# سنجش معیار جایگزین شاخص عملکردی راه‌های دوخطه برون‌شهری

**افشین شریعت**[1]
**علی‌منصور خاکی**[2]
**هادی نصرتی**[3]

**تاریخ دریافت : ۱۳۸۹/۰٤/۲۸**
**تاریخ پذیرش : ۱۳۸۹/۰۷/۰٦**

## چکیده

*راه‌های دوخطه برون‌شهری دو عملکرد جابجایی و دسترسی را در شبکه راه‌ها فراهم می‌کنند. برای تعیین سطح سرویس راه‌های دوخطه دوطرفه از دو شاخص عملکردی درصد زمان دنباله‌روی، PTSF[4]، و متوسط سرعت سفر، ATS[5]، استفاده می‌شود. راهنمای ظرفیت راه‌ها، HCM2000[6]، به‌دلیل دشواری اندازه‌گیری میدانی درصد زمان دنباله‌روی پیشنهاد می‌کند که از درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ ثانیه یا کمتر به‌عنوان جایگزین آن استفاده شود. این مقاله به بررسی اعتبار این معیار جایگزین در ایران می‌پردازد. بدین منظور جریان ترافیک در سه راه دوخطه برون‌شهری دارای ترددشمار تحلیل شد. با استفاده از داده های ترددشمار در هر یک از این راه‌ها، درصد وسایل‌نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر در بازه‌های زمانی مختلف اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از نرم افزار IHSDM[7] جریان ترافیک و شرایط هندسی مسیر در هریک از راه‌های مورد مطالعه شبیه‌سازی گردید. نتایج نشان داد که مقادیر درصد زمان دنباله‌روی حاصل از شبیه‌سازی در محیط نرم‌افزار با شاخص جایگزین یعنی درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر بسیار به هم نزدیک است. این مطالعه نشان داد که می‌توان باتوجه به شرایط ترافیکی و هندسی در راه‌های کشور ایران نیز، از شاخص جایگزین برای اندازه گیری PTSF بهره جست.*

**کلیدواژه‌ها:** *راه‌های دوخطه برون‌شهری، شاخص عملکردی، درصد زمان دنباله‌روی، سرفاصله زمانی، سطح سرویس*

---

۱ استادیار دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران
۲ دانشیار دانشکده عمران دانشگاه علم و صنعت ایران
۳ کارشناس ارشد راه و ترابری دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات

4 Percent Time Spent Following
5 Average Travel Speed
6 Highway Capacity Manual
7 Interactive Highway Safety Design Model

## مقدمه

راه‌های دوخطه برون‌شهری نقش به‌سزایی در تسهیلات حمل و نقلی دارند. این راه‌ها دو عملکرد جابجایی و دسترسی را در شبکه راه‌ها فراهم می‌نمایند. در ایران حدود ۲۹درصد از راه‌ها به صورت دوخطه دوطرفه است[۱]. به‌دلیل غیرمجزابودن، تحلیل جریان ترافیک در این راه‌ها با سایر انواع راه‌ها متفاوت است. طبق راهنمای ظرفیت راه‌ها در سال ۲۰۰۰ (HCM2000) در تعیین سطح سرویس راه‌های دوخطه برون‌شهری از دو شاخص عملکردی درصد زمان دنباله‌روی (PTSF) و متوسط سرعت سفر (ATS) استفاده می‌شود. درصد زمان دنباله‌روی برابر است با «متوسط درصد زمان سفر وسایل نقلیه‌ایی که باید به دلیل عدم امکان سبقت‌گیری، به دنبال وسایل نقلیه کندرو در صف‌ها با سرعتی کمتر از سرعت مطلوب و به طور غیرارادی حرکت کنند»[۹]. طبق این تعریف، برای اندازه‌گیری این پارامتر لازم است که در طول مشخصی از یک راه دوخطه دوطرفه برای هر یک از وسایل نقلیه زمان سپری‌شده به صورت غیرارادی در صف‌ها اندازه‌گیری شود و بر کل زمان سفر تقسیم گردد. میانگین مقدار به‌دست آمده برای همه وسایل نقلیه برابر درصد زمان دنباله‌روی است. انجام این روش در عمل با مشکلات زیادی همراه است. از جمله این‌که اندازه‌گیری زمان سفر سپری‌شده به صورت غیرارادی در صف‌ها برای هریک از وسایل نقلیه به دلیل لزوم کنترل لحظه‌ای آنها می‌تواند پرهزینه، وقت‌گیر و تا حدی غیرعملی باشد. ضمن این‌که تشخیص غیرارادی‌بودن حرکت در صف به دقت خاصی نیاز دارد. علاوه بر این اندازه‌گیری زمان سفر برای هر وسیله نقلیه منفرد نیز مشکل است. HCM2000 ضمن تاکید بر دشواربودن اندازه‌گیری میدانی درصد زمان دنباله‌روی، شبیه‌سازی جریان ترافیک در این راه‌ها را اجتناب ناپذیر دانسته و اذعان می‌کند که اندازه‌گیری این پارامتر از طریق شبیه‌سازی میسر است. از آنجاکه در عمل نیز برای شبیه‌سازی یک مسیر به اطلاعات ترافیکی و هندسی زیادی احتیاج است، لذا استفاده از شاخص جایگزینی که اندازه‌گیری آن به مراتب ساده‌تر باشد یعنی درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر پیشنهاد شده است. در این مطالعه با شبیه‌سازی جریان ترافیک در سه محور از راه‌های دوخطه برون‌شهری کشور به بررسی میزان درستی این شاخص جایگزین پرداخته شده است.

