

بررسی اثرات اجتماعی هوشمندسازی حمل و نقل بر مدیریت ترافیک

مقاله پژوهشی

علیرضا ماهپور، استادیار، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
ابراهیم شاه‌ابراهیمی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده عمران و محیط‌زیست، دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی، تهران،

ایران

پرهام قرائتی ثانی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a_mahpour@sbu.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۴/۲۵ - پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰

صفحه ۴۴-۳۵

چکیده

وسایل نقلیه عمومی در کشور ما می‌تواند به بخش مهمی از راهکار بهبود چالش‌های اقتصادی، انرژی و محیط زیست باشد و کیفیت بهتری از زندگی برای ما به ارمغان آورد. یکی از نمودهای پایین بودن تکنولوژی در حمل‌ونقل همگانی اخذ کرایه به روش‌های سنتی بوده است. اخذ کرایه به روش‌های سنتی در صنعت حمل‌ونقل مشکلات متعددی دارد که از آن جمله می‌توان به اتلاف وقت و تأخیر در زمان سفر اشاره کرد که دارای تاثیرات اجتماعی بسیاری است. از این رو نیاز به تغییر و تحول و ورود تکنولوژی‌های جدید به این عرصه بیش از پیش احساس می‌شود. لذا هدف این تحقیق بررسی موضوع تأثیر به‌کارگیری بلیت الکترونیک در ارتقاء عملکرد حمل‌ونقل عمومی شهری می‌باشد که می‌تواند تاثیرات اجتماعی مثبتی نیز داشته باشد. در این پژوهش ابتدا از هر یک از مسیرهای سیدخندان تا تجریش (بلیت کاغذی و پول) و مسیر میدان ونک تا تجریش (بلیت الکترونیک) در ساعات اوج صبح و عصر و در روزهای کاری متفاوت فیلم‌برداری انجام شد. بعد از آن با استفاده از فیلم‌های ضبط شده اطلاعات مربوط به متغیرهای زمان توقف استخراج گردید. در مرحله بعدی بعد از بررسی اطلاعات از لحاظ آماری (میانگین، واریانس و نرمال بودن یا نبودن داده‌ها) صورت گرفت. در ادامه برای هر یک از مسیرها مدل‌های پیش‌بینی زمان تاخیر محاسبه و بهترین مدل با استفاده از آزمون‌های برازندگی و همبستگی تعیین شد. در نهایت برای سنجش میزان تغییر نحوه پرداخت از پول و بلیت کاغذی به بلیت الکترونیک در مسیر سید خندان به تجریش بر روی زمان توقف شبیه‌سازی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که یکی از موثرترین اقدامات برای افزایش رضایت مسافران، تغییر در نحوه پرداخت هزینه سفر است که راه‌اندازی سیستم پرداخت الکترونیک و اخذ هزینه در مقابل هر درب می‌تواند منجر به کاهش طول زمان سوار شدن مسافران و در نتیجه کاهش زمان توقف شود.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل، هوشمندسازی، زمان تاخیر، ترافیک

۱-مقدمه

کرایه به روش‌های سنتی بوده است (توربان و براهم، ۲۰۰۰). اخذ کرایه به روش‌های سنتی در صنعت حمل و نقل مشکلات متعددی دارد که از آن جمله می‌توان به اتلاف وقت و تأخیر در زمان سفر اشاره کرد از این رو نیاز به تغییر و تحول و ورود تکنولوژی‌های جدید به این عرصه بیش از پیش احساس می‌شود. کمک به حفظ و حراست از محیط زیست، مدیریت و آمارگیری راحت تر از تعداد مسافران و عرضه و تقاضا در ناوگان حمل و نقل و همچنین جلوگیری از سوء استفاده‌های احتمالی مانند جعل بلیت از مزایای استفاده از بلیت الکترونیک

امروزه برای سفر و حمل و نقل می‌توان از وسایل نقلیه‌ی شخصی یا عمومی بهره جست. با رشد روزافزون مسئله‌ی ترافیک و افزایش استفاده از خودروهای شخصی و به طور خاص تک‌سرنشین، همچنان گروهی از جامعه برای حمل و نقل از وسایل حمل و نقل همگانی بهره می‌برند (ودل، ۲۰۱۷). وسایل نقلیه عمومی در کشور ما می‌تواند به بخش مهمی از راهکار بهبود چالش‌های اقتصادی، انرژی و محیط زیست باشد و کیفیت بهتری از زندگی برای ما به ارمغان آورد. یکی از نمودهای پایین بودن تکنولوژی در حمل و نقل همگانی اخذ

می‌باشد. بررسی تأثیر به کارگیری بلیت الکترونیک در ارتقاء عملکرد حمل و نقل عمومی شهری می‌تواند سئوالات و ابهامات موجود در این زمینه را برطرف سازد و کمک شایانی به مدیران و تصمیم‌گیران نماید. لذا، هدف این تحقیق بررسی موضوع تأثیر به کارگیری بلیت الکترونیک در ارتقاء عملکرد حمل و نقل عمومی شهری می‌باشد.

