فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

مطالعه ی تاثیر پرداخت الکترونیکی کرایه روی زمان توقف در سیستم های حمل و نقل همگانی

بابک میربها ، فاطمه مهاجری
۱- استادیار، دکتری راه و ترابری، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین
۲- دانشجوی دکترای برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین

چکیده
زمان توقف اتوبوس در ایستگاه یک فاکتور مهم در سیستم های حمل و نقل همگانی می باشد که تاثیر قابل توجهی روی ظرفیت، تاخیر، سطح سرویس و کارایی عملکردی خط دارد. نحوه پرداخت کرایه یکی از عوامل بسیار تاثیرگذار روی زمان توقف در ایستگاه در سیستم های حمل و نقل همگانی است. استفاده از تکنولوژی کارت هوشمند به عنوان یکی از روش های پرداخت الکترونیکی کرایه توسط مسافرین در کنار مزایای دیگری که دارد سبب کاهش زمان توقف در ایستگاه در سیستم های حمل و نقل همگانی می گردد. هدف اصلی در این مطالعه تعیین تاثیر روش پرداخت کرایه در زمان توقف اتوبوس در ایستگاه است که تاثیر این متغیر در مدل ارائه شده در آیین نامه ظرفیت راه ها (HCM) دیده نشده است. از این رو، در چند خط اتوبوسهای تندرو در شهر تهران برداشت اطلاعات انجام شده است. سپس با مدلسازی آماری داده های جمع آوری شده، مدلهای رگرسیونی برای محاسبه زمان توقف اتوبوس در ایستگاه براساس تعداد مسافران پیاده و سوار شده در هر ایستگاه، جنسیت مسافران و نحوه پرداخت کرایه ارائه شده است. از بین مدل های ساخته شده و مدل ارائه شده توسط HCM، مدلی که بیشترین همبستگی با مقادیر مشاهده شده را دارا می باشد به عنوان مدل پیشنهادی ارائه شده است. این مدل دارای ضریب همبستگی ۰/۵۴۹ با مقادیر مشاهده شده می باشد. این در حالی است که مدل ارائه شده توسط HCM، ضریب همبستگی ۰/۴۸۷ با مقادیر مشاهده شده دارد.

واژگان کلیدی: زمان توقف اتوبوس در ایستگاه، نحوه ی پرداخت کرایه، سیستم های حمل و نقل همگانی کارت هوشمند .

۱- مقدمه
استفاده از حمل و نقل همگانی یکی از راهکارهای بسیار کارآمد و موثر در کاهش بار ترافیکی شهرها و معضلات ناشی از آن، می باشد. با توجه با اینکه کیفیت سرویس دهی سیستم های حمل و نقل همگانی در انتخاب این شیوه ی حمل و نقل بسیار تاثیرگذار است، بررسی فاکتور های موثر بر کیفیت سرویس دهی آن اهمیت می یابد. زمان توقف اتوبوس در ایستگاه که یکی از عوامل موثر بر کیفیت سرویس دهی سیستم های حمل و نقل همگانی می باشد، زمانی است که هر اتوبوس در ایستگاه برای باز و بسته شدن درب ها و همچنین سوار و پیاده شدن مسافران صرف می کند. زمان توقف در ایستگاه، به عنوان یک ورودی مهم در برنامه ریزی، مدل سازی و سیاست گذاری در سیستم های حمل و نقل همگانی به شمار می آید.

اگرچه زمان توقف در ایستگاه با پیاده و سوار شدن مسافران ارتباط و همبستگی دارد، این پارامتر به عوامل دیگری همچون ارتفاع سکو، عرض درب ها، نحوه یا روش پرداخت کرایه، موقعیت داخلی وسیله ی نقلیه و شلوغی و تعداد مسافران موجود در وسیله ی نقلیه نیز بستگی دارد [۳،۶]. عموماً زمان توقف در ایستگاه، براساس مدلسازی بر پایه داده های جمع آوری شده، تخمین زده می شود و نقش هر یک از عوامل تاثیرگذار بر آن با استفاده از این مدل سازی قابل بررسی است. همانطور که گفته شد یکی از عوامل موثر بر زمان توقف در ایستگاه، نحوه پرداخت کرایه است. استفاده از تکنولوژی کارت هوشمند سبب کاهش زمان توقف در ایستگاه می گردد. از این رو، یکی از اهداف اصلی این مقاله تعیین تاثیر روش پرداخت در کاهش زمان توقف اتوبوس در ایستگاه است. در ادامه، به بررسی ادبیات

موضوع و اقدامات انجام شده در ارتباط با موضوع پژوهش پرداخته شده است. سپس در ارتباط با آمار جمع آوری شده و در نهایت نسبت به تشریح روش مطالعه و نتایج اقدام شده است.

