

## ارایه مدل بهینه حمل و نقل مسافران شهری با رویکرد ریسک

حامد نادرنیا، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

حمید شیرمحمدی\*، استادیار، گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه ارومیه، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: H.shirmohammadi@urmia.ac.ir

دریافت: ۹۷/۰۶/۱۵ - پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۵

صفحه ۶۳-۵۵

### چکیده

در این پژوهش، با در نظر گرفتن ریسک‌هایی که می‌توانند در ارائه یک مدل بهینه حمل و نقل تأثیرگذار باشند، به ارائه یک مدل حمل و نقل عمومی بهینه با در نظر گرفتن ریسک پرداخته شده است. که در این مقاله مدل پیشنهادی ریاضی بهینه جهت حمل و نقل عمومی مسافریین توضیح و ارائه داده شده است که مدل مذکور ترکیبی مسافر و وسایل حمل و نقل، به برنامه ریزی همراه ریسک در وسایل حمل و نقل موجود در سیستم می‌باشد که باید به مسافرینی خدمت‌دهی کنند که در موقعیت‌های جغرافیایی معلومی قرار دارند و هرکدام به ارائه خدمت مخصوص نیاز دارند و در عین حال برای هر یک از این مشتریان، یک موعد زمانی برای ارائه خدمت و همینطور یک جریمه دیرکرد معینی تعریف شده است. همچنین وسایل حمل و نقل موجود در سیستم نیز از جهت سرعت حمل و نقل، هزینه به ازای واحد زمانی حرکت و توانایی آنها جهت سفر به مکان مشتریان، با هم متفاوت هستند. هر یک از وسایل حمل و نقل در هر واحد زمانی تنها قادر به جابجایی یک مقدار مسافر هستند و جهت تعویض مسافر ها باید به مبدا بازگردند. تابع هدف مدل پیشنهادی با تخصیص بهینه مینیم سازی هزینه و ریسک مسافران و همینطور تعیین مسیرهای بهینه برای هر وسیله، به دنبال کمینه‌سازی هزینه‌های جابجایی، خدمت‌دهی و دیرکرد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل شهری، ریسک، بهینه‌سازی، نرم افزار GAMS

### ۱-مقدمه

دسترسی و... از مهمترین این قابلیت‌ها هستند (صابریان و همکاران، ۱۳۸۹). از طرف دیگر رشد نواحی شهری و کلان شهری به همراه رشد جمعیت شهرنشین، تصمیم‌گیران شهری را با بایک چالش جدی به نام افزایش تقاضای سفر روبه رو کرده است. افزایش جمعیت و سرانه مالکیت خودرو شخصی باعث افزایش تعداد اتومبیل‌ها در خیابان‌ها و بزرگراه‌ها شده است. این افزایش منجر به رشد فزاینده و رو به رشد حجم ترافیک شده است و در نتیجه متخصصین حمل و نقل همواره مواجه با چگونگی حل این تراکم می‌باشند؛ یک سیستم کارای حمل و نقل شهری بگونه‌ای طراحی می‌شود که تعادل بین تقاضا و عرضه در آن برقرار باشد یعنی همانطور که کمبود سیستم‌های حمل و نقلی باعث ایجاد ازدحام و تبلیغات مخرب آن می‌شود توسعه بلا استفاده آن نیز باعث هدر رفتن سرمایه هاست. هرچند این توسعه سبب شود که

در پی رشد سریع جمعیت و رشد شتاب زده و غیر منطقی شهرها و مطرح شدن آن نیازها برای خدمات عمومی ضرورت پیدا کرد. در این راستا برنامه ریزان سعی دارند با ارائه الگوی مناسب تخصیص زمین به کاربرهای موردنیاز شهرها و مکان‌گزینی مناسب آن‌ها جهت تامین رفاه و ایمنی شهرها امکانات زیستی بهتری را برای آنها فراهم آورند (ولیزاده، ۱۳۸۴). حمل و نقل یکی از زیر ساختهای هرکشور است که مبنا و لازمه سطوح مختلف دسترسی و انتقال مردم و کالا از یک مکان به مکان‌های دیگر است. سامانه حمل و نقل یکی از عوامل مهم بیان‌کننده میزان توسعه یافتگی یک کشور است. سامانه‌های اطلاعات مکانی در زمینه مدیریت بهینه تسهیلاتی چون حمل و نقل دارای قابلیت‌های فراوانی هستند تجزیه و تحلیل شبکه مکانی همانند محاسبه کوتاه‌ترین مسیر جابجایی و تخصیص منابع محاسبه سطح

