بهبود دسترسی به سرویس اشترا ک تاکسی بر اساس ارتباط بین کاربران (رانندگان و مسافران) و مرکز مدیریت سرویس

افسانه عربشاهی[1]، نیک محمد بلوچزهی[2]، احمد بختیاری شهری[3]

[1]افسانه عربشاهی ، کارشناس ارشد کامپیوتر، af.arabshahi@gmail.com

[2]نیک محمد بلوچزهی ، استادیار دانشکده برق ,کامپیوتر ، دانشگاه سیستان و بلوچستان ، nik.balouchzahi@ece.usb.ac.ir

[3]احمد بختیاری شهری ، استادیار دانشکده برق ,کامپیوتر ، دانشگاه سیستان و بلوچستان ، bakhtiyari@ece.usb.ac.ir

چکیده

بحران ترافیک یکی از نگرانی‌هایی محیط شهری در همه جای دنیا می‌باشد.این بحران ناشی از افزایش جمعیت و در نتیجه ازدیاد خودروها در سطح خیابان ها خواهد بود. ایده‌هایی مثل استفاده از سرویس حمل و نقل اشتراکی می‌تواند سبب کاهش ترافیک شهری به میزان قابل توجهی گردد. سرویس اشتراکی طراحی شده در این مقاله، سرویس تاکسی می‌باشد. راه‌کار پیشنهادی در این سرویس می‌تواند یکی از کاراترین روش‌ها جهت تردد درون شهری شهروندان قرار گیرد. این مقاله به معرفی یک سیستم اشتراک تاکسی بر اساس در خواست مسافران و سرویس گیرندگان از طریق ابزارهای ارتباطی می‌پردازد. در این سیستم با در اختیار داشتن وضعیت تاکسی‌های موجود، برنامه مسیردهی مناسبی جهت پاسخ به درخواست های ارسالی توسط کاربران ارائه می‌گردد. در راه‌کار ارائه شده، الگوریتم انتخاب مناسب‌ترین تاکسی براساس پارامتر کوتاهترین زمان سفر می‌باشد. برای ارزیابی راه‌کار پیشنهادی از شبیه‌سازهای SUMO ، OMNeT++ و Veins استفاده گردیده و نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان‌دهنده‌ی کاهش زمان انتظار مسافرین و ارائه سرویس مناسب با هزینه‌ی کمینه برای مسافران، خواهد بود.

واژه‌های کلیدی

سرویس حمل و نقل اشتراکی، شبکه خودرویی، کوتاهترین زمان سفر، تاکسی اشتراکی.

۱- مقدمه

یکی از نگرانی‌هایی که برای هر محیط شهری در هر جای دنیا وجود دارد بحران ترافیک است که ناشی از افزایش جمعیت و در نتیجه ی آن ازدیاد خودروها در سطح خیابان‌ها می‌باشد. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در سیستم‌های حمل‌ونقل و استفاده از تجهیزات پیشرفته به منظور ناوبری، محاسبه مسیر و تخصیص پویای ترافیک، افراد هنوز مدت زمان زیادی را در ازدحام ترافیک بسر می‌برند و بر میزان آلودگی ناشی از خودروها در محیط افزوده می شود. (Chen, 2010 & ,Chen, Liu)

یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین وسایل حمل‌ونقل در زندگی امروزی تاکسی‌ها هستند که روزانه میلیون‌ها مسافر را در نقاط مختلف شهرها جابجا می‌کنند. لذا نیاز به سامانه‌ای متمرکز برای مدیریت ناوگان تاکسی‌ها، از جمله نظارت بر حرکت ناوگان و عملکرد رانندگان، کنترل و هدایت تاکسی‌ها احساس می‌گردد. نظارت هوشمند و برخط ناوگان تاکسی‌رانی، علاوه بر کاهش هزینه‌های انرژی و نیروی انسانی، بستری برای کاهش بار ترافیکی کلان‌شهرها و اقبال شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی خواهد شد. (H. Wang, 2009)

در بیشتر مواقع تعداد نیازمندان به سرویس تاکسی از استانداردهای تعداد تاکسی بیشتر می باشد. این امر باعث اتلاف وقت زیادی از مسافران جهت دسترسی به تاکسی می‌شود. (A.Arrora, 2009) در نگاه اول می‌توان گفت تنها راه حل این معضل افزایش تعداد تاکسی‌هاست. اما در مقابل افزایش تعداد تاکسی در سطح شهر اثرات منفی از جمله افزایش ترافیک در سطح شهر، افزایش مصرف سوخت و در نتیجه افزایش آلایندگی‌های زیست محیطی را در پی خواهد داشت. (J. Yuan, 2010)

ایده‌هایی همچون استفاده از سرویس حمل‌ونقل اشتراکی می‌تواند ترافیک شهری را به میزان قابل توجهی کاهش داده و تا حدود زیادی می‌تواند باعث رفع مشکلات و چالش‌های اساسی این حوزه گردد. *(D. Zhang and T. He, 2013)* استفاده از این سرویس سبب کاهش تردد وسایط نقلیه تک

سرنشین، کاهش ترافیک شهری، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و ذخیره منابع سوختی می‌گردد.