## مطالعات پیشین

در سال ۱۹۹۹ به سفارش اداره کل راه‌های آمریکا تحقیقی با هدف بهبود روش‌های تحلیل عملکردی راه‌های دوخطه دوطرفه توسط هاروود[1] و همکاران در موسسه تحقیقاتی MRI صورت پذیرفت. پارامتر درصد زمان دنباله‌روی نخستین بار در این تحقیق که مبنای علمی HCM 2000 می‌باشد مطرح و به عنوان شاخص عملکردی جدید راه‌های دوخطه دوطرفه پیشنهاد شد. در این تحقیق ذکر شده است که این پارامتر نشان‌دهنده دو جنبه اصلی از مفهوم سطح سرویس LOS[2] در راه‌های دوخطه دوطرفه شامل آزادی رانندگان در انجام مانور و راحتی حرکت می‌باشد[۵]. در ادامه این پژوهش با تاکید بر دشواربودن اندازه‌گیری میدانی این پارامتر، پیشنهاد شد که از پارامتر سرفاصله زمانی کوچک‌تر مساوی یک مقدار مشخص برحسب ثانیه به‌عنوان معیار جایگزین آن استفاده شود. برای تعیین این مقدار مقایسه‌ای بین مقادیر درصد زمان دنباله‌روی حاصل از شبیه‌سازی نرم افزار TWOPASS و مقادیر درصد سرفاصله زمانی برمبنای زمان‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ثانیه در سه‌راه دوخطه با شرایط هندسی و ترافیکی متفاوت انجام شد. براساس نتایج این مقایسه، مقادیر درصد سرفاصله زمانی کوچک‌تر مساوی ۳ثانیه کمترین اختلاف را با مقادیر درصد زمان دنباله‌روی حاصل از شبیه‌سازی داشته‌اند. از این‌رو HCM 2000 با استناد به پژوهش ذکرشده، درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر را به‌عنوان معیار جایگزین درصد زمان دنباله‌روی پیشنهاد نمود[۹].

بعد از مطرح‌شدن مفهوم درصد زمان دنباله‌روی به عنوان شاخص جدید، تعیین سطح سرویس در راه‌های دوخطه برون‌شهری، تحقیقاتی با هدف تجزیه و تحلیل این پارامتر صورت گرفت. طبق نظر لوتینن[3] شاخص‌های عملکردی، توصیف‌هایی کمی از کیفیت جریان ترافیک هستند. یک شاخص عملکردی باید بتواند احساس استفاده‌کنندگان از تسهیلات ترافیکی را تشریح کند و برای مهندسان ترافیک به منظور تحلیل تسهیلات ترافیکی مفید باشد[۶]. همچنین او معتقد است که یک شاخص

1 Harwood
2 Level Of Service
3 Luttinen

عملکردی خوب باید احساس استفاده‌کنندگان از کیفیت جریان ترافیک را انعکاس دهد و اندازه‌گیری آن آسان باشد[۷].

لوتینن در سال ۲۰۰۱ با هدف اعتبارسنجی معیار جایگزین پیشنهادی، تحقیقی را با استفاده از توزیع سرفاصله زمانی نمایی منفی انجام داد تا درصد سرفاصله‌های زمانی کوتاه در یک جریان تصادفی بدون تاثیر دیگر وسایل نقلیه را مدل‌سازی کند. این تحقیق با به‌کارگیری یک محدوده از حجم ترافیک، از صفر تا ۳۰۰۰ وسیله نقلیه در ساعت و یک محدوده از ضرایب توزیع جهتی از ۰/۵ تا ۱ صورت گرفت. نتایج این پژوهش بیان‌گر این مطلب است که استفاده از سرفاصله‌های زمانی کمتر از ۳ثانیه به‌عنوان یک معیار جایگزین منجر به تخمین بیش از حد درصد زمان دنباله‌روی می‌گردد[۷].

در سال ۲۰۰۲ تحقیق دیگری توسط دیکسون[1] و همکاران به‌منظور ارزیابی روش HCM2000 با استفاده از شرایط میدانی کشور آمریکا صورت پذیرفت. بدین منظور از داده‌های میدانی گردآوری‌شده از یک قطعه از راه US-95 به طول ۹/۸km در Idaho استفاده شد. نتایج نشان دادند که روش HCM و نیز نرم‌افزار TWOPASS مقدار PTSF را در مقایسه با داده‌های میدانی بالاتر تخمین می‌زنند[۳].