۲-پیشینه تحقیق

رودر در سال ۲۰۱۲ تحقیقی با عنوان راه حل‌های هوشمند کارت: دادن ارزش به شهروندان انجام داد. این تحقیق ابتدا به شرح تاریخ و دیدگاه‌های موجود در زمینه کارت‌های الکترونیک، پرداخته است، سپس به چگونگی استفاده از این کارت‌ها در شهرها پرداخته است. در ادامه این تحقیق به تأثیر استفاده از کارت‌های الکترونیک بر رفاه شهروندان پرداخته شده و بطور خاص در مورد تأثیرات استفاده از این کارت در حمل و نقل سخن گفته شده است. ودل در سال ۲۰۱۲ تحقیقی با عنوان آیا سیستم‌های فروش بلیط کارت هوشمند سودآور است؟ مدارک و شواهدی از شهر تروندهایم انجام داد. در این پژوهش به بررسی سودآوری یا عدم سودآوری سیستم موجود بلیط کارت هوشمند پرداخته و همچنین با استفاده از اصول تجزیه و تحلیل هزینه فایده به ارزیابی اقتصادی طرح کارت بلیط هوشمند پرداخته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ارزش خالص فعلی سیستم کنونی کارت بلیط هوشمند در تروندهایم مثبت است و این سیستم از لحاظ کارایی در رفاه اجتماعی در سطحی مطلوب قرار دارد. لی در سال ۲۰۱۵ تحقیقی با عنوان وضعیت کارت هوشمند سئول و پیشنهادات بهبود انجام داد. در این تحقیق ابتدا به معرفی انواع کارت‌های مورد استفاده در حمل و نقل همگانی کره اعم از کارت مترو، تاکسی و اوبوس پرداخته شده و سپس مزایا و چالش‌های سیستم کنونی این کشور بیان شده است. در ادامه این تحقیق با بررسی تخصصی سیستم موجود پیشنهاداتی چون یکپارچه شدن کارت‌ها، استفاده از تکنولوژی‌های نوین و غیره برای بهبود سیستم کنونی ارائه شده است. پوهه در سال ۲۰۱۴ مطالعه‌ای با عنوان مجتمع شهری بلیط الکترونیک محور برای حمل و نقل عمومی و سایت‌های توریستی انجام دادند. این مطالعه به چگونگی توسعه سیستم‌های یکپارچه بلیت الکترونیک برای حمل و نقل عمومی و سایت‌های توریستی در کلان‌شهرها پرداخته است. در این پژوهش ایده یکپارچگی بلیت‌های الکترونیک بررسی شده و حالت‌های مختلف ترکیب این کارت‌ها در حمل و نقل بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از نرم افزارهای کارت‌های هوشمند مدرن که قادر به ترکیب کارت‌های مختلف

در یک کارت الکترونیک می‌باشد سیستم بهینه می‌باشد. صفارزاده و ملک‌زاده در سال ۱۳۸۴ تحقیقی با عنوان کاربرد آنالیز هزینه - فایده در انتخاب سیستم حمل و نقل عمومی مناسب برای یک کریدور شهری انجام دادند. در این تحقیق، با محاسبه هزینه‌ها و منافع سالیانه ناشی از احداث سیستم‌های مختلف در یک کریدور شهری، به معرفی روش نسبت منافع به هزینه‌ها جهت انتخاب مناسبترین سیستم از دید اقتصادی پرداخته شده است و هزینه‌ها شامل هزینه‌های ساخت، را اندازی و بهره برداری از سیستم و منافع شامل صرفه جویی در زمان سفر استفاده کنندگان و غیر استفاده کنندگان از حمل و نقل عمومی و صرفه جویی در هزینه، روش‌های دیگر حمل و نقل می‌باشند. در این تحقیق علاوه بر ارایه متدولوژی، به مطالعه موردی بر روی یکی از کریدورهای شهر تهران پرداخته شده و همچنین به منظور مشاهده اثر برخی از پارامترهای به کار رفته در ارزیابی اقتصادی، آنالیز حساسیت بر روی این پارامترها صورت گرفته است. امینی‌طوسی و حسین‌دخت در سال ۱۳۹۱ تحقیقی با عنوان کاربرد سامانه‌های هوشمند در حمل و نقل عمومی شهری انجام دادند. هدف این تحقیق معرفی و تحلیل سیستم‌های هوشمند حمل و نقل با توجه به زمان واقعی اطلاعات و فناوری‌هایی که هدف آن کمک به معلولین است، می‌باشد. بدین منظور ابتدا در این تحقیق به معرفی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل عمومی پرداخته شده و سپس سیستم‌های مرتبط با معلولین به تشریح تبیین شده است. گل حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۲ تحقیقی با عنوان بررسی روند یکساله میزان مواجهه با مونوکسیدکربن در ناوگان حمل و نقل عمومی شهر تهران انجام دادند. در این مطالعه میزان مواجهه درون خودروهای تاکسی شهر تهران با مونوکسیدکربن (CO) به مدت یک سال مورد ارزیابی قرار گرفته و برای این منظور از محدوده فضای تنفسی ۷۲ راننده تاکسی با استفاده از دستگاه قرائت مستقیم مجهز به سنسورهای الکتروشیمیایی نمونه برداری انجام پذیرفته و همچنین مقادیر ثبت شده توسط ایستگاه‌های ثابت پایش آلودگی هوا نیز هم زمان با اندازه گیری‌های درون خودرو مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان مواجهه با $CO\ 37/4 \pm 91/19$ پی پی ام بدست آمده و همچنین در تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از ایستگاه‌های ثابت پایش آلودگی هوا در مورد CO در طول انجام این مطالعه میزان این آلاینده $3/69 \pm 1/03$ پی پی ام بدست آمد که اختلاف فاحشی با میزان اندازه گیری شده درون خودرو داشته است. با توجه مطالب بیان شده مطالعات داخلی بیشتر به مسایل دیگر مرتبط با حمل و نقل پرداخته شده و بدلیل نوپا بودن این تکنولوژی در ایران و استفاده محدود از این

بررسی نقش فن آوری پرداخت الکترونیک در شاخص‌های ارتقاء عملکرد اتوبوس‌های تندروی شهری از جمله کاهش زمان توقف اتوبوس‌ها در ایستگاه‌ها و ارتقای سطح سرویس خط با استفاده از نمونه‌گیری از چند ایستگاه انتخابی و مقایسه دو حالت پرداخت نقدی و بلیط الکترونیک در زمان‌های مختلف بهره گرفته می‌شود. اقدامات اصلی مورد نظر عبارتند از تدوین مدل یا مدل‌هایی برای پیش بینی زمان توقف بر اساس عوامل موثر در ایستگاه‌های سیستم اتوبوسرانی شهر تهران و در نهایت تعیین تأثیر بلیط الکترونیک بر ارتقای سطح سرویس‌رسانی خطوط. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد پنج عامل، تعداد مسافران سوار و پیاده شده، فضای ایستگاه اتوبوس، سیستم پرداخت کرایه، نوع وسیله نقلیه و نحوه چرخش افراد داخل وسیله (نحوه سوار و پیاده شدن مسافران) بر زمان توقف اتوبوس‌ها در ایستگاه‌ها مؤثر است. (Zaho and Li, 2015).

