



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)  
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد  
مهندسی عمران-گرایش برنامه‌ریزی حمل و نقل

## ارایه مدل فعالیت-مبنا برای پیش‌بینی تقاضای سفر شهری

استاد راهنما  
دکتر امیرعباس رصافی

نگارش  
لیلا لطیفی

آبان ۱۳۹۰

**تقدیم به**

**پدر زحمتکش، مادر فداکار**

**خواهر دلسوز، برادر مهربان**

**و**

**همسر صبورم**

## چکیده

مدلسازی پیش‌بینی تقاضای سفر از دهه ۱۹۵۰ میلادی آغاز شد. اولین مدل‌های ساخته شده به صورت هم‌مفزون دارای چهار مرحله مدلسازی مستقل ایجاد سفر، توزیع سفر، تفکیک وسیله و تخصیص مسیر می‌باشد. اما پس از مشاهده کاستی‌های این فرایند در تحلیل استراتژی‌ها و نتایج نادرست پیش‌بینی تقاضا از دهه ۱۹۷۰ میلادی توسعه روش‌های ناهم‌مفزون که پایه رفتاری دارند مورد استقبال برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران صنعت حمل و نقل قرار گرفت. امروزه در بسیاری از شهرهای بزرگ کشور با مشکلاتی در زمینه مدیریت تقاضای ترافیک مواجه هستیم، استفاده از سیاست‌های مختلفی مانند طرح ترافیک، طرح زوج فرد نمودن تردد خودروها، اعمال هزینه پارکینگ، ساعات کاری متغیر و مانند این بدون وجود مطالعه و به صورت آزمون و خطا به اجرا گذاشته می‌شود. در این پژوهش به عنوان گام آغازین در این مسیر ابتدا تئوری فعالیت-مبنا و کاربردهای آن در نقاط مختلف دنیا مرور می‌گردد. سپس برنامه فعالیت روزانه فرد به صورت پنج مرحله تصمیم‌گیری برای منطقه ۳ شهر تهران ساخته می‌شود. در مرحله اول مدل‌های الگوی فعالیت روزانه براساس هدف فعالیت اولیه، وجود توقف در زنجیره سفر و نیز تعداد زنجیره‌های سفر ثانویه ساخته شد. مراحل دوم و سوم به انتخاب مدل‌های زمان سفر و طریقه زنجیره سفر اولیه و مراحل چهارم و پنجم به انتخاب مدل‌های زمان سفر و طریقه زنجیره سفر ثانویه می‌پردازد. اطلاعات موردنیاز از پرسشگری ساکنین شهر تهران که توسط شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران صورت گرفته، برداشت شده است. با اعمال ساختار فعالیت-مبنا به بانک اطلاعاتی موجود، پایگاه داده‌های فعالیت-مبنا تهیه شده است. سه ساختار تصمیم‌گیری مستقل، آشیانه‌ای و هم‌زمان با مدل‌های لوجیت ایجاد شده و تحلیل شد. با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته ساختار هم‌زمان برای نمونه مورد بررسی مناسب‌تر ارزیابی شده و به کمک آن شناخت کلی از برنامه‌ریزی فعالیت روزانه افراد فراهم شده است.

کلمات کلیدی: مدلسازی فعالیت-مبنا، الگوی فعالیت روزانه، آشیانه‌ای، هم‌زمان، زنجیره-مبنا

## تشکر و قدردانی

نهایت تشکر و قدردانی را به استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر امیرعباس رصافی، تقدیم می‌کنم که در راستای تهیه و تکمیل این پایان‌نامه با راهنمایی‌هایشان مسیر انجام پژوهش را هموار ساختند. به‌علاوه بر خود لازم می‌دانم از شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران که در فراهم آوردن اطلاعات موردنیاز این پژوهش مرا یاری نمودند، تشکر کنم.