الکایسی[2] و دوربین[3] در سال ۲۰۰۸ دو روش جدید را که در آنها از درصد دنباله‌روی PF[4] به‌عنوان معیار جایگزین PTSF استفاده می‌شود، ارائه نمودند. این دو روش، روش احتمالی و روش میانگین وزنی نام دارند. در روش احتمالی وسایل نقلیه براساس سرعت و صرف‌نظر از اندازه خودرو، کارآیی و دیگر ویژگی‌های آنها به دو گروه وسایل نقلیه کندرو و وسایل نقلیه تندرو تقسیم بندی می‌شوند. روش میانگین وزنی براساس استفاده از رابطه میانگین وزنی سرعت می‌باشد. این روش بر طبق این قضیه پایه‌گذاری شده است که ترکیب وسایل نقلیه در جریان ترافیک شامل دو گروه اصلی وسایل نقلیه سنگین با قدرت مانور کم و متوسط سرعت پایین (کامیون‌ها، اتوبوس‌ها و

1 Dixon
2 Al-Kaisy
3 Durbin
4 Percent Following

خودروهای تفریحی) و وسایل نقلیه سواری با قدرت مانور زیاد و متوسط سرعت بالا (خودروها، مینی ون‌ها و دیگر وسایل نقلیه کوچک) می‌باشد. در هر دو روش ارائه‌شده در این تحقیق از سرفاصله زمانی ۶ثانیه برای تفکیک وسایل نقلیه در حالت دنباله‌روی از وسایل نقلیه در حالت جریان آزاد استفاده شده است[۲].

در سال ۲۰۰۹ تحقیقی با هدف توسعه روابط صف‌بندی QR[1] برای ارزیابی کیفیت جریان ترافیک در راه‌های دوخطه برون‌شهری توسط پولس[2] و کوهن[3] انجام شد. در این پژوهش جریان ترافیک در ۱۵راه دوخطه مورد مطالعه قرار گرفته است. در بخشی از این مطالعه رابطه نمائی جدیدی برای تعیین درصد زمان دنباله‌روی ارائه شده است که عبارت‌است از [۸]:

$$PTSF=1-e^{(-0.000504Vp)} \quad (۱)$$

که در آن $V_p$ برابر است با نرخ جریان بر حسب خودروی سواری بر ساعت (pc/h). طبق نظر نویسندگان این مقاله این رابطه از روابط HCM 2000 دقیق‌تر بوده و مزیت اصلی آن قابل اندازه‌گیری بودن در مطالعات میدانی می‌باشد.

علی‌رغم این‌که پارامتر درصد زمان دنباله‌روی معیار اصلی در تعیین سطح سرویس راه‌های دوخطه برون‌شهری می‌باشد، در ایران تحقیق قابل ذکری درباره آن صورت نگرفته است و در این زمینه خلاء تحقیقاتی وجود دارد.

در یک جمع‌بندی می‌توان گفت در بین محققان درباره ویژگی‌ها و روش‌های اندازه‌گیری درصد زمان دنباله‌روی اختلاف نظر وجود دارد. در مورد معیار جایگزین آن برخی محققان نظیر هاروود درصد سرفاصله زمانی کوچک‌تر مساوی ۳ثانیه را پیشنهاد کرده‌اند. درحالی‌که این مقدار طبق تحقیق لوتینن در راه‌های فنلاند و طبق تحقیق دیکسون در راه‌های آمریکا باعث برآورد بیش از حد وسایل نقلیه در حالت دنباله‌روی می‌شود. در عین حال برخلاف نظر دیکسون، تحقیق الکایسی درصد سرفاصله زمانی ۶ثانیه را برای راه‌های آمریکا مناسب می‌داند. به نظر می‌رسد در انتخاب یک زمان مناسب برای پارامتر سرفاصله زمانی شرایط محیط مورد مطالعه نقش به‌سزایی دارد.

1 Queuing Relationships
2 Polus
3 Cohen

## روش تحقیق

برای سنجش اعتبار معیار جایگزین درصد زمان دنباله‌روی روش، تحقیق این مقاله به این صورت است که ابتدا درصد سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر برای سه‌راه دوخطه برون‌شهری دارای ترددشمار در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد با به‌کارگیری ماژول TAM[1] از مجموعه نرم‌افزاری IHSDM مکان‌های مورد مطالعه شبیه‌سازی شدند. ماژول TAM با شبیه‌سازی شرایط هندسی مسیر و جریان ترافیک مقدار درصد زمان دنباله‌روی را در بازه‌های زمانی موردنظر محاسبه می‌کند. سپس با مقایسه مقادیر درصد وسایل‌نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر(حاصل از داده‌های میدانی ترددشمار) با مقادیر درصد زمان دنباله‌روی (حاصل از شبیه‌سازی مسیر) میزان اختلاف بین آنها مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه این بخش شرح مختصری از نرم‌افزار IHSDM ارائه شده است.

