۵۲۴)۱۰ + (۴۳۱۲)۱۰ + ۱۱۳۵۷۷۰ = ۱۲۶۷۵۱۳$$

هزینه یک سال سرویس‌دهی هم با توجه به تعداد روزهای تعطیل که ۷۳ روز می‌باشد برابر می‌شود با:

$$۱۲۶۷۵۱۰ \times ۲۹۲ = ۳۷۰۱۱۲۹۲۰$$

در ادامه برای رسیدن به هدف‌مان که همان تخصیص بهینه وسایط نقلیه با توجه به فراوانی مسافری در هر مسیر با حداقل هزینه می‌باشد اقدام به طرح یک مدل برنامه‌ریزی خطی می‌کنیم که شامل مشخصه‌ها و متغیرهای زیر می‌باشد.

الف) مشخصه‌ها شامل:

C_1 : هزینه یک صندلی اتوبوس ۳۰۲ بر اساس هر کیلومتر در هر مسیر
 هزینه هر صندلی اتوبوس در مسیر M ۶۶۷۴ ریال می‌باشد که در یک کیلومتر هزینه آن برابر $(۶۶۷۴ \div ۱۵۰) = ۴۴$ ریال

C_2 : هزینه یک صندلی میدلباس بر اساس هر کیلومتر در هر مسیر

C_3 : هزینه یک صندلی مینی‌بوس ۳۰۹ بر اساس هر کیلومتر در هر مسیر

C_4 : هزینه یک صندلی مینی‌بوس هیوندا بر اساس هر کیلومتر در هر مسیر

ب) متغیرها شامل:

X_{1i} : تعداد اتوبوس ۳۰۲ که در مسیر H استفاده می‌شود؛

Y_{1i} : تعداد میدلباس که در مسیر H استفاده می‌شود؛

Z_{1i} : تعداد مینی‌بوس ۳۰۹ که در مسیر H استفاده می‌شود؛

P_{1i} : تعداد مینی‌بوس هیوندا که در مسیر H استفاده می‌شود؛

M : ظرفیت اتوبوس ۳۰۲ موجود (۳۶ نفر)؛

T : ظرفیت میدلباس موجود (۲۵ نفر)؛

E : ظرفیت مینی‌بوس ۳۰۹ موجود (۱۸ نفر)؛

D : ظرفیت مینی‌بوس هیوندا موجود (۱۸ نفر)؛

تشریح تابع هدف

$$۱- C_۱ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r X_h$$

هزینه هر صندلی اتوبوس ۳۰۲ در یک کیلومتر ($C_۱$) در مسافتی که طی می‌کند (K_h)، مربوط به مسیر H (در اینجا برای بیان مسیرهای مختلف از علامت سیگما $h=۱$ تا r استفاده شده است که نشان‌دهنده هر یک از مسیرها می‌باشد) در تعداد اتوبوسی که در مسیر استفاده می‌گردد (X_h)

$$۲- C_۲ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r Y_h$$

$$۳- C_۳ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r Z_h$$

$$۴- C_۴ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r P_h$$

تشریح محدودیت‌ها

محدودیت اول:

$$M \cdot X_h + T \cdot Y_h + E \cdot Z_h + D \cdot P_h \geq F_h$$

ظرفیت هر کدام از خودروها در تعداد خودروها در هر مسیر باید بزرگ‌تر مساوی تعداد

مسافری باشد مجموع محدودیت دوم:

تعداد وسایط نقلیه اعزامی در هر مسیر با تعداد برگشتی از آن مسیر مساوی باشد (H مسیر