۳- مروری بر ادبیات موضوع

در ارتباط با مطالعات مربوط به محاسبه زمان توقف، پژوهش های متعددی انجام شده است روبرت دوربریتز در سال ۲۰۰۸، به مطالعه ی تاثیر فروش بلیط در داخل وسیله ی نقلیه بر قابلیت اعتماد سیستم های حمل و نقل عمومی پرداخت. به عقیده ی او قابلیت اعتماد یک سیستم حمل و نقل عمومی یک فاکتور اساسی در انتخاب این شیوه ی حمل و نقل توسط مسافران می باشد[۱].

فریکر در سال ۲۰۱۰، به تحلیل زمان توقف در ایستگاه به کمک فیلمبرداری توسط دوربین های موجود درون اتوبوس پرداخت. او در مطالعه ی خود پیشینه ای از مدل های ارائه شده برای برآورد زمان توقف در ایستگاه برحسب فاکتورهای مختلف را ارائه کرد که به صورت جدول زیر می باشد[۲].

جدول۱: *مدل های ارائه شده برای برآورد زمان توقف در ایستگاه*

مدل ارائه شده	سال	نام ارائه دهندگان مدل
DT = ۱,۳۱ + ۲,۵۷۳*BA BA = تعداد مسافران پیاده و سوار شده در هر ایستگاه	۱۹۷۳	Feder
DT = ۵ + ۲,۷۵*BA BA = تعداد مسافران پیاده و سوار شده در هر ایستگاه	۱۹۸۳	Levinson
DT/مسافر = ۵ – ۱,۲*ln(BA) BA =تعداد مسافران پیاده و سوار شده در هر ایستگاه	۱۹۸۳	Guenthner and Sinha
DT = ۲,۲۵ + ۱,۸۱*A DT = -۰,۲۷ + ۵,۶۶*B A =در هر ایستگاه تعداد مسافران پیاده شده B =در هر ایستگاه تعداد مسافران سوار شده	۱۹۸۸	Guenthner and Hamat
DT = ۹,۲۴+ ۰,۷۱*B + ۰,۵۲*A + ۰,۱۶*LS B =تعداد مسافران سوار شده در هر ایستگاه A = تعداد مسافران پیاده شده در هر ایستگاه LS = تعداد مسافران ایستاده در اتوبوس	۱۹۹۲	Lin and Wilson
DT =۱۲,۲۲ + ۲,۲۷*Bd + ۱,۸۲*Ad + ۶,۲*۱۰$^{-۴}$*TS^{۲}d*Bd Ad = تعداد مسافران پیاده شده از هر درب Bd =تعداد مسافران سوار شده از هر درب TSd =تعداد مسافران ایستاده به ازای هر درب (تعداد کل مسافران ایستاده تقسیم بر تعداد درب ها)	۲۰۰۹	Puong
DT = ۵,۱۳۶ + ۳,۴۸۱*B – ۰,۰۴*B^2 + ۱,۷۰۱*A – ۰,۰۳۱*A^2 – ۰,۱۴۴*ONTIME + ۱,۳۶۴*TOD2 B= تعداد مسافران سوار شده در هر ایستگاه A= تعداد مسافران پیاده شده در هر ایستگاه ONTIME =پارامتری که نشان دهنده فعالیت اتوبوس طبق جدول زمان بندی می باشد TOD2 =پارامتری که نشان دهنده فعالیت اتوبوس در ساعت اوج میان روز می باشد	۲۰۰۹	Dueker et al.
DT = ۵,۰۴۴ + ۰,۴۵۵*S + ۱,۰۲۲*A(front) + ۲,۵۵۳*B DT = ۶,۲۳۷ + ۰,۴۸۴*A + ۲,۵۴۲*B A = A(front) + A(side) S= تعداد مسافران ایستاده در اتوبوس A(front) = تعداد مسافران پیاده شده از درب جلویی در هر ایستگاه A(side) = تعداد مسافران پیاده شده از درب کناری در هر ایستگاه B = تعداد مسافران سوار شده در هر ایستگاه A = تعداد مسافران پیاده شده در هر ایستگاه	۲۰۱۰	Fricker

گرنت فلتچر و احمد ال-جنیدی در سال ۲۰۱۳، به مطالعه و بررسی زمان توقف در سه مسیر پرتراکم اتوبوس در ونکوور پرداختند. از دیدگاه آن ها زمان توقف در ایستگاه از فعالیت مسافران، جمعیت مسافران، روش پرداخت کرایه و موقعیت زمانی روز تاثیر می پذیرد. آنها در مطالعه خود با جمع آوری دستی داده ها به بررسی تاثیر جمعیت مسافران و نحوه ی پرداخت کرایه روی زمان توقف پرداختند و نشان دادند که هر چه میزان جمعیت مسافران موجود در اتوبوس افزایش یابد، زمان توقف در ایستگاه نیز افزایش می یابد[۳].