## نرم افزار IHSDM

برای محاسبه درصد زمان دنباله‌روی از طریق شبیه‌سازی مکان‌های مورد مطالعه از نرم افزارIHSDM استفاده گردید. این نرم‌افزار در سال ۲۰۰۸ توسط اداره کل راه فدرال آمریکا (FHWA[2]) طراحی و ارائه شده است. از ماژول TAM این نرم افزار، برای شبیه‌سازی راه‌های دوخطه دوطرفه استفاده می‌گردد. منطق حاکم براین ماژول به این ترتیب است که عملکردهای ترافیک در راه‌های دوخطه را با تعریف موقعیت، سرعت و شتاب هر وسیله نقلیه منفرد موجود در راه شبیه‌سازی می‌کند و حرکت این وسایل نقلیه در راه را به صورت یک رفتار واقعی توسعه می‌دهد. این ماژول وسایل نقلیه‌ایی که در جهت مستقیم و در جهت مقابل در یک بازه زمانی فرضی در طول مسیر در حال حرکت هستند را محاسبه می‌کند. همچنین سبقت‌های انجام‌شده و تصمیمات سبقت‌گیری ناموفق توسط رانندگان در مناطق سبقت‌گیری را لحاظ می‌کند. علاوه بر این ماژول می‌تواند عملکردهای ترافیک در خطوط سبقت‌گیری و کمکی قوس‌های قائم در یک یا هر دو جهت راه‌های دوخطه شامل استفاده از خط اضافه شده

1 Traffic Analysis Module
2 Federal Highway Administration

و برگشت به مسیر قبلی، شرایط هندسی منطقه، داده‌های فعل و انفعالات وسایل نقلیه و دیگر داده‌های ترافیک را شبیه‌سازی کند و نتایج آماری مختلفی را ارائه دهد. برای دست‌یابی به نتایج واقعی، ماژول TAM در فرآیند شبیه‌سازی پارامترهای اصلی زیر را لحاظ می‌کند[۴]:

۱. خصوصیات هندسی راه شامل شیب‌ها، قوس‌های افقی، قوس‌های قائم، عرض خط و عرض شانه‌راه، فاصله دید سبقت، خطوط سبقت‌گیری و خطوط کمکی در قوس‌های قائم؛

۲. پارامترهای کنترل ترافیک شامل مناطق سبقت ممنوع، مناطق سبقت آزاد و مناطق با محدودیت سرعت؛

۳. خصوصیات وسایل نقلیه شامل توانایی شتاب‌گیری، سرعت و طول وسیله نقلیه؛

۴. ویژگی‌ها و ترجیحات رانندگان شامل سرعت‌های مطلوب، سطوح شتاب‌گیری دلخواه، محدودیت‌های استفاده از حداکثر توان وسیله نقلیه، تصمیم‌گیری برای سبقت و انصراف از سبقت‌گیری، رفتار واقعی در خطوط سبقت‌گیری و کمکی قوس‌های قائم؛

۵. ترافیک ورودی شامل نرخ جریان، ترکیب وسایل نقلیه، تشکیل صف‌های گروهی و صف‌بندی ناگهانی در بالادست[۴].

## توصیف داده‌ها

هدف این تحقیق سنجش اعتبار معیار جایگزین PTSF در راه‌های دوخطه برون‌شهری می‌باشد. برای دست‌یابی به این هدف به محورهایی نیاز است که در آنها اطلاعات دقیق با حجم بالا از جریان ترافیک وجود داشته باشد. راه‌هایی که دارای ترددشمار هستند از این ویژگی‌ها برخوردارند. از این‌رو برای گردآوری داده‌های ترافیکی، از داده‌های میدانی دقیق حاصل از ترددشمار استفاده شده است. این داده‌ها برای هر وسیله نقلیه منفرد شامل سرعت، زمان عبور، نوع وسیله نقلیه و وضعیت سبقت‌گیری یا عدم سبقت‌گیری می‌باشد. با محاسبه تفاضل زمان‌های عبور دو وسیله نقلیه متوالی سرفاصله زمانی بین آنها به‌دست می‌آید. همچنین داده‌های هندسی مسیر از طریق بازدید میدانی از محل نصب ترددشمار و استفاده از تصاویر برداشت شده‌اند.