## فهرست مطالب

فصل اول-پیشگفتار .....	۱
۱-۱- مقدمه .....	۲
۲-۱- اهمیت موضوع .....	۲
۳-۱- تعریف مسأله و هدف از انجام پژوهش .....	۵
۴-۱- رویکرد پژوهش .....	۱۰
۵-۱- ساختار فصول پایان‌نامه .....	۱۲
۶-۱- خلاصه و جمع‌بندی .....	۱۴
فصل دوم-مروری بر مطالعات پیشین .....	۱۵
۱-۱- مقدمه .....	۱۶
۲-۲- مطالعات پیشین .....	۱۶
۱-۲-۲- مدل‌های اقتصادسنجی .....	۱۷
۱-۲-۲-۱- مدل سانفرانسیسکو .....	۱۷
۲-۲-۲-۱- مدل بوستن .....	۱۸
۲-۲-۲-۳-۱- مدل پرتلند .....	۲۱
۲-۲-۲-۴-۱- مدل فعالیت-مبنای ون و کوپلمن .....	۲۳
۲-۲-۲-۵-۱- مدل دانمارک .....	۲۵
۲-۲-۲-۶-۱- مطالعات روستاهای دور و نزدیک شهر شیراز .....	۲۶
۲-۲-۲-۲-۱- مدل‌های فرایند محاسباتی .....	۲۶
۲-۲-۲-۱-۱- شبیه‌سازی خرد الگوهای فعالیت روزانه برای پیش‌بینی تقاضای سفر (مدل STPG) .....	۲۶
۲-۲-۲-۲-۱- سیستم مدل‌سازی فعالیت-مبنا برای پیش‌بینی تقاضای سفر (مدل AMOS) .....	۲۷
۲-۲-۲-۳-۱- شبیه‌سازی خرد فعالیت-مبنا برای ایجاد الگوهای فعالیت-سفر .....	۳۰
۲-۲-۲-۴-۱- مدل قاعده مبنا ALBATROSS .....	۳۱
۲-۲-۲-۵-۱- مدل تگزاس .....	۳۲
۲-۲-۲-۶-۱- مدل فعالیت-مبنای آتلانتا .....	۳۵
۲-۲-۳- سایر مطالعات انجام شده .....	۳۷
۲-۲-۳-۱- مدل شیکاگو ADAPS .....	۳۷
۲-۲-۳-۲- مدل لندن TASHA .....	۳۹

## فهرست مطالب

۴۰	..... مدل دانمارک-۳-۲-۲
۴۳	..... مدل هوستن-۴-۳-۲-۲
۴۴	..... خلاصه و جمع‌بندی-۳-۲
۴۷	..... فصل سوم- بیان مفاهیم پایه و روش‌شناسی
۴۸	..... ۱-۳- مقدمه
۴۸	..... ۲-۳- مفاهیم پایه
۴۸	..... ۱-۲-۳- ساخت مدل در سطح ناهمفزون
۴۹	..... ۲-۲-۳- مفاهیم انتخاب گسسته
۵۰	..... ۱-۲-۲-۳- ساختار مدل‌های ناهمفزون انتخاب گسسته
۵۱	..... ۲-۲-۲-۳- تئوری مطلوبیت تصادفی
۵۲	..... ۳-۲-۳- ساختار مدل‌های لوجیت
۵۲	..... ۱-۳-۲-۳- ساختار مدل لوجیت چند گانه
۵۳	..... ۲-۳-۲-۳- ساختار مدل لوجیت لانه‌ای (آشپانه‌ای)
۵۴	..... ۳-۳-۲-۳- ارزیابی مدل‌های مبتنی بر لوجیت
۵۶	..... ۳-۳- روش‌شناسی
۵۸	..... ۴-۳- نرم‌افزارهای مدل‌سازی
۶۰	..... ۵-۳- خلاصه و جمع‌بندی
۶۱	..... فصل چهارم- جمع‌آوری اطلاعات
۶۲	..... ۱-۴- مقدمه
۶۳	..... ۲-۴- پایگاه اطلاعاتی پرسش‌نامه‌های مبدأ- مقصد
۶۷	..... ۱-۲-۴- پایگاه اصلی
۶۷	..... ۲-۲-۴- پایگاه افراد خانوار
۶۸	..... ۳-۲-۴- پایگاه سفرها
۶۹	..... ۴-۲-۴- پایگاه خودرو
۷۰	..... ۳-۴- ساختار بانک اطلاعاتی
۷۰	..... ۱-۳-۴- شناخت کلی منطقه سه
۷۲	..... ۲-۳-۴- ساخت بانک اطلاعاتی فعالیت-مبنا