علاوه بر این، هزینه‌های سوختی بالا، نارضایتی رانندگان تاکسی و از همه مهمتر عدم جلب رضایت کافی شهروندان از دیگر چالش‌هایی است که تاکسی‌ها با آن مواجه هستند که منجر به کاهش سود شرکت‌های تاکسی‌رانی خواهدشد. به همین منظور ارائه یک سیستم اشتراک تاکسی مناسب، امری ضروری و مفید می‌باشد. (Chen, 2010 & ,Chen, Liu)

از آنجایی که ارتباطات میان تاکسی‌ها می‌تواند کمک شایانی به بهبود کیفیت سرویس و افزایش کارایی و اثربخشی آنها نماید لذا ارتباطات رادیویی و بیسیم در تاکسی‌ها پیش‌بینی گردیده اند. اما این سیستم‌ها بسیار وابسته به انسان بوده و کارآمدی کمتری در حل مشکلات مطرح شده دارد. (W. Wu, W. S. Ng, S. Krishnaswamy, and A. Sinha,, 2012)

هرچند با پیشرفت‌های سریع در حوزه ارتباطات بی‌سیم، تحقیقات متنوعی در حوزه شبکه‌های ارتباط خودرویی (VANET) همچون هوشمندسازی سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی انجام گرفته‌است؛ اما مطالعه خاصی در پیاده‌سازی یک سیستم اشتراک تاکسی با استفاده از ارتباطات خودرویی صورت نپذیرفته است. (Weicheng Zhao, March 2014)

مطالعات اخیر نشان داده است که به دلیل تجربه موفقی که سرویس‌های اشتراک خودرو در حل مشکلات ترافیکی و کاهش هزینه‌های سفر داشته است از محبوبیت چمشگیری در محیط‌های شهری برخوردار گردیده‌است؛ لذا ارائه یک سرویس تاکسی اشتراکی مناسب، بهینه و ایمن در محیط شهری امری ضروری و مفید خواهدبود (Shuo Ma, Yu Zheng, Senior Member, and Ouri Wolfson, Fellow, 2015). هرچند برای تحقق این امر ساختارهای متفاوتی مطرح گردیده است اما هر کدام دارای نقایص و ایراداتی می‌باشد. در بخش بعد به بررسی مطالعات و راهکارهای ارائه شده در این زمینه خواهیم پرداخت. بخش سوم به معرفی معماری کلی سیستم اشتراک تاکسی اختصاص یافته ودر ادامه به معرفی سناریوهای پیشنهادی می‌پردازیم .سپس ارزیابی شبیه‌سازی و نتایج آن در بخش چهار مطرح می گردد.

۲-راهکارهای ارائه شده

این مقاله، با استفاده از ساختارها و ارتباطات موجود در شبکه‌های خودرویی با بهبود دسترسی به سرویس فوق و کاهش حجم ترافیک، یک سرویس اشتراک تاکسی کاربردی را بر اساس ارتباط بین کاربران (رانندگان و مسافران) و مرکز مدیریت سرویس فراهم می کند.

سیستم اشتراک تاکسی پیشنهاد شده در این مقاله، در زمان واقعی درخواست نیاز مسافران را که از طریق گوشی تلفن همراه هوشمند و یا هر ابزار ارتباطی دیگر ارسال شده است، می‌پذیرد. سپس با ارسال یک برنامه زمانبندی مناسب به تاکسی‌ها، آنها را برای سوار کردن مسافران آماده می‌سازد. این سیستم موجب صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش اثرات زیانبار بحران ترافیکی می‌شود. این در حالیست که میزان رفت و آمد با تاکسی را افزایش داده و در ادامه کاهش وصول کرایه تاکسی از مسافران و افزایش سود برای رانندگان را نیز به همراه خواهد داشت.

این سیستم با داشتن قابلیت سرویس دهی همزمان به چند مسافر، در زمان واقعی درخواست نیاز مسافران را از طریق تلفن همراه هوشمند و یا هر ابزار ارتباطی دیگر ارسال شده می‌پذیرد و با ارسال یک برنامه زمانبندی مناسب به تاکسی ها، آنها را برای سوار کردن مسافران آماده می‌سازد.

در راه‌کار پیشنهادی سه نوع سرویس در اختیار مسافران قرار می‌گیرد: الف: سرویس دربستی؛ ب: سرویس اشتراکی؛ ج: سرویس ترکیبی.

سیستم پیشنهادی بگونه ای است که در لحظه رسیدن درخواست جدید، مرکز مدیریت سرویس نزدیکترین تاکسی به مسافر را می یابد. اگر تاکسی در حالتی باشد که مسافر دیگری هم در آن حضور داشته باشد و تمایل به استفاده از سیستم اشتراکی داشته باشد، جهت تبدیل سرویس دربستی به سرویس اشتراکی، بهترین مسیر جهت دسترسی به مسافر جدید و کاهش زمان سفر برای تاکسی مذبور در نظر گرفته شود. بطوریکه تمامی مسافران از سفر خود رضایتمندی کافی را داشته باشند.

عموما زمانیکه صحبت از مسیریابی و بهترین مسیر می شود، سراغ کوتاهترین مسیر خواهیم رفت. (Timothy Menard, 2011) اما در راه‌کار پیشنهادی، برای یافتن نزدیک ترین تاکسی به مسافر، از الگوریتم مسیریابی دایجکسترا بر اساس پارامتر کوتاهترین زمان سفر استفاده می گردد.

بعلاوه، از آنجاییکه یکی از اهداف راه‌کار پیشنهادی بهبود پرداخت کرایه تاکسی برای مسافران می باشد، با مقایسه هزینه ها، زمان سرویس دهی و زمان انتظار در سناریوهای مطرح شده، مناسب ترین سرویس پیشنهاد می گردد تا علاوه بر استفاده حداکثری از ظرفیت تاکسی، وصول کرایه تاکسی از مسافران کاهش یافته و سبب افزایش سود برای رانندگان گردد.