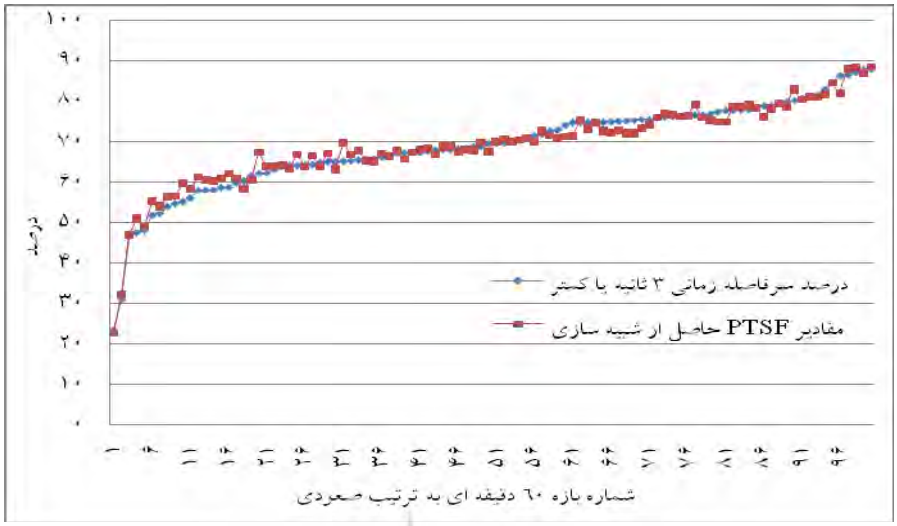
در این تحقیق راه‌های دوخطه برون‌شهری قم- اسلامشهر، کرج- چالوس و زنجان- میانه با شرایط جغرافیایی به ترتیب هموار، کوهستانی و تپه ماهور مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. حجم تردد و شرایط جغرافیایی متفاوت و وجود ترددشمار از دلایل انتخاب این سه مسیر می‌باشند. راه دوخطه برون‌شهری قم- اسلامشهر در منطقه‌ای هموار واقع است. متوسط ترافیک روزانه[1] این مسیر در جهت رفت ۱۱۳۲۰ وسیله نقلیه در روز و در جهت برگشت ۱۳۴۴۵وسیله نقلیه در روز می‌باشد[۱]. ترددشمار مکانیزه در کیلومتر ۵ عوارضی قم جاده واوان نصب شده است. طول ۱ کیلومتر از مسیر که ترددشمار در آن قرار دارد، شبیه‌سازی گردید. جریان ترافیک در ۳ روز از آبان ۱۳۸۷ و ۳ روز از اردیبهشت ۱۳۸۸ در هر ماه به مدت ۳۰ ساعت تحلیل شده است. راه دوخطه برون‌شهری کرج- چالوس در منطقه‌ای کوهستانی قرار دارد. در این مسیر متوسط ترافیک روزانه در جهت رفت ۵۶۲۰ وسیله نقلیه در روز و در جهت برگشت ۴۴۹۱ وسیله‌نقلیه در روز می‌باشد. ترددشمار مکانیزه در کیلومتر ۷۵ کرج نزدیک روستای گچسر واقع است. طول ۱۴۰۰ متر از مسیر که ترددشمار در آن قرار دارد، شبیه‌سازی شده است. جریان ترافیک در ۳ روز از آبان ۱۳۸۷ و ۳روز از اردیبهشت ۱۳۸۸ در هر ماه به مدت ۳۰ساعت مورد ارزیابی قرار گرفته است. راه دوخطه برون‌شهری زنجان- میانه دارای اقلیم تپه ماهور است. متوسط ترافیک روزانه این مسیر در جهت رفت ۱۲۱۷ وسیله نقلیه در روز و در جهت برگشت ۱۳۳۲ وسیله نقلیه در روز می‌باشد. ترددشمار مکانیزه در کیلومتر ۶۵ زنجان واقع است. طول ۵۷۶۰ متر از مسیر که ترددشمار در آن قرار دارد، شبیه‌سازی گردید. جریان ترافیک در ۳ روز از آبان ۱۳۸۷ و ۳ روز از اردیبهشت ۱۳۸۸ در هر ماه به مدت ۳۰ ساعت تحلیل شده است.