## فهرست مطالب

۷۸.....	۴-۴- تحلیل تک متغیره.....
۸۲.....	۵-۴- تحلیل دو متغیره.....
۸۳.....	۶-۴- دسته‌بندی الگوهای فعالیت روزانه.....
۸۵.....	۷-۴- خلاصه و جمع‌بندی.....
۸۶.....	فصل پنجم- ساخت مدل‌های فعالیت-مبنا.....
۸۷.....	۱-۵- مقدمه.....
۸۸.....	۲-۵- مدل‌های مستقل.....
۸۸.....	۱-۲-۵- مدل الگوی فعالیت روزانه DAP.....
۱۰۰.....	۲-۲-۵- مدل انتخاب زمان روز زنجیره سفر اولیه (PTT).....
۱۰۴.....	۳-۲-۵- مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر اولیه (PMC).....
۱۰۷.....	۴-۲-۵- مدل انتخاب زمان روز زنجیره سفر ثانویه (STT).....
۱۱۱.....	۵-۲-۵- مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر ثانویه (SMC).....
۱۱۲.....	۳-۵- مدل‌های لوجیت آشیانه‌ای.....
۱۱۳.....	۱-۳-۵- مدل آشیانه‌ای انتخاب زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۱۴.....	۲-۳-۵- مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه.....
۱۲۰.....	۴-۵- مدل‌های هم‌زمان.....
۱۲۰.....	۱-۴-۵- مدل هم‌زمان انتخاب الگوی فعالیت روزانه، زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۲۲.....	۲-۴-۵- مدل هم‌زمان انتخاب زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۲۳.....	۳-۴-۵- مدل هم‌زمان انتخاب طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه.....
۱۲۴.....	۵-۵- خلاصه و جمع‌بندی.....
۱۲۵.....	فصل ششم- بررسی و تحلیل مدل‌های فعالیت-مبنا.....
۱۲۶.....	۱-۶- مقدمه.....
۱۲۶.....	۲-۶- ارزیابی مدل‌های الگوی فعالیت روزانه.....
۱۲۶.....	۱-۲-۶- ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۲۷.....	۲-۲-۶- ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل مطلوبیت الگوی فعالیت روزانه.....
۱۳۲.....	۳-۶- ارزیابی مدل‌های انتخاب زمان روز زنجیره سفر اولیه.....
۱۳۲.....	۱-۳-۶- ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....

## فهرست مطالب

۱۳۳.....	۶-۳-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل انتخاب زمان روز زنجیره سفر اولیه.....
۱۳۵.....	۶-۴-ارزیابی مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۳۵.....	۶-۴-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۳۵.....	۶-۴-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۳۷.....	۶-۵-ارزیابی مدل انتخاب زمان سفر زنجیره سفر ثانویه.....
۱۳۷.....	۶-۵-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۳۷.....	۶-۵-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل انتخاب زمان سفر زنجیره سفر ثانویه.....
۱۳۹.....	۶-۶-ارزیابی مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر ثانویه.....
۱۳۹.....	۶-۶-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۳۹.....	۶-۶-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل انتخاب طریقه زنجیره سفر ثانویه.....
۱۴۰.....	۶-۷-ارزیابی مدل آشیانه‌ای انتخاب زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۴۰.....	۶-۷-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۴۱.....	۶-۸-ارزیابی مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه.....
۱۴۱.....	۶-۸-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۴۲.....	۶-۹-ارزیابی مدل هم‌زمان انتخاب الگوی فعالیت روزانه، زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۴۲.....	۶-۹-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۴۳.....	۶-۹-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل هم‌زمان انتخاب الگوی فعالیت روزانه، زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۴۹.....	۶-۱۰-ارزیابی مدل هم‌زمان انتخاب زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۴۹.....	۶-۱۰-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۴۹.....	۶-۱۰-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل هم‌زمان انتخاب زمان و طریقه زنجیره سفر اولیه.....
۱۵۳.....	۶-۱۱-ارزیابی مدل هم‌زمان انتخاب طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه.....
۱۵۳.....	۶-۱۱-۱-ارزیابی احتمالات و ضرایب شاخص نسبت احتمالات.....
۱۵۴.....	۶-۱۱-۲-ارزیابی ضرایب متغیرهای مدل هم‌زمان انتخاب طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه.....
۱۵۶.....	۶-۱۲-پیش‌بینی نتایج مدل.....
۱۵۸.....	۶-۱۳-خلاصه و جمع‌بندی.....
۱۵۹.....	فصل هفتم-جمع‌بندی و ارایه پیشنهادها.....
۱۶۰.....	۷-۱-مقدمه.....

فهرست مطالب

۱۶۰	۲-۷-مروری بر گامهای پژوهش
۱۶۲	۳-۷-جمع‌بندی نتایج تحلیل
۱۶۶	۴-۷-پیشنهادها برای تحقیقات آینده
۱۶۷	فصل هشتم-منابع و مراجع
۱۶۸	منابع و مراجع
۱۷۰	پیوست