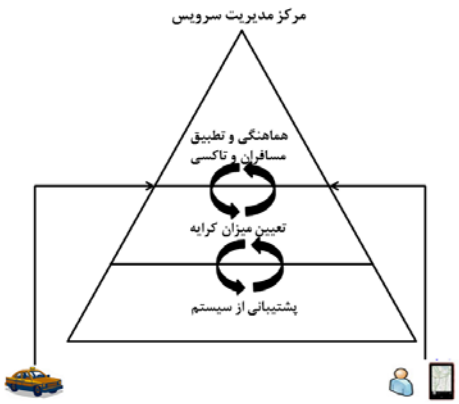
همچنین سیستم اشتراک تاکسی پیشنهاد شده می تواند باعث کاهش تعداد خودروها و در نتیجه کاهش ترافیک، کاهش آلودگی های زیست محیطی، صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش اثرات زیانبار بحران ترافیکی شود. در ادامه این بخش به بیان معماری عمومی سیستم مدنظر و ساختار داده ای آن خواهیم پرداخت.

۳-ساختار کلی معماری سیستم پیشنهادی

شکل۱ معماری سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد. سه بخش اصلی این معماری شامل: رانندگان تاکسی، مسافران و مرکز مدیریت سرویس می باشد. رانندگان تاکسی و مسافران با استفاده از ابزارهای ارتباطی متنوع مانند گوشی‌های هوشمند و یا هر ابزار ارتباطی دیگر که در شبکه تعریف شده باشد مرتبا در حال ارتباط و تعامل با سیستم خواهند بود. ساختار شبکه بگونه ای خواهد بود که رانندگان موجود در شبکه موقعیت و وضعیت فعلی خود را به سامانه اطلاع خواهند داد و اطلاعات فعلی در حال به‌روز رسانی می‌باشند.

زمانی که یک تاکسی در شبکه حاضر می‌شود، اطلاعات خود شامل شناسه تاکسی که یک کد و یا نام منحصر بفرد است، موقعیت فعلی و همینطور

تعداد صندلی‌های خالی تاکسی خود را از طریق ارتباطات فـراهم شـده بـه مرکز کنترل و مدیریت اعلام می‌کند.
مسافران کسانی هستند که درخواست استفاده از خدمات سرویس تاکسی را از طریق ارتباطات موجود در محیط ارسال می‌کنند. هر بسته ی درخواستی از جانب مسافران باید شامل اطلاعاتی باشد که مهمترین آنها: مشخص نمودن مبدا سفر، موقعیت فعلی، مقصد سفر و همچنین تعداد مسافران است.
با ارسال درخواست سرویس از جانب مسافر، سامانه بصورت خودکار به روز شده و پاسخگوی نیاز مشتری خواهد بود. تمامی درخواست‌های ارسالی از جانب مسافران در مرکز کنترل و مدیریت در جریان یک صف قرار می‌گیرند. پس از آن با توجه به اصل "درخواست اول رسیده، اولین سرویس را دریافت می‌کند" هر یک مورد پردازش قرار خواهندگرفت.



شکل ۱:معماری سیستم اشتراک تاکسی

برای هر درخواست دریافت‌شده از جانب مسافران، سرورهای ارتباطی محتوای بسته ارسالی را تحلیل کرده و با در اختیار داشتن وضعیت و موقعیت فعلی تاکسی‌های موجود در سامانه، به دنبال بهترین گزینه برای برآورده نمودن درخواست مذکور می‌گردند. سرورهای ارتباطی با طرح برنامه زمانبندی مناسب برای تاکسی‌ها سعی در به حداقل رساندن مسافت طی شده و کاهش زمان سفر برای تاکسی و همین طور کاهش زمان انتظار برای مسافران خواهند داشت.
مسافر تاکسی در زمان ارسال درخواست سرویس خود، باید تمایل خود نسبت به استفاده همزمان مسافر دیگر را مشخص نماید. به بیان ساده‌تر باید نوع سرویس درخواستی شامل دربستی ،اشتراکی و یا تبدیل دربستی به اشترکی را برای سامانه مشخص کند. مرکز مدیریت سرویس نیز بایستی اطلاعاتی همچون برآورد هزینه و افزایش زمان سفر را در صورت افزایش تعداد مسافران تاکسی در اختیار مسافران قرار دهد.
در حالتی که کاهش کرایه و منفعت اقتصادی برای مسافر نسبت به افزایش زمان سفر اولویت بیشتری داشته باشد، مسافر تنها با فرستادن پیام پذیرش خود به مرکز ارائه خدمات، به سامانه این مجوز را خواهد داد تا برنامه‌ی فعلی تاکسی را به‌روزرسانی و در صورت وجود مسافران جدید برای تاکسی پذیرش نمایند. در غیر این صورت سرویس دربستی در اختیار وی قرار خواهد گرفت.
مرکز مدیریت سرویس شامل سه بخش اصلی پشتیبانی از سیستم، محاسبه و تعیین میزان کرایه و بخش هماهنگی و تطبیق مسافران و تاکسی‌ها است. پیام‌های ارسالی از مسافران و رانندگان تاکسی ابتدا به سرور اصلی سامانه وارد شده و سپس جهت تحلیل محتوای پیام‌ها به هریک از زیر بخش‌های عنوان شده فرستاده خواهد شد. در ادامه نتایج حاصل، مجدد به سرور اصلی بازگشت داده می‌شوند.
در بخش پشتیبانی، هر زمان که مسافر و یا راننده از مسیر پیشنهادی ارسالی توسط سامانه، احساس نارضایتی داشته باشند، مسیر جایگزین بلافاصله برای این سرویس ارائه خواهد شد. هم چنین اطلاعات ترافیکی کلیه جاده‌ها و سابقه ارائه سرویس در کلیه مسیرها در این بخش بایگانی خواهد شد.
بخش محاسبه و تعیین میزان کرایه با در اختیار داشتن اطلاعات پیش فرض مسیرها و هزینه مصرف سوخت خودروها و همچنین اطلاعات مربوط به مسیر فعلی، تعداد مسافران موجود در تاکسی و میزان مسافتی که تاکسی برای هر یک از مبدا تا مقصد می‌پیماید، هزینه کرایه هر شخص را برآورد و به تاکسی و مسافر اعلام می‌دارد.
بخش هماهنگی و تطبیق مسافران با تاکسی، اصلی‌ترین بخش مرکز مدیریت سرویس می باشد. این بخش با ارائه یک برنامه زمانبندی مناسب و پیدا کردن بهترین و مناسب‌ترین تاکسی می‌تواند تاثیر زیادی در کاهش زمان سفر و کاهش مصرف سوخت تاکسی داشته‌باشد. از این طریق می‌توانیم زمان انتظار درخواست دهنده را نیز کاهش دهیم.