بسیار متفاوتند زیرا هرکدام از آنها ممکن است به مقاصد مختلفی عزیمت کنند. این درحالی است که تعداد مسافران مسیرهای مختلف نیز متفاوت هستند. علاوه بر تمامی این موارد؛ سایر اهداف نیز در این برنامه ریزی باید مدنظر قرار گیرند. در اکثر مدل های پیش بینی الگوی مسیر حمل و نقل عمومی در برنامه ریزی های بلندمدت حمل و نقلی برخی فرضیات همواره در نظر گرفته می شوند که اگرچه برخی از آنها، دست کم برای اهداف برنامه ریزی بلندمدت، چندان هم محدودکننده یا غیرواقعی نیستند. اما به هر حال تعدیل برخی از این فرضیات میتواند به توسعه ی مدل های حمل و نقل با حساسیت یا انعطاف پذیری بیشتر بی انجامد. در این راستا در این پژوهش، با در نظر گرفتن ریسک هایی که می توانند در ارائه یک مدل بهینه حمل و نقل تأثیرگذار باشند، به ارائه یک مدل حمل و نقل عمومی بهینه با در نظر گرفتن ریسک می پردازد.

### ۳- مدل‌سازی پژوهش (مدل پیشنهادی) (CMVRP)

همانطور که گفته شد این پژوهش با در نظر گرفتن ریسک هایی که می توانند در ارائه یک مدل بهینه حمل و نقل تأثیرگذار باشند، به ارائه یک مدل حمل و نقل عمومی بهینه با در نظر گرفتن ریسک پرداخته شده است. که در مدل پیشنهادی ترکیبی مسافر و وسایل حمل و نقل، به برنامه ریزی همراهریسک در وسایل حمل و نقل موجود در سیستم می باشد که باید به مسافرینی خدمت دهی کنند که در موقعیت های جغرافیایی معلومی قرار دارند و هرکدام به ارائه خدمت مخصوص نیاز دارند و در عین حال برای هر یک از این مشتریان، یک موعد زمانی برای ارائه خدمت و همینطور یک جریمه دیرکرد معینی تعریف شده است. همچنین وسایل حمل و نقل موجود در سیستم نیز از جهت سرعت حمل و نقل، هزینه به ازای واحد زمانی حرکت و توانایی آنها جهت سفر به مکان مشتریان، با هم متفاوت هستند. هر یک از وسایل حمل و نقل در هر واحد زمانی تنها قادر به جابجایی یک مقدار مسافر هستند و جهت تعویض مسافرها باید به مبدا بازگردند. تابع هدف مدل پیشنهادی با تخصیص بهینه مینیم سازی هزینه و ریسک مسافران و همینطور تعیین مسیرهای بهینه برای هر وسیله، به دنبال کمینه سازی

در آینده توسعه شهری در راستای سیستم ایجاد شده صورت گیرد. زمان محقق شدن یک طرح مستقیماً بر توجیه پذیری آن تأثیر می گذارد (ادل و چارلس، ۲۰۰۳). برنامه ریزی حمل و نقل شهری یکی از مسائل اساسی کشورهای توسعه یافته و حتی در حال توسعه محسوب می شود. اهمیت این برنامه ریزی از آنجایی ناشی می شود که این مسئله با سه عامل اساسی، هزینه، زمان و امنیت شهروندان سر و کار دارد. از سوی دیگر اهمیت این مسئله برای دولت‌ها از آنجا ناشی می شود که برنامه ریزی حمل و نقل با میزان رضایتمندی شهروندان رابطه مستقیم دارد و به این سبب است که دولت‌ها در پی آن هستند تا این برنامه ریزی را به بهترین شکل ممکن به انجام برسانند (جاسبی و همکاران، ۱۳۹۰).