## فهرست جداول

جدول شماره ۱-۲- مقایسه بین قابلیت‌های رویکردهای فعالیت-مبنا و فرایند چهار مرحله‌ای	۲۸
جدول شماره ۱-۴- فرم پرسشگری خانواده ساکنین شهر تهران	۶۵
جدول شماره ۲-۴- اطلاعات سفرهای خانوار	۶۵
جدول شماره ۳-۴- معرفی فیلدهای فایل افراد خانوار	۶۷
جدول شماره ۴-۴- تعیین سطح تحصیلات	۷۳
جدول شماره ۵-۴- نتایج تحلیل تک متغیره بانک اطلاعاتی	۸۱
جدول شماره ۶-۴- تحلیل دو متغیره هدف و طریقه سفر	۸۲
جدول شماره ۷-۴- تحلیل دو متغیر شغل و سطح تحصیلات	۸۳
جدول شماره ۸-۴- دسته‌بندی الگوی فعالیت روزانه	۸۵
جدول شماره ۱-۵- مراحل بهبود مدل‌های الگوی فعالیت روزانه	۹۳
جدول شماره ۲-۵- مراحل بهبود مدل‌های زمان زنجیره سفر اولیه	۱۰۰
جدول شماره ۳-۵- مراحل بهبود مدل‌های انتخاب طریقه سفر	۱۰۴
جدول شماره ۴-۵- مراحل بهبود مدل انتخاب زمان زنجیره سفر ثانویه	۱۰۷
جدول شماره ۵-۵- مراحل بهبود مدل انتخاب طریقه سفر تور ثانویه	۱۱۱
جدول شماره ۶-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه شخصی برای زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه	۱۱۶
جدول شماره ۷-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه شخصی برای زنجیره سفر اولیه و همگانی برای ثانویه	۱۱۶
جدول شماره ۸-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه شخصی برای زنجیره سفر اولیه و نیمه‌همگانی برای ثانویه	۱۱۷
جدول شماره ۹-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه همگانی برای زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه	۱۱۷
جدول شماره ۱۰-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه همگانی برای زنجیره سفر اولیه و نیمه‌همگانی برای ثانویه	۱۱۸
جدول شماره ۱۱-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه نیمه‌همگانی برای زنجیره سفر اولیه و شخصی برای ثانویه	۱۱۸
جدول شماره ۱۲-۵- مراحل بهبود مدل آشیانه‌ای انتخاب طریقه نیمه‌همگانی برای زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه	۱۱۹
جدول شماره ۱-۶- احتمال انتخاب الگوی فعالیت روزانه	۱۳۱
جدول شماره ۲-۶- احتمال انتخاب زمان زنجیره سفر اولیه	۱۳۴
جدول شماره ۳-۶- احتمال انتخاب طریقه زنجیره سفر اولیه	۱۳۶
جدول شماره ۴-۶- احتمال انتخاب زمان زنجیره سفر ثانویه	۱۳۸
جدول شماره ۵-۶- احتمال انتخاب طریقه زنجیره سفر ثانویه	۱۴۰
جدول شماره ۶-۶- احتمال انتخاب سطوح لججیت آشیانه‌ای	۱۴۱

## فهرست جداول

- جدول شماره ۶-۷-احتمال انتخاب سطوح لجیت آشیانه‌ای ..... ۱۴۱
- جدول شماره ۶-۸-احتمال انتخاب مدل‌های هم‌زمان الگوی فعالیت روزانه، زمان و طریقه سفر ..... ۱۴۸
- جدول شماره ۶-۹-احتمال انتخاب مدل‌های هم‌زمان زمان و طریقه سفر زنجیره سفر اولیه ..... ۱۵۳
- جدول شماره ۶-۱۰-احتمال انتخاب مدل‌های هم‌زمان طریقه زنجیره سفرهای اولیه و ثانویه ..... ۱۵۶
- جدول شماره ۶-۱۱-محاسبه خطای مدل‌های مستقل ..... ۱۵۷
- جدول شماره ۶-۱۲-محاسبه خطای مدل‌های لانه‌ای ..... ۱۵۷
- جدول شماره ۶-۱۳-محاسبه خطای مدل‌های هم‌زمان ..... ۱۵۷
- جدول شماره ۶-۱۴-متوسط خطای مدل‌سازی ..... ۱۵۸
- جدول شماره پ ۱-معرفی متغیرهای پایگاه اطلاعاتی ..... ۱۷۱