آلجاندرو تیراچینی در سال ۲۰۱۳، با تخمین مدل های رگرسیون چندگانه به تحلیل تاثیر روش های مختلف پرداخت کرایه، وجود پله در ورودی درها، سن مسافران و تراکم مسافران هنگام پیاده شدن، سوار شدن و ایستادن در اتوبوس پرداخت. نتایج مطالعه ی او نشان داد که با بهبود روش های پرداخت کرایه مانند پرداخت کرایه در خارج از اتوبوس و استفاده از تجهیزات پرداخت کرایه با استفاده از کارت، به جای روش پرداخت نقدی، زمان توقف کاهش می یابد. او همچنین دریافت که وجود دو پله در ورودی درها، فرایند پیاده شدن را آهسته می کند و مسافرین میانسال نسبت به جوان ها به زمان بیشتری جهت پیاده و سوار شدن نیاز دارند[۴].

هو ایی لینگ خو در سال ۲۰۱۳، به مدلسازی آماری زمان توقف در ایستگاه پرداخت. اهداف مطالعه ی او به سه بخش تقسیم می شود. بخش اول، به شناسایی فاکتورهای تاثیرگذار بر زمان توقف می پردازد. بخش دوم، تلاش برای پیدا کردن بهترین توزیع آماری که می تواند تغییرات زمان توقف را توصیف کند. بخش سوم، بهبود مدل های رگرسیونی برای درک درجه ی تاثیر هر فاکتور می باشد. در مطالعه ی او زمان توقف در ۲۰ ایستگاه اتوبوس در بخش Klang Valley مالزی با استفاده از تکنیک فیلمبرداری انجام شد[۵].

راکیتها و آسوک و دکتر آشیش در سال ۲۰۱۳، به مدل سازی زمان توقف در ایستگاه های اتوبوس در صورت استفاده از کارت های هوشمند پرداختند. مدل سازی آن ها مربوط به دوره ی اوج و غیر اوج در ایستگاه های اتوبوس در منطقه ی جنوب شرقی استرالیا می باشد که نشان می دهد استفاده از کارت هوشمند سبب کاهش زمان توقف و بار کاری راننده می شود[۶].

لی مینه کیو ، آشیش و ادوارد چانگ در سال ۲۰۱۴، نشان دادند تغییرات زمان سفر در سیستم های حمل و نقل عمومی برای قابلیت اعتماد زمان سفر، بهینه سازی جدول زمان بندی و انتخاب مسیر مناسب می باشد و به مدیران ترافیک و برنامه ریزان این امکان را می دهد تا از نتایج این مطالعه استفاده کنند[۷].

آئین نامه ی ظرفیت راهها در ویرایش ۲۰۱۰، زمان توقف را مقدار زمانی که یک اتوبوس در حال توقف برای ارائه ی خدمات به مسافران سپری می کند، تعریف می کند. این آئین نامه همچنین بیان می دارد که کاهش ظرفیت راه به طور مستقیم با مدت زمان توقف اتوبوس ارتباط دارد و زمان توقف، شامل زمانی که برای ارائه ی خدمات به مسافران در شلوغ ترین درب مورد نیاز است به علاوه ی زمان مورد نیاز برای باز و بسته شدن درب ها می شود.

طبق این آئین نامه، مقدار ۲ تا ۵ ثانیه برای باز و بسته شدن درب ها برای عملکرد در شرایط نرمال، معقول و منطقی می باشد. زمان توقف می تواند به صورت میدانی اندازه گیری شود[۸].

رابطه ی ارائه شده برای زمان توقف در هر ایستگاه، در آئین نامه ظرفیت راهها به صورت زیر تعریف شده است[۸].

$$td = Pata + Pbtb + toc \qquad (۱)$$

که در آن:

td = زمان توقف (ثانیه)

Pa = تعداد مسافران در حال پیاده شدن از شلوغ ترین درب اتوبوس در طول ۱۵ دقیقه ی اوج

ta =زمان پیاده شدن مسافر(s/p)

Pb = تعداد مسافران در حال سوار شدن از شلوغ ترین درب اتوبوس در طول ۱۵ دقیقه ی اوج

tb =زمان سوار شدن مسافر(s/p)

toc = زمان باز و بسته شدن درب (ثانیه)

در رابطه ۱مقادیر زمان های سوار و پیاده شدن مسافر با توجه به جدول زیر که برگرفته از CM۲۰۱۰ می باشد، به دست می آیند.