تکنولوژی، به صورت محدود به این موضوع پرداخته شده است و در مطالعات صورت گرفته خارجی در زمینه حمل و نقل عمومی درون شهری بیشتر به بیان مفاهیم اساسی، تاریخچه، نحوه بکارگیری و سیر تحول کارت‌های الکترونیکی پرداخته شده و کمتر به بررسی چگونگی تأثیر ورود این تکنولوژی به حمل و نقل عمومی بر عملکرد، رفاه، اقتصاد و سایر شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی پرداخته شده است. لذا، بررسی تأثیر به‌کارگیری بلیط الکترونیک در ارتقاء عملکرد حمل و نقل عمومی شهری امری حیاتی برای حمل و نقل عمومی درون شهری کلان‌شهرهای ایران می‌باشد تا بدین وسیله بتوان با ایجاد سیستم توسعه پایدار در بخش حمل‌ونقل، خدمات مناسبی به مردم در این راستا ارائه نمود.

۳- روش شناسی

$$\text{Dwell Time} = \beta_0 + (\beta_1 Nb_1 + \beta_2 Na_1) + (\beta_3 Nb_2 + \beta_4 Na_2) + (\beta_5 Nb_3 + \beta_6 Na_3) \quad (1)$$

پارامترها و متغیرهای رابطه فوق عبارتند از:

Dwell Time: زمان توقف اتوبوس در ایستگاه‌ها

Nb_1 : تعداد مسافران سوار شده از در جلو (مردان)

Na_1 : تعداد مسافران پیاده شده از در جلو (مردان)

Nb_2 : تعداد مسافران سوار شده از در عقب (مردان)

Na_2 : تعداد مسافران پیاده شده از در عقب (مردان)

Nb_3 : تعداد مسافران سوار شده از در عقب (زنان)

Na_3 : تعداد مسافران پیاده شده از در عقب (زنان)

β_1 : ضرایب رگرسیونی هر یک از متغیرهای فوق

علاوه بر مدل فوق، ۳ مدل دیگر مطابق روابط ذیل براساس آنچه در ادبیات موضوع برای پیش بینی زمان توقف پیشنهاد شده مورد ارزیابی قرار گرفته است.

$$\text{Dwell Time} = \beta_0 + \beta_1 (Nb_1 + Nb_2) + \beta_2 (Na_1 + Na_2) + \beta_3 Nb_3 + \beta_4 Na_3 \quad (2)$$

$$\text{Dwell Time} = \beta_0 + \beta_1 (Nb_1 + Nb_2 + Nb_3) + \beta_2 (Na_1 + Na_2 + Na_3) \quad (3)$$

$$\text{Dwell Time} = \beta_0 + \beta_1 (Nb_1) + \beta_2 (Na_1) \quad (4)$$

جلو در اکثر مواقع شلوغ‌ترین در است، بنابراین، رابطه ۴ براساس تعداد مسافران سوار و پیاده شده از در جلو (شلوغ‌ترین در) تعریف شده است. ضرایب روابط فوق با استفاده از روش حداقل مربعات خطا برآورد شده اند که اطلاعات آن به همراه معیار برازندگی هر مدل، ضریب تعیین (R^2)، ضریب تعیین تعدیل شده، ضریب همبستگی میان مقادیر پیش بینی و مقادیر واقعی داده‌های اعتبار در جدول ۱ تا ۴ ارائه شده است. در این پژوهش ابتدا از هر یک از مسیرهای

مدل‌های (۲) و (۳) ساده شده رابطه خطی کامل ۱ است که در آنها به ترتیب تعداد مسافران مرد و زن سوار و پیاده شده (۴ متغیر) و تعداد کل مسافران سوار شده و پیاده شده (۲ متغیر) مطابق آنچه در مرجع ۴ پیشنهاد شده، در مدل در نظر گرفته شده است. مدل ۴ توسعه رابطه آشتیانی و ایروانی (۲۰۰۲)، به صورت توان کامل دو متغیر است. همچنین رابطه ۴ براساس رابطه ۲ که در کتاب استاندارد ظرفیت بزرگراه‌ها (Highway Capacity Manual, 2000) ارائه شده در نظر گرفته شده است. مطالعه تعداد مسافران سوار و پیاده شده نشان می‌دهد در