۳-۲- ساختار داده‌ای مورد استفاده در ایستگاه :

اطلاعات تاکسی‌ها : ایستگاه اطلاعات مربوط به تاکسی‌های فعال را در یک ساختار بانک اطلاعاتی بشرح زیر دخیره می نماید. این اطلاعات که در قالب جدول زیر ارائه گردیده در هر پیام دوره‌ای که از تاکسی می‌رسد بروز می گردد:

جدول ۱: اطلاعات تاکسی‌ها

عنوان داده	شرح
TaxiID	شناسه منحصر به فرد تاکسی در سیستم
RoadID	شناسه خیابان و یا جاده‌ای فعلی تاکسی
TotalPassengerCount	کل مسافران سرویس داده شده
Status	وضعیت تاکسی
FreeCapacity	ظرفیت خالی تاکسی
lastMessageTime	زمان ارسال آخرین پیام دوره ای

اطلاعات مسافران: اطلاعات مربوط به مسافران برای پیگیری و ارسال درخواست‌هایشان در ساختاری به شرح جدول ۲ ارسال می‌گردد:

جدول ۲: اطلاعات مسافران

عنوان داده	شرح
PassengerID	شناسه مسافر
RequestTime	زمان ارسال درخواست
SourceRoadID	شماره جاده و یا خیابان فعلی مسافر
DestinationRoadID	شماره جاده و یا خیابان مقصد
Quantity	تعداد مسافر،یک مقدار عددی بین۱ تا ۴
TravelTime	زمان سفر گزارش شده توسط تاکسی
RoadDistance	طول جاده

۳-۳-محاسبه کرایه سرویس اشتراکی در راه‌کار پیشنهادی

سرویس‌های تاکسی دربستی اگر به سمت سرویس‌های اشتراکی سوق داده شوند، شرایط ترافیکی در شهرهای بزرگ بهبود پیدا خواهد کرد. ما در این بخش به بررسی هزینه پرداختی از جانب مسافران در صورت انتخاب سرویس اشتراکی و مقایسه‌ی هزینه‌ای که مسافر در حالت دربستی و اشتراکی متحمل خواهد شد می‌پردازیم.

زمانیکه صحبت از سرویس تاکسی اشتراکی و گسترش استفاده از آن به میان می‌آید، رانندگان و مسافران همواره با نگرانی‌ها و چالش هایی مواجه هستند. مرکز کنترل سرویس باید به هر یک از مسافرانی که سرویس مدنظر خودرا اشتراکی تعیین کرده‌است اطمینان خاطر بدهد که میزان هزینه‌ای که شخص در قبال سرویس اشتراکی پرداخت خواهد نمود کمتر از حالتی است که تنها برای خود سرویس دربستی اتخاذ می‌نماید. بعلاوه هر مسافر جدید که به تاکسی اضافه می‌شود، قطعا بر زمان سفر سایر مسافران تاثیر گذار خواهد بود. مرکز مدیریت سرویس می‌بایستی متناسب با افزایش سفر ناشی از پذیرش مسافران جدید، باید کرایه هر شخص را برآورد نموده و به اطلاع مسافران و راننده برساند.

چالش دوم مربوط به رانندگان ارائه دهنده سرویس‌های اشتراکی می‌باشد. پر واضح است که هر تاکسی با پذیرش مسافر جدید، مسافت سفر بیشتری نیز باید طی کند. این در حالیست که رانندگان انتظار خواهند داشت کلیه هزینه‌ی مسافت‌های پیموده شده در قبال پذیرش مسافر جدید را دریافت و حتی سودی بالاتر از سرویس‌های دربستی برای آنها فراهم گردد.

اگر فرض را بر این داشته باشیم $p_1, p_2 \ldots p_{n-1}$ مسافرانی هستند که سرویس خود را اشتراکی تعریف کرده و در تاکسی حضور دارند، p_n مسافر جدیدی است که مرکز در حال حاضر با پذیرش وی موافقت کرده است. d_i مسافت بین مبدا تا مقصد مسافر i است که تاکسی در ابتدا تنها این مسافت را می‌بایستی بپیماید و $F(d_i)$ کرایه مسافر i است در حالت عدم وجود مسافر جدید باید پرداخت گردد. در مقابل f_i میزان کرایه‌ای است که در صورت حضور مسافر جدید، مسافر i پرداخت خواهد نمود. به کمک تعاریف فوق می‌توان چالش اول که خاص مسافران بود اینگونه بیان کنیم:

$$f_i \le F(d_i) \qquad i=1,2,\ldots,n \qquad (۱)$$

اگر فرض را بر آن داشته‌باشیم که M درآمد راننده تاکسی در صورت پذیرش مسافر جدید p_n باشد و D نیز مسافت سفر جدید ناشی از حضور مسافر جدید ایجاد شده است، چالش دوم که مربوط به رانندگان تاکسی بود اینگونه فرموله خواهد شد:

$$M \ge F(D) \qquad (۲)$$

و از آنجائیکه $M = \sum f_i$ رابطه ۳راخواهیم داشت:

$$M \ge F(D) = \sum f_i \le \sum F(d_i) \quad , \quad i=1,\ldots..,n \qquad (۳)$$