رفت H مسیر برگشت)

$$X_h = X_{h'}$$

$$Y_h = Y_{h'}$$

$$Z_h = Z_{h'}$$

$$P_h = P_{h'}$$

مدل حمل‌ونقل پیشنهادی

$$\text{Min} Z = C_۱ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r X_h + C_۲ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r Y_h + C_۳ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r Z_h + C_۴ \cdot K_h \sum_{h=۱}^r P_h$$

$$P_h$$

$$S.T = M \cdot X_h + T \cdot Y_h + E \cdot Z_h + D \cdot P_h \geq F_h$$

$$X_h = X_{h'}$$

$$Y_h = Y_{h'}$$

$$Z_h = Z_{h'}$$

$$P_h = P_{h'}$$

حل مدل

با بررسی که در واحد ترابری سازمان صورت گرفت، علاوه بر ۹ وسیله نقلیه‌ای که سرویس روزانه کارکنان را انجام می‌دهند، ۳ دستگاه اتوبوس جهت مأموریت‌های سازمان، و یک دستگاه مینی‌بوس هیوندا به عنوان یدکی برای سرویس‌دهی روزانه در صورت خرابی هر یک از سرویس‌ها، موجود می‌باشد.

حال با توجه به این که هزینه صندلی مینی‌بوس هیوندا در هر مسیر کمتر از مینی بوس ۳۰۹ می‌باشد و تعداد ظرفیت آن‌ها با هم برابر می‌باشد و از لحاظ رفاهی برای مسافری مناسب‌تر است (دارای سیستم کولر می‌باشد)، در جدول شماره شش که جدول پیشنهادی جهت حل مدل حمل‌ونقل می‌باشد و شامل هزینه کرد هر یک از خودروها در مسیرهای مختلف بر اساس تعداد مسافر در هر مسیر و تعداد ظرفیت هر خودرو است یکی از مینی بوس‌های ۳۰۹ را به عنوان یدکی در نظر می‌گیریم و مینی بوس هیوندا را به عنوان سرویس اصلی در مسیر قرار می‌دهیم. جهت حل مدل پیشنهادی از روش‌های حل مدل‌های حمل‌ونقل، شمال غربی و وگل استفاده می‌کنیم. ابتدا جدول پیشنهادی شماره شش را از طریق روش وگل حل می‌کنیم که تخصیص هر یک از وسایط نقلیه به فراوانی مسافری در هر مسیر به وسیله این روش در جدول شماره هفت نشان داده شده است.

هزینه کل در روش وگل

با توجه به جدول حل شده فوق (جدول شماره هفت)، اگر یک نفر مسافری که در مسیر A با میدلباس جابه‌جا می‌گردد با اتوبوس یا میدلباس دیگری که در این مسیر است جابه‌جا شود، که سرویس‌دهی به این یک نفر از این طریق امکان‌پذیر می‌باشد، یک خودروی میدلباس از سرویس روزانه ما کم می‌شود و کل مسیر بدون حتی یک صندلی خالی سرویس‌دهی می‌شود و در این صورت تعداد مسافری با تعداد ظرفیت خودروها برابر می‌گردد در این روش هزینه یک روز سرویس‌دهی برابر می‌شود با ۱۱۶۲۷۵۰ ریال و هزینه یک سال آن ۳۳۹۵۲۳۰۰۰ ریال می‌شود. که نسبت به وضع موجود با کاهش هزینه‌ای برابر با ۱۰۴۷۶۳ ریال در روز مواجه می‌گردیم.

پس از بررسی جدول شماره هفت و مسیرهایی که هر یک از وسایط نقلیه جهت سرویس‌دهی روزانه کارکنان باید بپیمایند به این نتیجه می‌رسیم که اجرای این روش در سازمان مورد مطالعه قابل اجرا نمی‌باشد چون که هیچ راننده‌ای قبول نمی‌کند در مسیرهای گوناگونی که هیچ‌گونه ارتباطی با همدیگر ندارند به جابه‌جایی مسافریین پردازد به عنوان مثال (مینی‌بوس ۳۰۹)، ۴۰ نفر مسافر در مسیر D ، ۷ نفر در مسیر S ، ۷ نفر در مسیر Q را سرویس‌دهی کند. یا راننده دیگری (میدلباس)، ۱۰ نفر مسافر در مسیر M و ۱۵ نفر مسافر در مسیر B داشته باشد در صورتی که هیچ‌گونه ارتباطی این مسیرها با هم ندارند.