نوع اتوبوس	درب های موجود		زمان سوار شدن(ثانیه/نفر)		زمان پیاده شدن (ثانیه/نفر)
	تعداد	موقعیت	پیش پرداخت	پرداخت نقد	
معمولی	۱	جلو	۲	۲.۶ تا ۳	۱.۷ تا ۲
	۱	عقب	۲	موجود نیست	۱.۷ تا ۲
	۲	جلو	۱.۸	۱.۸ تا ۲	۱ تا ۱.۲
	۲	عقب	۱.۲	موجود نیست	۱ تا ۱.۲
	۲	جلو، عقب	۱.۲	موجود نیست	۰.۹
مفصلی	۴	جلو، عقب	۰.۷	موجود نیست	۰.۶
	۳	جلو، وسط، عقب	۰.۹	موجود نیست	۰.۸
	۲	عقب	۱.۲	موجود نیست	-----
	۲	جلو، وسط	-----	-----	۰.۶
	۶	جلو، وسط، عقب	۰.۵	موجود نیست	۰.۴
تک واحد ویژه	۶	۳ درب دوتایی	۰.۵	موجود نیست	۰.۴

۳- روش انجام مطالعه

برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز به مشاهداتی در ارتباط با عملکرد اتوبوس ها در زمان توقف در ایستگاه بود. از این رو مشاهدات انجام شده می بایستی دارای مشخصات لازم در ارتباط با جامعیت داده های مورد نیاز با توجه به تنوعی که در نوع پارامترهای دخیل باشد.

از این رو سعی بر آن شد که نمونه های برداشت شده تا حد امکان از تنوع کافی برخوردار باشد. برداشت اطلاعات از چندخط اتوبوس تندروی شهر تهران در چندین روز کاری انجام پذیرفت. آماربرداری در ایستگاه و همچنین در اتوبوس برای تعیین تعداد مسافران سوار و پیاده شده، نحوه پرداخت و سایر اطلاعات مورد نیاز در مجموع۲۷۹ توقف انجام گرفت. در پیمایش انجام شده، نحوه پرداخت کرایه می توانست به صورت نقدی یا به وسیله کارت (الکترونیک) انجام شود. علاوه بر این، آماربرداری از مسافران با توجه به اینکه ورود آقایان و بانوان به اتوبوس به صورت مجزا انجام می شود، به صورت جداگانه برای هر درب اتوبوس انجام پذیرفت. داده های جمع آوری شده به تفکیک نوع متغیر استفاده شده در فرآیند مطالعه به شرح جدول است. همانطور که دیده می شود، اطلاعات مربوط به زمان توقف و تعداد مسافران سوار و پیاده شده در ایستگاه ها به تفکیک جمع آوری شد. مجموع مسافرهای حاضر در اتوبوس در هر ایستگاه همچنین به عنوان عامل دیگری که بر زمان توقف در ایستگاه موثر است، مورد توجه قرار گیرد. جدول ۲ نشان-دهنده متغیرهای اطلاعاتی جمع آوری شده در مدل ها می باشد. همچنین جدول ۳ نشان دهنده نتایج توصیفی اطلاعات جمع آوری شده می باشد.

جدول۲: متغیرهای اطلاعاتی جمع آوری شده

نام متغیر	تعریف متغیر
DT	زمان توقف در هر ایستگاه (ثانیه)
B	مجموع تعداد مسافرین سوارشده در هر ایستگاه
A	مجموع تعداد مسافرین پیاده شده در هر ایستگاه
AB	مجموع تعداد مسافرین سوار شده و پیاده شده در هر ایستگاه
BAW	مجموع تعداد مسافرین سوار شده و پیاده شده از درب بانوان در هر ایستگاه
BAM	مجموع تعداد مسافرین سوار شده و پیاده شده از درب آقایان در هر ایستگاه
BW	مجموع تعداد مسافرین سوارشده از درب بانوان در هر ایستگاه
AW	مجموع تعداد مسافرین پیاده شده از درب بانوان در هر ایستگاه
BM	مجموع تعداد مسافرین سوارشده از درب آقایان در هر ایستگاه
AM	مجموع تعداد مسافرین پیاده شده از درب آقایان در هر ایستگاه
S	تعداد پرداخت با کارت (بدون در نظر گرفتن جنسیت)
C	پرداخت نقدی (بدون در نظر گرفتن جنسیت)
SCF1	پرداخت با کارت توسط بانوان
SCF2	پرداخت با کارت توسط آقایان
CF1	پرداخت نقدی توسط بانوان
CF2	پرداخت نقدی توسط آقایان
Tp	مجموع مسافرهای حاضر در اتوبوس در هر ایستگاه