جمع‌آوری شده به طور متوسط ۶۳/۷ درصد کل مشاهدات در ساعات اوج تقاضای صبح و ۳۶/۳ درصد در ساعات اوج عصر اخذ شده است. در مجموع ۴۳۵۰ نفر از وسیله‌ی نقلیه استفاده کرده‌اند ۵۵ درصد آنها را مردان و مابقی را زنان تشکیل می‌دهند. حال تمام مراحل را برای این مسیر به مانند مسیر قبل مورد ارزیابی قرار داده‌ایم. داده‌های زمان سوار شدن یک مسافر از یک در با بازیابی فیلم‌های ضبط شده از رویدادهای یک در و زمان‌سنجی فاصله زمانی میان زدن کارت تا سوار شدن یک مسافر اندازه گیری شده و زمان پیاده شدن یک مسافر از تقسیم زمان پیاده شدن کل مسافران از هر در بر تعداد رسم هیستوگرام داده‌های زمان سوار و پیاده شدن یک مسافر و اجرای آزمون‌های نرم‌الیتی نشان می‌دهد که طول زمانی سوار و پیاده شدن یک مسافر از توزیع غیرنرمال (نمایی) با پارامترهای متفاوت تبعیت می‌کند. همچنین از میان مسافران مرد، ۷۱ درصد در جلو را برای پیاده شدن انتخاب کرده‌اند و مابقی از در عقب وسیله نقلیه برای پیاده شدن استفاده کرده‌اند. همچنین تحلیل واریانس بر روی این نسبت‌ها نشان می‌دهد نحوه انتخاب در برای پیاده شدن مردان در تمامی ایستگاه‌ها یکسان است. برازش توزیع‌های احتمالی بر متغیر تعداد مسافران پیاده شده از هر در نیز نشان می‌دهد، این متغیر در هر در دارای توزیع هندسی برای در جلو، عقب (مردان) و عقب (زنان) به ترتیب با پارامترهای ۰/۴۳، ۰/۷۰ و ۰/۴۱ است. قبل از استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده برای ساخت مدل‌های پیش بینی، آنها به دو دسته آموزش و داده‌های اعتبار تقسیم‌بندی شده‌اند. از داده‌های آموزش برای تعیین ضرایب و پارامترهای مدل پیش بینی، و از داده‌های اعتبار برای ارزیابی توانایی مدل پیش‌بینی استفاده می‌شود. اگر چه قانونی برای تقسیم داده‌ها وجود ندارد، اما مانند بسیاری از تحقیقات، تقسیم داده‌ها براساس نسبت ۸۵ به ۱۵ و به صورت تصادفی (شامل ۴۲۵ مشاهده برای آموزش و ۷۵ مشاهده برای اعتبار) انجام شده است. به مانند قبل در ساده‌ترین شکل رابطه رگرسیونی از رابطه خطی با ۶ متغیر (شامل تعداد مسافران سوار و پیاده شده از هر در) مطابق رابطه ۱ برای برآورد زمان توقف استفاده شده است. با توجه به جدول ۵ تا ۸ مقادیر ضرایب تعیین و ضریب همبستگی داده‌های اعتبار نشان می‌دهد مدل‌های ۱، ۴ که توسعه مدل‌های ارایه شده توسط آشتیانی و ایروانی برای سیستم حمل و نقل شهر تهران است، بهتر از مدل‌های دیگر

سیدخندان تا تجریش (بلیت کاغذی و پول) و مسیر میدان ونک تا تجریش (بلیت الکترونیک) در ساعات اوج صبح و عصر و در روزهای کاری متفاوت فیلم برداری انجام می‌شود. بعد از آن با استفاده از فیلم‌های ضبط شده اطلاعات مربوط به متغیرهای زمان توقف استخراج می‌گردد. در مرحله بعدی بعد از بررسی اطلاعات از لحاظ آماری (میانگین، واریانس و نرمال بودن یا نبودن داده‌ها) صورت می‌گیرد. در ادامه با برای هر یک از مسیرها انوای مدل‌های پیش بینی زمان تاخیر محاسبه و بهترین مدل با استفاده از آزمون‌های برازندگی و همبستگی تعیین می‌گردد. در نهایت برای سنجش میزان تغییر نحوه پرداخت از پول و بلیت کاغذی به بلیت الکترونیکی در مسیر سیدخندان به تجریش بر روی زمان توقف شبیه سازی انجام می‌شود.

۴- نتایج مدل‌سازی

با توجه به جدول ۱ تا ۴ مقادیر ضرایب تعیین و ضریب همبستگی داده‌های اعتبار نشان می‌دهد مدل‌های ۱، ۴ که توسعه مدل‌های ارایه شده توسط آشتیانی و ایروانی برای سیستم حمل و نقل شهر تهران است، بهتر از مدل‌های دیگر پیشنهادی می‌تواند برای برآورد زمان توقف استفاده شود. همانطوری که مشاهده می‌شود در مدل‌های ۱ تا ۴ کلیه ضرایب در سطح معنی‌داری ۵ درصد معنادار بوده و این نشان از معنی‌داری کل مدل شماره ۱ می‌باشد. نزدیک بودن ضرایب تعیین مدل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان می‌دهد جداکردن تعداد مسافرانی که از هر در سوار و پیاده می‌شوند تاثیر چندانی در دقت مدل‌های پیش بینی ندارند، بنابراین می‌توان از رابطه ۴ که تنها تعداد مسافران سوار و پیاده شده را مستقل از جنسیت و دری که برای سوار شدن انتخاب می‌کنند و از نوع رابطه خطی است برای برآورد زمان توقف اتوبوس‌ها در سیستم حمل و نقل شهر تهران استفاده کرد. حال برای بررسی بیشتر تاثیرات بلیت الکترونیک در زمان توقف اتوبوس‌های شهری، علاوه بر بررسی مسیر سیدخندان تا تجریش، مسیر میدان ونک تا تجریش نیز مورد بررسی قرار گرفت که تفاوت در این دو مسیر در نحوه پرداخت کرایه می‌باشد. برای اینکه مسیرهای مورد بررسی تفاوت چندانی نداشته باشند سعی بر این بود که مسیر انتخابی دارای ایستگاه‌های برابر با یکدیگر باشند. در این مسیر نیز مانند مسیر سیدخندان تا تجریش ۵۰۰ نمونه از ایستگاه‌ها به طور یکنواخت برداشت شد. از کل آمارهای

تاخیرهای پیش بینی شده توسط مدل‌ها و زمان واقعی در این مسیر نشان داده شده است که نتایج نشان می‌دهد مدل ۴ مدل مناسب‌تری نسبت به سایر مدل‌ها بوده و تطابق بیشتری نسبت به زمان واقعی تاخیر را دارا می‌باشد. شکل ۱ میزان تاخیر در یک روزکاری در ساعت مشخص (۱۰ صبح) در ایستگاه‌های متفاوت مسیر ونک به تجریش را نشان می‌دهد. شکل ۲ میزان تاخیر در یک ایستگاه از ساعت ۷ صبح تا ۱۲ ظهر را نشان می‌دهد. که با توجه به دو شکل ۱ و ۲ نشان می‌دهد مدل ۴ مدل مناسب‌تری برای پیش بینی زمان تاخیر در ایستگاه‌ها می‌باشد.