## فهرست اشکال

- شکل شماره ۱-۱- نمایش برنامه روزانه فرد..... ۶
- شکل شماره ۲-۱- نمایش سفر فرد بعد از سیاست‌گذاری اعمال مالیات..... ۷
- شکل شماره ۳-۱- مراحل انجام پژوهش..... ۱۲
- شکل شماره ۱-۲- سلسله مراتب انتخاب سفر..... ۱۸
- شکل شماره ۲-۲- برنامه زمان‌بندی فعالیت روزانه..... ۲۱
- شکل شماره ۳-۲- سیستم مدل برنامه زمان‌بندی فعالیت روزانه..... ۲۲
- شکل شماره ۴-۲- سیستم پیش‌بینی پرتلند..... ۲۳
- شکل شماره ۵-۲- ساختار مدل یکپارچه حمل و نقل و کاربری زمین ADAPS..... ۳۸
- شکل شماره ۶-۲- ساختار مفهومی مدل TASHA..... ۴۰
- شکل شماره ۷-۲- ساختار مدل COMPAS..... ۴۲
- شکل شماره ۸-۲- ساختار مدل هوستن..... ۴۴
- شکل شماره ۱-۳- روش انجام پژوهش..... ۵۹
- شکل شماره ۱-۴- میزان اشغال فضای کاربری‌های مختلف در منطقه ۳..... ۷۱
- شکل شماره ۲-۴- توزیع سفرهای تولید شده در منطقه ۳ بین مناطق مختلف تهران..... ۷۲
- شکل شماره ۳-۴- دسته‌بندی وسایل نقلیه..... ۷۷
- شکل شماره ۱-۵- ساختار آشیانه‌ای طریقه و زمان سفر زنجیره سفر اولیه..... ۱۱۳
- شکل شماره ۲-۵- ساختار آشیانه‌ای مدل انتخاب طریقه سفر زنجیره‌های سفر اولیه و ثانویه..... ۱۱۵



## فصل اول

### پیشگفتار

## ۱-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا به اهمیت پیش‌بینی تقاضا و معرفی تاریخچه و روند توسعه آن در مطالعات حمل و نقل پرداخته می‌شود. در ادامه هدف از انجام پژوهش و تعریف مسأله توضیح داده می‌شود. مراحل انجام پژوهش و نحوه تنظیم فصول پایان‌نامه در انتها بیان شده است.

## ۱-۲- اهمیت موضوع

حمل و نقل و ترافیک از جمله عواملی است که در اجرای برنامه‌های توسعه شهری نقش بسزایی ایفا می‌کند. بطوریکه وجود مسائل و مشکلات در زمینه حمل و نقل و ترافیک باعث بوجود آمدن نارسایی در ارائه خدمات، ایجاد تراکم و راه‌بندان، اتلاف وقت، ایجاد تأخیر و تصادفات، کمبود تسهیلات و مواردی از این قبیل می‌شود. از یک دید کلی‌تر وجود این مشکلات در یک شهر می‌تواند تأثیر منفی روی جمعیت، توسعه اقتصادی-اجتماعی، محیط زیست، مصرف انرژی، سلامت روح و

جسم شهروندان آن شهر داشته باشد. از اینرو مطالعات حمل و نقل و ترافیک از جایگاه ویژه‌ای در بین سایر مطالعات شهری، خصوصاً در شهرهای بزرگ، برخوردار است، و مسأله مدیریت ترافیک و کنترل تقاضا اهمیت دوچندان دارد.

مدل‌های حمل و نقلی از دهه‌های پیش تاکنون، هم به منظور تحقیقات و هم به عنوان ابزاری تحلیلی توسط برنامه‌ریزان و تصمیم‌سازان مورد استفاده قرار گرفته است. پیچیده‌تر شدن مسائل حمل و نقل و بروز مشکلات زیست‌محیطی به‌ویژه در شهرها از یک‌سو و رشد تکنولوژی و امکان انجام محاسبات دقیق از سوی دیگر، تصمیم‌سازان را به سمت استفاده از مدل‌ها ترغیب نموده است [۱].

برای ایجاد یک سیستم حمل و نقل کامل و مناسب، طراحان و مهندسان باید بتوانند تقاضای حمل و نقل را با تغییر در خصوصیات سیستم حمل و نقل و تغییر در نحوه استفاده مردم (ویژگی‌های استفاده‌کننده) از سیستم حمل و نقل پیش‌بینی نمایند. مدل‌های تقاضای سفر برای رسیدن به این هدف، به‌ویژه برای پیش‌بینی مشخصات سفر و کاربرد تسهیلات حمل و نقل تحت سناریوهای مختلف اقتصادی-اجتماعی، سیستم‌های حمل و نقل پیشنهادی و تغییرات کاربری زمین استفاده می‌شوند [۲].

اولین مدل‌های پیش‌بینی تقاضای سفر در دهه ۱۹۵۰ میلادی توسعه یافت که این دوره با افزایش سریع کاربرد وسیله‌نقلیه شخصی همراه بود و با تغییراتی در زیرساخت‌ها دنبال شد [۲]. پس از جنگ جهانی دوم، کشورهای اروپایی به سمت توسعه حمل و نقل همگانی از جمله تراموا در اروپای غربی پیش رفتند، درحالی‌که در ایالات متحده با افزایش مالکیت وسیله‌نقلیه شخصی، انگیزه اولیه برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی تقاضای شهری بوجود آمد. این موضوع توسعه مدل‌های سفر مبنا را نتیجه داد که جریان‌های ترافیک را بین مناطق ترافیکی پیش‌بینی می‌کردند. روش‌های مدلسازی سیستم برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری موسوم به فرآیند چهار مرحله‌ای از سال ۱۹۶۰ در اکثر نواحی

کلان‌شهر آمریکا مورد استفاده قرار گرفت. در این روش، طبیعت مشتق شده حمل و نقل، پذیرفته شده اما در ساختار مدلسازی منعکس نشده است.

