

مطالعه تطبیقی سیستمهای هوشمند مدیریت ناوگان؛ بررسی مدیریتی، فنی و اقتصادی؛ مطالعه موردی ناوگان تاکسی رانی شهر تهران

فرشاد جلالی¹، مهدی واحد وحدت کار²

دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کارآفرینی، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، ایران

چکیده

در این مقاله ابتدا به بررسی سابقه بکارگیری سیستمهای هوشمند مدیریت ناوگان در دنیا پرداخته شده است. چند روش مختلف هوشمند شامل برای مدیریت، کنترل و نظارت بر شبکه تاکسیهای شهر تهران با روش تحقیق آمیخته (کمی و کیفی) مورد بررسی و مطالعه تطبیقی قرار گرفت. در تحقیق کمی که به صورت مشخص بر روی هزینه خرید، نصب و پیاده سازی سیستمهای مدنظر تمرکز داشت، سیستم مبتنی بر به کارگیری *RFID* کمترین هزینه را در بر داشت اما در تحقیق کیفی به عمل آمده، روش مبتنی بر استفاده از *GPS+GPRS* با کسب پنج امتیاز نسبت به دو روش دیگر که هر کدام دو امتیاز کسب کردند حائز رتبه اول گردید؛ لذا از نگاه کیفی مبتنی بر مطلوبیتهای سیستم، این سامانه، روش برتر برای مدیریت، کنترل و نظارت بر شبکه تاکسی رانی شهر تهران می باشد. به عنوان نتیجه نهایی از مطالعه تطبیقی صورت گرفته در این مقاله، و با در نظر گرفتن شرایط مفروض ذکر شده در مقاله و ثابت بودن سایر متغیرها، راهکار مبتنی بر به کارگیری سامانه ترکیبی *GPS+GPRS* به عنوان راهکار بهینه معرفی می گردد؛ اما متذکر می شود که راهکارهای دیگر خصوصاً راهکار مبتنی بر به کارگیری *RFID* می تواند در برخی خطوط با شرایط خاص مطلوب باشد.

کلید واژه: سیستمهای هوشمند حمل و نقل، مدیریت ناوگان، تاکسی

¹ مدیر تحقیق و توسعه، شرکت کنترل ترافیک تهران، نشانی اینترنتی farshad.jalali@gmail.com

² کارشناس تحقیق و توسعه، شرکت کنترل ترافیک تهران، نشانی اینترنتی vahdatkar@gmail.com و vahdatkar@ut.ac.ir

1- مقدمه

مسائل مربوط به حوزه حمل و نقل از قبیل ازدحام بالا، آلودگیهای زیست محیطی، افزایش مصرف انرژی، افزایش خسارتهای مادی و معنوی به سبب افزایش زمان سفر، مشکلات نظارت و مدیریت یکپارچه و روند رو به رشد سفرهای روزانه به ویژه در ساعات اوج در کلان شهرهای دنیا، امروزه به یک مشکل جدی به خصوص در شهر تهران به مهمترین مشکل اجتماعی تبدیل شده است.

وجود این مشکلات، مدیران شهری را بر آن داشته است تا سعی کنند به نحوی میزان بهره‌وری ناوگانهای مختلف حمل و نقلی را افزایش دهند. یکی از اصلی‌ترین این ناوگانها، ناوگان تاکسی‌رانی می‌باشد که در صورتیکه با ظرفیت مناسب و تحت مدیریت و نظارت بهینه‌ای اداره گردد، می‌تواند در مدیریت شهر اثرگذار تر باشد.

اما با نیم‌نگاهی به پیشرفتهای حاصل در حوزه فناوریهای نوین خصوصاً ارتباطات و الکترونیک در چند دهه گذشته و به کارگیری این فناوریها در حوزه حمل و نقل، خصوصاً حمل و نقل عمومی، توان کنترل، نظارت، ارتباط و نهایتاً مدیریت بر ناوگان با سرعت قابل ملاحظه‌ای رشد داشته است. امروزه در شهرهای پیشرفته برای مدیریت بر یک ناوگان با چند هزار خودرو در سطح یک کلانشهر، دیگر نیازی به نیروی انسانی انبوه و به تبع آن مسائل پرسنلی پیچیده احساس نمی‌شود؛ مدیران و متولیان امور، به راحتی و با استفاده از فناوریهای نوین، ناوگان را در بهینه‌ترین حالت مدیریت می‌نمایند.

باید اذعان داشت که پایین بودن سطح بهره‌وری¹ در ناوگان حمل و نقل عمومی، از مشکلات جدی‌ای است که به دلیل تحمیل هزینه‌های زیاد بهره‌برداری ناکارآمد و غیر موثر، مدیران شهری را به خود مشغول ساخته است.

با نگاهی به آمار و اطلاعات موجود سازمان تاکسیرانی شهر تهران [1] و مطالعات طرح جامع حمل و نقل تهران، مشخص می‌گردد روزانه نزدیک به 15 میلیون سفر با وسایل نقلیه موتوری در شهر تهران انجام می‌شود که عمده سفرهای آن از طریق وسایل نقلیه شخصی و تاکسی انجام می‌گیرد که سهم انواع تاکسی‌ها (شامل آژانس و مسافرها) در سفرهای روزانه شهر تهران در سال 1386 نزدیک به 25 درصد می‌باشد [2]. از طرفی با توجه به اینکه سیاست سازمان تاکسیرانی مبنی بر حذف تاکسی‌های گردشی و تبدیل آنها به تاکسی‌های خطی است، لذا توجه به سیستمهای مختلف مدیریت، نظارت و کنترل ناوگان برای بهبود میزان بهره‌وری ضروری به نظر می‌رسد.