در حالت اشتراکی مجموع کرایه می‌بایستی به طور متناسب بین مسافران توزیع گردد. اگر داشته باشیم $\Delta(f_i)$ را بعنوان کاهش کرایه تاکسی برای برای مسافر f_i ، ΔT_i افزایش زمان سفر برای وی خواهد بود که در صورت پذیرش مسافر p_n به وقوع می‌پیوندد. میزان تغییرات کرایه برای هر مسافر را می‌توان با رابطه (4) محاسبه نمود.ΔD مسافت سفر افزایش یافته‌ی ناشی از پذیرش مسافر جدید و f نیز مقداری ثابت . بزرگتر از۰ در نظر گرفته می‌شود.

$$f_n = F(d_n) - f$$

$$\Delta(f_i) = \frac{\Delta T_i}{\sum_1^{n-1} T_i}\left[(F(d_n) - f) - F(\Delta D) \right] \quad , \quad i=1,\ldots., n-1 \qquad (4)$$

تعداد زیادی از مسافر با تصور اینکه کاهش کرایه تاکسی به نسبت افزایش زمان سفر، میزان ناچیز و کم ارزشی است تمایل به استفاده از این سرویس ندارند. این در حالیست که نتایج شبیه‌سازی عکس این واقعه را نشان می‌دهد و همانطور که انتظار می‌رفت میزان کرایه پرداختی اشخاص در مقابل کرایه‌ای که برای سرویس دربستی متحمل می‌شدند، به میزان قابل توجهی کاهش داشته است. بعلاوه رانندگان نیز از آنجایی که توانسته‌اند تعداد مسافر بیشتری را سرویس‌دهی نمایند مجموع کرایه بیشتری دریافت نموده‌اند.

۴-۳- حالت‌های لحاظ شده در راه‌کار پیشنهادی

حالت اول: دربستی

در این حالت، مسافران بصورت دربستی از تاکسی استفاده می‌نمایند. بدین‌ترتیب یک تاکسی از لحظه درخواست مسافر تا لحظه رساندن آن مسافر به مقصد حق سرویس‌دهی به مسافر دیگری را نخواهد داشت. این حالت مزایا و معایبی را در پی خواهد داشت. از جمله مزایای این حالت اینست که مسافر در اسرع وقت به مقصد خود می‌رسد و از جمله معایب آن هزینه بالای کرایه برای مسافر و نیاز به تعداد بالای تاکسی برای سرویس‌دهی مطلوب به مسافران خواهد بود.

حالت دوم: اشتراکی

در این حالت، مسافران با توجه به تعداد مورد نیاز، از ظرفیت تاکسی استفاده می‌کنند. بدین ترتیب مسافران دیگر نیز می‌توانند از ظرفیت خالی تاکسی استفاده کنند. در این مدل پیشنهادی، در صورتی که مسافر جدیدی درخواست تاکسی بدهد، ایستگاه نزدیکترین تاکسی که دارای ظرفیت خالی می‌باشد را برای آن مسافر در نظر میگیرد. حال تاکسی فاصله بین مقصد مسافر فعلی خود را با مبدأ مسافر جدید بررسی کرده و در

صورتی که مسیر مسافر جدید کوتاهترین باشد از مقصد مسافر جاری، به سمت مسافر جدید می‌رود و با سوار کردن مسافر جدید مقصدهای مسافران درون تاکسی را بررسی کرده و به سمت نزدیکترین مقصد حرکت می‌کند .

از مزایایی که این مدل در برخواهد داشت هزینه کرایه کمتر برای مسافر خواهد بود. مسافران با توجه به ظرفیتی که از تاکسی اشغال نمودند اقدام به پرداخت کرایه خواهند کرد. ولی از آنجایی که ممکن است در بین مسیر، مسافری دیگری درخواست دهد و تاکسی به سوی آن مسافر تغییر مسیر دهد، ممکن است از نظر زمانی با تاخیر بیشتری به مقصد خود برسند.

حالت سوم: ترکیبی

زمانیکه مسافری درخواست سرویس تاکسی خود را به مرکز اعلام می‌دارد، باید نوع سرویس خود شامل دربستی و یا اشتراکی بودن را مشخص نماید. در حالت ترکیبی این شانس برای مسافر اولیه وجود خواهد داشت که از مقصد سفر مسافر دوم که امکان سرویس گرفتن همزمان با وی را دارد مطلع بوده و در صورت نارضایتی، سرویس اشتراکی خود را به دربستی تغییر دهد. این در حالیست که در حالت دوم مسافران هیچ یک از مقصد سفر فعلی تاکسی مطلع نبوده‌اند.

بعلاوه در این حالت هر تاکسی مجاز است تنها یک بار مسیر مسافران را تغییر دهد و در اینصورت مسافران از نظر زمانی ضرر چندانی به نسبت حالت قبل نخواهندداشت، چراکه در مرحله قبل یک مسافر مجبور بود چندین انحراف از مسیر را سپری کند تا نوبت به مسیر وی برسد. در این فاز بگونه‌ای عمل خواهد شد که هر مسافر تنها یکبار به تاکسی مجوز تغییر مسیر برای سایر مسافران را بدهد. از این‌رور قطعا مسیر طی شده توسط تاکسی در این مرحله کاهش چشمگیری به نسبت حالت قبل خواهد داشت و این خود سبب کاهش مصرف سوخت و کاهش آلایندگی های زیست محیطی می‌شود.

۴-ارزیابی کارایی راه‌کار پیشنهادی

برای ارزیابی راه‌کار پیشنهادی در این مقاله از شبیه‌ساز OMNet++ و Veins به همراهSUMO استفاده گردیده است.از OMNet++ برای شبیه‌سازی شبکه‌ای متشکل از چندین گره استفاده می‌شود، که هر گره بوسیله دروازه ای ورودی و خروجی خود می‌توانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند. همچنین این شبیه‌ساز چهارچوب کلی پیاده‌سازی و انجام شبیه-سازی می باشد. SUMO یک شبیه‌ساز شبکه‌های خودرویی می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان شبکه‌ای متشکل از جاده‌ها و خودروها ایجاد نمود.