## تجزیه و تحلیل

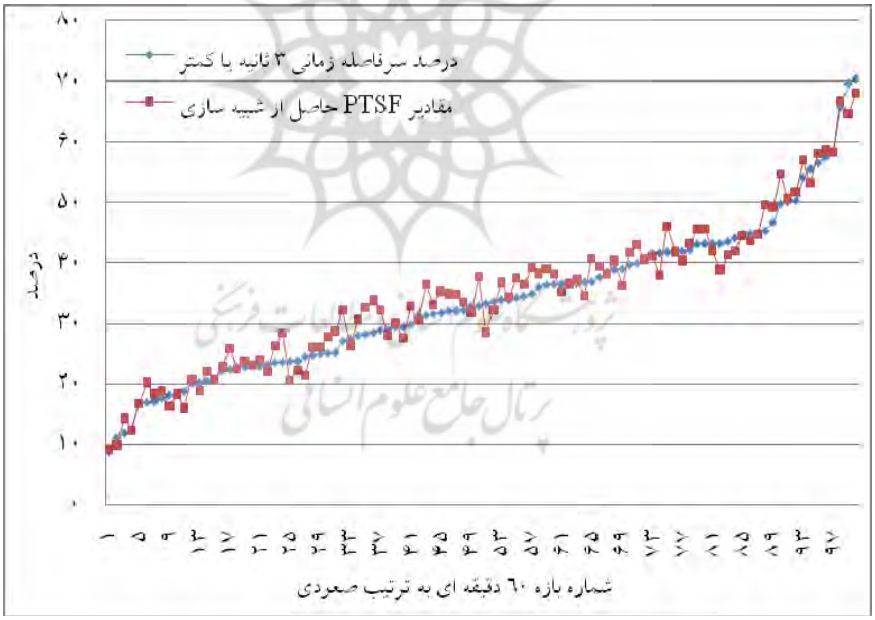
در هر یک از مکان‌های مورد مطالعه، درصد سرفاصله زمانی ۳ ثانیه یا کمتر در ۵۰ بازه یک ساعتی در هر دو جهت اندازه‌گیری شد. سپس مقادیر متناظر درصد زمان دنباله‌روی در این ۵۰ بازه توسط شبیه‌سازی مسیرها محاسبه گردید. مقایسه مقادیر

1 Average Daily Traffic

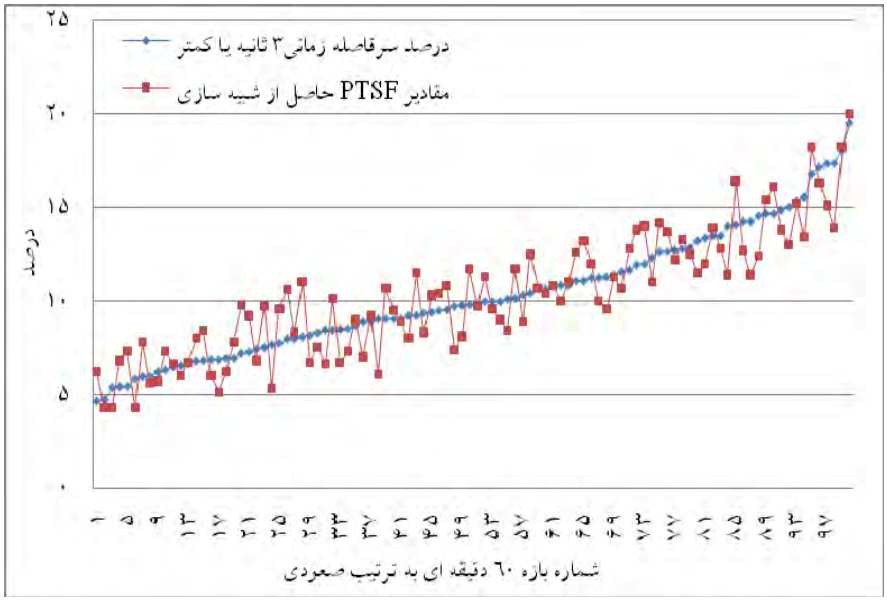
این دو پارامتر در نمودارهای(۱)، (۲) و (۳) ارائه شده‌اند. محـور افقـی نمودارهـا بیـانگر ۱۰۰ بازه (۵۰ بازه در دو جهت) مورد بررسی به ترتیب صعودی است.