جدول۳: *اطلاعات توصیفی متغیرهای اطلاعاتی جمع‌آوری شده*

متغیر	تعداد	حداقل	حداکثر	متوسط	انحراف معیار
DT	۲۷۸	۰	۱۰۵	۳۰/۵۰	۳۳/۹۷
B	۲۷۸	۰	۷۷	٦/۷۹	۸/۷۹
A	۲۷۸	۰	۷۷	٦/۷۹	۸/۷۹
AB	۲۷۸	۰	۷۷	۱۲/۱۲	۱۱/٤٦
BAW	۲۷۸	۰	۱٦	۱۲/۱۷	۳/۰۷
BAM	۲۷۸	۰	٤٥	۷/۰۷	۷/۳۰
BW	۲۷۸	۰	۳۲	۲/۸۷	٤/۰٦
AW	۲۷۸	۰	٤٥	۳/۹۲	٥/٥۳
BM	۲۷۸	۰	۲٥	۳/۱٥	٤/۲۹
AM	۲۷۸	۰	۳۲	٥/۰٥	٥/۳۸
S	۲۷۸	۰	۲٤	۰/٥۲	۱/۹۳
C	۲۷۸	۰	۲۰	۰/٥۰	۲/۰٤
CF2	۲۷۸	۰	۱۳	۰/۲٥	۱/۱۱
SCF1	۲۷۸	۰	۸	۰/۱۷	۰/۷٥
CF1	۲۷۸	۰	۱۲	۰/۲٤	۱/۰٤
SCF2	۲۷۸	۰	۱٦	۰/۳٥	۱/۳۲
Tp	۲۷۸	۰	۱۳٤	۳۸/٤٦	۲۳/٦۱

۱- یافته های پژوهش

در این مطالعه با استفاده از جمع آوری داده ها در مورد دو روش مختلف پرداخت که شامل پرداخت نقدی و پرداخت با کارت می باشد به مطالعه ی چگونگی تاثیر نحوه ی پرداخت روی زمان توقف، پرداخته شده است. جنسیت مسافران سوار و پیاده شده در هر ایستگاه همچنین به عنوان عامل دیگری که بر زمان توقف در ایستگاه موثر است، مورد توجه قرار گرفته است.

در ابتدا به کمک داده های جمع آوری شده و با استفاده از مدل سازی در نرم افزار NLOGIT به مطالعه تاثیر نحوه پرداخت کرایه و همچنین جنسیت مسافران سوار و پیاده شده در هر ایستگاه روی زمان توقف در ایستگاه پرداخته شده است. مدل های به دست آمده، به ترتیب زیر می باشند، لازم به ذکر است که متغیرهای استفاده شده در مدل ها همان متغیرهای توصیف شده در جدول ۳ می‌باشند. همان طور که ملاحظه می شود در مدل های با متغیر وابسته DT۱وDT۲ به مطالعه ی تاثیر نحوه پرداخت به تنهایی (بدون در نظر گرفتن جنسیت مسافران) و در مدل های با متغیر وابسته DT۳، DT۴، DT۵ و DT۶ به مطالعه ی تاثیر نحوه پرداخت و جنسیت مسافران سوار و پیاده شده در هر ایستگاه به طور همزمان، پرداخته شده است.