### ۲- پیشینه تحقیق

حمل و نقل یکی از زیرساخت های اساسی هر کشور است. به عبارت دیگر این بخش به طور مستقیم با بخش های اقتصادی، صنعتی و اجتماعی در ارتباط است. به گونه ای که پیشرفت در هر یک از این بخش ها مستلزم نوسازی و تغییر در سیستم حمل و نقل است. حمل و نقل عمومی از زیرمجموعه های صنعت حمل و نقل می باشد. این صنعت در ایران پیشرفت های قابل ملاحظه ای داشته، اما متأسفانه این روند رو به رشد متناسب با افزایش نیازها نبوده است. و نتیجه آن مشکلات متعددی است که در این بخش به وجود آمده است. سیستم های حمل و نقل مناسب، سیستم هایی جهت حمایت از حیات و قابلیت زیست در شهرها (با وجود آثار نامطلوب آن) به شمار می آیند هر چند که بر عوامل مختلفی مانند کیفیت، صدا، بهداشت، بهره وری انرژی و ... آثار جدی بر جای می گذارند. طراحی شبکه یکی از موضوعات متداول در همه سطوح تصمیم گیری است و از برنامه ریزی در سطح استراتژیک گرفته تا بررسی مالی تسهیلات عظیمی مانند زیرساخت ها، کاربرد دارد. در سطح تاکتیکی نیز بارزترین کاربرد آن در تجدید سازمان حمل و نقل است، اما اثربخشی و کارایی این سیستم ها مهم ترین فاکتورهای دخیل در اجرای آن هستند. در این راستا، لازم به ذکر است طراحی سیستم حمل و نقل عمومی مبتنی بر مفروضات بسیار زیادی است. از یک طرف انتظار می رود مسیرهای حمل و نقل از برنامه ثابتی برخوردار باشد و تمامی مسیرها را پوشش دهد و از سوی دیگر، مسافری یک مسیر

۲- متغیر تصمیم گیری  $Sij$ ، تعداد افراد  $i$  جا مانده در مسیر  $j$  ام

همانطور که از تعریف این دو متغیر مشخص می شود، متغیر  $Xijk$  نشان دهنده جابه جایی های مستقیم بین مسافرهاست، در حالی که متغیر  $Sij$ ، نشان دهنده عدم جابه جایی های مسافرهاست که میزان صدمات ناشی از عدم انتقال مسافر را، نشان میدهد. با توجه به تعریف متغیرهای  $Xijk$  و  $Sij$  مشخص است که مدل باید مسافران را بین مسیرهای شهری بوسیله وسایل نقلیه مربوطه همراه با ریسک کیفیت وسیله نقلیه، ریسک هزینه، ریسک تعیین مسیر و زمان سفر و هزینه های دیگر، کمترین ریسک و هزینه را انتخاب نماید. انتخاب های بهینه، منجر به ایجاد تعادل بین هزینه های جابجایی وسایل و هزینه های مشتریان و همینطور هزینه های دیرکرد، می شود. در مدل پیشنهادی باید به تمام مسافران موجود در سیستم خدمت دهی انجام شود و برای هر یک از مسافری یک موعد ارائه خدمت در نظر گرفته شده است. در صورتی که زمان اتمام خدمت دهی به هر مسافر بعد از این موعد زمانی باشد، هزینه های به صورت جریمه دیرکرد به سیستم تحمیل می شود.

### ۳-۳- تعریف علائم و پارامترها

علائم و پارامترهایی که در مدل به کار گرفته شده اند شامل پارامترهای ورودی و متغیرهای تصمیم گیری به شرح زیر می باشند:

هزینه های جابجایی، خدمت دهی و دیرکرد می باشد که در ذیل به مفروضات مدل پرداخته می شود:

### ۳-۱- فرضهای مدل

- موقعیت جغرافیایی مسافران مشخص و معلوم است و فواصل به صورت مستقیم محاسبه می شوند.
- هر یک از مسافران به ارائه یک وسیله نقلیه نیاز دارند و برای هر یک از آنها یک موعد تحویل و جریمه دیرکرد در نظر گرفته شده است.
- وسایل حمل و نقل از نظر سرعت جابجایی و هزینه انتقال به ازای واحد زمانی با هم متفاوت هستند و یک وسیله ممکن است قادر به سفر به مکان بعضی از مسافران نباشد.
- هر وسیله در هر زمان تنها قادر به جابجایی یک تیم است و به هر مسافر تنها یک وسیله خدمت دهی می کنند.
- وسایل حمل و نقل از یک مرکز کار خود را شروع می کنند و پس از ارائه خدمت، به آن باز می گردند.

### ۳-۲- خصوصیت مدل ارائه شده

برای مدل پیشنهادی دو متغیر تصمیم گیری تعریف شده است:

۱- متغیر تصمیم گیری  $Xijk$ ، در صورتی مسافر توسط  $k$  کیفیت وسیله حمل و نقل  $i$  به مسیر  $j$  منتقل شود.