برای پیش‌بینی واقع‌بینانه در مدلسازی تقاضای سفر، استفاده از ویژگی‌های رفتاری مورد نیاز است. این نیاز امروزه حساس است زیرا استراتژی‌های بلندمدت جای خود را به سیاست‌های کوتاه‌مدت مانند برنامه زمانی کاری، ارتباط از راه دور، قیمت‌گذاری و ... داده است [۳]. نارضایتی‌ها از درستی پیش‌بینی‌های مدل‌های چهارمرحله‌ای در طول سال‌های ۱۹۷۰، برنامه‌ریزی حمل و نقل را از تأکید روی توسعه زیرساختها به احتیاجات سفر برای یک فرد (طراحی ناهمفزون) تبدیل کرده است [۳].

هر روز در شهر تهران صف‌های طولانی وسایل نقلیه و تراکم شدید در بزرگراه‌ها و شریان‌های اصلی شهر مشاهده می‌شود و تابلوهای پیام متغیر در ساعات اوج صبح و عصر، هشدار از تراکم شدید بزرگراه‌ها را به صورت نوشتاری-دیداری و نیز رادیوی پیام به صورت شنیداری به شهروندان گوشزد می‌کنند. مساله تراکم ترافیک پدیده‌ای است که عمر نسبتاً طولانی در شهر تهران دارد و با مسایلی از قبیل کمبود جای پارک، آلودگی هوا، آلودگی صوتی و ... دنبال می‌شود.

تاکنون برای حل مشکلات فوق‌روش و متدولوژی خاصی اتخاذ نشده است. برنامه‌های مدیریت تقاضای ترافیک از جمله قیمت‌گذاری پارکینگ، بالا بردن قیمت سوخت و یا حذف یارانه سوخت، طرح زوج و فرد نمودن عبور خودروها در شهر و ... به صورت تجربی در شهر اجرا شده و گاهی اوقات نتایج مغایر با فرضیه اجرای آنها را به دنبال داشته است. مساله آزمودن استراتژی‌های مختلف، فرایندی است که می‌توان به کمک مدلسازی یا شبیه‌سازی، آنها را پیش‌بینی نموده و سپس به مرحله اجرا گذارد.

در این پژوهش با ارایه مدلسازی فعالیت-مبنا سعی شده است زمینه‌های پیش‌بینی واقع‌بینانه‌تر تقاضای سفرهای درون شهری فراهم آورده شود. به عنوان مثال شاید در ذهن هر فرد عادی نیز این سوال به وجود آمده باشد که چرا با وجود اجرای طرح زوج و فرد که تقریباً نیمی از

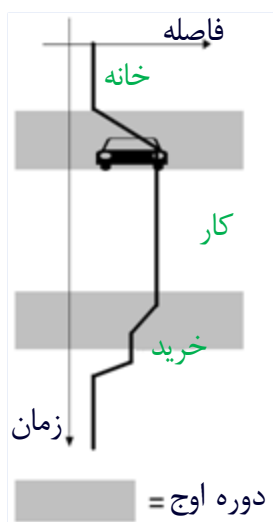
خودروها مجاز به عبور از معابر محدوده معینی از شهر هستند، اما بار ترافیکی خیابان‌ها کاهشی را نشان نمی‌دهد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این موضوع تغییر الگوی رفتاری فعالیت‌های روزانه مردم شهر باشد. سطح درآمد مردم و تغییراتی که در سبک زندگی‌شان (از جمله اشتغال زنان و...) ایجاد شده، مردم را به سمت مالکیت دو وسیله‌نقلیه سوق داده است و بنابراین هر دو وسیله زوج و فرد در منزل بیشتر خانوارها موجود می‌باشد. از سوی دیگر، زنان خانه‌داری که برای بسیاری از سفرهایشان قبلاً از سایر مدها استفاده می‌نمودند، اکنون با وسیله‌نقلیه شخصی سفر می‌کنند. حال آنکه می‌توان اثرات چنین سیاست‌گذاری‌هایی را پیش‌بینی و سپس به مرحله اجرا درآورد.