پیشنهادی می‌تواند برای برآورد زمان توقف استفاده شود. همانطوری که مشاهده می‌شود در مدل‌های ۱ تا ۴ کلیه ضرایب در سطح معنی‌داری ۵ درصد معنادار بوده و این نشان از معنی‌داری کل مدل شماره ۱ می‌باشد. نزدیک بودن ضرایب تعیین مدل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان می‌دهد جداکردن تعداد مسافرانی که از هر در سوار و پیاده می‌شوند تاثیر چندانی در دقت مدل‌های پیش بینی ندارند، بنابراین می‌توان از رابطه ۴ که تنها تعداد مسافران سوار و پیاده شده را مستقل از جنسیت و دری که برای سوار شدن انتخاب می‌کنند و از نوع رابطه خطی است برای برآورد زمان توقف اتوبوس‌ها در سیستم حمل و نقل شهر تهران استفاده کرد. همانطوری که مشاهده می‌شود در برخی از ضرایب معادله‌ی غیرخطی P_value بیشتر از ۵ درصد بوده و این ضرایب بی‌معنی هستند. با توجه به شکل ۱ زمان

جدول ۱. نتایج حاصل از مدل ۱

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	ضریب خوبی برازش (R^2)	سطح خطای آزمون بrazندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۱	β_0	۹/۸۵	۱۸/۵۶	۰/۰۰۰	۷۸/۷۸	۰/۰۰۰	۷۸/۶۹
	β_1	۳/۲۶	۶/۴۳	۰/۰۰۰			
	β_2	۳/۱۲	۶/۲۳	۰/۰۰۰			
	β_3	۳/۸۷	۷/۱۳	۰/۰۰۰			
	β_4	۲/۹۵	۵/۹۶	۰/۰۰۰			
	β_5	۳/۷۴	۶/۹۱	۰/۰۰۰			
	β_6	۲/۸۴	۵/۸۶	۰/۰۰۰			

جدول ۲. نتایج حاصل از مدل ۲

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون بrazندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۲	β_0	۱۳/۹۸	۲۱/۷۶	۰/۰۰۰	۸۲/۹۶	۰/۰۰۰	۷۸/۳۲
	β_1	۲/۴۶	۷/۶۷	۰/۰۰۰			
	β_2	۱/۹۸	۶/۹۵	۰/۰۰۰			
	β_3	۲/۵۳	۷/۰۴	۰/۰۰۰			
	β_4	۱/۷۸	۶/۶۱	۰/۰۰۰			

جدول ۳. نتایج حاصل از مدل ۳

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون بrazندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۲	β_0	۸/۳۲	۱۷/۳۲	۰/۰۰۰	۶۳/۳۲	۰/۰۰۰	۷۷/۱۲
	β_1	۱/۳۶	۴/۱۶	۰/۰۰۰			
	β_2	۲/۸۹	۶/۲۳	۰/۰۰۴			

جدول ۴: نتایج حاصل از مدل ۴

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون برازندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۲	β_0	۶۳۵	۱۸/۵۶	۰/۰۰۰	۹۸/۱۲	۰/۰۰۰	۸۳/۰۱
	β_1	۲/۸۷	۵/۱۲	۰/۰۰۰			
	β_2	۶/۱۷	۱۲/۲۳	۰/۰۰۰			

جدول ۵: نتایج حاصل از مدل ۱ (پرداخت با بلیت الکترونیک)

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	ضریب خوبی برازش (R^2)	سطح خطای آزمون برازندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۱	β_0	۸/۳	۲۰/۵۶	۰/۰۰۰	۸۲/۱۳	۰/۰۰۰	۷۹/۲۱
	β_1	۳/۳	۷/۴۳	۰/۰۰۰			
	β_2	۲/۶۹	۶/۲۳	۰/۰۰۰			
	β_3	۲/۵۸	۵/۱۳	۰/۰۰۰			
	β_4	۲/۹۵	۵/۹۶	۰/۰۰۰			
	β_5	۲/۸	۷/۹۱	۰/۰۰۰			
	β_6	۲/۸۴	۵/۲۵	۰/۰۰۰			

جدول ۶: نتایج حاصل از مدل ۲ (پرداخت با بلیت الکترونیک)

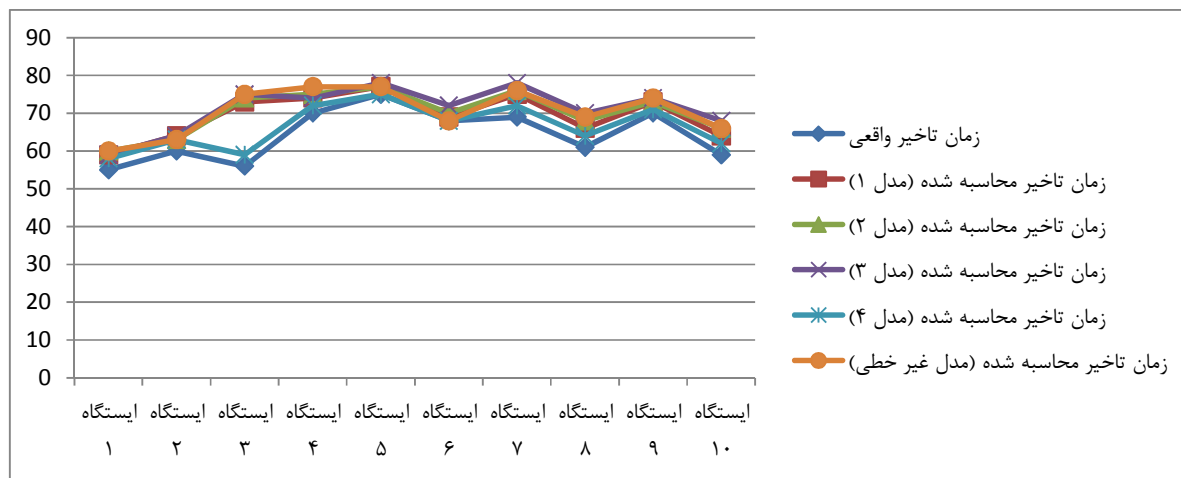
مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون برازندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۲	β_0	۱۲/۲۵	۱۹/۲۰	۰/۰۰۰	۸۶/۵۲	۰/۰۰۰	۷۶/۶
	β_1	۱/۳	۶/۵	۰/۰۰۰			
	β_2	۱/۶	۶/۸۶	۰/۰۰۰			
	β_3	۱/۷۹	۷/۰۹	۰/۰۰۰			
	β_4	۱/۵۲	۵/۱۵	۰/۰۰۰			

جدول ۷: نتایج حاصل از مدل ۳ (پرداخت با بلیت الکترونیک)

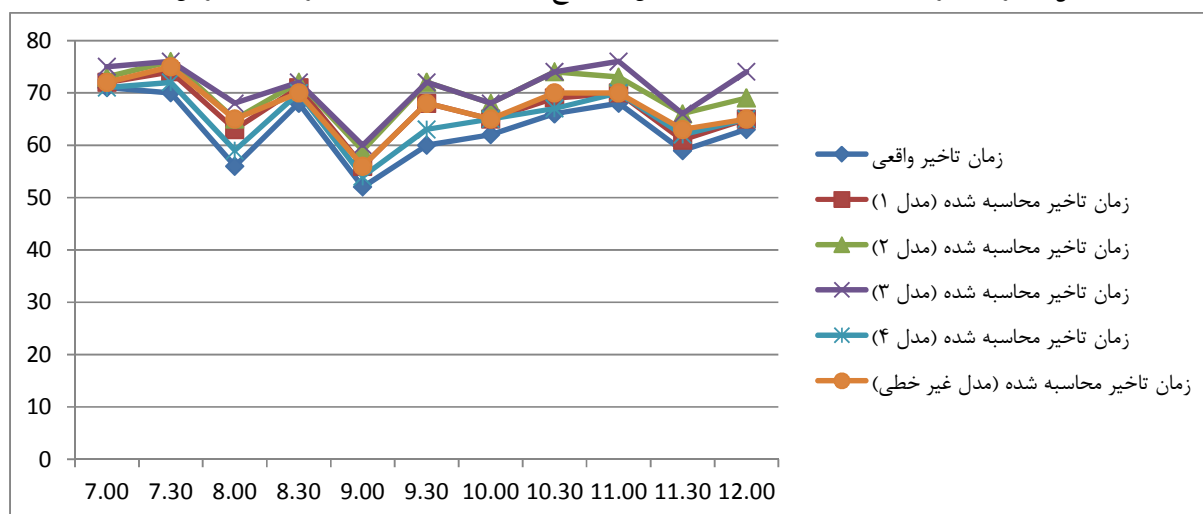
مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون برازندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۳	β_0	۷/۲۵	۱۵/۳۲	۰/۰۰۰	۵۳/۱۶	۰/۰۰۰	۷۵/۴۵
	β_1	۲/۶	۳/۲۷	۰/۰۰۰			
	β_2	۲/۳	۷/۶۲	۰/۰۰۲			

جدول ۸: نتایج حاصل از مدل ۴ (پرداخت با بلیت الکترونیک)

مدل	ضریب	مقدار	آماره t	سطح خطا آزمون	آماره مدل برازندگی (R^2)	سطح خطای آزمون برازندگی	ضریب تعیین اصلاح شده (R^2_{adj})
۴	β_0	۵/۱۳	۱۹/۸۱	۰/۰۰۰	۹۷/۴۶	۰/۰۰۰	۸۰/۸۶
	β_1	۳/۵۶	۶/۵۴	۰/۰۰۰			
	β_2	۴/۷۵	۱۱/۶۳	۰/۰۰۰			



شکل ۱. میزان تاخیر در یک روز کاری در ساعت مشخص (۱۰ صبح) در ایستگاه های متفاوت مسیر ونک تا تجریش



شکل ۲. میزان تاخیر در یک ایستگاه (ایستگاه ونک) از ساعت ۷ صبح تا ۱۲ ظهر

۴-۱- شبیه سازی

بنابراین می توان از آن با اطمینان برای تحلیل سناریوهای مختلف استفاده کرد. ساخت و اجرای مدل شبیه سازی فرآیند توقف وسایل در ایستگاه ها به دو منظور انجام شده است. اولاً با استفاده از این مدل، امکان بررسی تأثیر بخشی از عوامل بالقوه موثر بر زمان توقف مانند نحوه پرداخت کرایه و تغییر در الگوی سوار و پیاده شدن مسافران که دسترسی به داده های آنها امکان پذیر نیست، فراهم می شود و ثانیاً به کمک آن می توان سیاست های کاهش زمان توقف وسایل در ایستگاهها را مورد ارزیابی قرار داد. در این بخش، هر دو هدف فوق در قالب سناریوهایی طراحی شده و پس از اعمال تغییر مدل شبیه سازی براساس هر سناریو، شبیه سازی، مجدداً تحت هر سناریو اجرا شده و نتایج تأثیر اجرای سناریوها بر زمان توقف ارایه شده است.

همانطور که بیان شد برای اعتبار سنجی و میزان تاثیر نحوه پرداخت مسیر سید خندان تا تجریش که به صورت بلیت و پول بوده است شبیه سازی شد و با تغییر در نحوه پرداخت در این مسیر میزان اثر گذاری بلیت الکترونیک مورد سنجش قرار گرفت. با تطبیق دقیق رویدادهای مدل با رویدادهای توقف در واقعیت و اجرای مدل با پارامترهای فرضی و همچنین مطالعه نتایج شبیه سازی، صحت مدلسازی تأیید می شود. اما برای ارزیابی دقت مدل، پس از جای گذاری توزیع های آماری به عنوان پارامترهای مدل، شبیه سازی به تعداد ۵۰۰ وسیله نقلیه به ایستگاه انجام شد. مقادیر متوسط معیارهای ارزیابی دقت مدل بر اساس داده های جمع آوری شده از مسیر سید خندان تا تجریش و متوسط مقادیر مربوطه که از نتایج شبیه سازی به دست آمده است در جدول ۹ نشان داده شده است. اختلاف ناچیز مقادیر واقعی و محاسبه شده از شبیه سازی به ازای هر معیار ارزیابی و تأیید ناچیز بودن این اختلافها با آزمون های آماری مناسب، دقت مدل شبیه سازی ساخته شده تأیید می شود.

۴-۲- تحلیل حساسیت

یکی از موثرترین اقداماتی که شرکتهای اتوبوسرانی می‌توانند برای افزایش رضایت مسافران انجام دهند، تغییر در نحوه پرداخت هزینه سفر است. در سیستم اتوبوسرانی شهر تهران از بلیت کاغذی و یا پول که هر مسافر باید در قسمت در جلو تحویل راننده دهد، استفاده می‌شود، اما راه‌اندازی سیستم پرداخت الکترونیکی و اخذ هزینه در مقابل هر در می‌تواند منجر به به کاهش طول زمان سوار شدن مسافران و در نتیجه کاهش زمان توقف شود. برای اندازه‌گیری میزان تأثیر تغییر سیستم پرداخت بر زمان سوار شدن هر مسافر، در تعدادی از ایستگاه‌ها از مسافران خواسته شده که بدون دادن بلیت سوار

وسيله نقلیه شوند تا زمانهای رویدادهای سوار شدن ضبط شود. پس از بازبینی فیلم‌های ضبط شده در این ایستگاه‌ها مشخص شد که زمان سوار شدن مسافری که از در عقب سوار می‌شود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، اما زمان سوار شدن مسافران در جلو تغییری ندارد. با اعمال این تغییر در پارامتر مربوطه در مدل شبیه‌سازی و اجرای مدل به تعداد ورود ۵۰۰ وسیله نقلیه به ایستگاه ۲۱/۶ درصد در زمان توقف نسبت به زمانی که پرداخت به صورت دستی انجام می‌شود، صرفه‌جویی شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت یکی از اقدامات موثر بر کاهش زمان توقف در سیستم اتوبوسرانی شهر تهران تغییر فرآیند بلیت از کاغذی و پول به بلیت الکترونیکی است.

جدول ۹. مقایسه معیارهای ارزیابی دقت مدل شبیه‌سازی

مقدار واقعی		مقدار شبیه‌سازی شده		معیار
انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	
۲۴/۸	۶۵	۲۳/۴	۶۴/۵	زمان توقف
۱۷/۵	۳۱/۲	۱۷	۳۲	زمان باز بودن در جلو
۱۶/۷	۲۸/۱	۱۶/۱	۲۷/۹	زمان باز بودن در عقب (مردان)
۱۵/۸	۲۳/۲	۱۵/۴	۲۲/۶	زمان باز بودن در عقب (زنان)

۵- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق جاری نشانگر این مطلب بوده‌اند که به طور کلی هر یک از عوامل ذکر شده در مدل شماره ۴ تا چه اندازه تأثیر موثر در کاهش زمان توقف اتوبوسها خواهند داشت و باعث بالا رفتن سطح مدیریت سرعت و کاهش میزان تاخیرها در سطح مسیرها می‌شود و مدل ۴ یکی از مدل‌های مناسب در پیش بینی زمان تاخیر اتوبوس‌ها می‌باشد. یکی از موثرترین اقداماتی که شرکتهای اتوبوسرانی می‌توانند برای افزایش رضایت مسافران انجام دهند، تغییر در نحوه پرداخت هزینه سفر است. در سیستم اتوبوسرانی شهر تهران از بلیت کاغذی و یا پول که هر مسافر باید در قسمت در جلو تحویل راننده دهد، استفاده می‌شود، اما راه‌اندازی سیستم پرداخت الکترونیکی و اخذ هزینه در مقابل هر در می‌تواند منجر به به کاهش طول زمان سوار شدن مسافران و در نتیجه کاهش زمان توقف شود. پس از بازبینی فیلم‌های ضبط‌شده در این ایستگاه‌ها مشخص شد که زمان سوار شدن مسافری که از در عقب سوار می‌شود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد، اما زمان سوار شدن مسافران در جلو تغییری ندارد. با اعمال این تغییر در پارامتر مربوطه در مدل شبیه‌سازی و اجرای مدل به تعداد ورود ۵۰۰ وسیله نقلیه به ایستگاه ۲۱/۶ درصد در زمان توقف نسبت به زمانی که پرداخت به صورت دستی انجام می‌شود، صرفه‌جویی شده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت یکی از اقدامات موثر بر کاهش زمان توقف در سیستم اتوبوسرانی شهر تهران تغییر فرآیند بلیت از کاغذی و پول به بلیت الکترونیکی

است. همچنین مطالعات در بخش حمل و نقل عمومی نشان داد در یک مسیر مشخص، عوامل مختلفی بر سرعت حرکت و جایجایی مسافران تأثیر دارند و فقط عامل بلیت الکترونیک، با اینکه بیشترین اثر را دارد و در اولویت قرار دارد، به تنهایی تأثیر گذار نیست بلکه مجموعه‌ای از عوامل مختلف در کنار یکدیگر تأثیرگذار خواهند بود. توجه هرچه بیشتر به برنامه ریزی و زمان بندی سفر و وسایل نقلیه در سیستم حمل و نقل اتوبوسرانی، علاوه بر افزایش استفاده بهینه از تجهیزات موجود و کاهش هزینه‌های سیستم، نقش موثری در افزایش رضایت استفاده کنندگان و نهایتاً افزایش تعداد مسافران سیستم حمل و نقل اتوبوسرانی دارد. این در حالی است که استفاده از کارت علاوه بر سهولت انجام کار فواید بسیار دیگری مثل کاهش هزینه سفر و... که قبلاً ذکر شده است به دنبال خواهد داشت. به منظور ارتقای سطح عملکرد شبکه حمل و نقل عمومی شهری با استفاده از بلیت الکترونیک و به جهت مطالعات آتی در زمینه‌های حمل و نقل عمومی شهری در سال‌های آینده نکات زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱. لزوم یک برنامه جامع و منسجم جهت ایجاد پایگاه بایگانی اطلاعات مربوط به تمامی خطوط و ایستگاه‌های اتوبوس کشور به همراه جزئیات کامل مرتبط با آنها.
۲. آموزش شهروندان برای استفاده هرچه بیشتر کارت بلیت به جای پول نقد.

-Lee J. H., Lee S. K., (2015), "How Seoul used the 'T-Money' smart transportation card to re-plan the public transportation system of the city; implications for governance of innovation in urban public transportation systems", Conference: 8th Trans IST Symposium, at Istanbul, Turkey.

-Puhe, M., (2014), "Integrated Urban E-ticketing Schemes – Conflicting Objectives of Corresponding Stakeholders", Transportation Research Procedia Volume 4, pp.494-504.

-Reilly, W., (2000), "highway capacity manual", Transportation Research Board 500 Fifth Street, NW shington, DC United States 2001.

-Röder, Th., (2012), "Smart Card Solutions: Bringing Value to Citizens, NXP Semiconductors N.V.

-Turban, E., & Braham, J. (2000), "Smart Card-Based Electronic Card Payment Systems in the Transportation Industry". Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce, 70(4), pp.281-293.

-Vedel S.E., Jacobsen, J.B., Skov-Petersen, H., (2017), "Bicyclists' Preferences for Route Characteristics in Copenhagen - a Choice Experiment Study of Commuters", Transportation Research. Part A: Policy & Practice, Vol. 100, pp. 53-64.

-Zhao, Sh. ; Li, L. ; Dong, Zh; and Wu., B., (2015), "Analyzing Public Transportation Use Behavior Based on the Theory of Planned Behavior: To What Extent Does Attitude Explain the Behavior?", 11th International Conference of Chinese Transportation Professionals (ICCTP).

۳. استفاده از تجهیزات موقعیت یاب مانند دستگاه‌های GPS و سیستم‌های ناوبری جاده‌ای جهت مشخص کردن موقعیت دقیق هر اتوبوس و زمان ورود و خروج اتوبوس به ایستگاه جهت تسهیل زمان‌بندی مسافران و ارتقاء عملکرد شبکه حمل و نقل.

۴. همکاری بیشتر شهرداری و سازمان حمل و نقل و کنترل ترافیک تهران با مراکز علمی و پژوهشگران به جهت در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به تعداد مسافران و تعداد کارت بلیت‌های موجود در شبکه حمل و نقل شهری برای انجام تحقیقات و مطالعات.

۶- مراجع

-امینی‌طوسی، ه. حسین‌دخت، ح. و ضیائی، ع.، (۱۳۹۱)، "کاربرد سامانه‌های هوشمند در حمل‌ونقل عمومی شهری"، دومین کنفرانس ملی عمران و توسعه پایدار شهری.

-صفارزاد، م.، ملک زاده فر، ع.، (۱۳۸۴)، "کاربرد آنالیز هزینه - فایده در انتخاب سیستم حمل و نقل عمومی مناسب برای یک کریدور شهری، نشریه پژوهش‌های اقتصادی، پاییز، دوره ۵، شماره ۳، ص.۱۷-۳۳.

-گل‌حسینی، م؛ کاکویی، ح؛ شاه طاهری، ج. و اعظم، ک.، (۱۳۹۲)، "بررسی روند یکساله میزان مواجهه با مونوکسیدکربن در ناوگان حمل و نقل عمومی شهر تهران"، شانزدهمین همایش ملی بهداشت محیط، تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، دانشکده بهداشت.

-Aashtiani, H., and H. Irvani, (2002), "Application of Dwell Time Functions in Transit Assignment Model." Transportation Research Record, 1817, pp.88-92.

Investigating the Social Impact of Intelligence on Traffic Management

A. R. Mahpour, Assistant Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

E. Shah Ebrahimi, M.Sc., Grad., Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

P. Qera'ati Sani, M.Sc., Grad., Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: a_mahpour@sbu.ac.ir

Received: September 2019- Accepted: December 2019

ABSTRACT

Public vehicles in our country can be an important part of the solution to improve the economic, energy and environmental challenges and bring us a better quality of life. One of the manifestations of low technology in public transportation is the leasing in traditional ways. Getting a fair in traditional ways in the transportation industry has many problems, such as waste of time and delays in travel time, hence the need for the transformation and introduction of new technologies into this field. The purpose of this study is to investigate the effect of electronic ticketing on improving the performance of urban public transport. In this research, filming is done from each of Seyeddkhandan to Tajreish (paper and money tickets) routes and from Vanak Square to Tajreish (Electronic Ticket) at peak hours of the morning and evening and on different working days. After that, information about the time stops variables is extracted using the recorded videos. In the next stage, the data are analyzed statistically (mean, variance and normal or non-data). Then, for each of the paths, the latency prediction models are calculated and the best model is determined using fitness and correlation tests. Finally, to measure the change in how money and paper tickets are transferred to the electronic ticket on the path of Seyeddkhandan, it is done on the simulation stop time. The results show that the model 4 is more suitable than other models and has more adaptation than the actual delay time. And one of the most effective measures that bus companies can do to increase passenger satisfaction is the change in how the travel costs are paid; setting up an electronic payment system and costing each one can lead to a reduction in the length of time passengers boarding and As a result, reduce stop time.

Keywords: Urban Transit, Intelligent, Delay, Traffic