جدول۴ : *خروجی نتایج مدل سازی ها برای متغیر وابسته زمان توقف DT1 تا DT6*

متغیر وابسته	نام متغیرهای مستقل	ضریب	خطای استاندارد Standard Error	ضریب/خطای استاندارد t-ratio	P[|Z|>z]	R^2
DT1	B	۱/۹۶۹۸۱***	۰/۳۵۵۴۸	۵/۵۴۱	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۷
	A	۰/۵۸۸۰۱**	۰/۲۷۶۷۳	۲/۱۲۵	۰/۰۳۴۴	
	S	-۱/۵۵۷۶۴***	۰/۳۵۳۹۶	-۴/۴۰۱	۰/۰۰۰۰	
DT2	B	۱/۹۴۶۹۲***	۰/۳۵۳۳۸	۵/۵۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۷
	A	۰/۵۸۷۱۱**	۰/۲۷۷۱۰	۲/۱۱۹	۰/۰۳۴۹	
	C	-۱/۵۳۳۸۵***	۰/۳۵۱۴۹	-۴/۳۶۴	۰/۰۰۰۰	
DT3	BW	۵/۶۱۴۷۰***	۱/۱۵۱۶۰	۴/۸۷۶	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۵
	AW	۱/۸۴۷۷۸**	۰/۸۸۴۶۱	۲/۰۸۹	۰/۰۳۷۵	
	SCF1	-۶/۴۶۲۴۰***	۱/۱۴۶۵۴	-۵/۶۳۶	۰/۰۰۰۰	
DT4	BM	۴/۱۰۴۱۲***	۰/۷۹۹۶۸	۵/۱۳۲	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۶
	AM	۱/۴۷۸۲۱**	۰/۶۶۰۷۶	۲/۲۳۷	۰/۰۲۶۰	
	SCF2	-۴/۵۸۲۱۹***	۰/۸۵۱۲۸	-۵/۳۸۳	۰/۰۰۰۰	
DT5	BW	۵/۱۰۹۷۵***	۱/۱۴۲۷۲	۴/۴۷۲	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۵
	AW	۱/۷۲۷۱۸*	۰/۸۹۴۰۷	۱/۹۳۲	۰/۰۵۴۳	
	CF1	-۵/۸۳۶۸۱***	۱/۱۳۶۵۷	-۵/۱۳۵	۰/۰۰۰۰	
DT6	BM	۴/۱۸۳۳۳***	۰/۷۹۱۶۲	۵/۲۸۵	۰/۰۰۰۰	۰/۹۶۶
	AM	۱/۴۹۵۵۲**	۰/۶۵۴۱۲	۲/۲۸۶	۰/۰۲۲۹	
	CF2	-۴/۶۷۸۷۵***	۰/۸۳۱۶۸	-۵/۶۲۶	۰/۰۰۰۰	

توجه: معناداری در سطح ۱۰٪، ۵٪، ۱٪ = *, **, ***

مدل سازی زمان توقف براساس رابطه ی ارائه شده در HCM که همان رابطه (۱) می باشد و به کمک داده های جمع آوری شده در این پژوهش انجام شده است.

فرضیات درنظر گرفته شده برای محاسبه زمان های سوار و پیاده شدن به منظور مدل سازی زمان توقف براساس رابطه ارائه شده در HCM :

۱-کلیه اتوبوس های BRT مورد بررسی در این پژوهش از نوع مفصل دار (Articulated) می باشند.

۲-با توجه به متن آیین نامه HCM، با توجه به وجود مسافران ایستاده در اتوبوس، به کلیه زمان های پیاده شدن۰,۵ ثانیه باید اضافه گردد و همچنین با توجه به آنکه هر چهار درب موجود در اتوبوس های BRT قابلیت سوار و پیاده شدن همزمان با حجم جریان بالا در ساعات اوج را خواهند داشت، کلیه زمان های سوار و پیاده شدن در ۰,۶ ضرب خواهند شد.

مقادیر زمان های سوار و پیاده شدن مسافران خطوط اتوبوس BRT با استفاده از شکل ۱ و با توجه به فرضیات فوق به صورت جدول زیر محاسبه می گردند:

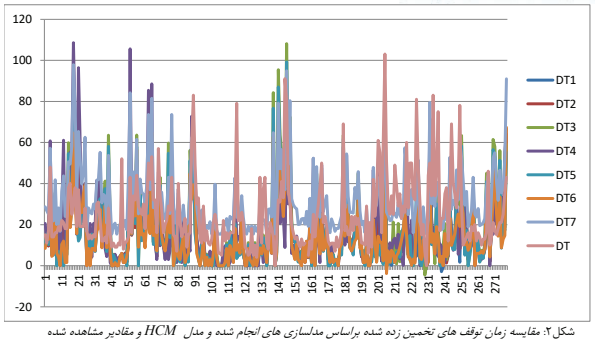
جدول۵: *مقادیر زمان های سوار و پیاده شدن مسافران*

شماره درب	درب ویژه	زمان سوار شدن (ثانیه)	زمان پیاده شدن (ثانیه)
۱	بانوان	۰,۹*۰,۶+۰,۵=۱,۰۴	۰,۸*۰,۶+۰,۵=۰,۹۸
۲	آقایان	۱,۰۴	۰,۹۸