### ۱-۳- تعریف مسأله و هدف از انجام پژوهش

به‌طور کلی نسل اول مدل‌های تقاضا شامل مدل‌های چهار مرحله‌ای از نوع سفر-مبنای هم‌فزون می‌باشد. در این روش که سفرهای افراد به عنوان واحد تحلیلی در نظر گرفته می‌شود، چهار مرحله ایجاد سفر، توزیع سفر، انتخاب وسیله و تخصیص ترافیک مدلسازی می‌گردد. در این رویکرد زمان‌بندی سفرها مدل نمی‌شود یا به‌صورت محدود مدل می‌گردد. اغلب زمان در انتهای گام تخصیص ترافیک یا انتهای گام ایجاد سفر به حجم‌های سفر ۲۴ ساعته، تأثیر داده می‌شود. غالباً مدل‌های جداگانه‌ای برای سفرهای خانه-مبنا و سفرهای غیرخانه-مبنا، توسعه یافته است که وابستگی بین سفرها را در نظر نمی‌گیرد [۳].

اطلاعات در این مدلها از نوع هم‌فزون و در سطح ناحیه‌ای بوده و جریان سفر بین ناحیه‌ای را پیش‌بینی می‌کنند و آن را عموماً بین دو مد غالب خودروی شخصی و حمل و نقل عمومی تفکیک می‌کنند. این مدلها پاسخگویی مناسبی به هدف اولیه داشتند، اما زمانی که در دهه ۱۹۷۰ سیاست-گذاری‌های استراتژیک در جهت پاسخگویی به نیاز هریک از مسافران مورد توجه قرار گرفت، نتایج پیش‌بینی‌های مدل‌های چهارمرحله‌ای درباره پاسخ افراد به سیاست‌های گوناگون ضعیف بود.

یک مثال فرضی، نیاز برای ارایه مدل‌های فعالیت-مبنا را نشان می‌دهد [۴]. شکل شماره ۱-۱ نمایش ساده‌ای از فعالیت روزانه یک فرد را که در زمان و مکان پیوسته است، نشان می‌دهد.

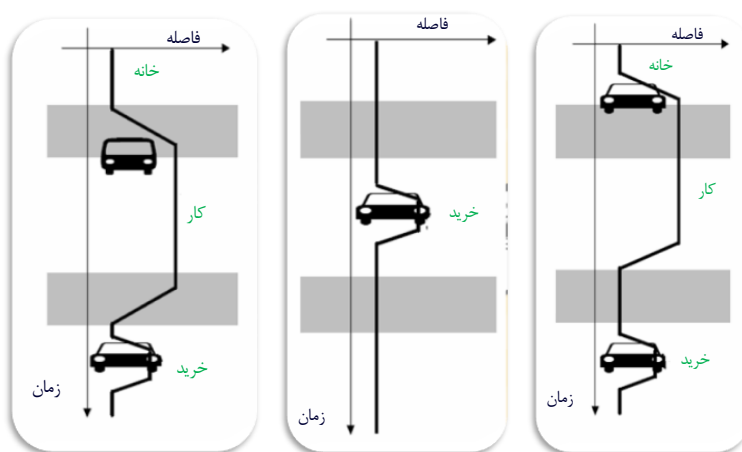


شکل شماره ۱-۱- نمایش برنامه روزانه فرد [۴]

این فرد زمانی را در صبح در خانه سپری می‌کند، سپس با ماشین به محل کارش سفر می‌کند و در کل روز در آنجا مشغول به کار است. در بعدازظهر او به قصد بازگشت به منزل سوار اتومبیل می‌شود. اما در مسیر به یک مغازه برای خرید می‌رود و سپس به سمت خانه ادامه مسیر می‌دهد و عصر در منزل می‌ماند. اگر فرض شود دولت تصمیم بگیرد در ساعات اوج به بزرگراهی که در مسیر روزانه فرد مورد نظر قرار گرفته است، مالیات اعمال کند، واکنش این فرد به این تغییر مورد نظر است. اگر او به زمان حساس باشد ممکن است به برنامه روزانه‌اش مطابق قبل ادامه دهد، با این تفاوت که احتمالاً با پرداخت هزینه اضافی، برنامه روزانه‌اش سریع‌تر انجام می‌شود. اما اگر او به هزینه حساس باشد و سیستم حمل و نقل همگانی بین محل کار و منزلش خوب باشد، مد سفر را برای سفر روزانه‌اش تغییر می‌دهد. این در حالی است که اگر خط حمل و نقل همگانی در نزدیکی محل خرید مورد نظرش ایستگاه نداشته باشد یا او راحت نباشد که وسایل خریدش را در وسیله حمل و نقل همگانی ببرد، ممکن است از محل کارش مستقیم به خانه برگردد و سپس پیاده یا با ماشین بعد از

رسیدن به خانه به سمت مغازه حرکت کند که انتخاب پیاده‌روی یا استفاده از ماشین به این بستگی دارد که دسترسی پیاده وجود دارد یا خیر. در این حالت نمایش سفرهای فرد در شکل شماره ۱-۲ نشان داده شده است. از سوی دیگر ممکن است او تصمیم بگیرد فعالیت خریدش را با دقت بیشتر برنامه‌ریزی کند و در صورتی که در طول روز فرصت یافت، آن را انجام دهد.

اما اگر او به سیستم حمل و نقل همگانی دسترسی نداشته باشد ولی ساعت کاری‌اش انعطاف داشته باشد، ممکن است از وسیله نقلیه شخصی‌اش همچنان استفاده کند، اما زودتر و قبل از ساعت اوج به سمت منزل حرکت کند و خریدش را نیز در طول زنجیره جداگانه‌ای در خارج از ساعت اوج انجام دهد. اگر این فرد ۴ روز ۱۰ ساعته در هفته به محل کار برود و سفر بازگشت را در ساعت غیر اوج انجام دهد، سفر خریدش را در طول روزهایی (ساعت غیر اوج) که سر کار نمی‌رود، انجام می‌دهد. همچنین او ممکن است که این اختیار و آزادی را داشته باشد که کارش را بعضی روزها در خانه انجام دهد و بنابراین می‌تواند خرید را در میانه روز انجام دهد.



شکل شماره ۱-۲- نمایش سفر فرد بعد از سی‌استگزاری اعمال مالیات [۴]

این‌ها فقط برخی از عکس‌العمل‌هایی است که یک فرد با بروز یک سیاست ساده می‌تواند انجام دهد. همانگونه که مشاهده شد تغییرات در مقصد، زمان‌بندی و طریقه سفر که از اجزای برنامه‌ریزی سفر است، رخ داد. فرآیند چهار مرحله‌ای متداول هرگز قادر به بررسی اثرات تغییر چنین استراتژی‌هایی بر روی سفر افراد نیست. تغییر در شرایط فعالیت و سفر مانند تغییر در زیرساخت‌ها،

نرخ سوخت، قیمت وسیله‌نقلیه، قوانین و قیمت پارکینگ، دورکاری، برنامه‌های مشوق استفاده از حمل و نقل همگانی، مدیریت ترافیک و ... نیازمند ارایه مدل‌های رفتاری برای پیش‌بینی تقاضای سفر است.

موارد پنجگانه زیر را می‌توان به عنوان نقاط قوت مدل‌های فعالیت-مبنا بیان نمود [۳]:

- ۱- سفر یک تقاضای مشتق شده از مشارکت فرد در فعالیتها است.
  - ۲- مدل‌های فعالیت-مبنا فقط برای دوره اوج یا غیراوج ساخته نشده‌اند و بازه ۲۴ ساعته برای بررسی شبکه حمل و نقل دارند (در واقع در مکان و زمان به‌صورت پیوسته مدلسازی می‌شوند).
  - ۳- رویکرد فعالیت-مبنا بر ترتیب فعالیت‌ها تمرکز دارد و این موجب می‌شود که پیوستگی زنجیره سفرها، اثر آنها روی یکدیگر، امکان جانشین‌سازی یک فعالیت با فعالیت دیگر و در نتیجه تغییر در توالی سفرها، امکان جانشینی یک فعالیت خارج از خانه با یک فعالیت داخل خانه و اثر توالی سفرها روی انتخاب طریقه سفر دیده شود.
  - ۴- در نظر گرفتن این موضوع که فعالیت‌ها در کل خانواده برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود و این موضوع بر روی مواردی نظیر تخصیص خودروی خانواده، جانشینی سفرهای افراد درون خانواده و انجام سفر و فعالیت‌های درون خانواده موثر است.
  - ۵- برخلاف مدل‌هایی که به دلیل استفاده از ساختار و اطلاعات هم‌فزون، مقدار میانگین را به همه افراد یک ناحیه تعمیم می‌دهند که موجب وارد شدن خطا به نتایج مدلسازی می‌گردد، در این مدل‌ها از اطلاعات هر فرد استفاده می‌شود.
- موارد بالا زمینه‌ای برای ساخت مدل‌های رفتاری برای پیش‌بینی صحیح تقاضای سفر به‌ویژه در اثر تغییر استراتژی‌ها شد. این مدل‌ها بر اساس مفاهیم منطقی حداکثرسازی مطلوبیت و حق انتخاب استفاده‌کننده از دیدگاه اقتصادی مطرح گردید. استفاده از مفاهیم ناهم‌فزون و در نظر گرفتن فرد یا خانوار به عنوان واحد مطالعه از جمله نکات مثبت مدل‌های رفتاری در مقایسه با مدل‌های چهارمرحله‌ای می‌باشد.