**نمودار یک: مقایسه درصد سرفاصله زمانی و PTSF در بازه ۶۰ دقیقه‌ای، راه دوخطه قم- اسلامشهر**

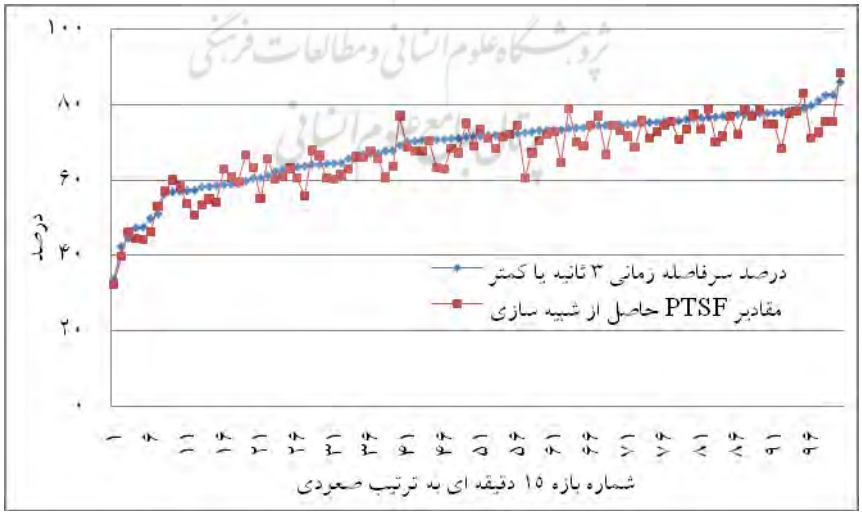



**نمودار دو: مقایسه درصد سرفاصله زمانی و PTSF در بازه ۶۰ دقیقه‌ای، راه دوخطه کرج- چالوس**

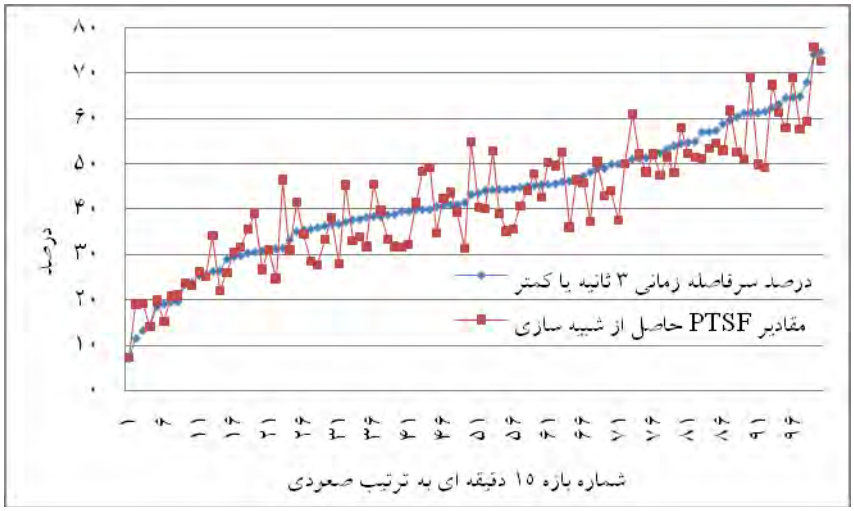



**نمودار سه: مقایسه درصد سرفاصله زمانی و PTSF در بازه ۶۰ دقیقه ای، راه دوخطه زنجان- میانه**

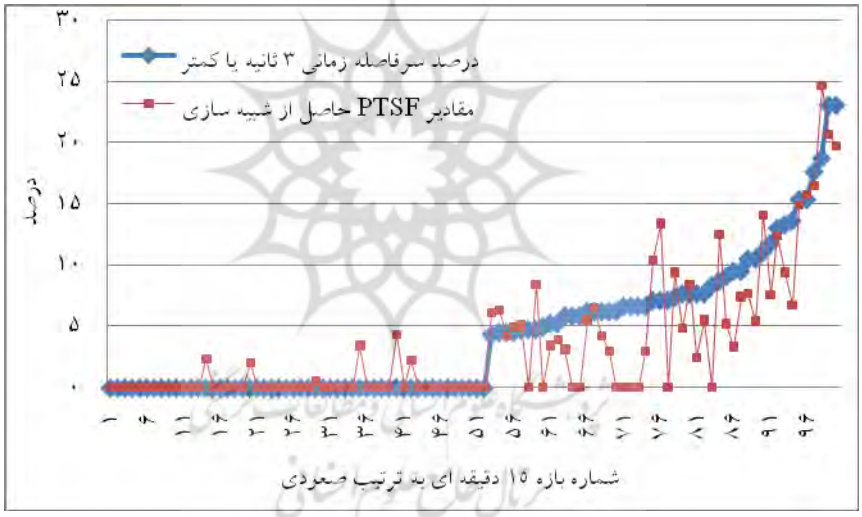
همان‌طورکه در نمودارهای(۱)، (۲) و (۳) مشاهده می‌شود اختلاف بین این دو پارامتر بسیار ناچیز است. همچنین مراحل ذکرشده برای هر سه سایت در ۵۰ بازه ۱۵دقیقه‌ای تکرار شد. در نمودارهای(۴)، (۵) و (۶) مقایسه نتایج در بازه‌های ۱۵دقیقه‌ای ارائه شده است.




**نمودارچهار: مقایسه درصد سرفاصله زمانی و PTSF در بازه ۱۵ دقیقه‌ای، راه دوخطه قم- اسلامشهر**




**نمودارپنج: مقایسه درصد سرفاصله زمانی و PTSF در بازه ۱۵ دقیقه‌ای، راه دوخطه کرج- چالوس**




**نمودار شش: مقایسه درصد سرفاصله زمانی وPTSF در بازه ۱۵ دقیقه‌ای، راه دوخطه زنجان- میانه**

در نمودارهای(۴)، (۵) و (۶) نیز ارتباط نزدیکی بین دو پارامتر وجود دارد. در جدول یک میزان اختلاف بین مقادیر PTSF و درصد سرفاصله زمانی برای هر سه سایت ارائه شده است.