### اندیس ها

- $I$ : نشان دهنده وسیله نقلیه
- $J$ : شاخص های نشان دهنده مسیر
- $k$ : شاخص نشان دهنده کیفیت وسیله نقلیه

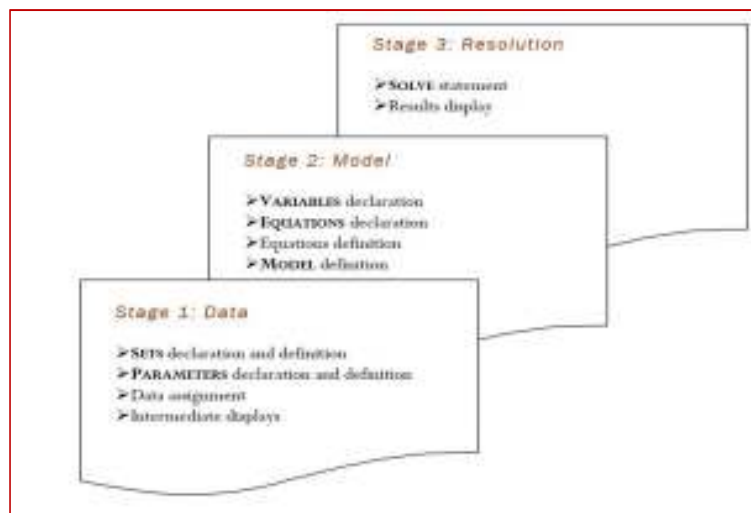
### پارامترهای ورودی

- $V$ : حداکثر تعداد وسیله نقلیه موجود در سیستم به طوریکه  $k=1,2,3,\dots,V$
- $v(k)$ : سرعت وسیله نقلیه  $k$
- $cv(k)$ : هزینه جابه جایی وسیله  $i$  در واحد زمان
- $N = \{0,1,2,\dots,n\}$ : مجموعه نشان دهنده مسافرانها
- $C_i$ : ظرفیت وسیله نقلیه  $i$
- $C_{ij}$ : ظرفیت مسیر  $j$  برای وسیله نقلیه  $i$
- $d_j$ : طول مسیر  $j$  ام



شکل ۱ ساختار مدل‌سازی در گمز را به صورت خلاصه نشان می‌دهد.

۴- روش حل روش پیشنهادی با نرم افزار GAMS با استفاده از ساختار مدل‌سازی



شکل ۱. مراحل مدل‌سازی با نرم افزار گمز (بر اساس مدل‌های بودجاسو و همکاران، آتشیپز و همکاران)

دارد، زمان حل مدل است. زمان حل مدل بستگی به پیچیدگی مدل، بزرگی و کوچکی مساله مورد نظر و یا خطی و غیر خطی بودن آن دارد. البته ویژگی‌های سیستم کامپیوتری که نرم‌افزار گمز روی آن نصب شده نیز در این امر دخیل است. لذا استراتژی‌های کاهش زمان حل می‌توانند شامل نگارش مدل‌های ریاضی بهینه، کوچک‌سازی مساله و تبدیل مدل‌های خطی به غیر خطی و یا آزاد کردن برخی متغیرهای مساله باشد (آتشیپز و همکاران، ۱۳۹۶). با کلیات مطرح شده و مثال کاربردی آن نیز مطرح گردید با استفاده از نرم افزار GAMS به مدل‌سازی آن پرداخته می‌شود. در مرحله اول، بایستی ابتدا پارامترها طراحی شود تا به وسیله آن‌ها روش پیشنهاد شده را اعتبارسنجی و کارایی آن‌ها سنجیده شود. بنابراین باید اطلاعات عددی برای مسائل ایجاد گردد. این اطلاعات شامل تعداد مکان‌ها، موقعیت جغرافیایی و زمان خدمت‌دهی مربوط به آن‌ها، تعداد وسایل نقلیه و انواع مسافران و مشخصات مربوط به آن‌ها، موعدهای زمانی خدمت‌دهی وسایل نقلیه و جریمه‌های مربوط به آنها می‌شود. نکته مهم در طراحی مسائل نمونه آن است که مسائل طوری طراحی گردند که توانایی پوشش مناسب فضای حل مسئله را داشته باشند. با توجه به موارد بالا مثالی عملی مساله مذکور برای سه مسیر در شهر تهران ارائه شده است.

بخش اول مدل‌سازی شامل تعاریف هستند. هر مدل ریاضی شامل تعدادی اندیس و پارامتر بوده و با استفاده از آن‌ها می‌توان پارامترهای دیگری را نیز تعریف کرد. به عنوان مثال می‌توان با داشتن پارامترهای زمان و مسافت طی شده، پارامتری به نام سرعت نیز تعریف کرده نموده و مقداردهی کرد. بخش دوم مدل‌سازی مربوط به تعریف مدل است. در این بخش باید متغیرهای مدل، توابع هدف و محدودیت‌ها معرفی و نگارش شوند. در نهایت به مجموعه توابع هدف و محدودیت‌های مورد نظر نامی اختصاص داده شود که معرفی مدل نوشته شده در گمز باشد. بدنه اصلی کدنویسی در گمز در این قسمت صورت می‌گیرد و لزوم به کارگیری اصول کدنویسی در گمز در این بخش اهمیت فراوانی دارد. بخش پایانی، مربوط به حل مدل است. در این قسمت با استفاده از دستور Solve می‌توان مدل ریاضی را حل نمود و مقادیری خروجی را با استفاده از دستور Display نمایش داد. آنچه که در این بخش مهم است تعیین نوع مدل ریاضی است. مهم ترین و پرکاربردترین مدل ریاضی مدل‌های برنامه ریزی عدد صحیح مختلط هستند که به صورت خطی و غیر خطی مدل‌سازی می‌شوند. این مدل‌ها شامل متغیرهای عدد صحیح و متغیرهای پیوسته بوده و بدین جهت به جهان واقعی نزدیک‌تر هستند. نکته مهمی که در مدل‌سازی اهمیت زیادی

جدول ۱. وسایل نقلیه ۳ مسیر مورد بررسی

نوع وسیله نقلیه	ظرفیت (نفر)	تعداد وسیله موجود
تاکسی	۴ نفر	۲۰۰
اتوبوس	۴۰ نفر	۳۵
مترو	۵۰۰ نفر	۱۱

تولید شده در مدل ارائه شده، استفاده شده است که به همراه تعیین تعداد وسایل نقلیه و تعداد ظرفیت وسایل نقلیه می توان مسائلی با اندازه های مختلف ایجاد نمود که این باعث می شود نتایج آزمایشات از قابلیت اطمینان مناسبی برخوردار شوند. همانطور که دیده می شود سه وسیله نقلیه بعنوان تاکسی، اتوبوس و مترو در هر سه مسیر وجود دارد که تعداد وسایل نقلیه مربوطه در سه مسیر برای تاکسی ۲۰۰ عدد، اتوبوس ۳۵ عدد و مترو ۱۱ عدد می باشد. که طول مسیرها به همراه تعداد وسایل نقلیه در جدول ذیل ارائه شده است. طول سه مسیر در تهران عبارتند از: مسیر اول ۷ کیلومتر، مسیر دوم ۱۲ کیلومتر و مسیر سوم ۱۶ کیلومتر می باشد.

چگونگی تولید مسائل نقش مهمی در نمایش صحیح عملکرد مدل های مورد ارزیابی دارد. فرض کنید در مسأله با هدف کمینه کردن کل زمان های دیرکرد، پارامترهای ورودی نظیر موعد تحویل مسافران آن قدر بزرگ باشد که اصلاً تاخیری به وجود نیاید. مسلماً نبود تاخیر دلیلی بر خوب بودن کارایی برنامه نویسی نیست بلکه تولید مسائل نمونه استاندارد نبوده و بایستی توجه لازم به این موضوع در تحقیقات صورت گیرد. همچنین همانطور که در جدول ۴-۲ مشاهده می شود سطوح مختلفی برای هزینه های وسایل نقلیه و مسافران در نظر گرفته شده است. همچنین برای تعیین تعداد وسیله های نقلیه، مسافران، ظرفیت وسایل نقلیه و موقعیت مکانی آن ها و همین طور زمان خدمت دهی به هر مسافر از نمونه مسائل

جدول ۲. اطلاعات مسیرها و ظرفیت وسایل نقلیه موجود

حداکثر تعداد وسیله نقلیه			
مسیر ۳	مسیر ۲	مسیر ۱	نوع وسیله نقلیه
۲۰۰	۴۰۰	۳۰۰	تاکسی
۳۰	۲۰	۲۵	اتوبوس
۵	۴	۳	مترو
۱۶ کیلومتر	۱۲ کیلومتر	۷ کیلومتر	طول مسیر

که با افزایش تعداد عامل های مورد بررسی انجام محاسبات پیچیده و فوق العاده زمان بر می شود که بدین منظور هزینه های مربوطه برای مسیر تاکسی ۱۰۰ واحد پولی، برای اتوبوس ۳۰ واحد پولی و برای مترو ۲۰ واحد پولی برای هر کیلومتر در نظر گرفته شده است. همچنین هزینه تاخیر هر مسافر ۳۰۰ واحد پولی در نظر گرفته شده است که با توجه

کارایی مدل سازی مساله در نرم افزار GAMS ارتباط مستقیمی با تنظیم پارامترهای آن دارد به طوری که انتخاب نادرست پارامترها مساله کاملاً کارا باعث ناکارآمدی آن می شود. روش های آماری متنوعی برای طراحی آزمایشات مطرح شده است، اما استفاده از رویکرد جامعی مثل آزمایشات علمی همواره کارایی لازم را ندارند، به این دلیل

نرم افزار می باشد که نشان می دهند که GAMS برتری چشم گیری نسبت به سایر نرم افزار بهینه سازی دارد و اهمیت یادگیری و استفاده از آن را به رخ می کشد. که در این مساله از نرم افزار GAMS در حل عدد صحیح مختلط (MIP)، عدد صحیح خطی مختلط (MILP)، استفاده شده است. پس از ارائه کدهای مربوطه به مساله مذکور نتایج به صورت جدول ۴ ارائه شده است:

با توجه به نتایج بدست آمده برای ۱۰۰ هزار مسافر مشاهده می شود که وسیله نقلیه تاکسی برای مسیر اول ۸۰ عدد، برای مسیر دوم ۵۶ و برای مسیر سوم ۶۴ عدد در نظر گرفته شده است و وسیله نقلیه اتوبوس برای مسیر برای مسیر اول ۱ عدد، برای مسیر دوم ۳ و برای مسیر سوم ۳۰ عدد، همچنین برای وسیله نقلیه مترو برای مسیر اول ۲ عدد، برای مسیر دوم ۴ و برای مسیر سوم ۵ عدد در نظر گرفته شده است. با توجه به تعداد وسیله نقلیه، هزینه نهایی برای انتقال ۱۰۰ هزار مسافر به مسیرهای مورد نظرشان ۳۳۴۱۳۰ واحد پولی می باشد. همچنین هزینه عدم انتقال مسافر، فقط در مسیر سوم می باشد که این هزینه برابر با ۳۰۰ واحد پولی می باشد.

به ریسک کیفیت وسیله نقلیه برای تاکسی واحد کیفیت ۵، برای اتوبوس ۲ و برای مترو ۳ (به دلیل سرعت رفت و آمد مترو و همچنین نو بودن بیشتر واگن های ترابری مترو برای آن ضریب ۳ در نظر گرفته شده است) برای مترو کیفیت بالاتر از اتوبوس در نظر گرفته شده است.

#### ۴-۱- حل مساله

نرم افزار GAMS همان طور که دیده می شود یک زبان سطح بالا برای خلاصه کردن برنامه نویسی مدل های بزرگ و پیچیده می باشد که به راحتی می تواند بستر مناسب برای ایجاد تغییرات آسان و ایمن در مدل ها را ایجاد نماید و با محیط و زبان بسیار ساده برای ایجاد گزاره ها و روابط جبری مختلف به نوعی باعث صرفه جویی در وقت و انرژی کاربر به هنگام برنامه نویسی می شود. همچنین استفاده از solver های مختلف برای رسیدن به جواب مطلوب با سلیقه و تشخیص کاربر باعث می شود اگر ایجاد خطایی از طرف برنامه نویس شود، کاربر را به سوی رفع خطا راهنمایی می کند. ذخیره اطلاعات خروجی با روش ها و فرمت های مختلف و همچنین قابلیت بازخوانی اطلاعات مشابه و قابلیت اشتراک و تبادل اطلاعات با نرم افزارهای دیگر مانند Excel، MATLAB، Access از دیگر ویژگی ها و مزیت های این

تعداد وسیله نقلیه مورد نیاز				
نوع وسیله نقلیه	مسیر ۱	مسیر ۲	مسیر ۳	کل
تاکسی	۸۰	۵۶	۶۴	۲۰۰
اتوبوس	۱	۳	۳۰	۳۴
مترو	۲	۴	۵	۱۱
طول مسیر	۷ کیلومتر	۱۲ کیلومتر	۱۶ کیلومتر	

جدول ۴. اطلاعات مسیرها و ظرفیت وسایل نقلیه موجود

#### ۵- نتیجه گیری

در این پژوهش، با در نظر گرفتن ریسک هایی که می توانند در ارائه یک مدل بهینه حمل و نقل تأثیرگذار باشند، به ارائه یک مدل حمل و نقل عمومی بهینه با در نظر گرفتن ریسک پرداخته شد که پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و برای گردآوری دادهها و اطلاعات مورد نیاز تحقیق، از دو روش کتابخانه ای و میدانی استفاده شد و از نرم افزار GAMS جهت مدلسازی و حل مدل استفاده شد. مدل ریاضی پژوهش، ترکیبی از مسافر و وسایل حمل و نقل، به برنامه ریزی همراه ریسک در وسایل حمل و نقل موجود در سیستم می باشد که باید به مسافرینی خدمت دهد که در

در این پژوهش، با در نظر گرفتن ریسک هایی که می توانند در ارائه یک مدل بهینه حمل و نقل تأثیرگذار باشند، به ارائه یک مدل حمل و نقل عمومی بهینه با در نظر گرفتن ریسک پرداخته شد که پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و برای گردآوری دادهها و اطلاعات مورد نیاز تحقیق، از دو

## ۶- مراجع

- احمدزاده، ح.، (۱۳۹۷)، "بررسی چالش‌های اخیر در مدیریت ناوگان تاکسیرانی شهر تهران و ارائه راهکارهای نوین براساس مطالعات تطبیقی"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارائه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

- امان پور، ح.ر.، سمیعی، ع. و رفیعی، ح.ر. (۱۳۹۶)، "چالش‌های مدیریت سوانح در حمل و نقل درون شهری"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارائه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

- بهزاد فر، م.، ضبیحی، م.، ایمانی، ف.، (۱۳۹۷)، "طراحی شبکه حمل و نقل پایدار جهت مواقع اضطراری و مدیریت مخاطرات مطالعه موردی منطقه ۷ تهران"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارائه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

- سعیدی نیا، ع.، محمدی مسعودی، م. الف. و شریفی اردانی، ف.، (۱۳۹۷)، "تحلیل و ارزیابی اثرات متقابل استراتژی‌های حمل و نقل در اقتصاد شهری مطالعه موردی کلانشهر تهران"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و ارائه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران.

- عابدی جعفری، م. م.، محمدزاده، ع.، و عبدلی، الف.، (-) (۱۳۹۶)، "تحلیل و بررسی حمل و نقل پایدار شهری با تاکید بر توسعه حمل و نقل عمومی"، سومین کنفرانس سالانه بین المللی عمران، معماری و شهرسازی، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.

- علی آبادی، ع. (۱۳۹۶)، "ارزیابی شاخص محیط زیست در حمل و نقل پایدار شهری با بررسی برنامه توسعه چهارم و پنجم در ایران"، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

موقعیت‌های جغرافیایی معلومی قرار دارند و هرکدام به ارائه خدمت مخصوص نیاز دارند و در عین حال برای هر یک از این مشتریان، یک موعد زمانی برای ارائه خدمت و همینطور یک جریمه دیرکرد معینی تعریف شده است. همچنین وسایل حمل و نقل موجود در سیستم نیز از جهت سرعت حمل و نقل، هزینه به ازای واحد زمانی حرکت و توانایی آنها جهت سفر به مکان مشتریان، با هم متفاوت هستند. هر یک از وسایل حمل و نقل در هر واحد زمانی تنها قادر به جابجایی یک مقدار مسافر هستند و جهت تعویض مسافرها باید به مبدا بازگردند. تابع هدف مدل پیشنهادی با تخصیص بهینه مینیم سازی هزینه و ریسک مسافران و همینطور تعیین مسیرهای بهینه برای هر وسیله، به دنبال کمینه‌سازی هزینه‌های جابجایی، خدمت دهی و دیرکرد می‌باشد و در انتها یک مثال کاربردی ارائه شده است. با توجه به مدل بهینه حمل و نقل مسافران شهری با رویکرد ریسک ارائه شده و روش حل پیشنهادی، موارد زیر جهت تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود:

۱- در مدل ارائه شده یک مرکز پنخش (Depot) در نظر گرفته شده است، در حالی که می‌توان آنرا به مدل چند مرکز پنخشی (Multi Depot) ارتقا داد.

۲- مکان وسایل حمل و نقل و مسافران را می‌توان به صورت سیار در نظر گرفت که از یک مرکز اطلاعاتی کنترل می‌شوند.

۳- می‌توان برای وسایل‌ها شاخص‌هایی مانند کیفیت کاری، سرعت انجام کار و هزینه مربوط به انجام هر کار را در نظر گرفت که می‌تواند در رضایت‌مندی مسافران تاثیرگذار باشد.

۴- می‌توان مسأله را مانند محیط‌های بین شهری جهت حمل مسافر و بار در حالتی در نظر گرفت که فواصل بین مکان‌ها کوتاه‌تر است و بهینه‌سازی جابجایی مسافران و ماشین‌ها و ابزارها را در حالت‌های گوناگون ترافیکی بررسی نمود.

۵- بین جابجایی مسافران و وسایل حمل و نقل بین مکان‌های مسافران، می‌توان روابط پیش‌نیازی و پس‌نیازی را در نظر گرفت.

۶- مدل ارائه شده را می‌توان در حالتی که پارامترهای آن به صورت احتمالی یا فازی بیان شده‌اند در نظر گرفت.



Research Part A: Policy and Practice 84: pp.109-130.

-Carrel Holguín-Veras, J., E. Thorson, Q. Wang, N. Xu, C. González-Calderón, Iván Sánchez-Díaz, J. Mitchell, (2017), "Urban Freight Tour Models: State of the Art and Practice". In: H. M. Moshe Ben-Akiva, Eddy Van de Voorde Emerald. Freight Transport Modeling. pp.335-351.

-Goldman Cavalcante, R. A. and M. J. Rorda Gorham, (2016), "Freight Market Interactions Simulation (FREMIS): An Agent-based Modeling Framework." *Procedia Computer Science* 19: pp.867-873.

- Hansil Boerkamps, J., van Binsbergen, A., P. Bovy, (2000), "Modeling behavioral aspects of urban freight movements in supply chains." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp.17-25.

-Kuhnimhof C.F. Wirtz Samimi, A. A. Mohammadian, K. Kawamura, (2017), "Behavioral freight movement modeling. 12<sup>th</sup> International Conference on Travel Behaviour Research. Jaipur", India.

-Litman, Abed, O. T. Bellemans, G.K. Janssens, D. Janssens, A. Yasar, G. Wets. (2018), "An Agent Based Simulated Goods Exchange Market; A Prerequisite for Freight Transport Modeling." *Procedia Computer Science*, 52: pp.622-629.

-Lois, A.s, Lopez, Roorda, M. J., R. Cavalcante, R., S. McCabe, H. Kwan, (2017), "A conceptual framework for agent-based modeling of logistics services." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 46(1): pp.18-31.

- منتظری، م.، ادواری صالحی، پ.، کیخا، م. و جاندوست، ع.، (۱۳۹۳)، "مطالعه امکان بهبود مدیریت حمل و نقل ریلی درون شهری از طریق بهینه سازی ساختار سازمانی موردکاوی شرکت متروی تهران"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و آرایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران.

- موسوی، س. ج.، جهان‌بین، ن.، و تاتی، ف.، (۱۳۹۷)، "امکان‌سنجی بهره‌وری سهم حمل و نقل در توسعه اقتصادی پایدار شهری مطالعه موردی کلانشهر شیراز"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و آرایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران.

- نیازمند، ن.، (۱۳۹۷)، "مدیریت ریسک با استفاده از استاندارد PMBOK در پروژه ال آر تی برای حمل و نقل شهر تهران"، اولین همایش بررسی چالش‌ها و آرایه راهکارهای نوین مدیریت شهری، تهران، سازمان بسیج شهرداری تهران.

-Beirao, J. D. and K. J. Cabral Stefan, (2007), "Tour-based micro simulation of urban commercial movements." *Transportation Research Part B: Methodological* 007 41(9): pp.981-1013.

-Black Tavasszy, L. M. de Bok, J. Rezaei and Z. Nijkamp. Alimoradi, (2018), "Descriptive Models of Logistics Decisions in Freight Transportation Modeling: a Review". Manuscript submitted to: *Journal of Supply Chain Management Science*.

-Borjesson Holguín-Veras, J. and I. Sánchez-Díaz, (2016), "Freight Demand Management and the Potential of Receiver-Led Consolidation programs." *Transportation*