پس باید روشی را انتخاب کنیم که هم هزینه کاهش یابد و هم در سازمان مورد مطالعه قابل اجرا باشد. برای این منظور جدول شماره هشت پیشنهاد می‌گردد، در این جدول مسیرها به صورتی در کنار یکدیگر چیده شده‌اند که به همدیگر مرتبط می‌باشند و به راحتی می‌توان از یک مسیر به مسیر دیگر رفت. البته این جدول با جدول پیشنهادی شماره شش تفاوتی ندارد و در همان ابتدا جداول به صورت بهینه مطرح شده است. حال مدل تخصیص حمل‌ونقل را از طریق گوشه شمال غربی حل می‌کنیم (جدول شماره هشت)، که دارای یک روش ابتکاری جهت اجرا در سازمان می‌باشد به عنوان مثال مسیرهای D و B با همدیگر ارتباط دارند ولی هیچ‌گونه ارتباطی با مسیر S ندارند. تعداد مسافریین این مسیرهای D و B ، ۲۳ نفر می‌باشند و کل ظرفیت خودرو مورد استفاده در این دو مسیر که یک خودروی میدلباس می‌باشد ۲۵ نفر است ولی چون این دو مسیر ارتباطی با مسیر S ندارد خودروی مذکور با دو ظرفیت خالی به سرویس‌دهی کارکنان می‌پردازد.

با توجه به جدول شماره هشت کل ظرفیت خالی در حل مدل حمل و نقل به وسیله روش شمال غربی ۶ عدد می‌باشد و مینی‌بوس ۳۰۹ هم از سرویس‌دهی کارکنان خارج می‌گردد، در این روش هزینه کرد یک روز سرویس‌دهی برابر می‌شود با ۱۱۸۹۱۰۰ ریال و هزینه یک سال آن ۳۴۷۲۱۷۲۰۰ ریال می‌شود که نسبت به وضع موجود با کاهش هزینه‌ای برابر با ۷۸۴۱۳ ریال در روز مواجه می‌گردیم با این تفاوت که این مدل ترابری در سازمان مورد مطالعه، قابل پیاده‌سازی می‌باشد.

نتیجه گیری

همان طور که می بینیم این تحقیق یک تحقیق میدانی و یک مسئله کاربردی در یک محیط کوچک می باشد که در بسیاری از مسایل روزمره مثل خطوط اتوبوس رانی، پایانه های مسافری و سرویس دهی کارمندان کلیه ادارات می توان از آن استفاده کرد. روش نظام مند برنامه ریزی حمل و نقل یک راه حل تشکیلاتی و منطقی جهت تجزیه و تحلیل کردن پروژه های حمل و نقل است. از آنجایی که، زمان، هزینه و رضایت مندی در ترابری نیروی انسانی دارای اهمیت می باشد لذا با اجرای مدل حمل و نقل شاهد کاهش هزینه ها، رضایت مندی مسافری و رانندگان و وسایط نقلیه می باشیم. در این بررسی کاهش هزینه به میزان ۷ درصد می باشد در صورتی که این تحقیق، در بررسی هزینه ها تنها ۳ مشخصه (حق سرویس، هزینه نت، هزینه سوخت) مد نظر قرار داده، که با واقعی کردن مشخصه ها مانند هزینه (نیروی انسانی، پارکینگ، تعمیرگاه، ساختمان،...) کاهش هزینه ها محسوس تر می شود. همچنین اگر این مدل در یک محیط بزرگ تر مورد استفاده قرار گیرد نسبت کاهش هزینه به مراتب در مقایسه با حالت اولیه بیشتر می شود. پس نتیجه می گیریم استفاده از این مدل در یک محیط بزرگ تر قابلیت استفاده از آن را بیشتر نمایان می سازد.

منابع

۱. امیدوار، مجید، مقاله پژوهش در عملیات مفاهیم اصول و تاریخچه، ۱۳۸۴، مجله راهکار مدیریت.
۲. اکبرپور، نعمت‌ا...، جزوه ترابری و تحرک در نیروی زمینی، ۱۳۸۵، مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، دانشگاه امام حسین (ع).
۳. صابری، زهرا- کاشفی، زهرا، مقاله برنامه‌ریزی خطی، ۱۳۸۸، برگرفته از سایت مدیریت.
۴. ثریا، مریم- خوارزمی، الهام، مقاله نقش حمل‌ونقل در توسعه اقتصاد ملی، ۱۳۹۰، نشریه تخصصی امور گمرکی.
۵. فناطی رشیدی، سارا- کمالی، زهرا- براتی، رامین، مقاله بهینه‌سازی سیستم حمل‌ونقل دانشجویان با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح، ۱۳۸۹، دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.
۶. قربانیان، محمدرضا، جزوه تحقیق در عملیات ۱، ۱۳۸۵.
۷. پولاک، راسکوپف و بارنت، مقاله تحقیق در عملیات و بخش عمومی، ۱۹۹۴، ترجمه مجید امیدوار.
۸. ویلکس، مقاله عناصر تحقیق در عملیات، ۱۹۸۰، ترجمه مجید امیدوار.
۹. مقاله مقدمه‌ای بر برنامه‌ریزی خطی، مؤلف، ناشناس، ۱۳۹۰، برگرفته از سایت imi.persianbolog.ir
۱۰. مرکز اطلاعات علمی و تخصصی حمل‌ونقل و ترافیک، تعریف حمل‌ونقل عمومی، ۱۳۸۸، برگرفته از سایت www.ttic.ir
۱۱. جزوه ترابری نیروی انسانی، مؤلف ناشناس، ۱۳۸۵، مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، دانشگاه امام حسین (ع).
۱۲. جزوه ترابری و تحرک در نیروی زمینی، مؤلف ناشناس، ۱۳۸۵، مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی و مهندسی، دانشگاه امام حسین (ع).
۱۳. *Eizo Takai, paper, The Role of Operations Research towards Advanced Logistics, 2008, science & technology trends*

۱۴. Dominique A. Heger, Austin, TX , paper, *An Introduction to Operations Research – Benefits, Methods & Application*, ۲۰۰۶, *Fortuitous Technology*
۱۵. INFORMS, ۲۰۰۶, *What operations research is, from*
<http://www.scienceofbetter.org/what/index.htm>
۱۶. Pollock, S. M., M. H. Rothkopf and A. Barnett. eds. 1994. *Operations Research and the Public Sector*. North-Holland: Elsevier.
۱۷. Robert R. Fragnito , *Definition of Operations Research*, ۲۰۱۱, from www.ehow.com
۱۸. Wilkes, F. M. ۱۹۸۰. *Elements of Operations Research*. London: McGraw-Hill.
۱۹. Sangeeta Agrawal, KR Subramanian & S.Kapoor, paper, *Operations Research- Contemporary Role in Managerial Decision Making* , *IJRRAS* ۳, May ۲۰۱۰.
 ۲۰. <http://www.mgtsolution.com/olib/۴۶۱۵۳۸۷۱۶.aspx>
۲۱. <http://imi.persianblog.ir/post/۳۳۳۳>-<http://www.modiryar.com/indexmanagement/industrial/operational/۲۱۱۴-۱۳۸۸-۰۴-۲۷-۰۵-۵۹-۲۱.html>.
۲۲. <http://www.ttic.ir>.
۲۳. http://www.ehow.com/about_۵۱۲۷۰۵۲_definition-operations-research.html.
۲۴. <http://www.scienceofbetter.org/what/index.htm>.