برای ایجاد ارتباط بین شبیه‌ساز OMNet++و SUMO باید از یک شبیه-ساز واسط بنام Veins استفاده نمود. این شبیه‌ساز که بصورت مستقل نمی باشد و باید بر روی OMNet++ نصب گردد.

برای شبیه‌سازی هرچه بهتر و نزدیک بودن نتایج به واقعیت از یک نقشه واقعی در این شبیه سازی استفاده شده است. نقشه مورد استفاده مربوط به شهر زاهدان بوده و تمام جاده‌ها و مسیرها از روی نقشه واقعی طراحی شده اند. همچنین با استفاده از مقیاسی برای کوچک‌نمایی، طول مسیرها با آنچه در واقعیت وجود دارد همخوانی میکند . شکل نمای کلی نقشه مورد استفاده در این شبیه‌سازی به همراه موقعیت ایستگاه مرکزی را نشان می-دهد. عدد قبل پرانتز بیانگر شماره گره و اعداد داخل پرانتز مختصات گره ها می باشند.

شکل۲ :نمای کلی از نقشه شهر زاهدان

پارامترهای این شبکه نیز در جدول 3آمده است:

جدول ۳:پارامترهای شبکه

نام پارامتر	مقدار	واحد
اندازه نقشه	5000 x 5000	متر
پروتکل لایه مک و کاربرد	IEEE 80211p	
زمان شبیه‌سازی	28800	ثانیه
تعداد خودروهای عادی	۵۰۰	عدد
تعداد تاکسی ها	۵	عدد
تعداد مسافرین	۱۰۰	عدد

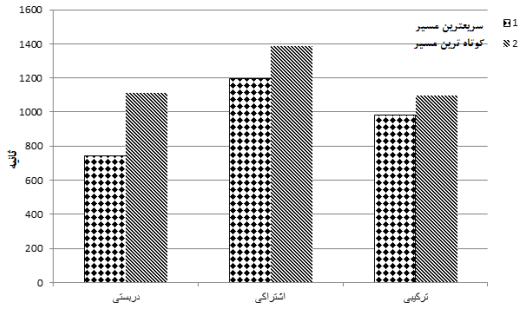
برای هر سیستم حمل و نقل عمومی پارامترهایی نظییر زمان سفر، زمان انتظار مسافران، میزان مسافت طی شده توسط وسیله نقلیه و نیز هزینه‌ی پرداختی توسط مسافران، حائز اهمیت بوده و بهبود هر یک از این پارامترها به تنهایی منجر به بهبود سیستم مدنظر خواهد شد.

یکی از اصلی‌ترین اهداف این مقاله بررسی تغییرات پارامترهای این چنینی در حالت‌های طراحی شده‌ی متفاوت جهت ارتقاء سرویس تاکسی اشتراکی خواهد بود. در مرحله اول شبیه‌سازی، تعداد مسافران را ۱۰۰ و تعداد تاکسی‌های موجود در شبکه را ۱۰ در نظر گرفته و تغییرات پارامترهای

ذکر شده را در سناریوهای راهکار پیشنهادی که در فصل گذشته به آن اشاره شد، بررسی خواهیم نمود.

۴-۱-بررسی پارامترزمان‌سفردرحالت ۱۰۰مسافرو۱۰ تاکسی

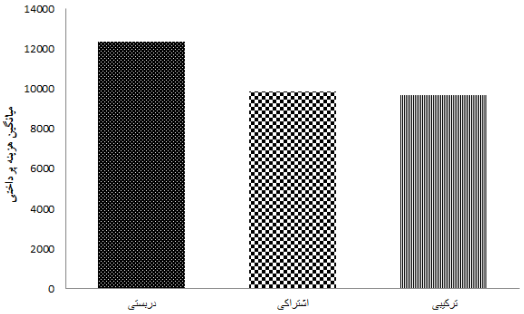
همانگونه که در نمودار شکل ۳ مشاهده می‌کنید میانگین زمان سفر برای حالت ۱۰۰ مسافر و ۱۰ تاکسی در حالت دوم (سرویس اشتراکی) در هر دو اجرای الگوریتم به نسبت حالات دیگر رشد بیشتری داشته و کمترین زمان سفر به سرویس های دربستی تعلق خواهد داشت.



شکل ۳ پارامتر زمان در حالت ۱۰۰ مسافر و ۱۰ تاکسی

۴-۲-بررسی پارامترهزینه پرداختی در حالت ۱۰۰مسافر و ۱۰ تاکسی

نمودار شکل ۴نشان دهنده میانگین هزینه پرداختی مسافران در حالات ذکر شده‌ی پیشنهادی را نشان می‌دهد. همانگونه که نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد استفاده از سرویس‌های اشتراکی از جنبه هزینه، مقرون به‌صرفه‌تر از حالات دربستی برای مسافران خواهد بود.

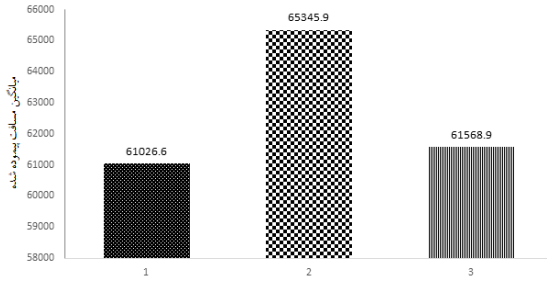


شکل ۴: هزینه پرداختی در حالت ۱۰۰مسافر و ۱۰ تاکسی

در راه‌کار پیشنهادی مطرح شده سعی در کاهش هزینه پرداختی از جانب مسافران شده است و همین امر سبب انگیزه بیشتر افراد به استفاده از سرویس‌های اشتراکی خواهد شد. از طرف دیگر در این سرویس به علت تعداد بالای مسافری که سرویس‌دهی خواهند شد رانندگان نیز از سود بهتری به نسبت سرویس های دربستی بهره‌مند می‌شوند.

۴-۳- مسافت پیموده شده در حالت ۱۰۰مسافر و ۱۰ تاکسی

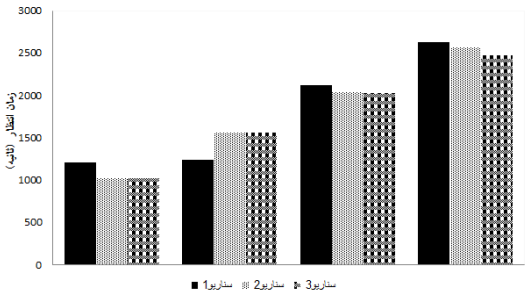
در سرویس اشتراکی مطرح شده، مسافر جدید در صورتی پذیرش خواهد شد که مقصد سفر وی به مقصد سفر مسافر فعلی موجود در تاکسی نزدیک باشد در این‌صورت میزان انحراف تاکسی از مسیر اصلی به منظور سرویس دهی به مسافر جدید کاهش یافته اما به نسبت حالت دربستی مسافت بیشتری را طی خواهد کرد.در حالت ترکیبی که تاکسی تنها یکبار در صورت اشغال بودن مجاز به تغییر مسیر می‌باشد، میزان انحراف مسیر کمتری را متحمل شده و مسافت کمتری به نسبت حالت اشتراکی طی خواهد نمود.



شکل۵: مسافت پیموده شده در حالت ۱۰۰ مسافر و ۱۰ تاکسی

۴-۴-تغییرات زمان انتظار برای ۱۰ تاکسی و افزایش مسافران

در این بخش تعداد تاکسی‌ها را در ۱۰ ثابت نگاه داشته و مسافران را در هرمرحله در سه حالت پیشنهادی افزایش می‌دهیم.

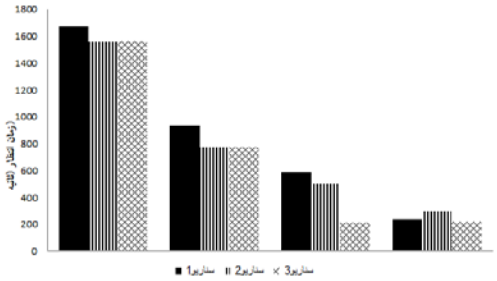


شکل ۶: زمان انتظار با افزایش تعداد مسافران

همانطور که در نمودار فوق مشخص است، زمان انتظار در تمام مراحل افزایش مسافران در حالت اول به نسبت سایر حالات از رشد بیشتری برخوردار بوده است و این بدان علت است که در سرویس های دربستی زمانی‌که تعداد مسافران به نسبت تعداد تاکسی افزایش پیدا می‌کند هر مسافر درخواست دهنده،باید منتظر باشد تا تاکسی‌های موجود مسافران خود را به مقصد رسانده و سپس به سرویس دهی سایر مسافران موجود در صف انتظار بپردازد.

۴-۵-تغییرات زمان انتظاربرای ۱۰۰مسافر و افزایش تاکسی‌ها

در این بخش تعداد مسافران را در مقدار ۱۰۰ تثبیت کرده و تعداد تاکسی‌ها را چهار مرحله از ۱۰ به ۲۵ افزایش می‌دهیم. همانگونه که نتایج نمودارها نیز نشان می‌دهد، زمان انتظار مسافرین با افزایش تعداد تاکسی به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

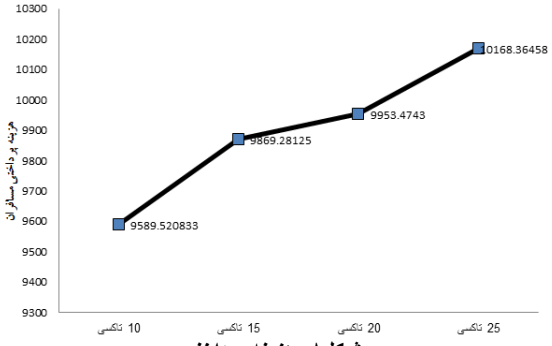


شکل ۷:زمان انتظار با افزایش تعداد تاکسی ها

اما توجه به این نکته نیز لازم و ضروری است که همواره و در هر حالتی راه‌حل کاهش زمان انتظار مسافران،افزایش تعداد خودروهای تاکسی نبوده و نخواهد بود. چراکه یکی از اهداف ما از اجرای این طرح کاهش تعداد خودروها در سطح شهر و در نتیجه آن کاهش ترافیک شهری است. از این رو هدف از ارائه این نمودار تنها مقایسه کاهش زمان انتظار برای سه حالت لحاظ شده در طرح اصلی می‌باشد.

۴-۶-میانگین هزینه پرداختی مسافران در سرویس اشتراکی

با افزایش تعداد خودروها، میانگین هزینه پرداختی از جانب مسافران نیز بیشتر شده است و علت این امر را می‌توان اینگونه تحلیل کرد که با افزایش تعداد تاکسی‌ها و میزان ثابت درخواست دهندگان از یک زمان به بعد به علت پایین بودن تعداد مسافران و به احتمال بیشتر نزدیک نبودن مقصد سفرهای مسافران موجود، سرویس‌های اشتراکی کم‌کم به سمت سرویس‌های دربستی سوق داده می‌شوند و این امر سبب افزایش کرایه برای مسافران خواهد شد.



شکل۸: هزینه پرداختی

۵-نتیجه گیری

نتایج حاصل از مرور ادبیات در حوزه‌ی روش‌های کاهش زمان سفر و کمینه کردن زمان انتظار در ناوگان حمل و نقل عمومی نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن الگوریتم سریعترین مسیر دایجسترا به نسبت سایر روش‌ها است. ما سیستم پیشنهادی خود را در قالب سه حالت و سناریو شبیه‌سازی و نتایج حاصل در شرایط متمایز از جمله: افزایش تعداد مسافران و ثابت نگاه داشتن تعداد خودروهای تاکسی، افزایش تعداد تاکسی‌ها با ثابت نگاه داشتن تعداد مسافران و همینطور تعداد متناسب تعداد تاکسی و مسافر، با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج شبیه‌سازی بدست آمده حاکی از کارایی مناسب راه‌کار پیشنهادی در مقابل درخواست‌های کاربران بوده است.

پارامترهایی نظیر زمان سفر، زمان انتظار و کرایه پرداختی از جانب مسافران در وضعیت های متفاوت در شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بدست آمده نشان دهنده بهبود پارامترهای فوق در سیستم پیشنهادی خواهد بود.

از آنجاییکه یکی از اهداف راه‌کار پیشنهادی بهبود پرداخت کرایه تاکسی برای مسافران می باشد، لذا از نتایج حاصل از این تحقیق می توان برای بهبود و گسترش شرکت‌های تاکسی‌رانی در شهرهای بزرگ و توسعه یافته استفاده نمود. تحقق قابلیت‌های مطرح شده در این طرح سبب جذب روزافزون افراد به استفاده از این سیستم حمل و نقل عمومی خواهد شد.

فهرست مراجع

[1] A. Wasef, X. S. (2008). privacy preserving group communications. *Proceedings of the IEEE*, 1458–1463.

[2] A.Arrora, M. H.-A. (2009). atomated ride. *ieee*, 1-8.

[3] Chen, P.-Y., Liu, J.-W., & Chen, W.-T. (2010). A Fuel-Saving and Pollution-Reducing Dynamic Taxi-Sharing Protocol in VANETs,. *Vehicular Technology Conference Fall (VTC 2010-Fall), 2010 IEEE 72nd , vol., no*, pp.1,5.

[4] D. Zhang and T. He. (2013). CallCab: A unified recommendation system. *in Proc. IEEE Int.*, 439–447.

[5] G. Gidofalvi and T. Pedersen. (2007). “Cab-sharing: An effective, door-todooron-demand transportation service. *in Proc. 6th Eur. Congr.Intell. Transp. Syst. Serv*.

[6] H. Wang, D. L. (2009). PDPTW based taxi dispatch modeling. *in: Proceedings of the ICNC ’09, March 2009*, pp.242–247.

[7] J. Yuan. (2010). T-drive: Driving directions based on taxi trajectories,”. *in Proc. 18th SIGSPATIAL Int. Conf. Adv. Geographic Inf. Syst*, 99–108.

[8] Kitani, T., Shinkawa, T., Shibata, N., Yasumoto, K., Ito, M., & Higashinoz, T. (May 2008). "Efficient VANET-Based Traffic Information Sharing using Buses on Regular Routes,". *Vehicular Technology Conference, 2008. VTC Spring 2008. IEEE , vol., no*, pp.3031,3036.

[9] P. M. d’Orey, R. Fernandes, and M. Ferreira. (2012,). Empirical evaluationevaluation of a dynamic and distributed taxi-sharing system. *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst*, pp. 140–146.

[10] S. Ma, Y. Zheng, and O. Wolfson. (2013,). T-Share: A large-scale dynamic. *in Proc. 29th IEEE Int. Conf. Data Eng*, 410–421.

[11] Shuo Ma, Yu Zheng, Senior Member, and Ouri Wolfson, Fellow. (2015). Real-Time City-Scale Taxi Ridesharing. *IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, VOL. 27, NO. 7*,, 1782-1795.

[12] T.W. Chim, S. Y. (2013). VANET-based secure taxi service. *Elsevier,Ad Hoc Networks, Volume 11, Issue 8, November 2013*, 2381-2390.

[13] Tao, C., & Wu, C. (2008). "Behavioral responses to dynamic ridesharing services - The case of taxi-sharing project in Taipei,". *Service Operations and Logistics, and Informatics, 2008. IEEE/SOLI 2008. IEEE International Conference* , 1576,1581.

[14] Timothy Menard, J. M. (2011). Comparing the GPS capabilities . *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 278–283.

[15] W. Wu, W. S. Ng, S. Krishnaswamy, and A. Sinha,. (2012). To taxi or notto taxi? - enabling personalised and real-time transportation decisions for mobile users. *in Proceedings of the 2012 IEEE 13th International Conference on Mobile Data Management*.

[19] Zhou, P., Nadeem, T., Kang, P., & Borcea, C. (2005). "EZCab: A Cab Booking Application Using Short-Range Wireless Communication,". *Pervasive Computing and Communications. PerCom 2005. Third IEEE International Conference*, pp.27,38.

[16] W. Zhang, S. Li, and G. Pan,. (2012). Mining the semantics of origin-destination. *Proceedings of the 2012 ACM Conference*.

[17] Wei, G., Chen, Y., & Zhu, X. (2012). A vanet-oriented routing protocol for intelligent taxi-call systems. *Communication Technology (ICCT), 2012 IEEE 14th International Conference on , vol., no*, pp.41,45.

[18] Weicheng Zhao, Y. Q. (March 2014). Social Group Architecture Based Distributed Ride-Sharing. *Hindawi Publishing Corporation,International Journal of Distributed Sensor Networks*, 8 pages.