مدل سازی انجام شده برای زمان توقف در ایستگاه، براساس رابطه ارائه شده در HCM و با استفاده از داده های جمع آوری شده به ترتیب زیر می باشد:

$$DT7 = 0.694\ P_a t_a + 1.901\ P_b t_b + 15.336$$

لازم به ذکر است که پارامترهای استفاده شده در این مدل، همان پارامترهای معرفی شده در رابطه ۱ می باشند و شاخص R^2 به دست آمده از این مدل ۰,۸۳۵ می باشد. در پایان به منظور مقایسه نتایج حاصل از شش مدل ارائه شده که همان مدل های DT۱,DT۲ ,DT۳,DT۴,DT۵و DT۶ می باشند با یکدیگر و همچنین مقایسه نتایج این چهار مدل با مدل تخمین زده شده براساس رابطه ارائه شده توسط HCM که همان مدل DT۷ می باشد و مقادیر زمان توقف مشاهده شده ، نمودار زیر رسم شده است :



شکل ۲: مقایسه زمان توقف های تخمین زده شده براساس مدلسازی های انجام شده و مدل HCM و مقادیر مشاهده شده

اگر ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و پنج مدل مذکور را محاسبه نماییم، نتایج زیر حاصل می گردد:

ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۱ : ۰/۵۱۵

ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۲ : ۰/۵۱۴

ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۳ : ۰/۲۵۷

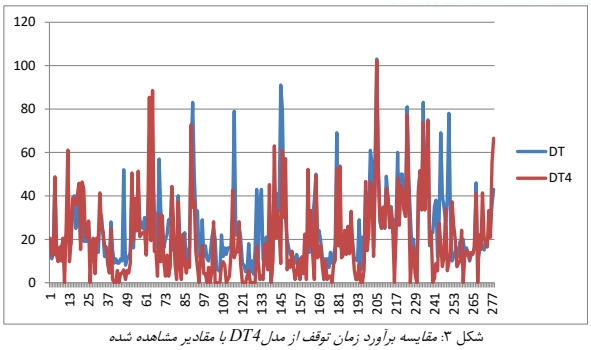
ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۴ : ۰ /۵۴۹

ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۵ : ۰/۲۶

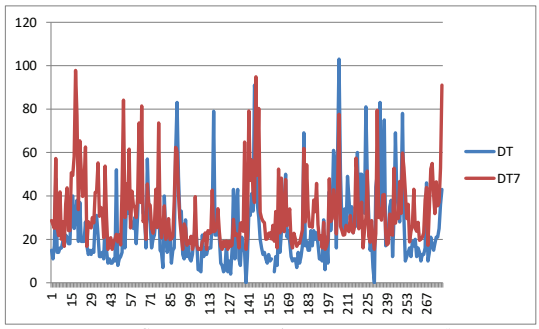
ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۶ : ۰/۳۲۳

ضریب همبستگی بین مشاهدات انجام شده و مدل DT۷(مدل شده براساس HCM): ۰/۴۸۷

همان طور که مشاهده می شود مدل DT۴ همبستگی بیشتری با مقادیر مشاهده شده دارد. به منظور واضح شدن مقایسه نتایج مدل DT۴ و مدل ارائه شده در HCM با مقادیر مشاهده شده، نمودارهای زیر رسم شده است:



شکل ۳: مقایسه برآورد زمان توقف از مدل DT4 با مقادیر مشاهده شده



شکل ۴: مقایسه برآورد زمان توقف از مدل DT7 (مدل ارائه شده توسط HCM) با مقادیر مشاهده شده

همان طور که مشاهده می شود مدل DT۴ همبستگی بیشتری با مقادیر مشاهده شده، نسبت به مدل ارائه شده در HCM دارد. زمان توقف تخمین زده شده براساس رابطه ارائه شده در HCM (مدل DT۷) مقادیر بیشتری را نسبت به مدل های ارائه شده در این پژوهش نشان می دهد.

بر این اساس می توان به این صورت نتیجه گرفت که در نظر گرفتن نحوه پرداخت کرایه یکی از متغیرهای تاثیرگذار بر زمان توقف می باشد که وارد کردن این متغیر در مدل سازی سبب نزدیک شدن مقادیر برآورد شده ی زمان توقف به مقادیر مشاهده شده می گردد.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به مدل های ارائه شده، نتایج زیر قابل برداشت هستند:

۱- براساس نتایج بررسی های انجام شده، نحوه پرداخت کرایه یکی از عوامل تاثیر گذار بر زمان توقف وسیله نقلیه در ایستگاه می باشد که در مدل ارائه شده توسط HCM تاثیر این متغیر بر زمان توقف دیده نشده است.

۲- از مقایسه ی مدل های DT۱ و DT۲ می توان دریافت که پرداخت کرایه توسط مسافران با استفاده از کارت(مدل DT۱) صرف نظر از جنسیت مسافران، زمان توقف کمتری را نسبت به پرداخت نقدی(مدل DT۲) به خود اختصاص می‌دهد.

۳- جنسیت مسافران سوار و پیاده شده در هر ایستگاه یکی از عوامل دیگر تاثیرگذار بر زمان توقف می باشد و سوار و پیاده شدن بانوان در هر ایستگاه سبب ایجاد زمان توقف بیشتری در مقایسه با آقایان می گردد .

۴- از مقایسه ی ضرایب تخمین زده شده در مدل های DT۳ و DT۵ می توان دریافت که استفاده از کارت در رابطه با بانوان، زمان توقف در ایستگاه را کاهش می دهد.
۵- از مقایسه ی ضرایب تخمین زده شده در مدل های DT۴ و DT۶ می توان دریافت که استفاده از کارت در رابطه با آقایان، تاثیر قابل توجهی بر افزایش یا کاهش زمان سفر نخواهد داشت.
۶- با توجه به مقایسه نتایج رسم شده بر روی نمودار، همانطور که ملاحظه می شود زمان توقف تخمین زده شده براساس رابطه ارائه شده در HCM (مدل DT۷) مقادیر بیشتری را نسبت به مدل های ارائه شده در این پژوهش نشان می دهد.
۷- نتایج حاصل از ضرایب همبستگی مشاهدات انجام شده و مدل های ارائه شده، نشان دهنده این است که مدل DT۴ همبستگی بیشتری با مشاهدات انجام شده دارد و می توان از آن برای محاسبه زمان توقف در ایستگاه استفاده نمود.

۶- منابع

Robert Dorbritz, Marco Lüthi, Ulrich-1
EFFECTS OF ON- , 2008 ,Weidmann
BOARD TICKET SALES ON PUBLIC
TRANSPORT RELIABILITY. Institute for
Transport Planning and Systems (IVT) ,Swiss
,Federal Institute of Technology, ETH Zurich
.Switzerland

Bus dwell time ,2010 ,Jon D. Fricker-2
analysis using on-board video. School of
.Civil Engineering, Purdue University

,2012,GrantFletcher,AhmedEl-Geneidy-3
The effects of fare payment types and
crowding on dwell time: A fine-grained
92nd Transportation Research ,analysis
.Board Annual Meeting

Bus ,2013 , AlejandroTirachini -4
Dwell Time: The Effect of Different Fare
Collection Systems, Bus Floor Level and
Age of Passengers , Institute of Transport and
Logistics Studies , The University of Sydney
., Australia

Statistical ,2013,Hooi Ling KHOO-5
Modeling of Bus Dwell Time at Stops,
Proceedings of the Eastern Asia Society
for Transportation Studies ,Department of
Civil Engineering, University Tunku Abdul
.Rahman, Kuala Lumpur, Malaysia

Rakkitha Widanapathiranage, Assoc-6
Prof. Jonathan M Bunker, Dr. Ashish
Modelling Busway Station ,2013,Bhaskar
Dwell Time Using Smart Cards, Australasian
,Proceedings 2013 Transport Research Forum
. Brisbane, Australia ,2013 October 4 – 2

Le-Minh Kieu, Ashish Bhaskar , Edward -7
Establishing Definitions and ,2013, Chung
Modeling Public Transport Travel Time
93rd Annual Meeting of the , Variability
.Transportation Research Board

.2010 ,Highway Capacity Manual -8

The Study of the impact of electronic fare collection on dwell time in the transit systems

Babak mirbaha[۱], fatemeh mohajeri[۲],
۱- Professor, Department of civil engineering, Imam Khomeini International University

۲- PhD student of transportation and planning engineering, Imam Khomeini International University

Abstract

Dwell time is one of the most important parameters in analyzing urban transit systems which has a major effect on capacity, delay, level of service and performance of transit line. One of the most effective factors on dwell time in transit stops, is the fare collection method. The technology of smart card as one of the fare collection methods causes the reduction in dwell time in transit system stops, in addition to other advantages. The main objective of this study is the study of the impact of fare collection method on dwell time. Therefore the datas are gathered in several lines of BRTs in Tehran, Then the Statistical models of collected datas are represented to show the impact of fare collection method and the gender of passengers on dwell with observed data while the correlation 0.549 time. The sugested model has the correlation of of the HCM model with observed data is 0.487

Key words: Dwell time, fare collection method, transit systems, smart card