بدیهی است تدوین دستورالعمل و مقررات حاکم بر تاکسیرانی و مشخص کردن نوع تخلفات گام نخست کنترل و نظارت بر ناوگان است که این گام، موضوع این مقاله نمی‌باشد. اما در گام دوم می‌بایست به منظور بالا بردن سطح کارایی و اثربخشی ناوگان با رویکرد ایجاد ابزار کنترل و نظارت برای مدیریت و کنترل تاکسیها، سامانه‌های الکترونیکی، اطلاعات مکانی و زمانی ناوگان را ثبت نموده و با ارسال به مرکز

¹ Productivity

کنترل، این اطلاعات پردازش شده و سایر نیازهای آماری، کنترلی و مدیریتی استخراج گردد و نهایتاً جهت اصلاح عملکرد به کار گرفته شود.

در این مقاله ابتدا به پیشینه پژوهش در حوزه سیستمهای هوشمند مدیریت حمل و نقل عمومی پرداخته شده است. در ادامه به روش تحقیق مورد استفاده در فرآیند تحقیق مقاله اشاره گردیده است و سپس اجزا و روشهای مختلف فرآیند مدیریت، کنترل و نظارت هوشمند ناوگان تاکسی‌رانی که در این مقاله به عنوان مطالعه مورد اتخاذ گردیده است، آورده شده است. بخشهای پنج و شش به مقایسه مزایای فنی مدیریتی و اقتصادی هر یک از روشها پرداخته و نتایج حاصل در بخش نتیجه‌گیری ارائه شده است.

2- پیشینه تحقیق

از دو دهه گذشته، بخش حمل و نقل عمومی به نصب و استفاده از سامانه‌های مکانیابی خودکار خودروها¹ (AVL) بر اساس تکنولوژی‌های مختلف تعیین موقعیت پرداخته است. سازمانهای حمل و نقل عمومی نیز با استفاده از سامانه‌های اعزام خودرو به کمک کامپیوتر² (CAD) سعی در ارتقای بازده و بهبود خدمات خود داشته‌اند. طی مطالعه‌ای در سال 1996 مشخص شد که در سطح ایالات متحده 22 سامانه حمل و نقل عمومی بیش از 7000 خودرو را از طریق مکانیابی خودکار (AVL) تحت نظارت دارند و 47 سامانه دیگر نیز در مراحل از رسیدن به چنین روشی هستند. در حال حاضر تعداد سامانه‌های مدیریت حمل و نقل عمومی گسترش قابل توجهی یافته است و در اغلب سامانه‌های جدید از تکنولوژی GPS برای مکانیابی خودروها استفاده می‌شود. پنج مرکز کانادایی با استفاده از مکانیابی خودکار (AVL) بر 3700 دستگاه نظارت دارند که از این تعداد 2300 دستگاه در تورنتو تردد می‌کنند. [3]

مسئولین حمل و نقل عمومی "وینستون - سالم" در کارولینای شمالی تاثیرات وجود یک سامانه زمانبندی و همچنین اعزام وسائط نقلیه عمومی با کمک کامپیوتر (CAD) را بر ناوگانی با 17 دستگاه ارزیابی نمودند. طی یک دوره شش ماهه آمار مسافران از 1000 به 2000 نفر رشد یافت و شاخص نسبت مسافت طی شده هر وسیله نقلیه به تعداد سفر 5 درصد افزایش داشت. در ضمن هزینه‌های اجرائی به ازای هر سفر یک مسافر، 2 درصد و به ازای هر مایل مسافت طی شده توسط خودرو، 9 درصد کاهش یافت. ارتقای سطح بهره‌وری در این ناوگان همراه با بهبود خدمات بوده به همین دلیل جدا نمودن تاثیرات سامانه CAD مشکل است. در این پروژه زمان انتظار مسافری بیش از 50 درصد کاهش یافته است. [4]

هرکانزاس در میزوری [5] پس از یکسری تحلیلهای وسیع بر روی زمانهای سفر توانست با بکارگیری یک سامانه تلفیقی از CAD و AVL نیاز به تجهیزات را در برخی از مسیرها به میزان 10 درصد کاهش

¹Automatic Vehicle Location
Dispatch Aided ²Computer

بدهد. سامانه مذکور اجازه می‌دهد که بدون لطمه زدن به ارائه خدمات تعداد ناوگان بکار گرفته شده در این مسیرها را کاهش داد. نتیجه کاهش آمار تعداد ناوگان، صرفه‌جوئی در هزینه اجرائی و سرمایه است. سود حاصل از حذف 7 دستگاه از مجموع 200 خودروی ناوگان فعال در شهر کانساز موجب بازگشت سرمایه بکار گرفته شده در سامانه مکانیابی خودکار خودروها (AVL) در طی دو سال گردید. طبق گزارشات موجود بکارگیری موثر ناوگان، کاهش بین 4 تا 9 درصد در تعداد ناوگان آنها را به همراه داشته است. مسئولین حمل و نقل منطقه کانساز سیتی در میزوری طی اولین سال بکارگیری مکانیابی خودکار اتومبیلها (AVL) توانستند مدیریت بهنگام ناوگان را 12 درصد بهبود بخشند و این در مقایسه با یک بهبود 7 درصدی است که بین سالهای 1986 تا 1989 با اتکا به تلاشی هماهنگ و در نبود AVL بدست آمده است. [6]

نتایج اولیه در میلوکی ویسکانسین نشان دهنده 28 درصد کاهش در تعداد ناوگان است. سازمان حمل و نقل عمومی در بالتیمر مرلند با استفاده از ناوگان مجهز به سامانه مکانیابی خودکار توانسته است عملکرد ناوگان خود را 23 درصد بهبود بخشد. [7]

3- روش تحقیق

در این مقاله به دلیل بررسی همزمان داده‌های کمی و تحلیل کیفی، راهبرد آمیخته اتخاذ شده است تا با جمع‌آوری داده‌های میدانی خصوصاً بهای تمام شده روشهای مختلف هوشمند مدیریت ناوگان (روش کمی) و نیز احصا و تحلیل مزایا و معایب هر یک از روشها در ابعاد مدیریتی، اقتصادی و فنی (روش کیفی)، داده‌های مورد نیاز برای مطالعه تطبیقی بین روشهای مختلف هوشمند مدیریت ناوگان تامین گردد.

در این راهبرد، تحلیل داده‌های کمی و کیفی به صورت جداگانه مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و روشهای مختلف ارائه شده به عنوان روشهای هوشمند مدیریت ناوگان بر اساس تحلیل صورت گرفته، رتبه‌بندی می‌شوند. پس از این، نتایج به‌دست آمده از روشهای کمی و کیفی در کنار هم قرار می‌گیرند تا با ترکیب آنها، راهبردهای پیشنهادی ارائه گردد.

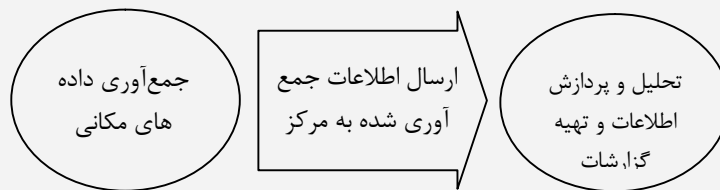
سازمان مدیریت و نظارت بر تاکسیرانی تهران، در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج حاصل از تحقیق بر روی ناوگان تحت پوشش این سازمان مورد تحلیل قرار می‌گیرد.¹

لازم به ذکر است که داده‌های میدانی، منبعث از تحقیقات بازار و مطالعات کارشناسی انجام شده در بخش تحقیق و توسعه شرکت کنترل در بهار سال 1389 شمسی می‌باشد؛ بدیهی است برای استفاده‌های آتی از نتایج تحقیق می‌بایست نرخ تورم و به صورت خاص تغییرات عمومی قیمت‌ها مدنظر قرار گیرد.

4- اجزای سیستم و روشها

اگر فرآیند کنترل و نظارت بر ناوگان تاکسیرانی را یک سیستم در نظر بگیریم، می‌توان فعالیتهای آن را به سه بخش کلی زیر تقسیم نمود:

- جمع‌آوری داده‌های مکانی تاکسی‌ها
- ارسال اطلاعات جمع‌آوری شده به مرکز
- تحلیل، پردازش اطلاعات و تهیه گزارشات



شکل 1: اجزای سیستم کنترل و نظارت بر ناوگان تاکسیرانی

از آنجایی که هدف این مقاله مطالعه تطبیقی بین روشهای هوشمند مختلف جمع‌آوری و ارسال اطلاعات به مرکز میباشد لذا بخش سوم را از حوزه تحقیق خارج می‌نماییم و تنها دو بخش اول را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

4-1- جمع‌آوری مکانیزه داده‌های میدانی

در این بخش بر این نکته متمرکز هستیم که چگونه اطلاعات مکانی تاکسیها را جمع‌آوری نموده و برای ارسال به مرکز، آماده نماییم. با مشخص شدن موقعیت هر تاکسی در ساعات مختلف کاری در طول مسیر و زمان ورود و خروج آنها در ایستگاهها، هم می‌شود برنامه‌ریزی بهتر و مفیدتری برای افزایش بهره‌وری تاکسی‌ها انجام داد و هم در صورت بروز تخلف از طرف تاکسی‌ها، مشخص و قابل پیگیری است. در ذیل به روشهای مختلفی که میتوان از طریق آنها اطلاعات مکانی مورد نیاز تاکسی را احصا نمود اشاره گردیده و مزایا، معایب و هزینه‌های هر یک ذکر گردیده است.

RFID -1-1-4

در این روش بر روی تمامی تاکسی‌های خط مورد نظر یک تگ RFID PASSIVE نصب میشود و در مبدا و مقصد خط نیز قرائتگر RFID بر روی دکل مناسب نصب میشود. با عبور تاکسی از محدوده تحت پوشش قرائتگر، حضور تاکسی در مبدا یا مقصد مشخص میشود. نکات:

- الزام برای نصب قرائتگر
- تنها در خطوطی قابلیت استفاده دارد که امکان حضور تاکسیها در یک نقطه خاص (محل استقرار قرائتگر) فراهم باشد. به این معنی که در مبدا و یا مقصد مکان خاصی را بتوان یافت که همه تاکسی‌ها ناگزیر از عبور از آن مکان باشند. این نقطه، محل نصب قرائتگر خواهد بود.

- در این روش امکان مکانیابی کامل تاکسیها فراهم نیست و تنها زمان حضور تاکسی در محل قرائتگرها ممکن خواهد بود.
- با توجه به اینکه در این روش نیاز به نصب تجهیزات خاصی بر روی تاکسیها نیست و تنها نصب یک تگ کوچک بر روی آنها نصب میشود لذا مشکلاتی از قبیل خرابی دستگاههای منصوبه بر روی تاکسیها وجود نخواهد داشت.
- برای توسعه سیستم علاوه بر نیاز به نصب تگ پسیو بر روی تاکسی، نیاز به نصب قرائتگر متناسب میزان رشد تاکسیها و خطوط تحت پوشش میباشد.
- هزینه ها:

§ تگ پسیو: 30.000 ریال

§ قرائتگر پسیو: از 40.000.000 ریال تا 80.000.000 ریال، بسته به قابلیت و کیفیت

§ تگ اکتیو: بسته به طراحی سیستم از 500.000 ریال تا 1.200.000 ریال

§ قرائتگر اکتیو: بسته به طراحی، از 15.000.000 ریال تا 40.000.000 ریال (برای تگ های ارزانتر، قرائتگر گرانتر باید استفاده کرد)

GPS+GPRS/GSM -2-1-4

در این روش با نصب یک دستگاه GPS به همراه مودم GPRS بر روی تاکسیها، اطلاعات مکانی کاملی که توسط GPS استخراج میشود بر روی بستر مخابراتی GPRS به مرکز ارسال میگردد.
نکات:

- برداشت کامل اطلاعات مکانی و زمانی تاکسیها اعم از مبدا، مقصد و مسیر خط
- امکان دریافت بهنگام اطلاعات تاکسیها
- امکان مدیریت بهنگام تاکسیها
- عدم نیاز به نصب قرائتگر
- عدم نیاز به حضور تاکسیها در مکان مشترکی برای قرائت
- برای توسعه سیستم تنها نیاز به نصب دستگاه GPS/GPRS بر روی تاکسی می باشد و نیازی به نصب تجهیزات دیگری در سطح شهر نمی باشد.
- احتمال خرابی و یا دستکاری و قطع دستگاه وجود دارد.
- با توجه به اینکه بستر ارتباطی از طریق اپراتورهای تلفن همراه تامین می گردد، لذا هرگونه قطعی بستر، باعث ایجاد اختلال در سامانه ارتباطی خواهد کرد.
- هزینه ها:

§ دستگاه GPS+GPRS: از 1.500.000 ریال تا 5.000.000 ریال بسته به قابلیت و کیفیت

§ ارسال اطلاعات از طریق GPRS: 7 ریال در هر کیلوبایت

GPS+RFID -3-1-4

در این روش اطلاعات مکانی و زمانی تاکسی توسط یک دستگاه GPS که بر روی تاکسی نصب میشود استخراج و در حافظه جانبی آن ذخیره میگردد و توسط بستر مخابراتی RF از تگ اکتیوی که بر روی تاکسی نصب است با عبور تاکسی از محدوده تحت پوشش قرائتگر، به قرائتگر ارسال میگردد.

- الزام برای نصب قرائتگر
- تنها در خطوطی استفاده دارد که امکان حضور تاکسیها در یک نقطه خاص (محل استقرار قرائتگر) فراهم باشد. به این معنی که در مبدا و یا مقصد مکان خاصی را بتوان یافت که همه تاکسی ناگزیر از عبور از آن مکان باشند. این نقطه، محل نصب قرائتگر خواهد بود.
- در این روش امکان مکانیابی کامل تاکسیها اما به صورت OffLine فراهم میباشد
- عدم نیاز به بستر ارتباطی اپراتورهای مخابراتی
- احتمال خرابی و یا دستکاری و قطع دستگاه وجود دارد.
- برای توسعه سیستم علاوه بر نیاز به نصب GPS و تگ اکتیو بر روی تاکسی، نیاز به نصب قرائتگر متناسب میزان رشد تاکسیها و خطوط تحت پوشش میباشد.
- هزینه ها:

\$ Memory + GPS + تگ اکتیو: از 1.000.000 ریال تا 2.000.000 ریال

\$ قرائتگر: حدود 15.000.000 ریال

GPS+Bluetooth -4-1-4

در این روش اطلاعات مکانی و زمانی تاکسی توسط یک دستگاه GPS که بر روی تاکسی نصب میشود استخراج و در حافظه جانبی آن ذخیره میگردد و توسط بستر مخابراتی Bluetooth با عبور تاکسی از محدوده تحت پوشش قرائتگر، به قرائتگر ارسال میگردد.

- الزام برای نصب قرائتگر
- تنها در خطوطی استفاده دارد که امکان حضور تاکسیها در یک نقطه خاص (محل استقرار قرائتگر) فراهم باشد. به این معنی که در مبدا و یا مقصد مکان خاصی را بتوان یافت که همه تاکسی ناگزیر از عبور از آن مکان باشند. این نقطه، محل نصب قرائتگر خواهد بود.
- در این روش امکان مکانیابی کامل تاکسیها اما به صورت OffLine فراهم میباشد
- عدم نیاز به بستر ارتباطی اپراتورهای مخابراتی
- احتمال خرابی و یا دستکاری و قطع دستگاه وجود دارد.
- برای توسعه سیستم علاوه بر نیاز به نصب دستگاه بر روی تاکسی، نیاز به نصب قرائتگر متناسب میزان رشد تاکسیها و خطوط تحت پوشش میباشد.
- هزینه ها: شبیه مورد 3-1-4

GPS+WiMAX/WiFi-5-1-4

با توجه به اینکه نسخه های موجود بسترهای ارتباطی مذکور در ایران قابلیت پشتیبانی از کاربران در حرکت را ندارند، لذا استفاده از این بسترها در حال حاضر ممکن نیست.
نسخه موجود WiMAX در ایران نسخه D میباشد در صورتیکه نسخه E آن برای پشتیبانی از کاربران دارای حرکت میباشد که در هنوز ایران به صورت گسترده مورد استفاده قرار نمیگیرد. [8]

2-4-2- ارسال داده های جمع آوری شده به مرکز

در این بخش میخواهیم اطلاعات تجمیع شده تاکسیها را به مرکز کنترل ناوگان ارسال نماییم که ذیلا به روشهای ممکن در این خصوص اشاره شده است. لازم به ذکر که در روش 2-1-4 اطلاعات مستقیما از طریق بستر GPRS به مرکز کنترل ارسال میشود.

4-2-1- عامل انسانی

در این حالت، عامل انسانی میبایست به قرائتگر منصوبه در خطوط سطح شهر مراجعه نموده و از طریق ارتباط USB ویا Wireless اطلاعات را برداشت و پس از مراجعت به مرکز، اطلاعات را تخلیه می کند.

4-2-2- GPRS/GSM

اطلاعات تجمیع شده در قرائتگر، توسط مودم و از طریق بستر ارتباطی GPRS طی زمانبندی مشخصی به مرکز ارسال میشود.

هزینه ارسال اطلاعات در طول یک ماه برای یک دستگاه به تعداد 16 ارسال در طول هر روز:

$$\text{(روز/KB)} = 16 \text{ (ارسال/KB)} * 16 * 1 \text{ (تعداد ارسال در روز)} = \text{حجم داده روزانه}$$

$$3360 \text{ ریال} = 7 \text{ (KB/ریال)} * 16 \text{ (KB/روز)} * 1 \text{ (دستگاه)} * 30 \text{ (روز)}$$

4-2-3- FIBER OPTIC

اطلاعات تجمیع شده در قرائتگر، به شرط نزدیکی آن با شبکه فیبر نوری، از طریق این شبکه به مرکز ارسال می گردد.

با توجه به اینکه بهای تمام شده ارسال اطلاعات برای یک دستگاه فرستنده در یک روز کاری 16 ساعته، و ارسال هر ساعت یک دیتاپک اطلاعاتی و هر بار حجم یک کیلوبایت، تنها 3360 ریال می باشد و از طرفی با عنایت به اینکه تامین ارتباط از طریق شبکه فیبر نوری محدودیتهایی به همراه دارد لذا پیشنهاد فنی از میان سه گزینه بالا، بهره گیری از گزینه دوم (GPRS/GSM) می باشد. بر این اساس در این مطالعه، بهای تمام شده اجرای پروژه بر اساس بهره گیری از گزینه دوم می باشد.

¹ برای هر ساعت کار یک بار ارسال اطلاعات

5- مقایسه مزایای روشهای مذکور

با توجه به اینکه بین روشهای 4-1-4 و 3-1-4 نسبت به سایر روشها مشابهت‌های زیادی هم از حیث فنی و هم از جهت بهای تمام شده وجود دارد لذا در جداول مزایا و بهای تمام شده، روش 4-1 ذکر نگردیده است و همان اطلاعات روش 3-1-4 بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های اندکی برای روش 4-1 قابل تعمیم است.

جدول 1: جدول تطبیقی مزایا

GPS+ RFID	GPS+ GPRS	RFID	مطلوبیتها
	ü		عدم الزام برای نصب قرائتگر
	ü		عدم ضرورت حضور تاکسی در محدوده قرائتگر
ü	ü		مکانیابی کامل مسیر حرکت تاکسی
		ü	احتمال کم بروز عیب دستگاه منصوبه در تاکسی، دستکاری و قطع
	ü		امکان نظارت، کنترل و مدیریت بهنگام
ü		ü	عدم نیاز و وابستگی به اپراتور مخابراتی
	ü		عدم نیاز به سامانه مجزای ارسال اطلاعات به مرکز

در جدول 1 مطلوبیتهایی فنی مذکور در بخش قبل به هفت بخش تقسیم شده است و تعیین گردیده است که هر یک از روشها کدامیک از دسته مطلوبیتهای را داراست.

همانطور که ملاحظه می‌شود روش دوم از سایر روشها، مطلوبیت بیشتری عاید متولیان سیستم می‌نماید. البته بدیهیست که برای انتخاب یک راهکار از میان راهکارهای متعدد می‌بایست مطلوبیتهای در مقابل هزینه‌ها مدنظر قرار گیرند.

نکته‌ای که می‌بایست در هنگام انتخاب و نهایتاً اجرای طرح مورد توجه قرار گیرد، حجم دیتای جمع‌آوری شده است که در مورد طرح 4-1-2 حجم بسیار بالایی متصور است. در جدول زیر این موضوع به عنوان یک دسته مطلوبیت یا عدم مطلوبیت نیامده است چراکه این مطلب اصطلاحاً دو روی یک سکه است، به این معنی که با افزایش دیتای جمع‌آوری شده از یکسو مدیریت دیتا سخت‌تر می‌شود ولی از سوی دیگر مدیریت ناوگان سهل‌تر می‌شود. لذا این مطلب این موضوع در جدول زیر لحاظ نگردیده است.

6- مقایسه بهای تمام شده هر یک از روشهای مذکور

با توجه به تفاوت‌های نسبتاً عمده‌ای که این روشها (یا لاقلاً بعضی از این روشها) با هم دارند و الزامات متفاوت هریک از آنها که برخی موارد عملاً غیر قابل قیاس می‌باشند، لذا نمی‌توان به طور دقیق این روشها را از بعد بهای تمام شده آنها با هم مقایسه نمود، ولی به جهت ترسیم یک تصویر کلی و تطبیقی، مطالعه حاضر انجام گرفت. با عنایت به این موضوع نکات زیر لازم به ذکرند:

• قیمت‌هایی که در هر سلول آورده شده است براساس استعمال غیر رسمی از برخی فعالان بازار در اواخر فروردین ماه سال جاری و اعمال نظر کارشناسی، بر اساس تجربیات قبلی استحصال گردیده است لذا قیمت‌ها تقریبی بوده و تنها برای ترسیم یک تصویر کلی از بهای تمام شده هر یک از روشها، تهیه گردیده است.

• در جداول مربوط به بهای تمام شده هر یک از روشها، مواردی که در بین روشهای مختلف مشترک بوده است، به دلیل رسالت این گزارش که مطالعه تطبیقی می‌باشد، آورده نشده است. به عنوان مثال تامین تجهیزات مرکز کنترل و یا نرم‌افزار مدیریت سامانه؛ بدیهی است در صورت تهیه مطالعه امکان‌سنجی طرح¹، این گونه موارد نیز می‌بایست مورد عنایت قرار گیرند.

• فرض شده است که هر خط 50 دستگاه تاکسی دارد و برای روشهایی که مبتنی بر بکارگیری از قرائتگرهای محلی می‌باشند، به ازای هر خط دو دستگاه قرائتگر مورد نیاز است.

• تعداد ساعات کاری هر تاکسی، 16 ساعت فرض شده است.

• هزینه روشهای مختلف به چهار دسته-هزینه تقسیم شده است که جمع کل آن اشاره دارد به هزینه اجرای پروژه بدون در نظر گرفتن هزینههای مشترک بین روشها مانند هزینه نرم افزار و مرکز کنترل.

• حجم دیتای ارسالی به مرکز در روشهای RFID Passive و RFID Active به جهت عدم برداشت اطلاعات مکانی کامل، نسبت به دو روش دیگر کمتر می‌باشد و این نکته در جداول هزینه اعمال گردیده است.

• لازم به ذکر است با توجه به اینکه موضوع استفاده از بستر GPRS در سیستم، بر اساس voice نمی‌باشد لذا این امکان وجود دارد تا با مذاکره با شرکت ارائه دهنده خدمات مخابراتی، نسبت به عدم قطع ارتباط سیم‌کارتهای در اختیار آتی، در صورت قطعی گسترده شبکه، اقدام مقتضی صورت پذیرد.

• جدول 2 که مربوط به مطالعه تطبیقی بهای تمام شده روشهای مختلف می‌باشد از بخش تشکیل شده است. بخش اول مربوط به قیمت‌های پایه پروژه در سه روش ذکر شده می‌باشد. بخش دوم مربوط به اطلاعات یک خط مفروض به عنوان نمونه‌ای برای اجرا می‌باشد که برای ایجاد ابزار مناسب برای مقایسه بین روشها آورده شده است و در ادامه با اعمال تغییراتی در بعضی از اطلاعات آن، بررسی و مقایسه روشها پس از پیاده‌سازی و شرایط مالی در طول اجرا، خواهد آمد. اطلاعات مفروض در این بخش به صورت زیر است. و بالاخره در بخش سوم از جدول 2 بهای تمام شده هر یک از روشها آمده است.

§ تعداد خطوط تحت پوشش طرح: 1 خط

§ تعداد تاکسی تحت پوشش طرح: 50 دستگاه

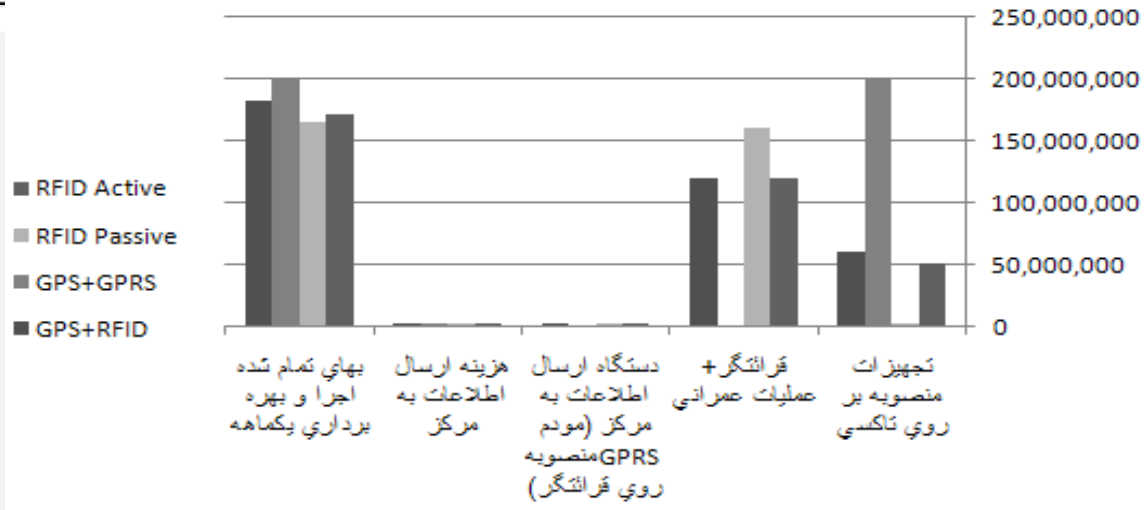
§ تعداد قرائتگر (بسته به نوع روش): 2 دستگاه

جدول 2: جداول تطبیقی بهای تمام شده هر یک از روشها

بخش اول: قیمت‌های پایه				
GPS+RFID	GPS+GPRS	RFID		
		Passive	Active	
1,200,000	4,000,000	50,000	1,000,000	تجهیزات منصوبه بر روی تاکسی
60,000,000	0	80,000,000	60,000,000	قرائنگر + عملیات عمرانی
1,000,000	0	1,000,000	1,000,000	دستگاه ارسال اطلاعات به مرکز (مودم GPRS منصوبه روی قرائنگر)
7	7	7	7	ارسال اطلاعات به مرکز (ریال بر کیلوبایت)

بخش دوم: مشخصات خط نمونه				
GPS+RFID	GPS+GPRS	RFID		
		Passive	Active	
50	50	50	50	تعداد تاکسی
2	0	2	2	تعداد قرائنگر
30	30	30	30	تعداد روزهای دوره نمونه
16	16	16	16	تعداد ارسال در یک روز
1	1	0.5	0.5	حجم دیتای ارسالی به مرکز در هر بار ارسال (کیلوبایت)

بخش سوم: بهای تمام شده برای خط نمونه				
GPS+RFID	GPS+GPRS	RFID		
		Passive	Active	
60,000,000	200,000,000	2,500,000	50,000,000	تجهیزات منصوبه بر روی تاکسی
120,000,000	0	160,000,000	120,000,000	قرائنگر + عملیات عمرانی
2,000,000	0	2,000,000	2,000,000	دستگاه ارسال اطلاعات به مرکز (مودم GPRS منصوبه - روی قرائنگر)
6,720	168,000	3,360	3,360	هزینه ارسال اطلاعات به مرکز
182,006,720	200,168,000	164,503,360	172,003,360	بهای تمام شده اجرا و بهره برداری یکماهه



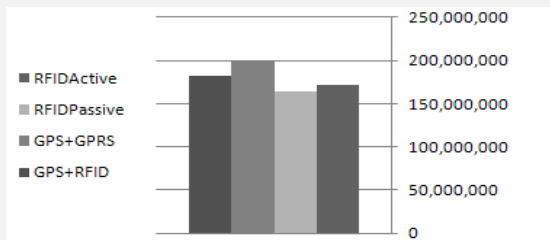
شکل ۲: بهای تمام شده اجزا و بهره‌برداری یکماهه به همراه نمودار دسته هزینه‌های مربوطه

مقایسه روندها

بدیهی است با تغییر در تعداد خطوط، تعداد تاکسی‌های تحت پوشش و بازه زمانی اجرای سامانه، رشد هزینه‌ها اهمیت می‌یابد که این مطلب در زیر برای سه حالت مختلف مورد توجه قرار گرفته است.

1-7- تغییر در تعداد ناوگان

حالت اول (همان شرایط مذکور در جدول 2، بخش 2):



شکل ۳: بهای تمام شده اجزا و بهره‌برداری یکماهه با فرض ۵۰ دستگاه تاکسی

§ تعداد خطوط تحت پوشش طرح: 1 خط

§ تعداد تاکسی تحت پوشش طرح: 50 دستگاه

§ تعداد قرائتگر (بسته به نوع روش): 2 دستگاه

حالت دوم:

§ تعداد خطوط تحت پوشش طرح: 1000 خط

§ تعداد تاکسی تحت پوشش طرح: 50000 دستگاه

دستگاه

§ تعداد قرائتگر (بسته به نوع روش): 2000 دستگاه

دستگاه

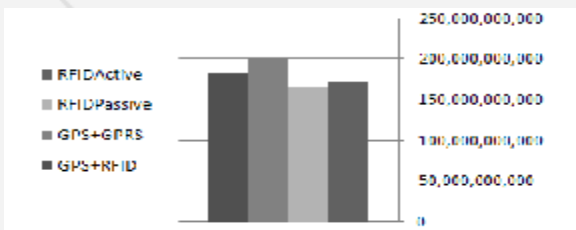
حالت سوم:

§ تعداد خطوط تحت پوشش طرح: 2000 خط

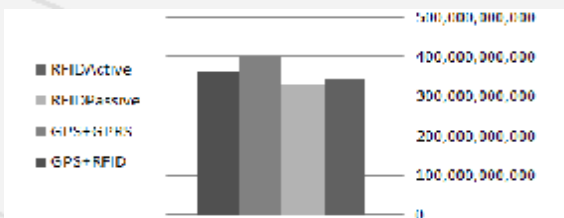
§ تعداد تاکسی تحت پوشش طرح: 100000 دستگاه

دستگاه

§ تعداد قرائتگر (بسته به نوع روش): 4000 دستگاه



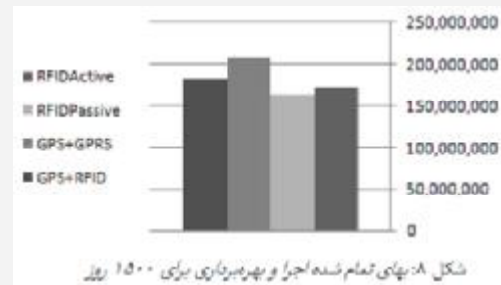
شکل ۴: بهای تمام شده اجزا و بهره‌برداری یکماهه با فرض ۱۰۰۰ دستگاه تاکسی



شکل ۵: بهای تمام شده اجزا و بهره‌برداری یکماهه با فرض ۱۰۰۰۰ دستگاه تاکسی

2-7- تغییر در مدت زمان بهره برداری

این نمودارها نشان می دهند که افزایش اندازه پروژه تاثیری در اولویت بندی هزینه اجرای هر یک از روشها ندارد. حال ببینیم با افزایش بازه زمانی عملکرد سیستم برای یک خط و 50 دستگاہ تاکسی، چه روندی از هزینه ها را خواهیم داشت:



7- نتیجه گیری

8-1- سه روش مختلف هوشمند برای مدیریت، کنترل و نظارت بر شبکه تاکسی های شهر تهران با دو روش کمی و کیفی مورد بررسی و مطالعه تطبیقی قرار گرفت. در تحقیق کیفی به عمل آمده، روش مبتنی بر استفاده از GPS+GPRS با کسب پنج امتیاز نسبت به دو روش دیگر که هر کدام دو امتیاز کسب کردند حائز رتبه اول گردید لذا از نگاه کیفی مبتنی بر مطلوبیتهای سیستم، این سامانه، روش برتر برای مدیریت، کنترل و نظارت بر شبکه تاکسی رانی شهر تهران می باشد.

جدول 3: مقایسه امتیاز روشهای مختلف هوشمند مدیریت، کنترل و نظارت بر سامانه

GPS	RFID	GPS	RFID	روشها	مطلوبیتهای
2	5	2		امتیاز	

8-2- در تحقیق کمی صورت گرفته که به صورت مشخص بر روی هزینه خرید، نصب و پیاده‌سازی سیستمهای مدنظر تمرکز داشت، سیستم مبتنی بر به‌کارگیری RFID کمترین هزینه، پس از آن سیستم ترکیبی GPS+RFID و نهایتاً GPS+GPRS در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با توجه به نمودار مندرج در شکل 2، فاصله ریالی بین ارزان‌ترین و گران‌ترین راهکار برای تجهیز ناوگان تاکسی‌رانی به سیستمهای هوشمند مدیریت ناوگان، حدود بیست درصد بهای تمام شده ارزان‌ترین راهکار است، لذا نکته‌ای که جلوه می‌کند فاصله ریالی کم بین روشهای ارزان و گران در میان روشهای مورد مقایسه می‌باشد.

8-3- نکته دیگر در مقایسه بین راهکارها و روشهای مورد بررسی، مقایسه روندهای رشد و توسعه سیستم در دو بعد زمان و تعداد ناوگان بود که در بخش 7 مورد بررسی قرار گرفت که مشخص گردید رشد تعداد ناوگان و افزایش مدت زمان بهره‌برداری تغییر در ترتیب و رتبه‌بندی راهکارها به لحاظ قیمت و مطلوبیت ایجاد نمی‌نماید.

8-4- به جهت بهای کم تبادل اطلاعات و رشد ثابت بهای تمام شده در ازای افزایش کاربران، این هزینه‌های مربوط به پیاده‌سازی پروژه است که می‌بایست برای انتخاب روش مناسب مورد توجه قرار گیرد؛ بر این اساس میتوان همان نمودار مندرج در شکل 2 را به عنوان نمودار مقایسه‌ای اصلی لحاظ نمود.

8-5- به عنوان نتیجه نهایی از مطالعه تطبیقی صورت گرفته در این مقاله، راهکار مبتنی بر به-کارگیری سامانه ترکیبی GPS+GPRS با در نظر گرفتن شرایط مفروضی که در اشاره گردید و ثابت بودن سایر متغیرها، به عنوان راهکار بهینه معرفی می‌گردد؛ اما متذکر می‌شود که راهکارهای دیگر خصوصاً راهکار مبتنی بر به‌کارگیری RFID، می‌تواند در برخی خطوط با شرایط خاص مطلوب باشند.

8- پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی

9-1- طراحی ساختار داده‌های مورد نیاز و الزامات، برای پردازش در نرم‌افزار مدیریت و کنترل ناوگان- تاکسی‌رانی

9-2- طراحی نرم‌افزار مدیریت و کنترل ناوگان تاکسی‌رانی بر تکیه بر گزارشات مدیریتی و خلاصه ضروری و قابل استفاده

9-3- طراحی سناریوی تعیین میزان کرایه مسافری تاکسی‌ها با استفاده از سیستمهای مدیریت هوشمند ناوگان؛ بهبود فرآیند عملکردی تاکسیمترها

9- منابع

[1] <http://taxi.tehran.ir/>

[2] حمل و نقل و ترافیک تهران در یک نگاه 1386 - شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران

[3] Casey, R. et. Al., "Advanced Public Transportation Systems: The State of the Art - Update 96," USDOT Federal Transit Administration, January 1996.



[4] Stone, J., "Winston-Salem Mobility Management: An Example of APTS Benefits," NC State University, 1995.

[5] Jones, W., "ITS Technologies in Public Transit: Deployment and Benefits," USDOT ITS Joint Program Office, November 1995.

[6] Giugno, M., Milwaukee County transit System, July 1995 Status Report.

[7] اقبالیان، علی و واحدوحدتکار، مهدی؛ بررسی و ارزیابی بکارگیری سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل عمومی در ناوگان اتوبوس‌رانی شهر تهران، همایش نهم بین‌المللی مهندسی ترافیک

[8] <http://rfid.ir/>