**جدول یک: میزان اختلاف بین مقادیر PTSF و درصد سرفاصله زمانی**

| بازه مورد تحلیل( دقیقه) | مکان مورد مطالعه | میزان اختلاف (درصد) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | حداقل | حداکثر | میانگین |
| ۶۰ | قم- اسلامشهر | ۰ | ۵/۲ | ۱/۵ |
| | کرج- چالوس | ۰ | ۵/۴ | ۲/۱ |
| | زنجان- میانه | ۰ | ۳/۵ | ۱/۳ |
| ۱۵ | قم- اسلامشهر | ۰ | ۱۲/۲ | ۳/۴ |
| | کرج- چالوس | ۰ | ۱۵/۰ | ۴/۹ |
| | زنجان- میانه | ۰ | ۸/۷ | ۱/۹ |
| | کل | ۰ | ۱۵/۰ | ۲/۵ |

میانگین درصد اختلاف برای کل بازه‌های مورد مطالعه ۲/۵درصد بوده که مقداری قابل قبول است. در یک نگاه کلی مشاهده می‌شود که مقادیر درصد زمان دنباله‌روی و معیار جایگزین آن در۳۰۰ بازه ۶۰دقیقه‌ای و ۳۰۰ بازه ۱۵دقیقه‌ای به یکدیگر کاملاً نزدیک هستند.

## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

برای تعیین سطح سرویس راه‌های دوخطه دوطرفه از دو شاخص عملکردی درصد زمان دنباله‌روی(PTSF) و متوسط سرعت سفر استفاده می‌شود. راهنمای ظرفیت راه‌ها، HCM2000، به‌دلیل دشواری اندازه‌گیری میدانی درصد زمان دنباله‌روی پیشنهاد می‌کند که از درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر به عنوان جایگزین آن استفاده شود. در این مقاله به اعتبارسنجی این معیار جایگزین پرداخته شد. به این منظور مقادیر درصد سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر در سه راه دوخطه برون‌شهری در بازه‌های ۱۵ و۶۰دقیقه‌ای اندازه‌گیری شد. سپس توسط شبیه‌سازی مسیرها با استفاده از نرم‌افزار IHSDM، مقادیر درصد زمان دنباله‌روی متناظر محاسبه گردید. میانگین درصد اختلاف بین این دو پارامتر برای کل بازه‌های مورد مطالعه ۲/۵درصد به‌دست آمد. نتایج نشان داد که مقادیر درصد زمان دنباله‌روی حاصل از شبیه‌سازی در محیط

نرم‌افزار با شاخص جایگزین یعنی درصد وسایل نقلیه با سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر بسیار به هم نزدیک است. نتیجه تحقیق این است که درصد سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر معیار جایگزین مناسبی برای پارامتر درصد زمان دنباله‌روی می‌باشد و امکان به‌کارگیری آن در ایران وجود دارد. در انتها پیشنهاد می‌شود برای کسب اطمینان بیشتر در استفاده از درصد سرفاصله زمانی ۳ثانیه یا کمتر به عنوان معیار جایگزین شاخص عملکردی راه‌های دوخطه برون‌شهری می‌توان مراحل این تحقیق را برای راه‌های دوخطه بیشتری تکرار نمود تا با استفاده از بانک اطلاعاتی جامع‌تری به بررسی نتایج پرداخت.

## منابع


[۱] بی‌نام. (۱۳۸۷)؛ سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای سال ۱۳۸۷. تهران، دفتر فناوری اطلاعات سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای.

[2] Al-Kaisy, A. Durbin, C. 2008; Evaluating new methodologies for estimating performance on two-lane highways, Department of Civil Engineering, Montana State University, 213 Cobleigh Hall, Bozeman, MT 59717, USA.

[3] Dixon, M. P. 2002; Field Evaluation of Highway Capacity Manual 2000 Analysis procedures for Two-lane Highways, Transportation Research Board, Transportation Research Record 1802, 02-3946, pg. 125-132.

[4] Federal Highway Administration. 2008; IHSDM 2008 Public Release (Version 5.0.0), www.ihsdm.org.

[5] Harwood, D.W, et al. 1999; Capacity and quality of service of two-lane highways. National Cooperative Highway Research Project 3-55 (3).

[6] Luttinen, R. T, Level of Service on Finnish Two-Lane Highways. 2000; Transportation Research Circular E-C108: Fourth International Symposium of Highway Capacity, Transportation Research Record, National Research Council, Washington D.C pp. 175-187.

[7] Luttinen, R. T, Percent Time-Spent-Following as Performance Measure for Two-Lane Highways. 2001; Transportation Research Board, Transportation Research Record 1776, pp. 52-59.

[8] Polus, A. Cohen, M. 2009; Theoretical and Empirical Relationships for the Quality of Flow and for a New Level of Service on Two-Lane Highways, Journal of Transportation Engineering, Vol. 135, No. 6.
[9] Transportation Research Board. 2000; (TRB), Highway Capacity Manual. Fourth Edition, TRB, National Research Council, Washington, D.C.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی