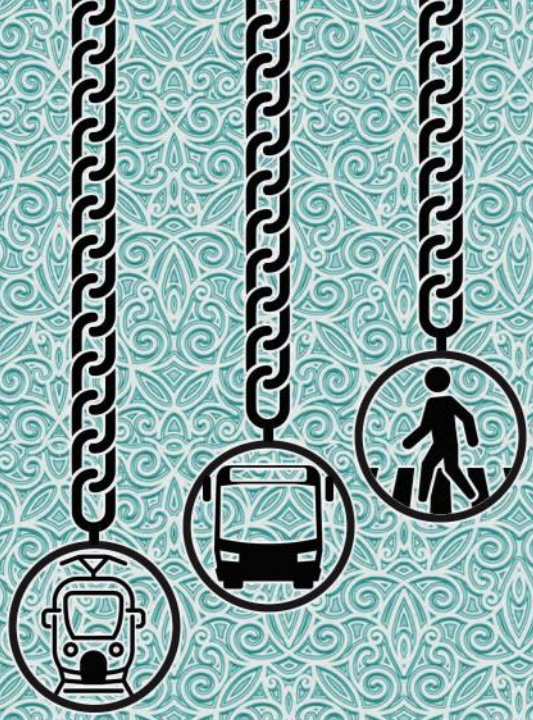
شهرداری شیراز



مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی و مطالعات امکان‌سنجی خطوط ریلی در کلان‌شهر شیراز

بخش اول: شرح خدمات مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی شهری و حومه

مرحله سوم: طراحی سامانه غیرریلی

۸- ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب

تیر ۱۴۰۳

دانشگاه علم و صنعت ایران

شهرداری شیراز

دانشگاه علم و صنعت ایران

به نام خداوند بخشنده مهربان

مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی و مطالعات امکان‌سنجی خطوط ریلی در کلان‌شهر شیراز

بخش اول: شرح خدمات مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی شهری و حومه

مرحله سوم: طراحی سامانه غیرریلی

۸- ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب

تیر ۱۴۰۳

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱

۲- حمل‌ونقل هوشمند ۶

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- معرفی سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند ۶

۲-۳- معرفی سند ملی معماری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند ۱۰

۲-۴- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی ۱۱

۳- ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب ۱۷

۳-۱- اطلاع‌رسانی به مسافران ۱۷

۳-۱-۱- اطلاعات مورد نیاز مسافران ۱۷

۳-۱-۲- روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به مسافران ۲۱

۳-۱-۳- وضعیت شهر شیراز در زمینه اطلاع‌رسانی به مسافران ۲۳

۳-۱-۴- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی ۲۶

۳-۱-۵- مهم‌ترین تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی ۳۵

۳-۱-۶- جمع‌بندی مهم‌ترین راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی ۴۰

۳-۲- شیوه اخذ کرایه (یکپارچه، باز/بسته) و تجهیزات مورد نیاز ۴۵

۳-۲-۱- انواع شیوه‌های اخذ کرایه ۴۷

۳-۲-۲- وضعیت شهر شیراز در زمینه اخذ کرایه ۴۹

۳-۲-۳- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی ۵۰

۳-۲-۴- مهم‌ترین تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی ۵۴

۳-۳- اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات ۵۹

۳-۳-۱- روش‌ها، فرآیند و تجهیزات اصلی اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار ۶۱

۳-۳-۲- وضعیت شهر شیراز در زمینه اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار ۶۹

۳-۳-۳- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اولویت‌دهی به سامانه اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار ۷۰

۳-۳-۴- هزینه‌های کلی پیاده‌سازی سامانه اولویت‌دهی به اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار ۷۵

۳-۴- تولید محتوا برای تشکیل پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه ۷۶

۳-۴-۱- صفحه اصلی (خانه) ۷۷

۳-۴-۲- درباره ما ۷۸

۳-۴-۳- نقشه‌ها ۷۹
۳-۴-۴- اطلاعات خطوط ۷۹
۳-۴-۵- ارتباط با ما ۸۰
۳-۴-۶- اطلاعات قابل‌ارائه به متولیان و بهره‌برداران ۸۲
منابع و مراجع ۸۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- شبکه حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر منتخب ۲
شکل ۱-۲- شبکه اتوبوس‌رانی منتخب ۴
شکل ۲-۱- گروه‌بندی بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی بر اساس محورهای موضوعی حوزه APTS ۱۴
شکل ۳-۱- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر ۲۷
شکل ۳-۲- جزئیات مسیرهای حمل‌ونقل همگانی پیشنهادشده در شکل ۳-۱ ..... ۲۸
شکل ۳-۳- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» ۲۹
شکل ۳-۴- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از برنامک «نشان» ۳۰
شکل ۳-۵- جزئیات مسیرهای حمل‌ونقل همگانی پیشنهادشده در شکل ۳-۴ ..... ۳۱
شکل ۳-۶- مرکز کنترل مدیریت عملیات ناوگان اتوبوس تندرو در بوگوتا ۳۶
شکل ۳-۷- معماری یک سامانه AVM/AVL ۳۷
شکل ۳-۸- معماری یک سامانه اطلاعات مسافر (PIS) ۳۸
شکل ۳-۹- نمونه‌ای از یک ردیاب GPS وسیله نقلیه ۳۹
شکل ۳-۱۰- نمونه‌ای از یک تابلوی پیام متغیر (نمایشگر) بیرونی ناوگان (اتوبوس) ۳۹
شکل ۳-۱۱- نمونه‌ای از نحوه اطلاع‌رسانی به مسافران در یک ایستگاه با استفاده از تابلو پیام ثابت ۴۰
شکل ۳-۱۲- گزینه مسیریابی در سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز ۴۱
شکل ۳-۱۳- ارائه زمان ورود ناوگان و مسیر خطوط توسط برنامک «نشان» در شهر قم ۴۴
شکل ۳-۱۴- کارت بلیت هوشمند در شهر شیراز ۵۰
شکل ۳-۱۵- نمونه‌ای از فرآیند تولید بارکد توسط تلفن همراه هوشمند جهت پرداخت کرایه ۵۲
شکل ۳-۱۶- نمونه‌ای از دروازه‌های ورودی هوشمند نصب‌شده در یک ایستگاه مترو ۵۴
شکل ۳-۱۷- کارت بلیت هوشمند در شهر تهران ۵۶
شکل ۳-۱۸- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه با قابلیت پذیرش انواع ابزارهای پرداخت کرایه ۵۶
شکل ۳-۱۹- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه در ناوگان ۵۶
شکل ۳-۲۰- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه تعبیه‌شده در یک دروازه ورودی ۵۷
شکل ۳-۲۱- دروازه‌های ورودی خودکار با بال‌های جمع‌شونده ۵۸
شکل ۳-۲۲- دروازه‌های ورودی خودکار با شیشه‌های کشویی ۵۸
شکل ۳-۲۳- دروازه‌های ورودی خودکار با موانع لولایی ۵۸
شکل ۳-۲۴- معماری یک سامانه پرداخت الکترونیکی کرایه ۵۹
شکل ۳-۲۵- معماری یک سامانه کنترل چراغ راهنمایی ۶۱
شکل ۳-۲۶- حالت‌های اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار (الف) کوتاه‌سازی زمان قرمز (ب) بسط زمان سبز ۶۳

شکل ۳-۲۷- معماری یک سامانه TSP با فناوری شناسایی اپتیکی ۶۴
شکل ۳-۲۸- فرآیند مفهومی شناسایی وسیله نقلیه مبتنی بر حلقه‌های القایی ۶۵
شکل ۳-۲۹- معماری یک سامانه TSP با فناوری شناسایی مبتنی بر GPS و RFID ۶۵
شکل ۳-۳۰- جمع‌بندی راهبردهای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی ۶۸
شکل ۳-۳۱- نمونه تصویری ساختار مفهومی درخواست اطلاعات و ارائه گزارش جزئیات تراکنش‌ها ۸۴

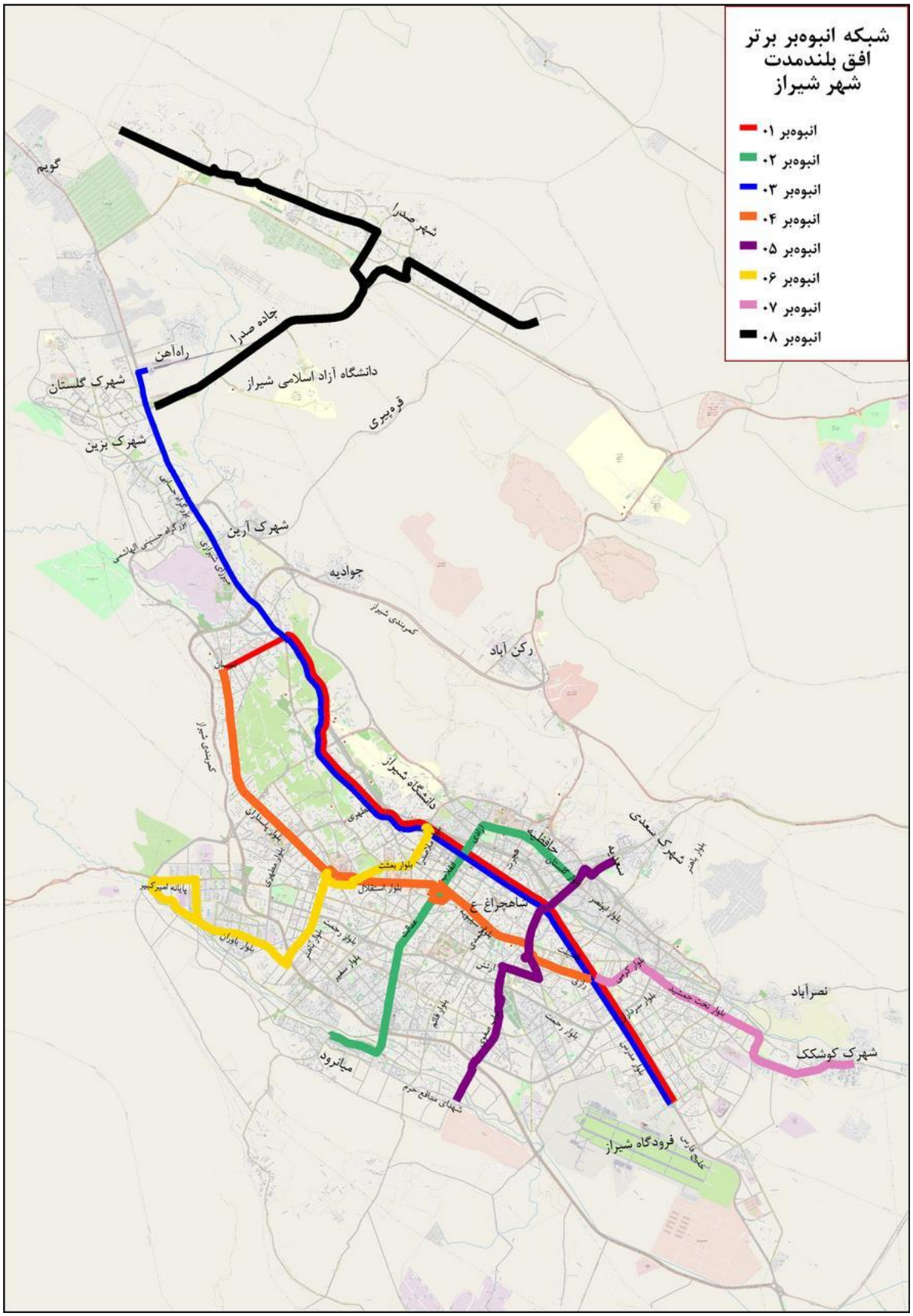
فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱- معرفی خطوط شبکه حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر منتخب ۳
جدول ۱-۲- معرفی خطوط شبکه اتوبوس‌رانی منتخب ۵
جدول ۲-۱- عناوین بسته‌های خدماتی حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی ۱۳
جدول ۳-۱- وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران مترو ۲۴
جدول ۳-۲- وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس ۲۵
جدول ۳-۳- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران مترو ۳۲
جدول ۳-۴- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران اتوبوس تندرو ۳۳
جدول ۳-۵- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران اتوبوس عادی ۳۴
جدول ۳-۶- مؤلفه‌های سامانه‌های AVM/AVL ۳۶
جدول ۳-۷- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در گزینه منتخب ۵۳
جدول ۳-۸- هزینه تهیه تجهیزات سامانه‌های هوشمند جمع‌آوری کرایه ۵۹
جدول ۳-۹- راهبردها و روش‌های متداول اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار ۶۹
جدول ۳-۱۰- معرفی و بررسی اولیه تقاطعات چراغ‌دار واقع در مسیر خطوط اتوبوس تندرو شبکه حمل‌ونقل همگانی منتخب ۷۱
جدول ۳-۱۱- پیشنهاد راهکارهای هوشمند برای اولویت‌دهی به خطوط اتوبوس تندرو شبکه حمل‌ونقل همگانی منتخب ۷۳
جدول ۳-۱۲- هزینه‌های انواع سامانه‌های شناسایی TSP ۷۶
جدول ۳-۱۳- اطلاعات قابل‌ارائه به متولیان و بهره‌برداران در پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه ۸۳

۱- مقدمه

گزارش حاضر به تشریح «ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب» که موضوع بند ۸ مرحله سوم از بخش اول شرح خدمات مطالعات است، می‌پردازد. گزینه منتخب، شبکه‌ای متشکل از خطوط حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر (خطوط ریلی و خطوط اتوبوس تندرو) و خطوط حمل‌ونقل همگانی غیرانبوه‌بر/عادی (خطوط اتوبوس‌رانی) است که از مطالعات صورت‌گرفته در مرحله اول بخش اول شرح خدمات مطالعات (بندهای ۱ تا ۵) استنتاج شده است.

شکل ۱-۱ شبکه حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر منتخب را نشان می‌دهد. این شبکه متشکل از ۸ خط انبوه‌بر است که خلاصه‌ای از وضعیت، نوع سامانه‌های مورد بررسی، روش اجرا و مسیر این خطوط در جدول ۱-۱ ارائه شده است. شکل ۱-۲ نیز شبکه اتوبوس‌رانی منتخب را به تصویر کشیده است. این شبکه متشکل از ۵۱ خط است که در جدول ۱-۲ به‌طور خلاصه این خطوط معرفی و طول دوطرفه (مجموع طول رفت‌وبرگشت) و متوسط سرفاصله زمانی هر یک از آن‌ها عرضه شده است. لازم به ذکر است که «ب.» مخفف بلوار و «خ.» مخفف خیابان است.



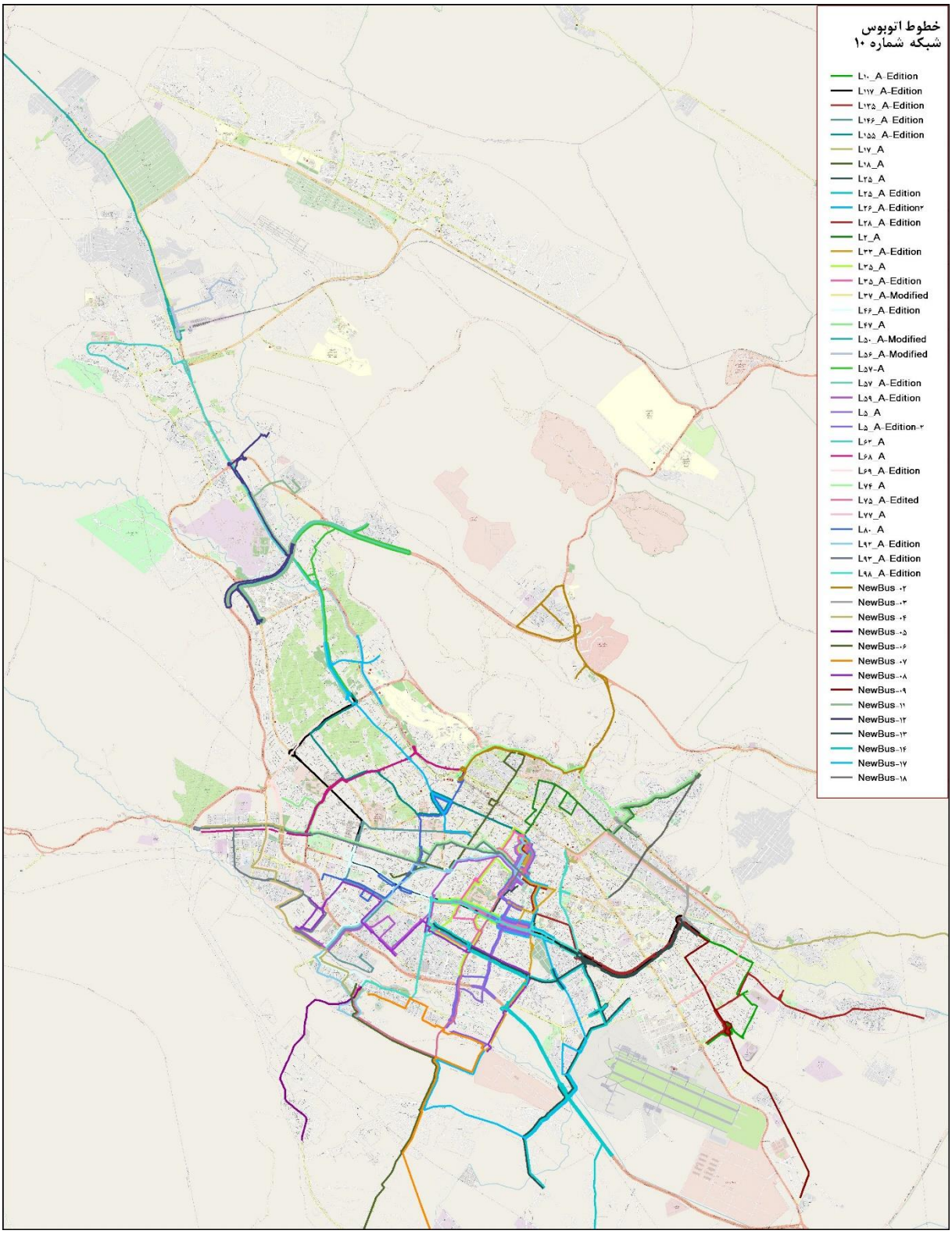
شکل ۱-۱- شبکه حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر منتخب

شهرداری شیراز	مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی و مطالعات امکان‌سنجی خطوط ریلی در کلان‌شهر شیراز		صفحه ۲	دانشگاه علم و صنعت ایران
	۸- ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب	ویرایش	گزارش	تاریخ
		۰۱	۲۷	تیر ۱۴۰۳

جدول ۱-۱- معرفی خطوط شبکه حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر منتخب

خط	وضعیت	نوع سامانه	روش اجرا	مسیر
۱	در دست بهره‌برداری	قطار شهری	زیرسطحی[۱]	میدان الله[۲] - ب. شهید مدرس - ب. کریم‌خان زند - میدان نمازی - ب. شهید آوینی - میدان زرگری[۳] - خ. قصردشت - ب. گلخون - پل بصیرت[۴] - ب. دکتر شریعتی[۵] - میدان احسان
۲	در دست اجرا	قطار شهری	زیرسطحی	تقاطع ب. گل‌بهار[۶] با ب. روزبهان - ب. گل‌بهار - ب. قهرمانان - ب. عدالت - خ. انقلاب اسلامی - ب. آزادی - ب. قدس - ب. گلستان - میدان گلستان[۷]
۳	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی	پل بصیرت - ب. میرزای شیرازی غربی - بزرگراه دکتر حسابی - ایستگاه راه‌آهن شیراز
		قطار شهری	زیرسطحی	
۴	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی	میدان احسان - ب. شهید رجایی - ب. پاسداران - ب. استقلال[۸] - دروازه کازرون - ب. سیبویه - ب. دلاوران بسیج - ب. رازی - تقاطع ب. رازی با ب. شهید مدرس
		قطار شهری	زیرسطحی	
۵	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی[۹]	آرامگاه سعدی - ب. بوستان - چهارراه دلگشا[۱۰] - ب. سرداران - میدان هفت‌تنان[۱۱] - ب. هفت‌تنان - ب. سلمان فارسی - پل ولیعصر(عج)[۱۲] - ب. زینبیه - ب. دلاوران بسیج - چهارراه مقر[۱۳] - ب. ارتش - میدان ۱۲ فروردین[۱۴] - ب. رضوان - ب. نواب صفوی - ب. نواب صفوی جنوبی[۱۵] - تقاطع ب. نواب صفوی جنوبی با ب. شهدای مدافع حرم
۶	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی	پایانه مسافربری امیرکبیر - ب. امیرکبیر - ب. سجادیه[۱۶] - ب. یاوران - ب. شهید باهنر - ب. استقلال - تقاطع ب. استقلال با ب. بعثت - ب. بعثت - خ. ملاصدرا - میدان نمازی
۷	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی	تقاطع ب. رازی با ب. شهید مدرس - ب. کرمی - میدان پاکبان - ب. شهدای حج - ب. تخت جمشید - بزرگراه شهید استوار[۱۷] - ب. اتحاد - تقاطع ب. اتحاد با اتحاد ۸۹[۱۸]
صدرا	در دست مطالعه	اتوبوس تندرو	روسطحی	*مسیر اول:* ابتدای جاده صدرا - جاده صدرا - ب. دانش - تقاطع ب. دانش با ب. خوارزمی - ب. خوارزمی - ب. امام خمینی(ره) - ب. پارسه - تقاطع ب. پارسه با ب. میثاق - ب. میثاق - میدان انتظام - ب. انتظام - ب. معلم - ب. کوثر - ب. نهم دی[۱۹] - ب. کتاب *مسیر دوم:* ابتدای جاده صدرا - جاده صدرا - ب. سعدی - ب. حافظ - ب. فردوسی - ب. سیب - ب. فردوسی شرقی[۲۰] - میدان اهل بیت(س)

۱- زیرزمینی ۲- فلکه گل سرخ ۳- تقاطع غیرهمسطح بلوار شهید مطهری شمالی با خیابان قصردشت ۴- پل معالی‌آباد ۵- بلوار معالی‌آباد ۶- بلوار شهید ابوطالبی
۷- کلبه/کلبه سعدی ۸- بلوار زرهی ۹- روزمینی ۱۰- تقاطع غیرهمسطح بلوار بوستان با بلوار سرداران ۱۱- تقاطع غیرهمسطح بلوار سرداران با بلوار هفت‌تنان
۱۲- پل کابلی ولیعصر(عج) ۱۳- تقاطع بلوار دلاوران بسیج با بلوار ارتش ۱۴- تُل پَروَس ۱۵- کمیل مهدی‌آباد ۱۶- بلوار سجادیه سیمان ۱۷- بلوار مولوی
۱۸- واقع در شهرک کوشکک ۱۹- بلوار حانیه ۲۰- بلوار محبت



شکل ۱-۲- شبکه اتوبوس‌رانی منتخب

جدول ۱-۲- معرفی خطوط شبکه اتوبوس‌رانی منتخب

ردیف	نام/کد خط	طول دوطرفه (کیلومتر)	متوسط سرفاصله زمانی (دقیقه)	ردیف	نام/کد خط	طول دوطرفه (کیلومتر)	متوسط سرفاصله زمانی (دقیقه)
۱	L10_A-Edition	۱۴	۱۵	۲۷	L62_A	۳۵	۱۵
۲	L115_A-1	۳۸	۱۵	۲۸	L68_A	۲۱	۵
۳	L117_A-Edition	۴۲	۵	۲۹	L69_A-Edition	۴۹	۱۵
۴	L135_A-Edition	۲۲	۱۵	۳۰	L74_A	۲۱	۱۵
۵	L146_A-Edition	۲۵	۱۵	۳۱	L75_A-Edited	۲۵	۵
۶	L155_A-Edition	۲۳	۵	۳۲	L77_A	۲۲	۵
۷	L17_A	۳۳	۱۵	۳۳	L80_A	۲۰	۱۵
۸	L18_A	۱۵	۱۵	۳۴	L92_A-Edition	۲۹	۱۵
۹	L25_A	۳۸	۱۵	۳۵	L93_A-Edition	۳۸	۱۵
۱۰	L25_A-Edition	۳۷	۱۵	۳۶	L98_A-Edition	۲۹	۱۵
۱۱	L26_A-Edition2	۴۴	۵	۳۷	LS2_A-1	۵۹	۵
۱۲	L28_A-Edition	۲۰	۱۵	۳۸	خط جدید اتوبوس-۰۲	۳۰	۵
۱۳	L2_A	۲۱	۱۰	۳۹	خط جدید اتوبوس-۰۳	۲۱	۱۵
۱۴	L33_A-Edition	۲۰	۱۵	۴۰	خط جدید اتوبوس-۰۴	۲۵	۱۵
۱۵	L35_A	۲۲	۱۵	۴۱	خط جدید اتوبوس-۰۵	۱۴	۵
۱۶	L35_A-Edition	۲۲	۱۵	۴۲	خط جدید اتوبوس-۰۶	۲۱	۱۵
۱۷	L37_A-Modified	۱۶	۱۵	۴۳	خط جدید اتوبوس-۰۷	۳۰	۱۵
۱۸	L46_A-Edition	۳۳	۱۵	۴۴	خط جدید اتوبوس-۰۸	۳۱	۵
۱۹	L47_A	۲۸	۱۵	۴۵	خط جدید اتوبوس-۰۹	۲۱	۵
۲۰	L50_A-Modified	۳۶	۵	۴۶	خط جدید اتوبوس-۱۱	۱۹	۱۵
۲۱	L56_A-Modified	۸	۱۵	۴۷	خط جدید اتوبوس-۱۲	۲۱	۱۵
۲۲	L57-A	۲۴	۱۵	۴۸	خط جدید اتوبوس-۱۳	۲۳	۸
۲۳	L57_A-Edition	۱۹	۱۵	۴۹	خط جدید اتوبوس-۱۴	۲۹	۵
۲۴	L59_A-Edition	۲۶	۱۵	۵۰	خط جدید اتوبوس-۱۷	۲۵	۱۵
۲۵	L5_A	۲۳	۵	۵۱	خط جدید اتوبوس-۱۸	۱۰	۵
۲۶	L5_A-Edition-2	۲۵	۱۵				

۲- حمل‌ونقل هوشمند

۲-۱- مقدمه

رشد سریع و افزایش تراکم کلان‌شهرها، افزایش تعداد وسایل نقلیه موتوری و نتیجتاً افزایش تعداد سفرها، عوارض نامطلوبی همچون ازدحام ترافیکی، اتلاف وقت، هدر رفتن سوخت، آلودگی صوتی، آلودگی هوا و تصادفات برجای می‌گذارد [۱]. از سوی دیگر، توسعه معابر شهری یا افزایش ظرفیت معابر موجود از طریق اقداماتی نظیر احداث بزرگراه‌ها، تعریض خیابان‌ها و ... بسیار پرهزینه و بعضاً غیرقابل اجراست. حتی در صورت اجرای چنین اقداماتی، در بسیاری از مواقع این افزایش عرضه منجر به افزایش بیش‌ازپیش تقاضا می‌شود. ازاین‌رو، امروزه تمرکز تصمیم‌گیران حوزه حمل‌ونقل بیشتر بر مدیریت تقاضا نسبت به مدیریت عرضه معطوف شده است.

به عبارت ساده، تقاضای حمل‌ونقل از طریق بهینه‌سازی، ارتقای عملکرد و افزایش بهره‌وری اجزای گوناگون سامانه‌های حمل‌ونقل موجود مدیریت می‌شود. امروزه سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند[1]، ابزارها، راهکارها و فرصت‌های کم‌نظیری را برای مدیریت و کنترل ترافیک در اختیار دست‌اندرکاران حوزه حمل‌ونقل قرار داده‌اند و ازاین‌رو در بسیاری از شهرها برای اهداف و مقاصد گوناگون حمل‌ونقلی به کار گرفته می‌شوند.

۲-۲- معرفی سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند

«سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند» اصطلاحی است کلی که به طیف وسیعی از فناوری‌های ارتباطی، اطلاعاتی، کنترلی و پردازش داده‌ها در حوزه حمل‌ونقل به‌صورت مستقل، ترکیبی و یا تماماً یکپارچه اشاره دارد [۱, ۲]. طبق تعریف مجمع جهانی راه‌ها[2]، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند عبارتند از سامانه‌های حمل‌ونقلی که فناوری‌های اطلاعات، ارتباطات، کنترل و پردازش داده‌ها را به‌منظور بهبود عملکرد شبکه‌های حمل‌ونقل به کار می‌گیرند و مدیران و کاربران را قادر می‌سازند تا بر اساس شرایط موجود، تصمیمات صحیحی را اتخاذ کنند [۳]. این سامانه‌ها در تمامی شیوه‌های حمل‌ونقلی از جمله حمل‌ونقل شخصی، همگانی، پیاده، دوچرخه و غیره و برای تمامی اجزای یک سامانه حمل‌ونقل مانند وسایل نقلیه، رانندگان، کاربران، تصمیم‌گیران، زیرساخت‌های ثابت و غیره به کار برده می‌شوند [۲].

[1] Intelligent Transportation Systems
[2] World Road Association

پایه و اساس سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند، داده‌ها است [۲]؛ به‌طوری‌که هر سامانه حمل‌ونقل هوشمند در یک محیط پویا[۱]، فرآیند زیر را دنبال می‌کند [۴]:

۱) گردآوری و طبقه‌بندی داده‌ها[۲]

۲) پردازش داده‌ها[۳]

۳) ارائه و ابلاغ داده‌ها[۴]

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند طیف وسیعی از فناوری‌ها را در بر می‌گیرند. این فناوری‌ها کاربردهای گوناگونی داشته و خدمات متعددی را ارائه می‌دهند. دامنه کاربرد و خدمات این فناوری‌ها به‌دلیل گستردگی آن‌ها نامحدود و بعضاً با یکدیگر همپوشانی دارند. به‌طورکلی، فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند را می‌توان در هفت دسته طبقه‌بندی کرد [۲]:

۱) سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک[۵]

سامانه‌های پیشرفته مدیریت ترافیک برای تأمین حداکثر ایمنی و استفاده مؤثر از ظرفیت شبکه راه‌های شهری و بین‌شهری طراحی شده‌اند. کنترل ترافیک شهری، هماهنگی چراغ‌های ترافیکی برای کمینه کردن تأخیرات و کنترل صفوف ترافیکی، مدیریت ترافیک برای حوادث ویژه، مدیریت ترافیک در کریدورهای طولانی (شامل کریدورهای بین مرزی)، مدیریت تقاضا و جریان وسایل نقلیه، راهنمای مسیر جایگزین، تشخیص حادثه و واکنش (واکنش نسبت به تصادفات و از کار افتادگی وسایل نقلیه)، اعمال قانون و سامانه‌های هشداردهنده جوی از جمله کاربردهای این سامانه‌ها به شمار می‌روند.

۲) سامانه‌های پیشرفته اطلاعات مسافر[۶]

سامانه‌های پیشرفته اطلاعات مسافر به‌منظور ارائه اطلاعات دقیق از وضعیت ترافیکی طراحی شده‌اند تا مسافران و مدیران ناوگان بتوانند زمان، مسیر و شیوه سفر و کالارسانی را بر اساس آن تنظیم کنند. بدین ترتیب، رانندگان می‌توانند پس از آگاهی از وضعیت ترافیک، جهت دوری از تصادفات، ازدحام ترافیکی یا شرایط جوی نامناسب، بر مبنای سابقه پیشین و یا داده‌های به‌هنگام جاری، مسیر خود را

---

[۱] Dynamic
[۲] Data Collection
[۳] Data Processing
[۴] Data Presentation
[۵] Advanced Traffic Management Systems (ATMS)
[۶] Advanced Traveler Information Systems (ATIS)

انتخاب کرده یا تغییر دهند. این سامانه‌ها همچنین قادرند سفر از طریق سایر شیوه‌های حمل‌ونقل و یا حمل‌ونقل ترکیبی (چندوجهی[۱]) را ارتقا دهند. سامانه‌های اطلاعات پارکینگ نیز با آگاه‌سازی رانندگان از فضاهای پارکینگ در دسترس، سهم بسزایی در کاهش ازدحام و آلودگی هوا دارند.

۳) سامانه‌های پیشرفته کنترل وسیله نقلیه[۲]

سامانه‌های پیشرفته کنترل وسایل نقلیه برای کمک یا اصلاح رانندگی یا محیط رانندگی و نیز تحت تأثیر قرار دادن اقدامات رانندگان طراحی شده‌اند. این سامانه‌ها می‌توانند به‌صورت فعال[۳] در رانندگی به رانندگان یاری رسانده و آن‌ها را از موقعیت‌های مخاطره‌آمیز ناگهانی و یا مانورهای عمدی یا غیرعمدی آگاه سازند و یا خود وارد عمل شده و به‌طور فیزیکی مانع از ادامه رانندگی خطرناک شوند. امروزه فناوری‌های پیشرفته متعددی در کنترل هوشمند وسایل نقلیه نقش دارند. از جمله این فناوری‌ها می‌توان به کنترل اصطکاک، سامانه ترمز ضد قفل[۴]، سامانه ترمز الکترونیکی[۵]، کنترل پایداری الکترونیکی[۶]، کنترل پیمایش سازگار/کروز کنترل تطبیقی[۷]، سامانه‌های هشدار و پیشگیری از تصادف، سامانه‌های دید در شب و ... اشاره کرد.

۴) سامانه‌های بهره‌برداری وسیله نقلیه تجاری[۸]

دریافت و کنترل‌های مکرر مجوز تردد، بازرسی‌های وزن و پرداخت عوارض گوناگون، زمان سفر وسایل نقلیه تجاری و درنتیجه هزینه‌های آن‌ها را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، وسایل نقلیه با بار غیرمجاز به روسازی راه آسیب وارد می‌کنند. از سوی دیگر، حمل بارهای خطرناک و نامتداول نیازمند کنترل‌ها و رعایت ضوابط و الزامات خاصی است که عدم تحقق آن‌ها مخاطرات زیادی را برای رانندگان وسایل نقلیه سنگین، سایر کاربران راه، تجهیزات جاده‌ای یا شهری و محیط‌زیست ایجاد می‌کند. سامانه‌های بهره‌برداری وسایل نقلیه تجاری با هدف برطرف کردن چنین مشکلاتی توسعه داده شده‌اند. به‌عنوان‌مثال، سامانه‌های توزین در حال حرکت[۹] به‌طور خودکار وسایل نقلیه را جهت کنترل وزن بار

---

[۱] Multimodal
[۲] Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)
[۳] Active
[۴] Anti-lock Braking System (ABS)
[۵] Electronic Braking System (EBS)
[۶] Electronic Stability Control (ESC)
[۷] Adaptive cruise control (ACC)
[۸] Commercial Vehicle Operation Systems (CVOS)
[۹] Weigh-in-Motion (WIM)

بازرسی می‌کنند. برچسب‌های ردیابی الکترونیکی، سامانه‌های پرداخت الکترونیکی عوارض، سامانه‌های کنترل هوشمند اعزام و تعیین مسیر، سامانه‌های پردازش و کنترل الکترونیکی اسناد و ... نیز نمونه‌هایی از سامانه‌های بهره‌برداری وسایل نقلیه تجاری هستند.

۵) سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی[۱]

سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی به‌منظور بهبود کیفیت و سهولت استفاده از حمل‌ونقل همگانی ایجاد شده‌اند. این سامانه‌ها شامل سامانه‌های اطلاعاتی به‌هنگام (اطلاع‌رسانی لحظه‌ای)، پرداخت کرایه، رزرو از قبل، برنامه‌ریزی سفر، حمل‌ونقل پاسخگو به میزان تقاضا، هم‌پیمایی (سفر اشتراکی)، زمان‌بندی خودکار و ... هستند. تمامی این سامانه‌ها در نهایت مردم را به استفاده از وسایل نقلیه همگانی تشویق کرده و در نتیجه منجر به کاهش ازدحام ترافیکی، آلودگی هوا، آلودگی صوتی و سایر عوارض نامطلوب حمل‌ونقل می‌شوند. توضیحات بیشتر در خصوص سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی که محور گزارش حاضر است، در ادامه ارائه خواهد شد.

۶) سامانه‌های پرداخت الکترونیکی[۲]

سامانه‌های پرداخت الکترونیکی مزایای عمده‌ای نسبت به پرداخت نقدی برای متولیان راه، سامانه‌های حمل‌ونقل و مسافران دارد. به‌عنوان‌مثال، سامانه‌های هوشمند دریافت کرایه حمل‌ونقل همگانی باعث افزایش انعطاف‌پذیری فروش بلیت‌ها، کاهش هزینه‌های اداری و مدیریتی، بازاریابی بهتر و گردآوری آسان‌تر، سریع‌تر و دقیق اطلاعات برای متولیان و راحتی، صرفه‌جویی در زمان، امنیت بیشتر و در نتیجه افزایش احساس رضایت برای کاربران حمل‌ونقل همگانی می‌شوند.

۷) سامانه‌های ایمنی و امنیتی[۳]

حملات ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ در آمریکا چهره حمل‌ونقل را از نظر مدیریت موارد اضطراری و امنیتی و همچنین کاربردهای ایمنی تغییر داد. این موضوع بر آسیب‌پذیری تمام شیوه‌های حمل‌ونقل بار و مسافر و زیرساخت‌ها در حملات تروریستی، به‌ویژه هنگامی‌که از وسایل نقلیه به‌عنوان اسلحه و یا ابزار چنین حملاتی استفاده می‌شود، تأکید دارد. ازاین‌رو، متولیان حمل‌ونقل، کنترل‌های امنیتی با فناوری‌ها پیشرفته‌ای را توسعه داده‌اند که در آن‌ها از سامانه‌های گوناگون ردیابی و اعمال قانون جهت

[۱] Advanced Public Transportation Systems (APTS)
[۲] Electronic Payment Systems
[۳] Safety and Security Systems

پیشگیری، مدیریت و کنترل حملات تروریستی یا وقوع جرم و جنایت و یا دستگیری تروریست‌ها و جنایت‌کاران استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، سامانه‌های مدیریت شرایط اضطراری[1] با تشخیص خودکار، راهنمایی مسیر، اولویت‌دهی به وسایل نقلیه اضطراری و تخلیه مردم، نسبت به وقوع انواع حوادث، از جمله حملات تروریستی، بلایای طبیعی، شرایط سخت جوی، وضعیت استثنایی معابر و حتی تصادف وسایل نقلیه واکنش نشان می‌دهند.

۲-۳- معرفی سند ملی معماری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

در «سند ملی معماری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند کشور» با الگوبرداری از معماری ۲۶ کشور در سراسر دنیا، بومی‌سازی معماری سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند انجام شده است. در این سند، ۹ زیرسند با عناوین زیر ارائه شده است [۵]:

۱- سند مدیریت ترافیک در حمل‌ونقل هوشمند
۲- سند اطلاعات سفر در حمل‌ونقل هوشمند
۳- سند مدیریت حمل کالای تجاری در حمل‌ونقل هوشمند
۴- سند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند
۵- سند ایمنی خودرو در حمل‌ونقل هوشمند
۶- سند مدیریت اضطرار در حمل‌ونقل هوشمند
۷- سند مدیریت ساخت، نگهداری و تعمیر در حمل‌ونقل هوشمند
۸- سند مدیریت بایگانی داده در حمل‌ونقل هوشمند
۹- سند حمل‌ونقل انسان‌محور در حمل‌ونقل هوشمند

هدف اصلی این ۹ زیرسند، ارائه راهبردها و چهارچوب‌های عملیاتی برای یکپارچه‌سازی سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند با یکدیگر و با سایر موجودیت‌ها و عوامل مؤثر در حمل‌ونقل، جلوگیری از دوباره‌کاری و ارائه نقشه راه توسعه سامانه‌ها بر اساس برنامه‌ای فراگیر و هدفمند است. به‌علاوه، در هر زیرسند، ضمن ارزیابی اهداف و نیازمندی‌ها، مکانیزم انتخاب بسته‌های خدماتی حمل‌ونقل هوشمند و زیرسامانه‌ها[2] و بسته‌های تجهیزات و نحوه بهره‌برداری از آن‌ها و مسئولیت‌ها و ملاحظات اجرایی مورد نیاز در هر کدام تشریح شده است

[1] Emergency Management Systems
[2] Subsystems

[۵]. ازاین‌رو، با توجه به موضوع گزارش حاضر، زیرسند چهارم سند ملی معماری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند کشور، تحت عنوان «سند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند»، به‌عنوان یکی از منابع مهم جهت ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب مورد استفاده قرار گرفته است.

۲-۴- سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی[۱]

یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین راهکارهای افزایش جذابیت و مطلوبیت سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی که در یکپارچگی آن‌ها نیز نقش کلیدی دارد، استفاده از سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند است [۶]. سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی با هدف جابجایی ایمن، سریع و راحت مسافران به‌کار گرفته می‌شوند. این سامانه‌ها خدمات مذکور را برای انواع شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی و شبه‌همگانی به‌صورت ترکیبی (چندوجهی) ارائه می‌دهند. نظارت بر وضعیت عملکرد ناوگان، امنیت زیرساخت‌ها، جمع‌آوری کرایه، زمان‌بندی، کاهش تأخیرات و غیره از جمله خدمات سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی است. مهم‌ترین فعالیت‌های این حوزه عبارتند از [۵]:

- ردیابی وسایل نقلیه همگانی با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب خودرو و یا استفاده از چراغ‌ها در مسیرهای ثابت به‌منظور به‌روزرسانی برنامه حمل‌ونقل همگانی و ارائه برنامه زمانی به ارائه‌دهندگان خدمات اطلاع‌رسانی
- اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی در ایستگاه‌ها و یا درون وسایل نقلیه همگانی شامل اعلام توقفگاه‌ها، نمایش به‌هنگام برنامه حمل‌ونقل همگانی و غیره
- مدیریت جمع‌آوری کرایه حمل‌ونقل همگانی با استفاده از پرداخت الکترونیک در مکان‌های جمع‌آوری کرایه (در وسایل نقلیه همگانی و یا در ایستگاه‌ها) که به کاربران اجازه می‌دهد تا از یک کارت مسافر یا شیوه‌های دیگر پرداخت الکترونیک استفاده نمایند
- تأمین امنیت فیزیکی مسافران و راهبران حمل‌ونقل همگانی در داخل وسایل نقلیه و همچنین در مکان‌های عمومی (توقفگاه‌های حمل‌ونقل همگانی، مکان‌های پارک‌سوار و ایستگاه‌ها) با استفاده از تجهیزات و ابزارهای مراقبتی (دوربین‌های مداربسته، سامانه‌های صوتی)
- هماهنگ‌سازی و یکپارچگی شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل همگانی (حمل‌ونقل ترکیبی یا چندوجهی) که به دو شیوه صورت می‌گیرد:

[۱] Advanced Public Transportation Systems (APTS)

- هماهنگی چندگانه میان ارائه‌دهندگان خدمات انواع سامانه‌ها و خطوط حمل‌ونقل همگانی برای افزایش آسایش و راحتی مسافران در نقاط تبادل سفر
- توزیع اطلاعات حمل‌ونقل همگانی اعم از مسیرها، زمان‌بندی، کرایه و ... میان ارائه‌دهندگان خدمات حمل‌ونقل ترکیبی و آژانس‌های حمل‌ونقل همگانی

- اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار که به دو صورت می‌تواند انجام شود:
  - هماهنگی میان وسایل حمل‌ونقل همگانی و یک تقاطع مشخص
  - هماهنگی بین مراکز حمل‌ونقل همگانی و مدیریت ترافیک به‌منظور افزایش کارایی سامانه حمل‌ونقل همگانی بدون افزایش بار ترافیک

علاوه بر موارد مذکور، در حوزه خدماتی سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی، از طریق حسگرهای بررسی وضعیت وسایل نقلیه، ناوگان حمل‌ونقل همگانی به‌طور خودکار پایش و بدین ترتیب برنامه تعمیر و نگهداری آن‌ها طرح‌ریزی، مدیریت و کنترل می‌شود. شمارش مسافران ورودی و خروجی به یک وسیله حمل‌ونقل همگانی با استفاده از حسگرهای نصب‌شده در وسیله انجام شده و با ارسال داده‌های گردآوری‌شده به مرکز مدیریت، شاخص‌های مورد نیاز محاسبه می‌شود. از اطلاعات مربوط به حجم مسافر در ایستگاه‌ها می‌توان برای تخصیص مناسب ناوگان همگانی استفاده کرد [۵]. اهداف کلان حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی عبارتند از [۵]:

- افزایش بهره‌وری اقتصادی به‌واسطه کاهش تأخیر در سیستم حمل‌ونقل همگانی از طریق ارائه خدمات هماهنگی چندوجهی و اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار که در نهایت منجر به بهبود کارایی سیستم می‌شود
- ارتقای ایمنی و امنیت برای کمک به مدیریت مطلوب وقایع
- بهبود تردد که در بیشتر بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی به‌جز مدیریت ناوگان مورد توجه است؛ مهم‌ترین راهبردهای این خدمات در تحقق این هدف به شرح زیر است:
  - بهبود خدمات حمل‌ونقل همگانی با هدف کاهش سهم خودروهای تک‌سرنشین
  - افزایش روش‌های مؤثر انتشار اطلاعات رویدادهای ویژه به مسافران به‌منظور برنامه‌ریزی مطلوب زمان سفر
  - افزایش میزان دسترسی به حمل‌ونقل همگانی برای معلولان

- ایجاد شیوه‌های جایگزین حمل‌ونقل شخصی با افزایش سهم دوچرخه و پیاده

- کاهش مصرف سوخت و هزینه‌های زیست‌محیطی ناشی از حمل‌ونقل شخصی از طریق یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل ترکیبی و یا اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار
- افزایش کارایی سامانه حمل‌ونقل از طریق کاهش ساعات تأخیر در سامانه حمل‌ونقل همگانی، کاهش تراکم، بهبود متوسط زمان سفر، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، کاهش سرانه کیلومتر طی‌شده خودرو و افزایش قابلیت اطمینان سامانه، مدیریت مطلوب تقاضای حمل‌ونقل همگانی و افزایش سطح رضایت مسافران از به‌موقع بودن، دقت و سودمندی اطلاعاتی که در اختیار آن‌ها قرار می‌گیرد
- بهبود حفاظت از زیرساخت‌های حمل‌ونقل همگانی اعم از ایستگاه‌ها و پایانه‌ها و ناوگان حمل‌ونقل به‌واسطه ارائه خدمات مدیریت ناوگان حمل‌ونقل همگانی

با در نظر داشتن فعالیت‌ها و اهداف کلان حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی، سند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند ایران، ۱۰ بسته خدماتی را پیشنهاد می‌دهد. جدول ۲-۱ عناوین بسته‌های خدماتی ده‌گانه حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی را ارائه می‌دهد. این بسته‌ها در قالب ۴ محور موضوعی در حمل‌ونقل همگانی دسته‌بندی می‌شوند که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است [۵].

جدول ۲-۱- عناوین بسته‌های خدماتی حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی [۵]

ردیف	کد بسته	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی
۱	APTS01	ردیابی وسایل نقلیه همگانی	Transit Vehicle Tracking
۲	APTS02	حمل‌ونقل همگانی در مسیرهای ثابت	Transit Fixed-Route Operations
۳	APTS03	حمل‌ونقل همگانی بر مبنای تقاضا	Demand Response Transit Operations
۴	APTS04	مدیریت جمع‌آوری کرایه حمل‌ونقل همگانی	Transit Fare Collection Management
۵	APTS05	امنیت حمل‌ونقل همگانی	Transit Security
۶	APTS06	مدیریت ناوگان حمل‌ونقل همگانی	Transit Fleet Management
۷	APTS07	یکپارچه‌سازی حمل‌ونقل ترکیبی	Multi-modal Coordination & Integration
۸	APTS08	اطلاعات مسافران حمل‌ونقل همگانی	Transit Traveler Information
۹	APTS09	اولویت حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار	Transit Signal Priority
۱۰	APTS10	شمارش مسافران حمل‌ونقل همگانی و داده‌کاوی	Transit Passenger Counting & Data Mining

شکل ۲-۱- گروه‌بندی بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی بر اساس محورهای موضوعی حوزه APTS [۵]

بر اساس میزان پاسخ‌گویی به اهداف کلان، اولویت‌بندی اجرایی بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی بدین‌صورت است [۵]:

۱- در تحقق هدف افزایش بهره‌وری اقتصادی و نیز کاهش مصرف سوخت، بسته‌های خدماتی APTS07 و APTS09 به یک میزان مؤثرند.

۲- در تحقق ارتقای ایمنی و امنیت، تنها بسته خدماتی APTS05 می‌تواند مورد توجه واقع گردد.

۳- در تحقق بهبود تردد، بسته خدماتی APTS08 با بیشترین میزان اثر و سپس به ترتیب بسته‌های خدماتی APTS07، APTS04 و APTS09 قرار دارند و در پایان بسته‌های خدماتی APTS01،

APTS02، APTS03 و APTS05 به یک میزان مؤثرند.

۴- در تحقق بهبود یکپارچگی ارتباطات شبکه حمل‌ونقل، بسته‌های خدماتی APTS02، APTS04 و APTS07 به یک میزان مؤثرند.

۵- در تحقق افزایش کارایی سامانه حمل‌ونقل، ابتدا بسته‌های خدماتی APTS07 و APTS08 با بیشترین میزان اثر نسبت به سایر موارد، سپس به ترتیب بسته‌های خدماتی APTS02، APTS09 و APTS04 و در نهایت بسته خدمتی APTS01 با کمترین میزان مؤثرند.

۶- در تحقق بهبود حفاظت از زیرساخت‌های حمل‌ونقل همگانی بسته خدماتی APTS06 مؤثر خواهد بود.

از جمله نیازهای خدماتی که حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی آن‌ها را برآورده می‌کند، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود که ۴ مورد مستقلاً مربوط به حمل‌ونقل همگانی و سایر موارد زیرمجموعه مدیریت سفر و ترافیک، پرداخت الکترونیک و مدیریت شرایط اضطراری هستند [۵]:

۱- نیاز کنترل ترافیک با همیاری دو بسته خدماتی APTS07 و APTS09

۲- نیاز مدیریت تقاضای سفر با همیاری بسته خدماتی APTS04

۳- نیاز مدیریت حمل‌ونقل همگانی با همیاری تمامی بسته‌های خدماتی حوزه خدمات حمل‌ونقل همگانی

۴- نیاز اطلاعات حمل‌ونقل همگانی در طول مسیر با همیاری دو بسته خدماتیAPTS07 و APTS08

۵- نیاز حمل‌ونقل همگانی سفارشی با همیاری دو بسته خدماتی APTS03 و APTS08

۶- نیاز امنیت سفرهای همگانی با همیاری دو بسته خدماتی APTS01 و APTS05

۷- نیاز خدمات پرداخت الکترونیک با همیاری دو بسته خدماتی APTS04 و APTS08

۸- نیاز خدمات اطلاع‌رسانی شرایط اضطراری و امنیت شخصی با بسته خدماتی APTS05

در نهایت بر مبنای نیازهای کاربران، اهمیت بسته‌ها، میزان برآورده‌سازی اهداف و دیگر معیارها و قابلیت اجرایی از بُعد فناوری‌های مورد نیاز هر خدمت و همچنین با توجه به وابستگی بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی به یکدیگر از یک‌سو و قرار گرفتن شهر شیراز در دسته شهرهای پرجمعیت از سوی دیگر، تمامی بسته‌های خدمات حوزه حمل‌ونقل همگانی به‌منظور هوشمندسازی حمل‌ونقل همگانی در شهر شیراز، نیازمند اجرا هستند (بر اساس توصیه سند ملی معماری سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند کشور، زیرسند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند ایران [۵]).

در ادامه گزارش حاضر، راهکارهای هوشمندسازی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی برای اطلاع‌رسانی به مسافران، شیوه اخذ کرایه و تجهیزات مورد نیاز، اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات و تولید محتوا برای تشکیل پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه، ارائه خواهد شد. لازم به ذکر است موارد ذکرشده در ارائه این گزارش مبتنی بر شرح خدمات و برای اجرای گزینه منتخب بوده است و موضوع به‌کارگیری سیستم‌های هوشمند در حمل‌ونقل همگانی، موضوعی به‌مراتب وسیع‌تر بوده که این گزارش تمامی جوانب آن را دربر نمی‌گیرد.

۳- ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای گزینه منتخب

۳-۱- اطلاع‌رسانی به مسافران

یکی از عوامل بسیار مؤثر در افزایش تعداد مسافران حمل‌ونقل همگانی، آگاهی آن‌ها از مسیرها، زمان حرکت از مبدأ و زمان رسیدن به مقصد است. سامانه اطلاع‌رسانی به مسافر که امروزه بر بستر اینترنت قابل پیاده‌سازی است، با استفاده از سامانه‌های مکان‌یاب خودکار وسیله نقلیه[۱] به‌سادگی قادر به ارائه اطلاعات لازم به مسافران خواهد بود [۶].

جهت ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی، ابتدا اطلاعات مورد نیاز مسافران شناسایی و سپس روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به آن‌ها بررسی می‌شوند. سپس وضعیت فعلی شهر شیراز در این حوزه بررسی و راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی ارائه می‌شود. در ادامه مهم‌ترین تجهیزات مورد نیاز برای اطلاع‌رسانی به مسافران معرفی و به نمونه‌هایی از این تجهیزات اشاره می‌شود. در پایان در یک جمع‌بندی، مهم‌ترین، رایج‌ترین و به‌روزترین راهکارهای اطلاع‌رسانی به مسافران، ضمن در نظر گرفتن وضعیت فعلی شهر شیراز در این حوزه، پیشنهاد می‌شود.

۳-۱-۱- اطلاعات مورد نیاز مسافران

اطلاعات مورد نیاز مسافران حمل‌ونقل همگانی عبارتند از:

۱) مسیر سفر

مسافران وسایل نقلیه همگانی در وهله اول باید از مسیر خطوط حمل‌ونقل همگانی آگاهی داشته باشند. موقعیت ایستگاه‌ها و پایانه‌های خطوط حمل‌ونقل همگانی مهم‌ترین جزء اطلاعات مسیر سفر است؛ چراکه مسافران حمل‌ونقل همگانی نخست با در نظر گرفتن فاصله مبدأ و مقصد سفر خود از ایستگاه‌های خطوط حمل‌ونقل همگانی، تصمیم می‌گیرند که از این شیوه حمل‌ونقل استفاده کنند یا خیر [۷]. جزء دیگر اطلاعات مسیر سفر، معابری هستند که خطوط حمل‌ونقل همگانی از آن‌ها عبور می‌کنند. این بخش از اطلاعات مسیر سفر نسبت به‌موقعیت ایستگاه‌ها و پایانه‌ها از اهمیت کمتری برخوردار است؛ چراکه مسافران خطوط حمل‌ونقل همگانی تنها در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها امکان سوار و پیاده شدن دارند. بااین‌حال، آگاهی مسافران از معابری که خطوط حمل‌ونقل همگانی از آن‌ها عبور

[۱] Automatic Vehicle Locator (AVL)

می‌کنند منجر به درک بهتر محدوده پوشش این خطوط و افزایش احتمال انتخاب این شیوه حمل‌ونقل می‌شود. بنابراین بهتر است هنگام ارائه اطلاعات مسیر سفر، موقعیت ایستگاه‌ها و پایانه‌های خطوط حمل‌ونقل همگانی و معابری که این خطوط از آن‌ها عبور می‌کنند به‌صورت یک‌جا به مسافران عرضه شود.

۲) مسیریابی سفر

مسیریابی سفر به معنای شناسایی یک یا چند مسیر بهینه بین مبدأ و مقصد سفر است. مسیریابی می‌تواند مستقیماً توسط مسافر و یا به‌وسیله ابزارهای هوشمند صورت گیرد. در دنیای امروز، به‌ویژه در شهرهای بزرگ، مسیریابی وسایل نقلیه شخصی به‌وسیله ابزارهای هوشمندی نظیر برنامک‌های[۱] نصب‌شده بر روی تلفن‌های هوشمند و یا کامپیوترهای نصب‌شده در خودروها و یا سایت‌های تحت وب امری رایج است؛ لیکن مسیریابی سفر تنها به وسایل نقلیه شخصی محدود نمی‌شود. در حقیقت با توجه به پیچیدگی و گستردگی معابر، تعدد سامانه‌ها و خطوط حمل‌ونقل همگانی و تغییرات تراکم ترافیک معابر در شهرهای بزرگ، کاربران حمل‌ونقل همگانی نیز تمایل دارند که از مسیر یا مسیرهای حمل‌ونقل همگانی بهینه بین مبادی و مقاصد موردنظر خود به‌صورت لحظه‌ای (به‌هنگام) اطلاع داشته باشند. چنین آگاهی قطعاً منجر به افزایش استفاده از سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی خواهد شد. لذا مسیریابی سفر یکی از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین اطلاعات قابل‌ارائه به مسافران حمل‌ونقل همگانی است. این مسیریابی می‌تواند به‌صورت استاتیک و بدون زمان سفر مابین مدهای مختلف پیاده، اتوبوس و ریلی بوده و یا با استفاده از زمان سفر باشد. همچنین ارائه خدمات مسیریابی به افراد دارای صندلی چرخ‌دار نیز می‌تواند ممکن باشد. لازمه این کار داشتن اطلاعات مسیرهای ساماندهی شده و ایستگاه‌های مناسب‌سازی شده برای این افراد است.

۳) بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی

در وهله دوم، مسافران باید اطلاع داشته باشند که خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در چه بازه‌ای از روز فعالیت می‌کنند. چنانچه بازه زمانی فعالیت خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، بازه زمانی فعالیت‌های موردنظر مسافران را پوشش ندهد، مسافران از این شیوه حمل‌ونقل استفاده نخواهند کرد. بنابراین ارائه اطلاعات مربوط به بازه زمانی فعالیت خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی ضروری است.

[۱] Applications

۴) هزینه سفر

آگاهی مسافران از هزینه سفر با وسایل نقلیه همگانی، نخست در انتخاب این شیوه حمل‌ونقل و سپس در انتخاب خط یا مجموعه خطوط همگانی جهت رساندن آن‌ها به مقصد موردنظرشان بسیار تأثیرگذار است. شاید در نگاه اول ارائه اطلاعات مربوط به هزینه سفر با وسایل نقلیه همگانی غیرضروری به نظر برسد؛ اما با توجه به این‌که حمل‌ونقل همگانی نیز یک نوع کالاست و مصرف‌کنندگان هر کالایی باید از قیمت آن اطلاع داشته باشند، لذا ارائه این دسته از اطلاعات نیز ضروری است.

۵) زمان سفر

یکی از مهم‌ترین ارکان هر سفر، مدت‌زمان آن است. در حمل‌ونقل همگانی، زمان سفر به دو بخش زمان سفر داخل وسیله نقلیه[۱] و زمان سفر خارج از وسیله نقلیه[۲] تقسیم می‌شود. زمان سفر داخل وسیله نقلیه به مدت‌زمانی اطلاق می‌شود که در آن مسافر درون وسیله نقلیه قرار داشته و در حال سفر است. زمان سفر خارج از وسیله نقلیه شامل زمان انتظار در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، زمان انتقال (تغییر خط/سامانه حمل‌ونقل) و زمان رسیدن از مبدأ به ایستگاه یا از ایستگاه به مقصد است. مطالعات نشان داده‌اند که مسافران حمل‌ونقل همگانی زمان سفر خارج از وسیله نقلیه را بیشتر از زمان سفر داخل وسیله نقلیه (حتی تا دو برابر) درک یا احساس می‌کنند. بنابراین یکی از اطلاعات مهمی که مسافران وسایل نقلیه همگانی باید از آن آگاهی داشته باشند، زمان سفر خارج از وسیله نقلیه است. در این مورد، با ارائه سرفاصله زمانی اعزام ناوگان، مسافران می‌توانند برآورد تقریبی از مدت‌زمان انتظار خود در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها داشته باشند. همچنین می‌توان زمان سفر را به‌صورت تاریخچه‌ای بر طبق برنامه زمان‌بندی برای مسیرهای مختلف ارائه داد و یا می‌توان به‌صورت برخط و به‌لحظه باتوجه به زمان سفرهای فعلی و استفاده از مدل پیش‌بینی کوتاه‌مدت، برآوردی از زمان سفر را ارائه کرد. برآورد زمان سفر می‌تواند برای یک خط همگانی و برای یک مد خاص و یا برای حالت ترکیبی مانند اتوبوس و ریلی ارائه شود؛ حتی می‌توان برآورد زمان سفر را برای آینده و در یک روز و ساعت مشخص ارائه داد. در نتیجه، ارائه این اطلاعات به مسافران در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی سفر آن‌ها کمک کرده و از این طریق جذابیت و بهره‌وری حمل‌ونقل همگانی افزایش می‌یابد [۷].

---

[۱] In-Vehicle Travel Time

[۲] Out-of-Vehicle Travel Time

۶) زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی

در بند پیشین اشاره شد که چنانچه مسافران از سرفاصله زمانی اعزام ناوگان یک خط اطلاع داشته باشند، می‌توانند زمان انتظار خود در ایستگاه‌ها یا پایانه‌های مربوط به این خط را برآورد کنند. لیکن واضح است که چنین برآوردی دقیق نخواهد بود. در مورد ناوگان حمل‌ونقل همگانی که تحت تأثیر جریان ترافیک معابر قرار می‌گیرند (اتوبوس‌های عادی و اتوبوس‌های تندرو هنگامی‌که از مسیرهای جدانشده و به‌صورت مختلط با جریان ترافیک سایر وسایل نقلیه عبور می‌کنند)، چنانچه جریان ترافیک پیش روی ناوگان بعدی به هر دلیلی روان نباشد، مدت‌زمان انتظار در ایستگاه‌ها یا پایانه‌ها افزایش خواهد یافت. درصورتی‌که مسافران اطلاع دقیقی از زمان انتظار خود در ایستگاه‌ها یا پایانه‌ها داشته باشند، علاوه بر برنامه‌ریزی و زمان‌بندی بهتر سفر خود، به حمل‌ونقل همگانی بیشتر اطمینان خواهند کرد. این بدان معناست که قابلیت اطمینان[۱] شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی با آگاهی مسافران از زمان دقیق انتظار (زمان دقیق رسیدن ناوگان بعدی) در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، افزایش می‌یابد. این مسئله منجر به افزایش جذابیت و کارایی شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی می‌شود. لذا در حمل‌ونقل هوشمند همگانی، ارائه اطلاعات مربوط به زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی بسیار مهم تلقی می‌شود.

۷) موقعیت ناوگان

آگاهی از موقعیت ناوگان نیز همچون آگاهی از زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی، اهمیت زیادی در افزایش قابلیت اطمینان و نتیجتاً افزایش جذابیت و کارایی شیوه‌های حمل‌ونقل همگانی دارد. در حقیقت، سامانه‌های پیشرفته حمل‌ونقل همگانی جهت ارائه زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی به مسافران، داده‌های به‌هنگام (آنلاین/ لحظه‌ای) AVL و در صورت لزوم وضعیت جاری ترافیک معابر را دریافت و پردازش و زمان انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی را محاسبه می‌کنند و در اختیار کاربران قرار می‌دهند. بنابراین چنانچه بنا باشد که اطلاعات مربوط به زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی به مسافران ارائه شود، ناگزیر موقعیت ناوگان باید تعیین شود. لذا در این حالت با توجه به ثبت لحظه‌ای اطلاعات مربوط به موقعیت ناوگان، می‌توان با ارائه این اطلاعات به مسافران، قابلیت اطمینان و جذابیت شیوه‌های حمل‌ونقل را بیش‌ازپیش افزایش داد. در حمل‌ونقل هوشمند

[۱] Reliability

همگانی، ارائه اطلاعات مربوط به‌موقعیت ناوگان نیز حائز اهمیت است؛ هرچند در مقایسه با ارائه اطلاعات مربوط به زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی، اولویت کمتری دارد.

۸) خدمات مربوط به ایستگاه‌ها

آگاهی از خدمات ارائه شده در ایستگاه می‌تواند در انتخاب مد حمل‌ونقلی آن‌ها کمک کند. اطلاعاتی همچون دارا بودن آسانسور، پله برقی و یا امکان استفاده توسط افراد دارای محدودیت حرکتی می‌تواند در اختیار مسافران قرار گیرد. همچنین فعال یا غیرفعال بودن این امکانات مانند پله برقی به‌صورت آنلاین، به قابلیت اعتماد سیستم کمک شایانی خواهد کرد.

۳-۱-۲- روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به مسافران

امروزه از روش‌های و ابزارهای گوناگونی برای اطلاع‌رسانی به مسافران استفاده می‌شود. برخی ازاین‌روش‌ها قدیمی و ساده و برخی دیگر نوین و هوشمند هستند. در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، برای اطلاع‌رسانی به مسافران نمی‌توان تنها به یک روش یا ابزار بسنده کرد. در حقیقت در این سامانه‌ها، بسته به‌موقعیت، جمعیت تحت پوشش، تعداد مسافران، تجهیزات در دسترس و غیره، مجموعه‌ای از روش‌ها و ابزارها برای اطلاع‌رسانی به مسافران به‌کار برده می‌شوند. رایج‌ترین روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به مسافران در ادامه بیان شده است.

۱) اطلاع‌رسانی به مسافران از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی

در این شیوه از اطلاع‌رسانی، اطلاعات مورد نیاز مسافران حمل‌ونقل همگانی در پایانه‌ها و ایستگاه‌ها به آن‌ها ارائه می‌شود. طبیعتاً حجم اطلاعات ارائه‌شده به مسافران در پایانه‌ها بسیار بیشتر از ایستگاه‌ها است. ابزارهای رایج اطلاع‌رسانی به مسافران در ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی عبارتند از:

- **تابلوها:** متداول‌ترین ابزار اطلاع‌رسانی به مسافران در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، تابلوها هستند. تابلوهای اطلاع‌رسانی خود به دو دسته تابلوهای پیام متغیر[1] و پیام ثابت تقسیم می‌شوند. تابلوهای پیام متغیر ابزارهای الکترونیکی هستند که در آن‌ها اطلاعات ارائه‌شده به مسافران بسته به شرایط، در لحظه و به‌صورت الکترونیکی قابل‌تغییر است. در مقابل، اطلاعات ارائه‌شده در تابلوهای پیام ثابت در لحظه قابل‌تغییر نیست و چنانچه نیاز به تغییر پیام‌های این دسته

[1] Variable Massage Signs (VMS)

از تابلوها باشد، یا باید با تابلوهای جدید تعویض شوند و یا به‌صورت فیزیکی، پیام‌های جدید بر روی آن‌ها درج شود.

- **سامانه‌های صوتی:** استفاده از سامانه‌های صوتی در پایانه‌های حمل‌ونقل برون‌شهری از جمله فرودگاه‌ها بسیار رایج بوده و امروزه این سامانه‌ها به پایانه‌ها و ایستگاه‌های بزرگ حمل‌ونقل همگانی درون‌شهری نیز راه یافته‌اند. از سامانه‌های صوتی عمدتاً برای اعلام زمان ورود ناوگان (زمان انتظار)، هشدارهای ایمنی و امنیتی، گوشزد کردن الزامات قانونی و ارائه برخی توصیه‌های فرهنگی به مسافران استفاده می‌شود. این سامانه‌ها همچنین وقوع تغییرات پیش‌بینی‌نشده‌ای همچون تغییر زمان‌بندی حرکت ناوگان، تغییر مسیرها و ... را به مسافران اعلام می‌کنند.
- **باجه‌های اطلاعات:** باجه‌های اطلاعات به اتاقک‌هایی اطلاق می‌شود که در آن‌ها حداقل یک نیروی انسانی مطلع حضور داشته و مسافران اطلاعات مورد نیاز خود را از طریق گفتگو با وی به دست می‌آورند. این باجه‌ها عمدتاً در پایانه‌های بزرگ یا چندوجهی به‌کارگرفته می‌شوند و استفاده از آن‌ها در پایانه‌های کوچک و ایستگاه‌ها توجیهی ندارد.
- **دستگاه‌های ارائه اطلاعات الکترونیکی:** دستگاه‌های ارائه اطلاعات الکترونیکی شبیه به دستگاه‌های خودپرداز بانک‌ها هستند؛ با این تفاوت که به‌جای ارائه خدمات بانکی به مردم، به مسافران خدمات اطلاعاتی ارائه می‌کنند. دستگاه‌های ارائه اطلاعات الکترونیکی نیز عمدتاً در پایانه‌های بزرگ یا چندوجهی نصب و استفاده می‌شوند.

۲) اطلاع‌رسانی به مسافران از طریق وسایل نقلیه همگانی

در این شیوه از اطلاع‌رسانی، اطلاعات مورد نیاز مسافران از طریق فضای خارجی (بدنه) یا داخلی وسایل نقلیه همگانی، ارائه می‌شود. ابزارهای ارائه اطلاعات از طریق فضای خارجی وسایل نقلیه همگانی شامل تابلوهای پیام متغیر و پیام ثابت[1] است. در فضای داخلی وسایل نقلیه همگانی، علاوه بر تابلوهای پیام متغیر و پیام ثابت، از سامانه‌های صوتی و بروشور نیز برای ارائه اطلاعات به مسافران استفاده می‌شود.

[1] برچسب‌های الصاق‌شده بر روی بدنه وسایل نقلیه همگانی نوعی تابلوی پیام ثابت محسوب می‌شوند.

۳) اطلاع‌رسانی به مسافران از طریق سایت‌های اینترنتی

در این شیوه از اطلاع‌رسانی، مسافران اطلاعات مورد نیاز خود را با مراجعه به سایت‌های اینترنتی دریافت می‌کنند. این سایت‌ها متعلق یا وابسته به متولیان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی (نظیر سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر، سازمان قطار شهری و ...) یا شهرداری‌هاست.

۴) اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه

در این شیوه از اطلاع‌رسانی، اطلاعات مورد نیاز مسافران از طریق تماس تلفنی، پیام کوتاه یا برنامک‌ها ارائه می‌شود. به‌طور دقیق‌تر، در این شیوه از اطلاع‌رسانی، مسافرانی که از تلفن‌های همراه هوشمند برخوردارند با نصب برنامک‌های ساخته‌شده توسط متولیان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی یا توسعه‌دهندگان مستقل، اطلاعات موردنظر خود را دریافت می‌کنند. درعین‌حال، سامانه‌های پیامکی و تلفنی نیز می‌توانند برای اطلاع‌رسانی به مسافران طراحی و به‌کار گرفته شوند. در این صورت، آن دسته از مسافرانی که تلفن همراه هوشمند ندارند نیز می‌توانند از طریق تلفن همراه خود، اطلاعات مورد نیازشان را دریافت کنند.

۳-۱-۳- وضعیت شهر شیراز در زمینه اطلاع‌رسانی به مسافران

در شهر شیراز، سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز در حوزه اتوبوس‌رانی و سازمان حمل‌ونقل ریلی شهرداری شیراز در حوزه مترو فعالیت می‌کند. بنابراین، اطلاع‌رسانی به مسافران در خصوص خطوط اتوبوس‌رانی بر عهده سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر و در خصوص خطوط مترو بر عهده سازمان حمل‌ونقل ریلی است. لازم به ذکر است که در حال حاضر در شهر شیراز سامانه اتوبوس تندرو وجود ندارد. علاوه بر دو سازمان مذکور، برنامک‌های ساخته‌شده توسط توسعه‌دهندگان مستقل (غیردولتی) نیز برای دریافت اطلاعات مربوط به حمل‌ونقل همگانی توسط مسافران این شیوه حمل‌ونقل در این شهر به‌کار گرفته می‌شوند.

۳-۱-۳-۱- اطلاع‌رسانی به مسافران مترو

سازمان حمل‌ونقل ریلی شهرداری شیراز برای اطلاع‌رسانی به مسافران مترو روش‌ها و ابزارهای گوناگونی را به‌کار گرفته است. در جدول ۳-۱ بر اساس انواع اطلاعات مورد نیاز مسافران (موضوع بند ۳-۱-۱- گزارش حاضر) و انواع روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به مسافران (موضوع بند ۳-۱-۲- گزارش حاضر)، وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران مترو ارزیابی شده است.

جدول ۳-۱- وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران مترو

روش‌های اطلاع‌رسانی به‌کارگرفته‌شده	ابزارهای اطلاع‌رسانی به‌کارگرفته‌شده	اطلاعات ارائه‌شده	توضیحات
اطلاع‌رسانی از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی	تابلوهای پیام متغیر و تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، سرفاصله زمانی اعزام ناوگان و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- تمامی ایستگاه‌ها و پایانه‌های مترو شهر شیراز از ابزارهای مذکور برخوردارند.
اطلاع‌رسانی از طریق وسایل نقلیه همگانی	تابلوهای پیام متغیر، تابلوهای پیام ثابت و سامانه‌های صوتی	مسیر سفر	- کلیه ناوگان خطوط مترو شهر شیراز از ابزارهای مذکور برخوردارند.
اطلاع‌رسانی از طریق سایت‌های اینترنتی	اینترنت (https://shirazmetro.ir/)	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، زمان سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان*	- عدم امکان مسیریابی در سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی یک نقطه ضعف اساسی محسوب می‌شود. - در حال حاضر سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی با مشکل مواجه شده و هیچ‌یک از اطلاعات مذکور را نشان نمی‌دهد.
اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه	تلفن همراه: برنامک‌ها	- برنامک «نشان»: مسیریابی سفر و هزینه سفر - برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز»: مسیر سفر، مسیریابی سفر و هزینه سفر	- برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» با همکاری شهرداری شیراز و سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) توسعه داده شده است. - برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» می‌تواند با استفاده از موقعیت مکانی تلفن همراه یک کاربر، خطوط عبوری از محدوده موقعیت این کاربر و مسیر و ایستگاه‌های مربوط به این خطوط را به او نشان دهد.

* : این اطلاعات سابقاً در سایت مذکور وجود داشته اما در خردادماه سال ۱۴۰۳ این اطلاعات در دسترس نیست.

۳-۱-۳-۲- اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس

سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز نیز برای اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس روش‌ها و ابزارهای گوناگونی را به‌کار گرفته است. در جدول ۳-۲ بر اساس انواع اطلاعات مورد نیاز مسافران (موضوع بند ۳-۱-۱- گزارش حاضر) و انواع روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی به مسافران (موضوع بند ۳-۱-۲- گزارش حاضر)، وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس ارزیابی شده است.

جدول ۳-۲- وضعیت شهر شیراز در حوزه اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس

روش‌های اطلاع‌رسانی به‌کارگرفته‌شده	ابزارهای اطلاع‌رسانی به‌کارگرفته‌شده	اطلاعات ارائه‌شده	توضیحات
اطلاع‌رسانی از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی	تابلوهای پیام متغیر و تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی و هزینه سفر	- تنها پایانه‌های بزرگ و چندوجهی (مانند پایانه نمازی و پایانه شهید دستغیب) از تابلوهای پیام متغیر برخوردارند. - وضعیت اطلاع‌رسانی در ایستگاه‌ها مناسب نیست. (هیچ‌یک از ایستگاه‌ها تابلوهای پیام متغیر و پیام ثابت ندارند)
اطلاع‌رسانی از طریق وسایل نقلیه همگانی	تابلوهای پیام متغیر، تابلوهای پیام ثابت و سامانه‌های صوتی	مسیر سفر و هزینه سفر	- عمده ناوگان خطوط اتوبوس‌رانی تابلوهای پیام متغیر و سامانه‌های صوتی ندارند.
اطلاع‌رسانی از طریق سایت‌های اینترنتی [۸]	اینترنت (https://ctransportation.shiraz.ir/)	مسیریابی سفر و هزینه سفر	-
اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه	تلفن همراه: برنامک‌ها	- برنامک «نشان»: مسیریابی سفر و هزینه سفر - برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز»: مسیر سفر، مسیریابی سفر و هزینه سفر	-

۳-۱-۳-۳- اطلاع‌رسانی یکپارچه به مسافران حمل‌ونقل همگانی

با توجه به این‌که بخش قابل‌توجهی از مسافران حمل‌ونقل همگانی برای رسیدن به مبدأ موردنظر خود از بیش از یک نوع سامانه حمل‌ونقل همگانی استفاده می‌کنند (حمل‌ونقل ترکیبی/چندوجهی)، اطلاع‌رسانی یکپارچه به مسافران حمل‌ونقل همگانی کمک شایانی به افزایش بهره‌وری انواع سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی موجود در یک شهر خواهد کرد. این مسئله به‌ویژه هنگام مسیریابی سفرهای چندوجهی اهمیت بسیار بیشتری می‌یابد. مسافران حمل‌ونقل همگانی در شهر شیراز برای مسیریابی چندوجهی سفرهای خود می‌توانند از سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر و برنامک‌های «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» استفاده کنند.

شکل ۳-۱، شکل ۳-۳ و شکل ۳-۴ مسیریابی بین مبدأ چهارراه خلدبرین و مقصد میدان احسان را به‌ترتیب با استفاده از سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر، «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» نمایش می‌دهد:

۱) در شکل ۳-۱ (مسیریابی با سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر)، هفت مسیر به مسافران حمل‌ونقل همگانی بین مبدأ و مقصد مذکور پیشنهاد شده است که از میان آن‌ها، دو مسیر تنها با

استفاده از یک خط اتوبوس (مسیرهای شماره ۱ و ۳)، سه مسیر با استفاده از دو خط اتوبوس (مسیرهای شماره ۵ تا ۷) و دو مسیر ترکیبی با استفاده از یک خط مترو و یک خط اتوبوس (مسیرهای شماره ۲ و ۴) مسافران را به مقصد می‌رساند. کاربران با کلیک کردن بر روی هر مسیر می‌توانند جزئیات ارائه‌شده مربوطه را مشاهده کنند. شکل ۳-۲ جزئیات تمامی مسیرهای پیشنهادی در شکل ۳-۱ را به‌تصویر کشیده است.

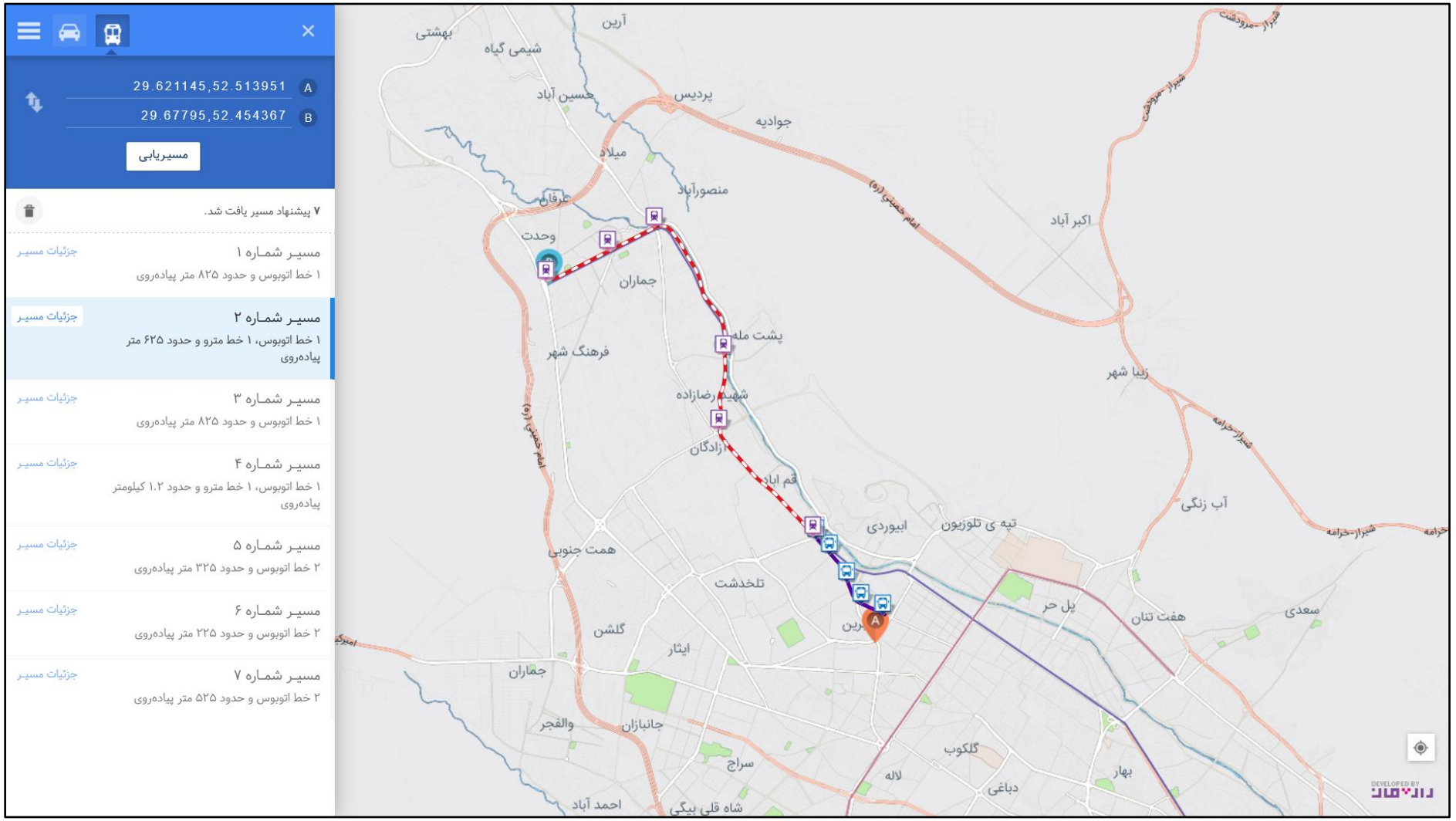
۲) در شکل ۳-۳ (مسیریابی با برنامک نقشه هوشمند شهرداری شیراز) نیز هفت مسیر به مسافران حمل‌ونقل همگانی بین مبدأ و مقصد مذکور پیشنهاد شده است که تمامی این مسیرها با مسیرهای پیشنهادشده در شکل ۳-۱ یکسان هستند. علت این مسئله این است که نقشه سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر و برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» هر دو بر یک بستر پیاده‌سازی شده‌اند و از نظر عملکردی تفاوتی با یکدیگر ندارند.

۳) در شکل ۳-۴ (مسیریابی با برنامک نشان)، چهار مسیر به مسافران حمل‌ونقل همگانی بین مبدأ و مقصد مذکور پیشنهاد شده است که از میان آن‌ها، دو مسیر تنها با استفاده از یک خط اتوبوس (مسیرهای شماره ۲ و ۳) و دو مسیر ترکیبی با استفاده از یک خط مترو و یک خط اتوبوس (مسیرهای شماره ۱ و ۴) مسافران را به مقصد می‌رساند. کاربران با انتخاب گزینه «گام‌های مسیر» می‌توانند جزئیات سفر هر مسیر پیشنهادی را مشاهده کنند. شکل ۳-۵ این جزئیات را نمایش می‌دهد.

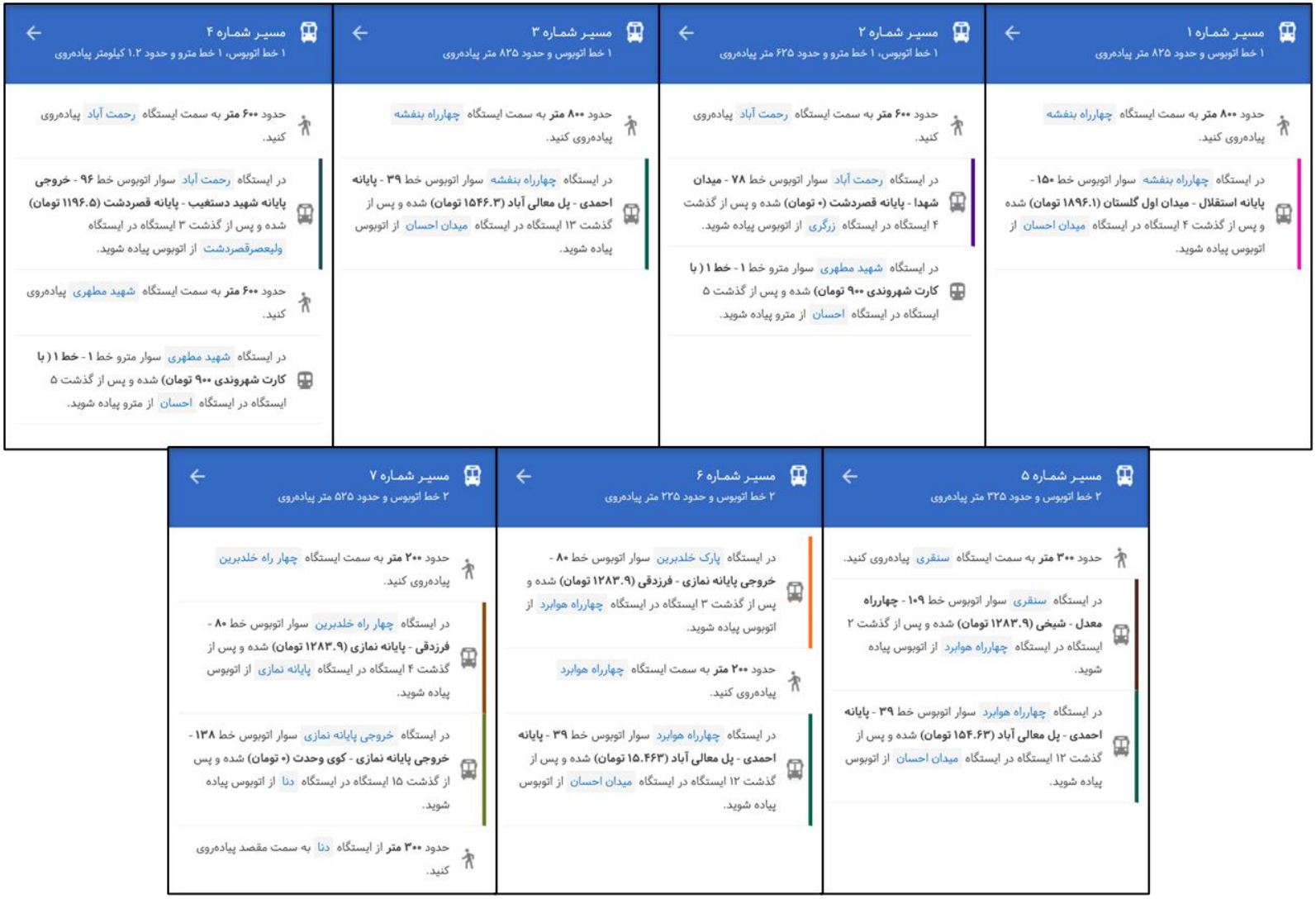
۳-۱-۴- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی

پیش از ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند جهت اطلاع‌رسانی وضعیت حمل‌ونقل همگانی، باید به این نکته اشاره کرد که ابتدا باید وضعیت اطلاع‌رسانی به روش‌های معمول و پایه و قبل از هوشمندسازی در ایستگاه‌ها ارائه شود. این اطلاعات شامل اسامی خطوط عبوری، مبدأ و مقصد مسیر، موقعیت ایستگاه و مکان‌های مهم اطراف آن، ساعت کاری خط (اولین و آخرین زمان عبور)، جدول متوسط سرفاصله زمانی و آدرس سایت و بارکد دریافت اطلاعات مترو است که از جمله موارد اطلاع‌رسانی معمولی قابل ارائه در حمل‌ونقل همگانی است.

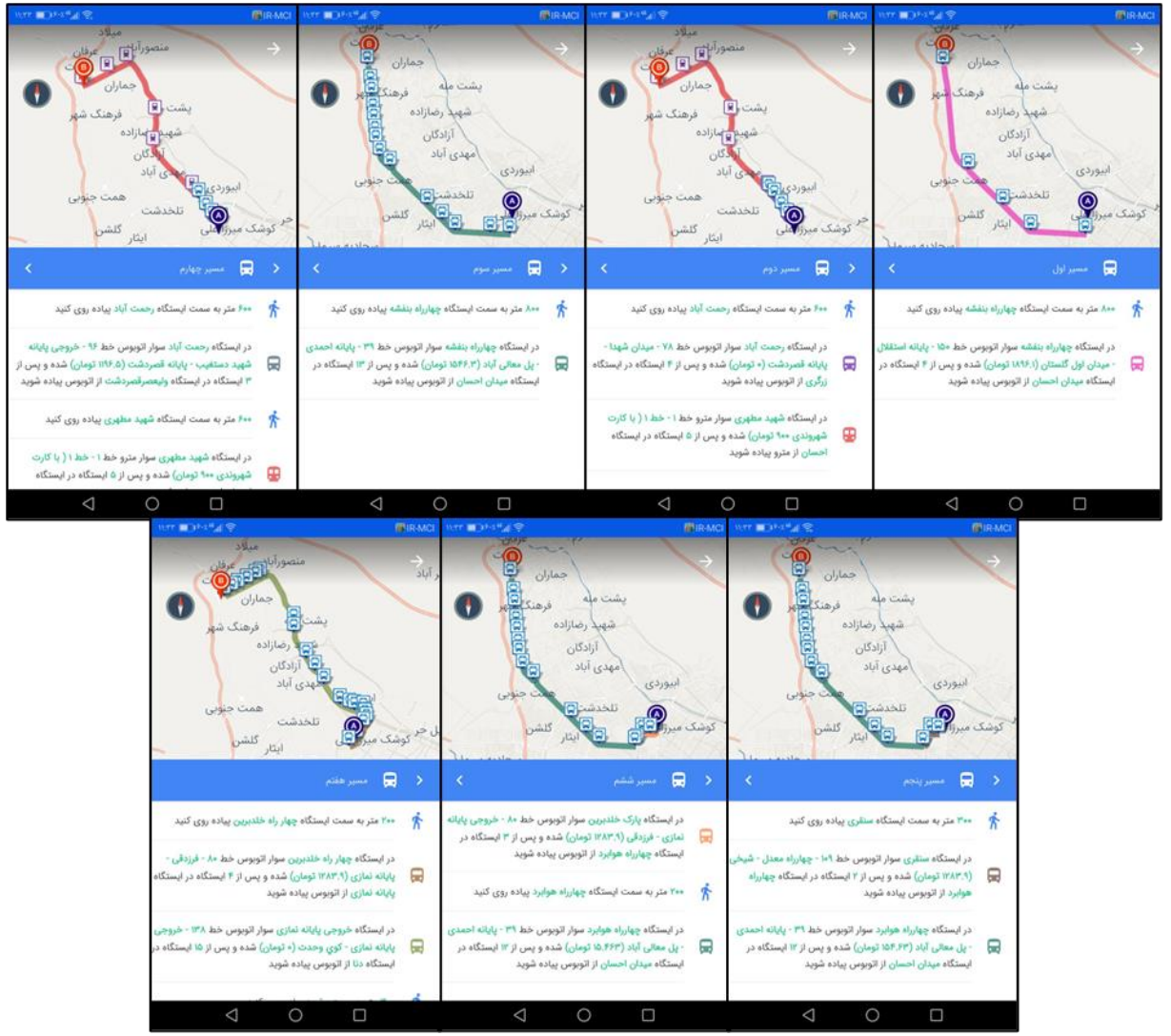
در این بخش از گزارش، انواع روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و انواع اطلاعات مورد نیاز مسافران در سامانه مترو، اتوبوس تندرو و اتوبوس عادی به ترتیب در جدول ۳-۳، جدول ۳-۴ و جدول ۳-۵ پیشنهاد شده است.



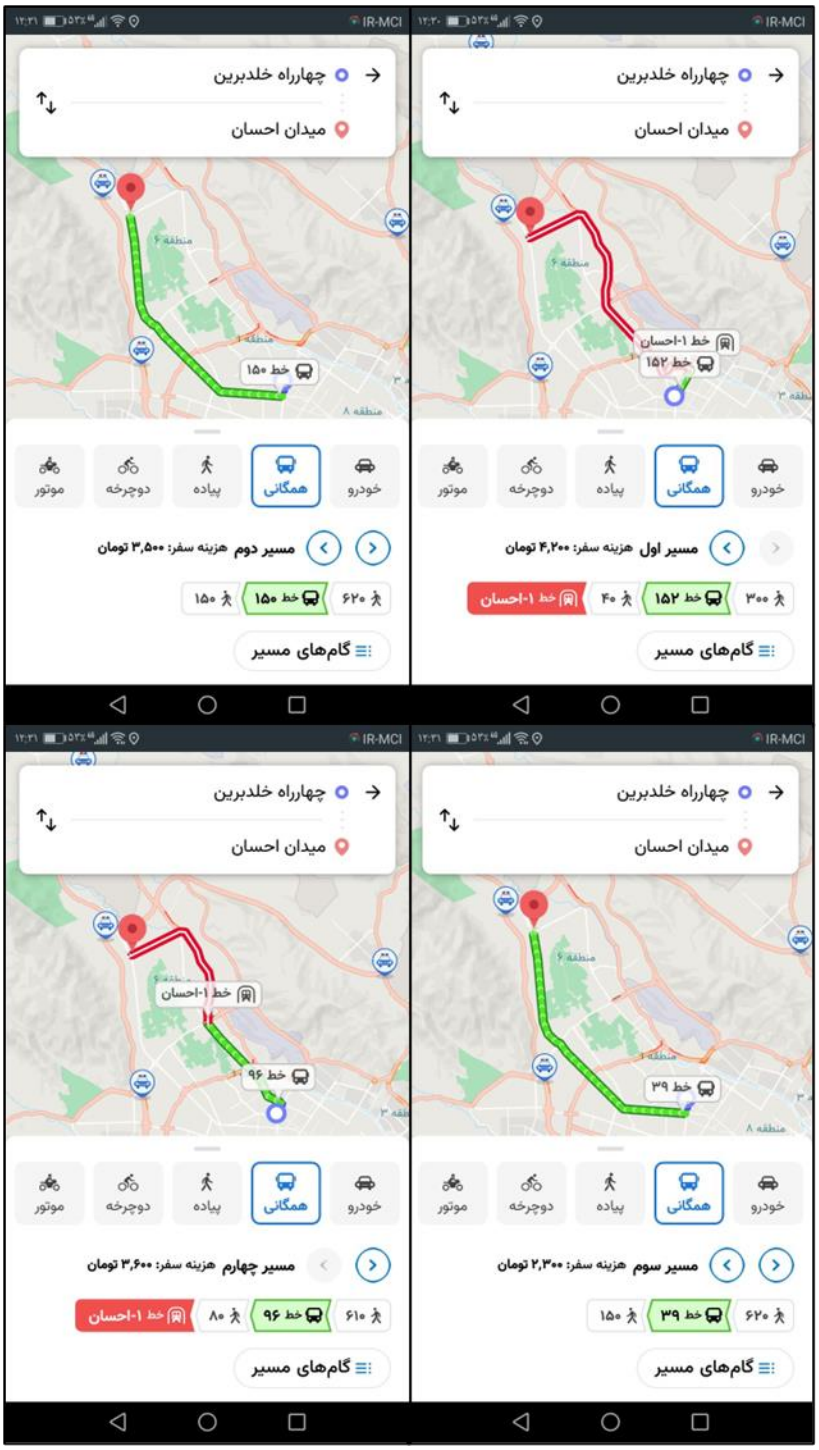
شکل ۳-۱- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر [۹]



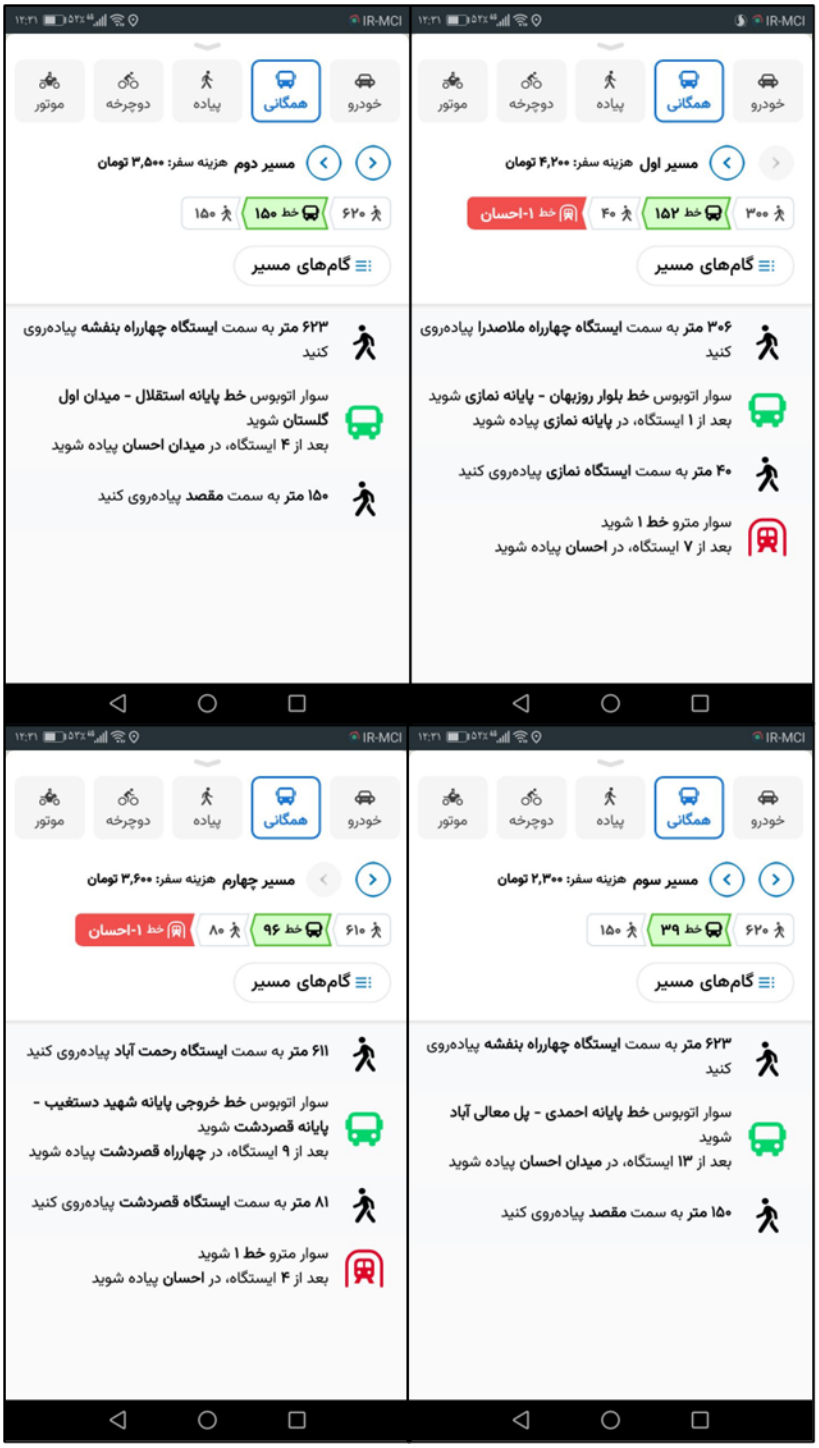
شکل ۳-۲- جزئیات مسیرهای حمل‌ونقل همگانی پیشنهادشده در شکل ۳-۱ [۹]



شکل ۳-۳- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز»



شکل ۳-۴- مسیریابی حمل‌ونقل همگانی با استفاده از برنامک «نشان»



شکل ۳-۵- جزئیات مسیرهای حمل‌ونقل همگانی پیشنهادشده در شکل ۳-۴

جدول ۳-۳- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران مترو

روش	ابزار		اطلاعات	توضیحات
اطلاع‌رسانی از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	زمان سفر و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، باید زمان سفر از ایستگاه یا پایانه فعلی به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی به مسافران نشان داده شود.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان	-
	سامانه‌های صوتی		مسیر سفر، اعلام ورود ناوگان و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط سامانه‌های صوتیِ ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، مقصد نهایی (جهت حرکت) و ایستگاه بعدی هر ناوگانی که در حال ورود به سکوی متروست باید به مسافران اعلام شود. - سامانه‌های صوتی علاوه بر اطلاعات مذکور باید هشدارهای ایمنی و امنیتی، وقوع تغییرات پیش‌بینی‌نشده (نظیر تغییر زمان‌بندی حرکت ناوگان، تغییر مسیرها و ...)، الزامات قانونی و در صورت لزوم توصیه‌های فرهنگی را به مسافران ارائه کنند.
اطلاع‌رسانی از طریق وسایل نقلیه همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	مسیر سفر، زمان سفر و موقعیت ناوگان	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ بیرون ناوگان، کافیست مقصد نهایی (جهت حرکت) ناوگان‌ها به مسافران نشان داده شود. - برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ درون ناوگان، می‌توان زمان سفر از موقعیت فعلی ناوگان به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی را به‌صورت شمارش معکوس به مسافران نشان داد.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر و بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی	-
	سامانه‌های صوتی		مسیر سفر	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط سامانه‌های صوتیِ ناوگان، نام ایستگاهی که ناوگان در آن توقف کرده و نام ایستگاه بعدی که ناوگان به‌سوی آن در حال حرکت است باید اعلام شود (این اطلاعات به‌نوعی نشان‌دهنده موقعیت ناوگان نیز هست).
اطلاع‌رسانی از طریق سایت‌های اینترنتی	اینترنت (https://shirazmetro.ir/)		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان، امکانات هر ایستگاه مانند پله‌برقی، آسانسور، مناسب‌سازی برای عبور صندلی چرخ‌دار، داشتن فضای پارک دوچرخه	- اطلاعاتی مانند فعال‌بودن آسانسور باید به‌لحظه باشد - امکان مسیریابی بین مدی هم باید ذکر شود
اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه	تلفن همراه: تماس تلفنی، پیام کوتاه و برنامک‌ها		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر، سرفاصله زمانی اعزام ناوگان و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- هنگامی‌که مسافران اقدام به مسیریابی می‌کنند، چنانچه زمان انجام این اقدام خارج از بازه زمانی فعالیت خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی باشد، سامانه تماس تلفنی، پیام کوتاه و یا برنامک‌ها باید به مسافران اطلاع دهد که خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی مدنظر آن‌ها در این زمان خدمت‌رسانی نمی‌کنند.

جدول ۳-۴- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران اتوبوس تندرو

روش	ابزار		اطلاعات	توضیحات
اطلاع‌رسانی از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	زمان سفر و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، باید زمان سفر از ایستگاه یا پایانه فعلی به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی به مسافران نشان داده شود.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان	-
	سامانه‌های صوتی		مسیر سفر، اعلام ورود ناوگان و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط سامانه‌های صوتیِ ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، مقصد نهایی (جهت حرکت) و ایستگاه بعدی هر ناوگانی که در حال ورود به توقفگاه است باید به مسافران اعلام شود. - سامانه‌های صوتی علاوه بر اطلاعات مذکور باید هشدارهای ایمنی و امنیتی، وقوع تغییرات پیش‌بینی‌نشده (نظیر تغییر زمان‌بندی حرکت ناوگان، تغییر مسیرها و ...)، الزامات قانونی و در صورت لزوم توصیه‌های فرهنگی را به مسافران ارائه کنند.
اطلاع‌رسانی از طریق وسایل نقلیه همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	مسیر سفر، زمان سفر و موقعیت ناوگان	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ بیرون ناوگان، کافیست مقصد نهایی (جهت حرکت) ناوگان‌ها به مسافران نشان داده شود. - برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ درون ناوگان، می‌توان زمان سفر از موقعیت فعلی ناوگان به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی را به‌صورت شمارش معکوس به مسافران نشان داد.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر و بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی	-
	سامانه‌های صوتی		مسیر سفر	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط سامانه‌های صوتیِ ناوگان، نام ایستگاهی که ناوگان در آن توقف کرده و نام ایستگاه بعدی که ناوگان به‌سوی آن در حال حرکت است باید اعلام شود (این اطلاعات به‌نوعی نشان‌دهنده موقعیت ناوگان نیز هست).
اطلاع‌رسانی از طریق سایت‌های اینترنتی	اینترنت		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان	زمان سفر می‌تواند به‌صورت استاتیک، به‌لحظه و یا بر مبنای پیش‌بینی کوتاه‌مدت و حتی برای هفته‌های آینده، روز و ساعت موردنظر انجام شود. این قابلیت در برنامه‌های تلفن همراه هم ممکن است.
اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه	تلفن همراه: تماس تلفنی، پیام کوتاه و برنامک‌ها		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر، سرفاصله زمانی اعزام ناوگان، زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی و موقعیت ناوگان	- هنگامی‌که مسافران اقدام به مسیریابی می‌کنند، چنانچه زمان انجام این اقدام خارج از بازه زمانی فعالیت خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی باشد، سامانه تماس تلفنی، پیام کوتاه و یا برنامک‌ها باید به مسافران اطلاع دهد که خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی مدنظر آن‌ها در این زمان خدمت‌رسانی نمی‌کنند. - برنامک‌ها باید موقعیت ناوگان بعدی را به مسافرانی که در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها در حال انتظار هستند، نمایش دهند.

جدول ۳-۵- پیشنهاد روش‌ها و ابزارهای اطلاع‌رسانی و اطلاعات مورد نیاز مسافران اتوبوس عادی

روش	ابزار		اطلاعات	توضیحات
اطلاع‌رسانی از طریق ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	زمان سفر و زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی	- برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ ایستگاه‌ها و پایانه‌ها، باید زمان سفر از ایستگاه یا پایانه فعلی به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی به مسافران نشان داده شود.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان	- در هر ایستگاه، تابلوهای پیام ثابت باید اطلاعات مذکور را برای کلیه خطوطی که از آن ایستگاه عبور می‌کنند، ارائه دهند.
اطلاع‌رسانی از طریق وسایل نقلیه همگانی	تابلوها	تابلوهای پیام متغیر	مسیر سفر، زمان سفر و موقعیت ناوگان	- تابلوهای پیام متغیرِ بیرون ناوگان باید مسیر سفر و پایانه‌ای که ناوگان به‌سوی آن در حرکت است را به مسافران نشان دهند. - اطلاعات ارائه‌شده به مسافران در خصوص مسیر سفر باید به‌صورت خلاصه و شامل مهم‌ترین معابر، میادین و محلاتی باشد که ناوگان از آن عبور می‌کند. - برای ارائه اطلاعات زمان سفر توسط تابلوهای پیام متغیرِ درون ناوگان، می‌توان زمان سفر از موقعیت فعلی ناوگان به ایستگاه‌ها یا پایانه‌های بعدی را به‌صورت شمارش معکوس به مسافران نشان داد.
		تابلوهای پیام ثابت	مسیر سفر، هزینه سفر و بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی	- با توجه به این‌که در سامانه اتوبوس عادی معمولاً کرایه در داخل ناوگان و هنگام پیاده شدن پرداخت می‌شود، هزینه سفر باید در داخل ناوگان به مسافران نشان داده شود.
	سامانه‌های صوتی		مسیر سفر	- برای ارائه اطلاعات مسیر سفر توسط سامانه‌های صوتیِ ناوگان، نام ایستگاهی که ناوگان در آن توقف کرده و نام ایستگاه بعدی که ناوگان به‌سوی آن در حال حرکت است باید اعلام شود (این اطلاعات به‌نوعی نشان‌دهنده موقعیت ناوگان نیز هست).
اطلاع‌رسانی از طریق سایت‌های اینترنتی	اینترنت (https://ctransportation.shiraz.ir/)		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان	زمان سفر می‌تواند به‌صورت استاتیک، به‌لحظه و یا بر مبنای پیش‌بینی کوتاه‌مدت و حتی برای هفته‌های آینده، روز و ساعت موردنظر انجام شود. این قابلیت در برنامه‌های تلفن همراه هم ممکن است.
اطلاع‌رسانی از طریق تلفن همراه	تلفن همراه: تماس تلفنی، پیام کوتاه و برنامک‌ها		مسیر سفر، مسیریابی سفر، بازه زمانی فعالیت خط/سامانه حمل‌ونقل همگانی، هزینه سفر، زمان سفر، سرفاصله زمانی اعزام ناوگان، زمان دقیق انتظار تا رسیدن ناوگان بعدی و موقعیت ناوگان	- هنگامی‌که مسافران اقدام به مسیریابی می‌کنند، چنانچه زمان انجام این اقدام خارج از بازه زمانی فعالیت خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی باشد، سامانه تماس تلفنی، پیام کوتاه و یا برنامک‌ها باید به مسافران اطلاع دهد که خطوط/سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی مدنظر آن‌ها در این زمان فعالیت (خدمت‌رسانی) نمی‌کنند. - برنامک‌ها باید موقعیت ناوگان بعدی را به مسافرانی که در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها در حال انتظار هستند، نمایش دهند.

۳-۱-۵- مهم‌ترین تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی

سامانه‌های فناوری اطلاعات[۱] به مرکز کنترل در مدیریت عملیات ناوگان‌های حمل‌ونقل همگانی کمک می‌کنند. این سامانه‌ها که به‌عنوان سامانه‌های نظارت خودکار وسیله نقلیه (AVM[۲]) یا سامانه‌های مکان‌یاب خودکار وسیله نقلیه (AVL) شناخته می‌شوند، با حفظ سرفاصله‌های زمانی از پیش برنامه‌ریزی‌شده، قابلیت اطمینان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی را افزایش می‌دهند. سامانه‌های مذکور همچنین این قابلیت را به مرکز کنترل می‌دهند که به تغییرات غیرمنتظره تقاضا، اختلالات، شرایط اضطراری، خرابی ناوگان، ازدحام ترافیکی و ... پاسخ دهد. جایگزین کردن ناوگان، افزودن ناوگان به خطوط، جایگزین کردن راننده، تغییر مسیر، تغییر زمان‌بندی و ... از جمله اقدامات اصلاحی مرکز کنترل در پاسخ به رخدادهای گوناگون است. مرکز کنترل همچنین با استفاده از داده‌های تولیدشده توسط سامانه‌های AVM/AVL، زمان ورود و خروج ناوگان به ایستگاه‌ها و پایانه‌ها را ثبت کرده و با استفاده از این اطلاعات، شاخص عملکرد خدمات را ارزیابی و برنامه‌های خدمت‌رسانی را مجدداً سازمان‌دهی می‌کند [۱۰].

اجزای کلیدی یک سامانه AVM/AVL عبارتند از [۱۰]:

۱) یک مرکز کنترل که از طریق آن عملیات مدیریت می‌شود؛ رایانه‌های مرکز کنترل، نرم‌افزار AVM/AVL را اجرا می‌کنند. این نرم‌افزار طیف گسترده‌ای از فرآیندهای مدیریت خدمات را تسهیل می‌کند. به‌عنوان نمونه، شکل ۳-۶ مرکز کنترل مدیریت عملیات اتوبوس تندرو در بوگوتا[۳] (پایتخت کلمبیا) را نشان می‌دهد.

۲) یک سامانه موقعیت‌یاب جهانی که کلیه ناوگان‌ها به آن مجهز هستند؛ این سامانه، اطلاعات مکانی-زمانی ناوگان‌ها را ثبت و در لحظه به مرکز کنترل ارسال می‌کند.

۳) یک سامانه ارتباطی بین وسیله نقلیه و مرکز کنترل؛ این سامانه در لحظه اطلاعات را به راننده رسانده و ارتباط او با مرکز کنترل را تسهیل می‌کند.

در جدول ۳-۶ مؤلفه‌های سامانه‌های AVM/AVL معرفی و تشریح شده‌اند. شکل ۳-۷ معماری یک سامانه AVM/AVL را نشان می‌دهد [۱۰].

---

[۱] Information Technology (IT)

[۲] Automatic Vehicle Monitoring

[۳] Bogotá

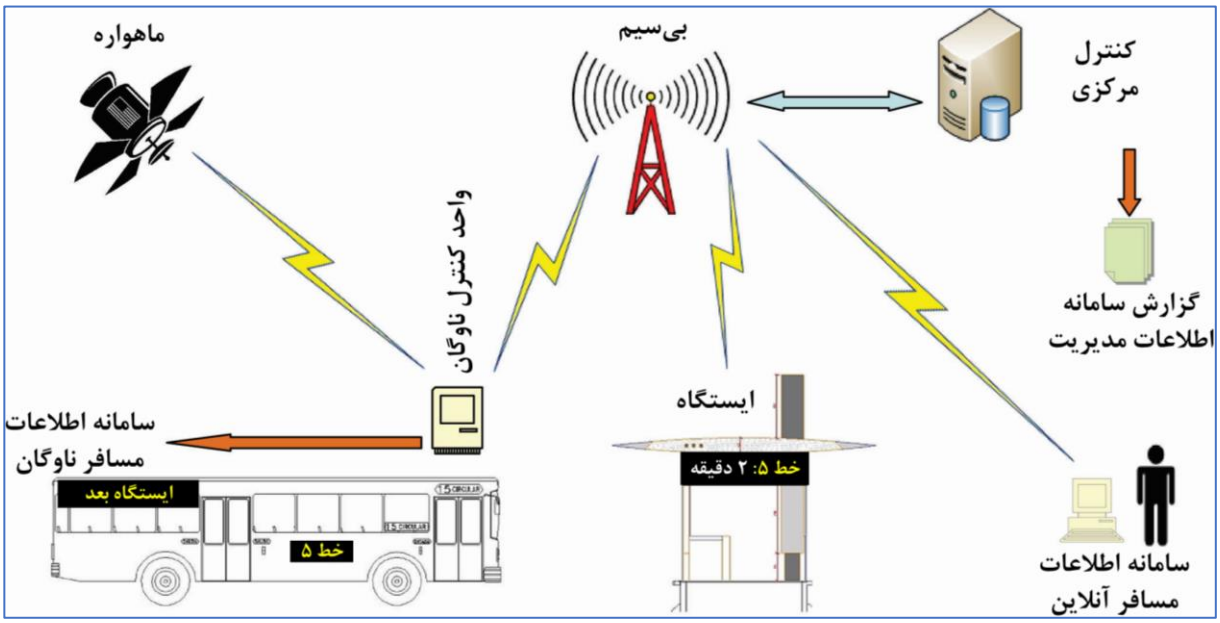
شکل ۳-۶- مرکز کنترل مدیریت عملیات ناوگان اتوبوس تندرو در بوگوتا [۱۰]

جدول ۳-۶- مؤلفه‌های سامانه‌های AVM/AVL [۱۰]

مؤلفه	توصیف
مونتینگ[1]	در داخل داشبورد تعبیه یا روی داشبورد نصب می‌شود. محل تعبیه یا نصب نزدیک صندلی راننده و به‌راحتی در دید وی است.
واحد GPS	برای دریافت موقعیت دقیق جغرافیایی، ردیابی مسافت و محاسبه کیلومتراژ سفر، سرعت لحظه‌ای و متوسط و ... به‌کار می‌رود.
ماژول ارتباط بی‌سیم[2]	رابطی است که بر مبنای پروتکل‌های انتقال داده با سرعت بالا مانند سامانه جهانی ارتباطات سیار[3]، دسترسی چندگانه تقسیم کُدی[4] یا دسترسی چندگانه تقسیم کُدیِ پهن‌باند[5] عمل کرده و برای ارسال اطلاعات مکانی به‌صورت بی‌سیم به مرکز کنترل و دریافت هشدارها و به‌روزسانی‌های لحظه‌ای به‌کار گرفته می‌شود. علاوه بر این، WCM از طریق اسپیکرها و میکروفون‌ها، تسهیلات ارتباطات دوطرفه یکپارچه بین راننده و مرکز کنترل را فراهم می‌کند.
واحد رابط راننده[6]	این واحد دارای صفحه‌کلیدهای الفبایی-عددی[7] برای ارسال پیام‌های متنی از پیش تعریف‌شده، نمایشگر LCD برای نمایش پیام‌های ارسال‌شده از طرف مرکز کنترل و اطلاعات پایه‌ای ذخیره‌شده در واحد کنترل ناوگان مانند جزئیات مسیر، پروتکل‌ها و ... و نشانگرهای LED برای هشدارها و به‌روزرسانی‌های وضعیت سامانه است. DIU همچنین به راننده این امکان را می‌دهد که اطلاعات وظیفه خود همچون کد پرسنلی، زمان آغاز و پایان سفر و اطلاعات برنامه‌های زمانی را ثبت ورود کند.

[1] Mounting
[2] Wireless Communication Module (WCM)
[3] Global System for Mobile Communications (GSM)
[4] Code Division Multiple Access (CDMA)
[5] Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA)
[6] Driver Interface Unit (DIU)
[7] Alphanumeric Keypads

مؤلفه	توصیف
واحد کنترل ناوگان	واحد کنترل ناوگان اساساً یک واحد یکپارچه است که از ماژول‌ها و واحدهایی مانند GPS، WCM و DIU تشکیل شده است. این واحد به‌مثابه CPU یک رایانه همراه با یکپارچگی جزئی[1] و واحدهای منطقی[2] اندک است و به‌عنوان رابطی بین همه تجهیزات نصب‌شده بر روی ناوگان عمل می‌کند. به‌عنوان‌مثال، واحد مذکور اطلاعات مکانی را از طریق یک اتصال سیمی[3] امن به سامانه اطلاعات مسافر[4] نصب‌شده بر روی ناوگان (تابلوهای پیام متغیر و سامانه‌های صوتی ناوگان) می‌فرستند تا اعلان‌های تصویری و صوتی به مسافران داده شود.
یکپارچه‌سازی	واحد کنترل ناوگان به دستگاه‌های جمع‌آوری خودکار کرایه[5] این امکان را می‌دهد که از ماژول ارتباط بی‌سیم این واحد به‌عنوان مسیری برای انتقال داده‌های AFC به مرکز کنترل استفاده کنند. واحد مذکور همچنین این انعطاف‌پذیری را دارد که بتواند یک رابط کوتاه‌برد بی‌سیم و سیمی را یکپارچه ساخته تا به‌عنوان یک مسیر انتقال داده بین دستگاه‌های AFC نصب‌شده بر روی ناوگان و مرکز کنترل عمل کند.
خروجی اولیه	واحد کنترل ناوگان به مرکز کنترل کمک می‌کند تا گزارش‌های خروجی اولیه نظیر زمان آغاز و پایان کار ناوگان، زمان آغاز و پایان شیفت راننده، خلاصه روزانه عملیات، وضعیت ناوگان، سرعت ناوگان، هشدارها و ... را تولید کند.



شکل ۳-۷- معماری یک سامانه AVM/AVL [۱۰]

سامانه اطلاعات مسافر (PIS) اطلاعات لحظه‌ای، پیش از سفر و حین سفر را در مورد زمان ورود ناوگان، مقاصد، تغییرات خدمت‌رسانی، اختلالات ایستگاه‌ها و ... مخابره می‌کند. این سامانه همچنین می‌تواند اطلاعات را از طریق اینترنت، پیام کوتاه و سایر بسترها[6] منتشر کند. به‌عنوان‌مثال، نمایشگرهای بیرونی ناوگان، مقصد

[1] Partial Integration
[2] Logical Units
[3] Wired
[4] Passenger Information System (PIS)
[5] Automatic Fare Collection (AFC)
[6] Platforms

ناوگان را نشان می‌دهند. در داخل ناوگان، تجهیزات صوتی و تصویری، مسافران را از ایستگاه‌های بعدی مطلع می‌کنند. نکته اساسی که باید به آن توجه شود این است که اطلاعاتی که به PIS داده می‌شود با استفاده از داده‌های سامانه AVM/AVL تولید و از طریق سیم‌کشی یا سرویس عمومی بسته‌های رادیویی (GPRS[1]) به ایستگاه‌ها منتقل می‌شود. اطلاعات داخل ناوگان نیز پیش از سفر برنامه‌ریزی و در دستگاه‌های نصب‌شده بر روی ناوگان بارگذاری می‌شود [۱۰]. شکل ۳-۸ معماری یک سامانه اطلاعات مسافر را نشان می‌دهد [۱۱].

شکل ۳-۸- معماری یک سامانه اطلاعات مسافر (PIS) [۱۱]

به‌طور خلاصه، اطلاع‌رسانی هوشمند به مسافران بدون به‌کارگیری سامانه‌های AVM/AVL امکان‌پذیر نیست [۱۲]. به‌عبارت‌دیگر، سامانه‌های AVM/AVL ستون فقرات اطلاع‌رسانی هوشمند به مسافران هستند. در حقیقت اطلاعات دریافت‌شده توسط این سامانه‌ها پس از پردازش، به اطلاعات قابل استفاده برای مسافران تبدیل و در نهایت از طریق تجهیزات اطلاع‌رسانی به آن‌ها ارائه می‌شود. بنابراین سامانه‌های AVM/AVL یا GPS، تابلوهای پیام متغیر، تابلوهای پیام ثابت، سامانه‌های صوتی، اینترنت و تلفن‌های هوشمند از جمله

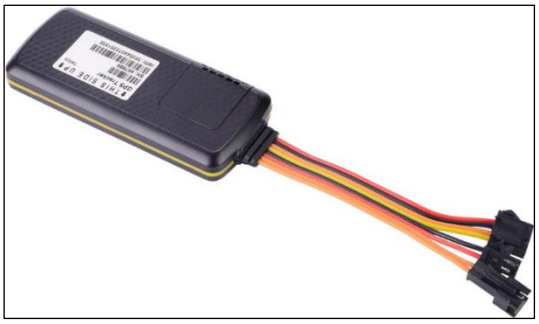
[1] General Packet Radio Service

مهم‌ترین تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی هستند. در ادامه به‌عنوان نمونه:

۱) شکل ۳-۹ یک ردیاب GPS را نشان می‌دهد. این ردیاب برای انواع وسایل نقلیه از جمله خودروی شخصی، اتوبوس، کامیون و ... قابل استفاده است.

۲) شکل ۳-۱۰ یک تابلوی پیام متغیر (نمایشگر) بیرونی ناوگان (در این‌جا اتوبوس) را نشان می‌دهد [۱۳].

۳) شکل ۳-۱۱ نمونه‌ای از نحوه اطلاع‌رسانی به مسافران در یک ایستگاه را با استفاده از تابلو پیام ثابت نشان می‌دهد. یکی از روش‌های درج اطلاعات ثابت در ایستگاه‌ها، نصب بنر است.



شکل ۳-۹- نمونه‌ای از یک ردیاب GPS وسیله نقلیه [۱۴]

شکل ۳-۱۰- نمونه‌ای از یک تابلوی پیام متغیر (نمایشگر) بیرونی ناوگان (اتوبوس) [۱۳]

شکل ۳-۱۱- نمونه‌ای از نحوه اطلاع‌رسانی به مسافران در یک ایستگاه با استفاده از تابلو پیام ثابت

۳-۱-۶- جمع‌بندی مهم‌ترین راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، ابتدا باید وضعیت اطلاع‌رسانی به روش‌های معمول و پایه و قبل از هوشمندسازی در ایستگاه‌ها ارائه شود. این اطلاعات شامل اسامی خطوط عبوری، مبدأ و مقصد مسیر، موقعیت ایستگاه و مکان‌های مهم اطراف آن، ساعت کاری خط (اولین و آخرین زمان عبور)، جدول متوسط سرفاصله زمانی و آدرس سایت و بارکد دریافت اطلاعات مترو است که از جمله موارد اطلاع‌رسانی معمولی قابل ارائه در حمل‌ونقل همگانی است. در حال حاضر اطلاعاتی که به مسافران مترو در ایستگاه‌ها، ناوگان‌ها، سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی شهرداری شیراز و نرم‌افزارهای کاربردی «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» ارائه می‌شود، تا حد زیادی اطلاعات مورد نیاز آن‌ها را پوشش می‌دهد. در این میان، عدم ارائه خدمات مسیریابی

یکپارچه انواع سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی توسط سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی، یک نقطه‌ضعف برای این سایت محسوب می‌شود که باید برطرف شود. این در حالی است که سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز با هدایت مراجعه‌کنندگان این سایت به دامنه نقشه شیراز[1] این نوع خدمت را به آن‌ها ارائه می‌دهد (شکل ۳-۱۲). بنابراین پیشنهاد می‌شود که در سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی، گزینه مسیریابی به امکانات این سایت افزوده شود؛ به‌طوری مراجعه‌کنندگان این سایت با انتخاب این گزینه به دامنه نقشه شیراز هدایت شوند. در نهایت با برطرف کردن نقطه‌ضعف مذکور، تمامی سامانه‌های فیزیکی و مجازی، روش‌ها، ابزارها و تجهیزات اطلاع‌رسانی که در حال حاضر در سامانه مترو به‌کار گرفته می‌شوند و اطلاعاتی که توسط آن‌ها ارائه می‌شود، می‌توانند برای سامانه مترو گزینه منتخب نیز به‌کار گرفته و ارائه شوند. همچنین می‌توان امکانات هر ایستگاه مانند پله‌برقی، آسانسور، مناسب‌سازی برای عبور صندلی چرخ‌دار و داشتن فضای پارک دوچرخه را نیز از این طریق اطلاع‌رسانی کرد.

شکل ۳-۱۲- گزینه مسیریابی در سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز [۸]

در زمینه اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس تندرو، با توجه به این‌که این نوع سامانه حمل‌ونقل همگانی تاکنون در شهر شیراز اجرا نشده است، نمی‌توان وضعیت این شهر را در این زمینه ارزیابی کرد. اولویت‌های

[1] https://map.shiraz.ir/

اطلاع‌رسانی به مسافران از نظر شیوه‌ها و ابزارها و اطلاعات قابل‌ارائه در سامانه اتوبوس تندرو بدین شرح است [۱۰]:

۱) در ایستگاه‌ها و پایانه‌های اتوبوس تندرو، تابلوهای پیام متغیر باید اطلاعات مسیر سفر، زمان‌بندی سفر، هزینه سفر و زمان ورود ناوگان بعدی (زمان انتظار مسافران در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها) را به‌صورت لحظه‌ای ارائه دهند. تابلوهای پیام ثابت نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

۲) در قسمت بیرونی اتوبوس‌های تندرو، شامل سمت جلو، عقب و کناره‌ها، تابلوهای پیام متغیر باید اطلاعات مسیر سفر را به‌صورت خلاصه ارائه دهند. منظور از ارائه خلاصه اطلاعات مسیر سفر، اعلام مقصد، پایانه، جهت حرکت و یا نام مهم‌ترین ایستگاه‌ها یا معابر عبوری است. تابلوهای پیام ثابت نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر با جزئیات بیشتر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

۳) در داخل اتوبوس‌های تندرو، تابلوهای پیام متغیر و سامانه‌های صوتی باید ایستگاه فعلی که ناوگان در آن توقف کرده و ایستگاه بعدی که ناوگان به‌سوی آن در حال حرکت است را اعلام کنند. تابلوهای پیام ثابت و دفترک‌ها نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

۴) سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر باید تمامی اطلاعات مربوط به خطوط اتوبوس تندرو را ارائه کند. این اطلاعات دست‌کم شامل مسیر سفر، زمان‌بندی سفر و هزینه سفر با تمام جزئیات مربوطه است. این سایت همچنین باید کلیه خدمات مربوط به مسیریابی را به‌صورت یکپارچه (مسیریابی که تمام خطوط و سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر و غیرانبوه‌بر را لحاظ می‌کند) به کاربران ارائه دهد.

۵) برنامک‌ها «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» که در حال حاضر امکان مسیریابی یکپارچه را برای کاربران فراهم کرده‌اند و هزینه و گام‌های سفر مسیرهای پیشنهادی را به آن‌ها نشان می‌دهند، می‌بایست زمان ورود ناوگان بعدی را نیز به مسافران اطلاع دهند. موقعیت ناوگان بعدی نیز می‌تواند توسط برنامک‌ها مذکور بر روی نقشه شبکه معابر نمایش داده شود.

اولویت‌های اطلاع‌رسانی به مسافران سامانه اتوبوس‌رانی (اتوبوس عادی) از نظر شیوه‌ها و ابزارها و اطلاعات قابل‌ارائه بدین وصف است:

۱) در ایستگاه‌های اتوبوس‌رانی، تابلوهای پیام ثابت باید برای ارائه اطلاعات مسیر سفر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند. در هر ایستگاه، اطلاعات مذکور باید برای تمامی خطوطی که در آن ایستگاه توقف دارند، ارائه شود. در این صورت، مسافران وارد هر ایستگاهی که می‌شوند، مطلع خواهند شد که چند خط اتوبوس در آن ایستگاه توقف داشته، مسیر سفر هر یک از این خطوط چگونه بوده و هزینه سفر با آن‌ها چقدر است.

۲) در پایانه‌های اتوبوس‌رانی، تابلوهای پیام متغیر باید اطلاعات مسیر سفر، زمان‌بندی سفر، هزینه سفر و زمان ورود ناوگان بعدی (زمان انتظار مسافران در پایانه‌ها) را به‌صورت لحظه‌ای ارائه دهند. تابلوهای پیام ثابت نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

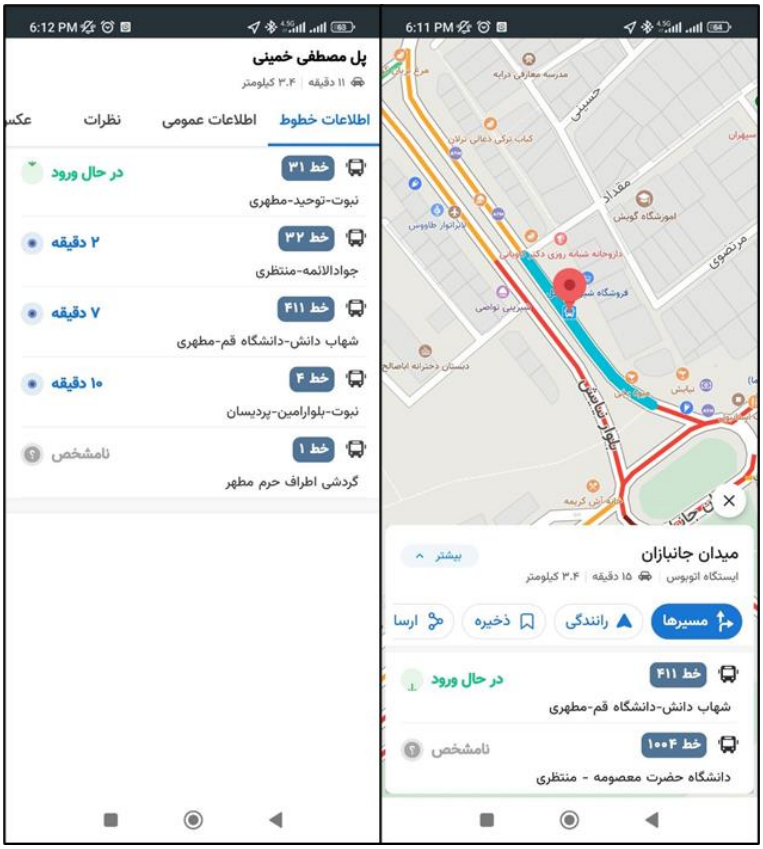
۳) در قسمت بیرونی اتوبوس‌ها، شامل سمت جلو، عقب و کناره‌ها، تابلوهای پیام متغیر باید اطلاعات مسیر سفر را به‌صورت خلاصه ارائه دهند. منظور از ارائه خلاصه اطلاعات مسیر سفر، اعلام مقصد، پایانه، جهت حرکت و یا نام مهم‌ترین ایستگاه‌ها یا معابر عبوری است. تابلوهای پیام ثابت نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر با جزئیات بیشتر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

۴) در داخل اتوبوس‌ها، تابلوهای پیام متغیر و سامانه‌های صوتی باید ایستگاه فعلی که ناوگان در آن توقف کرده و ایستگاه بعدی که ناوگان به‌سوی آن در حرکت است را اعلام کنند. تابلوهای پیام ثابت و دفترک‌ها نیز می‌توانند برای ارائه اطلاعات مسیر سفر و هزینه سفر به‌کار گرفته شوند.

۵) سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر باید تمامی اطلاعات مربوط به خطوط اتوبوس‌رانی را ارائه دهد. این اطلاعات دست‌کم شامل مسیر سفر، زمان‌بندی سفر و هزینه سفر با تمام جزئیات مربوطه است. لازم به ذکر است که در حال حاضر این سایت خدمات مربوط به مسیریابی را به‌صورت یکپارچه (مسیریابی که تمام خطوط و سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر و غیرانبوه‌بر را لحاظ می‌کند) به کاربران ارائه می‌دهد.

۶) برنامک‌ها «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» که در حال حاضر امکان مسیریابی یکپارچه را برای کاربران فراهم کرده‌اند و هزینه و گام‌های سفر مسیرهای پیشنهادی را به آن‌ها نشان می‌دهند، می‌بایست زمان ورود ناوگان بعدی را نیز به مسافران اطلاع دهند. موقعیت ناوگان بعدی نیز می‌تواند توسط برنامک‌ها مذکور بر روی نقشه شبکه معابر نمایش داده شود.

امروزه اطلاع‌رسانی از طریق تلفن‌های همراه هوشمند به‌واسطه برنامک‌ها به مهم‌ترین و اصلی‌ترین راهکار و ابزار اطلاع‌رسانی تبدیل شده است. همان‌طور که چندین بار به شکل‌های مختلف مطرح گردید، مسافران می‌توانند با استفاده از برنامک‌ها «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» یا «نشان»، مبدأ و مقصد سفر خود را تعیین کرده و مسیرهای حمل‌ونقل همگانی پیشنهادی را به همراه هزینه سفر مربوط به هر مسیر مشاهده کنند. بنابراین در حال حاضر، خدمات اطلاع‌رسانی ارائه‌شده توسط این دو برنامک مناسب ارزیابی می‌شود؛ لیکن چنانچه قابلیت اعلام زمان ورود یا موقعیت ناوگان بعدی به این برنامه‌ها افزوده شود، عملکرد آن‌ها از نظر اطلاع‌رسانی هوشمند به مسافران تکمیل خواهد شد. هم‌اکنون برنامک «نشان» در شهر قم از چنین قابلیتی برخوردار است[1]. ضمن این‌که مسیر خطوط را نیز به‌طور خلاصه به کاربران ارائه می‌دهد. شکل ۳-۱۳ مؤید این موضوع است. لازم به ذکر است که در شهر شیراز، به نظر می‌رسد برنامک «نشان» شناخته‌شده‌تر و پرکاربردتر از برنامک «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» باشد.



شکل ۳-۱۳- ارائه زمان ورود ناوگان و مسیر خطوط توسط برنامک «نشان» در شهر قم

[1] در شهر قم، سامانه AVL و برنامک «نشان» کاملاً با یکدیگر هماهنگ (Synchronize) شده‌اند.

در انتها شایان اشاره است که مجموعه روش‌ها، ابزارها و اطلاعات ذکرشده در جدول ۳-۳، جدول ۳-۴ و جدول ۳-۵ بهترین و کامل‌ترین شیوه اطلاع‌رسانی به مسافران را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که در این جمع‌بندی، راهکارهای حداقلیِ اطلاع‌رسانی به مسافران ارائه شده است.

۳-۲- شیوه اخذ کرایه (یکپارچه، باز/بسته) و تجهیزات مورد نیاز

سامانه‌های جمع‌آوری کرایه نقشی حیاتی در موفقیت یا شکست هر سامانه حمل‌ونقل همگانی ایفا می‌کنند. کرایه‌های بالا و روش‌های نامناسب جمع‌آوری کرایه منجر به نارضایتی مسافران می‌شود؛ درحالی‌که کرایه‌های مقرون‌به‌صرفه و سادگی و سهولت پرداخت کرایه جذب مسافران را افزایش می‌دهد [۱۰].

وابستگی به بلیت‌های کاغذی یا پول نقد برای جمع‌آوری کرایه، منجر به تأخیر کاربران و هدر رفتن درآمدها می‌شود. این روزها فناوری‌های پیشرفته با به‌کارگیری تجهیزات الکترونیکی، روش‌های هوشمندی را برای جمع‌آوری سریع‌تر و امن‌تر کرایه عرضه کرده‌اند. در حال حاضر سامانه‌های فناوری اطلاعاتی که برای جمع‌آوری کرایه‌ها به‌کار برده می‌شوند، امور مربوط به مدیریت درآمد، سامانه‌های مدیریت مالی و جمع‌آوری خودکار کرایه[۱] را اداره می‌کنند [۱۰].

سامانه‌های پرداخت الکترونیکی کرایه در مقابل پرداخت کرایه به‌صورت نقدی یا با استفاده از بلیت کاغذی، مزایای عمده‌ای را برای متولیان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی و مسافران به ارمغان می‌آورند. فروش انعطاف‌پذیرتر بلیت، هزینه‌های کمتر اداری و مدیریتی و بازاریابی بهتر از جمله مزایای سامانه‌های پرداخت الکترونیکی کرایه است. این سامانه‌ها همچنین منجر به‌صرفه‌جویی در وقت مسافران شده و سفر آن‌ها را راحت‌تر و امن‌تر می‌کنند [۲].

در حقیقت شیوه پرداخت کرایه تأثیر زیادی بر زمان سوار/پیاده شدن مسافران و سرعت خدمت‌رسانی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی دارد. استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر پرداخت کرایه مانند کارت‌های هوشمند الکترونیکی، سرعت سوار/پیاده شدن مسافران را افزایش داده و کمک شایانی به افزایش کارایی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی می‌کند [۷, ۱۲]. افزایش قابلیت اطمینان زمان سفر سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، صرفه‌جویی در مصرف سوخت، کاهش آلودگی هوا و کاهش هزینه‌های عملیاتی ناشی از کاهش زمان توقف ناوگان به‌منظور جمع‌آوری کرایه، کاهش احتمال فرار از پرداخت کرایه و نتیجتاً افزایش درآمدها، بی‌نیاز کردن مسافران و رانندگان از به همراه داشتن مبلغ دقیق کرایه به‌صورت نقدی و حل مشکل کمبود پول خورد، کاهش

[۱] Automatic Fare Collection (AFC)

مجادله مسافران و رانندگان بر سر باقی‌مانده کرایه، افزایش راحتی و رضایت بیشتر رانندگان و افزایش سهولت و دقت جمع‌آوری اطلاعات برای متولیان و پژوهشگران حمل‌ونقل همگانی از دیگر مزایای پرداخت الکترونیکی کرایه‌ها به شمار می‌رود.

مهم‌ترین اهداف کلان به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه عبارتند از:

۱) **حذف پول نقد و بلیت‌های کاغذی و حل مشکل کمبود پول خورد از تراکنش‌های روزانه**

یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه، حذف پرداخت‌های نقدی و همچنین بلیت کاغذی است. علاوه بر این، حذف بلیت‌های کاغذی و پول نقد به حفظ محیط‌زیست کمک می‌کند.

۲) **ارتقای کارایی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی**

جمع‌آوری بلیت و تبادل پول نقد هنگام پرداخت کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، موجب کند شدن خدمت‌رسانی این سامانه‌ها به دلیل افزایش تأخیرات ناوگان‌ها هنگام اخذ کرایه می‌شود. این تأخیرات با توجه به تعدد مسافران و ایستگاه‌ها در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، کارایی این سامانه‌ها را به‌شدت کاهش می‌دهد. ازاین‌رو، سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه با به‌کارگیری کارت بلیت‌های هوشمند، سرعت جمع‌آوری کرایه را به شکل چشمگیری افزایش و بدین ترتیب کارایی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی را ارتقا می‌دهند.

۳) **افزایش جذابیت سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی**

سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه با افزایش سرعت و سهولت پرداخت کرایه حمل‌ونقل همگانی، باعث کاهش معطلی مسافران شده و جذابیت این شیوه حمل‌ونقلی را افزایش می‌دهند.

۴) **مدیریت ناوگان و خدمات حمل‌ونقل همگانی**

یکی از کاربردهای کلیدی سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه، دستیابی به اطلاعات غنی از وضعیت کارکرد ناوگان، حجم جابه‌جایی مسافر، الگوهای تقاضای سفر و طیف گسترده‌ای از سایر شاخص‌های مهم مدیریتی و خدمت‌رسانی است. سامانه‌های هوشمند الکترونیکی پرداخت کرایه با به‌کارگیری کارت بلیت‌های هوشمند و سایر فرآیندها و تجهیزات پشتیبان، به‌سادگی این اطلاعات ارزشمند را گردآوری و پردازش کرده و گزارش‌های مختلفی را در اختیار متولیان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی قرار می‌دهند و بدین‌وسیله مجموعه مدیریت شهری را در برنامه‌ریزی، بهبود خدمات و استفاده

بهینه از زیرساخت‌های سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی یاری می‌کنند. به‌علاوه، اطلاعات مذکور یا شاخص‌های مستخرج از آن‌ها می‌تواند برای ارزیابی عملکرد و کارایی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی و کیفیت خدمات ارائه‌شده به‌کار گرفته شود.

۳-۲-۱- انواع شیوه‌های اخذ کرایه

در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، شیوه‌ها یا به‌عبارت‌دیگر سیاست‌های اخذ کرایه گوناگونی به‌کار گرفته می‌شود. انتخاب این شیوه‌ها به شرایط، امکانات و از همه مهم‌تر نوع سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی بستگی دارد. شیوه‌های اخذ کرایه از یک دیدگاه به دو دسته زیر تقسیم می‌شوند:

۱) **کرایه باز**

در شیوه اخذ کرایه به‌صورت باز، مسافران تنها هنگام ورود به محیط سامانه حمل‌ونقل همگانی ملزم به پرداخت کرایه هستند و تا زمانی که در محیط مذکور قرار داشته باشند، هنگامی‌که از یک خط به خط دیگر منتقل می‌شوند، مجدداً نیازی به پرداخت کرایه ندارند. این نوع شیوه اخذ کرایه مناسب سامانه‌هایی است که محیطی بسته (محصور) دارند که در آن ورود و خروج مسافران قابل‌کنترل است. سامانه مترو نمونه بارز چنین محیطی است. به همین دلیل، شیوه اخذ کرایه به‌صورت باز عمدتاً در سامانه مترو به‌کار گرفته می‌شود.

۲) **کرایه بسته**

در شیوه اخذ کرایه به‌صورت بسته، هر بار که مسافران وارد یک وسیله نقلیه همگانی می‌شوند، باید کرایه پرداخت کنند. این نوع شیوه اخذ کرایه مناسب سامانه‌هایی است که محیطی باز (محصورنشده) دارند که در آن ورود و خروج مسافران قابل‌کنترل نیست. سامانه‌های مینی‌بوس‌رانی، اتوبوس‌رانی (اتوبوس عادی) و اتوبوس تندرو چنین محیطی دارند.

از جنبه مسافت سفر، شیوه‌های اخذ کرایه در دو گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۱) **کرایه ثابت**

در این شیوه اخذ کرایه، مبلغ کرایه اخذشده از مسافران مستقل از مسافت سفر آن‌هاست [۶]. عدم وابستگی میزان کرایه به مسافت سفر می‌تواند منجر به ایجاد حس بی‌عدالتی در مسافران حمل‌ونقل همگانی شود. با این وجود، به دلیل پایین بودن مبلغ کرایه حمل‌ونقل همگانی از یک‌سو و دشوار و

پرهزینه بودن فرآیند سخت‌افزاری و نرم‌افزاری محاسبه و اخذ کرایه بر اساس مسافت طی‌شده از سوی دیگر، در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی عمدتاً از شیوه اخذ کرایه به‌صورت ثابت استفاده می‌شود.

۲) کرایه متغیر

در این شیوه، مبلغ کرایه اخذشده از مسافران وابسته به مسافت سفر آن‌هاست [۶]. سامانه‌های حمل‌ونقل غیرهمگانی نظیر تاکسی خطی، گردشی، تلفنی و اینترنتی از این نوع شیوه اخذ کرایه استفاده می‌کنند.

از بُعد یکپارچگی اخذ کرایه بین سامانه‌های گوناگون حمل‌ونقل همگانی و حتی شبه‌همگانی، پرداخت کرایه به دو صورت امکان‌پذیر است:

۱) پرداخت یکپارچه کرایه

در پرداخت کرایه به‌صورت یکپارچه، کارت بلیت برای همه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی قابل استفاده است [۶]. به‌عنوان‌مثال در شهر شیراز، مسافران از یک نوع کارت بلیت هوشمند هم برای پرداخت کرایه مترو و هم برای پرداخت کرایه اتوبوس استفاده می‌کنند. پرداخت یکپارچه کرایه نقش به‌سزایی در افزایش رضایتمندی مسافران حمل‌ونقل همگانی دارد.

۲) پرداخت مستقل کرایه

در پرداخت کرایه به‌صورت مستقل، هر کارت بلیت تنها برای یک نوع سامانه حمل‌ونقل همگانی قابل استفاده است. به‌کارگیری این نوع شیوه اخذ کرایه، پرداخت کرایه را دشوار و پیچیده کرده و باعث نارضایتی مسافران می‌شود. به همین دلیل، پرداخت مستقل کرایه حمل‌ونقل همگانی به‌عنوان یک راهکار هوشمند برای اخذ کرایه قابل‌قبول نخواهد بود.

از نظر مکان پرداخت کرایه، جمع‌آوری کرایه به دو طریق زیر انجام می‌شود:

۱) جمع‌آوری کرایه در داخل ناوگان

در این شیوه از جمع‌آوری کرایه، سامانه اخذ کرایه در داخل وسیله نقلیه همگانی تعبیه شده است و مسافران هنگام ورود به ناوگان یا خروج از آن کرایه خود را پرداخت می‌کنند. جمع‌آوری کرایه در داخل ناوگان مستلزم توقف و انتظار بیشتر ناوگان در ایستگاه‌ها و پایانه‌ها برای جمع‌آوری کرایه است. این شیوه از پرداخت کرایه برای سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی غیرانبوه‌بر که در آن‌ها تعداد مسافران

سوار و پیاده شده در ایستگاه‌ها زیاد نیست و همچنین برای سامانه‌هایی که کنترل کاملی بر ورود و خروج مسافران ندارند، به‌کار گرفته می‌شود [۷, ۱۰, ۱۲].

۲) جمع‌آوری کرایه خارج از ناوگان

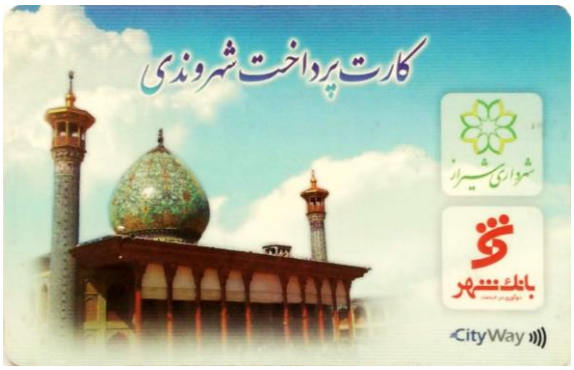
در این شیوه از جمع‌آوری کرایه، سامانه اخذ کرایه در داخل ایستگاه‌های حمل‌ونقل همگانی تعبیه شده است و مسافران هنگام ورود به ایستگاه کرایه خود را پرداخت می‌کنند. جمع‌آوری کرایه خارج از ناوگان منجر به کاهش چشمگیر زمان توقف ناوگان در ایستگاه‌ها می‌شود. این شیوه از پرداخت کرایه برای سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر که در آن‌ها تعداد مسافران سوار و پیاده شده در ایستگاه‌ها زیاد است و همچنین برای سامانه‌هایی که بر ورود و خروج مسافران کنترل دارند، به‌کار گرفته می‌شود [۷, ۱۰, ۱۲].

۳-۲-۲- وضعیت شهر شیراز در زمینه اخذ کرایه

طبق مطالعه صورت‌گرفته توسط دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۴۰۰، وضعیت شهر شیراز از نظر مدیریت جمع‌آوری کرایه حمل‌ونقل همگانی در حوزه خدمات حمل‌ونقل هوشمند، مطلوب است [۱۵].

سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در شهر شیراز شامل سامانه مترو و اتوبوس‌رانی (اتوبوس عادی) است. مسافران برای پرداخت کرایه این سامانه‌ها، از یک کارت بلیت الکترونیکی به نام «کارت پرداخت شهروندی» استفاده می‌کنند. شکل ۳-۱۴ تصویری از این کارت را نشان می‌دهد. یکی از ویژگی‌های مثبت کارت پرداخت شهروندی، امکان پرداخت یکپارچه کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی است. به‌عبارت‌دیگر، مسافران با در اختیار داشتن این کارت، می‌توانند هم کرایه مترو هم کرایه اتوبوس پرداخت کنند. ضمناً طبق برنامه‌ریزی‌های صورت‌گرفته، قرار است بستری توسعه داده شود که با استفاده از آن مسافران بتوانند کرایه تاکسی‌های خطی و گردشی را نیز از طریق کارت پرداخت شهروندی پرداخت کنند [۱۶].

در شهر شیراز، شیوه اخذ کرایه در سامانه مترو به‌صورت باز و در سامانه اتوبوس‌رانی به‌صورت بسته است. از جنبه وابستگی کرایه به مسافت سفر، شیوه اخذ کرایه در هر دو سامانه مذکور به‌صورت کرایه ثابت است. از بُعد یکپارچگی اخذ کرایه بین سامانه‌های گوناگون حمل‌ونقل همگانی، پرداخت یکپارچه کرایه با استفاده از کارت پرداخت شهروندی امکان‌پذیر است. از نظر مکان پرداخت کرایه، در سامانه مترو، کرایه خارج از ناوگان و در ایستگاه‌ها اخذ می‌شود. در سامانه اتوبوس‌رانی، مسافران در داخل ناوگان و هنگام پیاده شدن کرایه را پرداخت می‌کنند.



شکل ۳-۱۴- کارت بلیت هوشمند در شهر شیراز

علاوه بر کارت پرداخت شهروندی، مسافران اتوبوس می‌توانند با استفاده از پول نقد نیز کرایه خود را هنگام پیاده شدن به راننده پرداخت کنند. این مسئله اغلب منجر به افزایش زمان پیاده شدن مسافران می‌شود. به‌علاوه، ثبت آمار مسافرانی که کرایه خود را به‌صورت نقدی پرداخت می‌کنند، عملاً غیرممکن است. برخلاف شیراز، در بعضی از شهرهای کشور، پرداخت نقدی کرایه اتوبوس مجاز نیست. در بعضی از شهرها مانند قم، مسافران می‌توانند کرایه خود را با کارت بانکی پرداخت کنند (و نه به‌صورت نقد). پرداخت کرایه با کارت بانکی در مقایسه با پرداخت نقدی کرایه، زمان پیاده شدن مسافران را کاهش داده و اخذ آمار دقیق مسافران را امکان‌پذیر می‌سازد (تمامی تراکنش‌های انجام‌شده با کارت‌های بانکی به‌صورت الکترونیکی ثبت می‌شوند).

شایان اشاره است که در سامانه اتوبوس‌رانی شهر شیراز، مبلغ کرایه با استفاده از کارت پرداخت شهروندی تقریباً نصف مبلغ کرایه به‌صورت نقدی است[۱]. این یک اقدام مثبت در راستای تشویق و ترغیب مسافران اتوبوس‌رانی به تهیه کارت پرداخت شهروندی و نتیجتاً افزایش به‌کارگیری سامانه‌های هوشمند پرداخت کرایه است.

در مورد سامانه مترو شهر شیراز، به غیر از پرداخت کرایه با کارت پرداخت شهروندی، مسافران می‌توانند یک بلیت کاغذی از طریق دستگاه‌های خودکار صدور کارت بلیت دریافت کنند. بر روی هر بلیت کاغذی، یک بارکد[۲] منحصربه‌فرد درج شده است که مانند یک کارت بلیت هوشمند یک‌بار مصرف عمل می‌کند.

۳-۲-۳- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی

با توجه به این‌که در حال حاضر وضعیت نظام اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در شهر شیراز قابل قبول است، پیشنهاد می‌شود که روش‌ها و ابزارهای فعلی اخذ کرایه برای گزینه منتخب مورد استفاده قرار

[۱] به‌عنوان مثال، کرایه خط ۸۰ در سال ۱۴۰۳ به‌صورت نقدی ۵،۰۰۰ تومان و با استفاده از کارت پرداخت شهروندی تقریباً ۲،۰۰۰ تومان است.
[۲] Quick Response Code (QR Code)

گیرند. در خصوص پرداخت نقدی کرایه در سامانه اتوبوس‌رانی، پیشنهاد می‌شود این شیوه از پرداخت کرایه حذف و قابلیت پرداخت کرایه از طریق کارت بانکی جایگزین آن شود. برای خطوط اتوبوس تندرو، پیشنهاد می‌شود که شیوه اخذ کرایه به‌صورت بسته، ثابت، یکپارچه و خارج از ناوگان باشد. در مورد ابزارهای پرداخت کرایه در سامانه اتوبوس تندرو، پیشنهاد می‌شود که این ابزارها به ترتیب اولویت شامل کارت‌های هوشمند، کارت‌های بانکی و کارت بلیت‌های کاغذی دارای بارکد باشند. به‌منظور استفاده از کارت بلیت‌های کاغذی دارای بارکد برای پرداخت کرایه سامانه اتوبوس تندرو، باید دستگاه‌های خودکار صدور کارت بلیت برای هر یک از ایستگاه‌های این سامانه تعبیه شود.

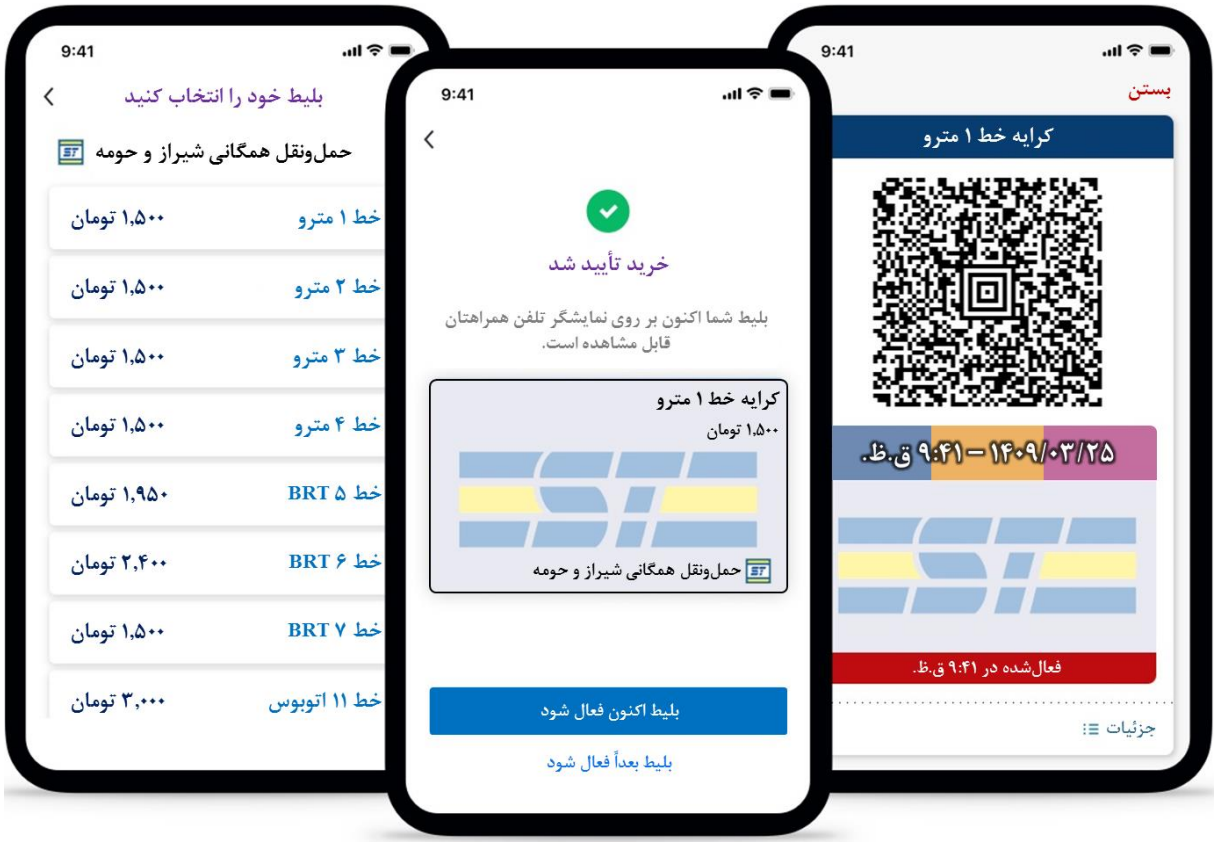
یکی از جدیدترین فناوری‌هایی که می‌تواند جایگزین پرداخت کرایه با کارت بلیت‌های هوشمند شود، پرداخت کرایه از طریق تلفن همراه[1] است. در این شیوه از پرداخت کرایه، تلفن‌های همراه هوشمند به‌عنوان یک کارت بلیت مجازی عمل می‌کنند. کرایه‌هایی که از طریق تلفن همراه پرداخت می‌شوند، می‌توانند به‌صورت بصری توسط یک متصدی، از طریق اسکن کردن تلفن به‌وسیله یک دستگاه اسکنر بارکد و یا با قرار دادن تلفن در مجاورت یک دستگاه اعتبارسنج، تأیید شوند [۱۷].

یکی از ساده‌ترین راهکارهای تأیید پرداخت کرایه از طریق تلفن‌های همراه هوشمند، اسکن کردن بارکد تولیدشده توسط تلفن‌ها با همان دستگاه‌های اسکنر بارکدی است که برای اسکن کردن بارکد بلیت‌های کاغذی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این روش، ابتدا مسافران یک برنامک که مجهز به کیف پول الکترونیکی یا به یکی از حساب‌های بانکی آن‌ها متصل است را بر روی تلفن همراه هوشمند خود نصب می‌کنند. سپس برای پرداخت کرایه هر یک از سامانه‌ها یا خطوط حمل‌ونقل همگانی و حتی شبه همگانی، با انتخاب سامانه یا خط، یک بارکد تولید شده و بر روی نمایشگر تلفن همراه مسافران نمایش داده می‌شود. شکل ۳-۱۵ نمونه‌ای از فرآیند تولید یک بارکد را برای یک سفر توسط یک برنامک نصب‌شده بر روی تلفن همراه هوشمند نشان می‌دهد. در نهایت مسافران نمایشگر تلفن همراه هوشمند خود را که اینک یک بارکد بر روی آن درج شده است، به اسکنر دستگاه کارت‌خوان نزدیک می‌کنند. پس از تأیید این بارکد، کرایه پرداخت و مبلغ آن از کیف پول یا حساب بانکی مسافران کسر می‌شود [۱۸].

این شیوه از پرداخت کرایه، مسافران را از داشتن کارت بلیت هوشمند و متولیان حمل‌ونقل همگانی را از صدور این کارت‌ها بی‌نیاز می‌کند. جایگزین شدن کارت بلیت‌های هوشمند با پرداخت کرایه از طریق تلفن

[1] Mobile Payment

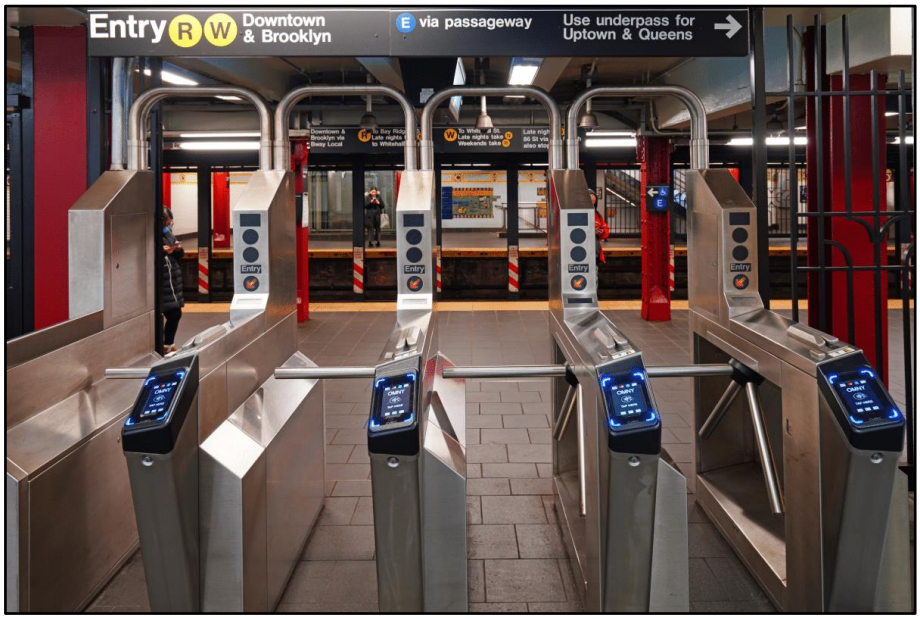
همراه، تمامی فرآیندهای صدور کارت بلیت‌های هوشمند را حذف کرده و از این طریق منجر به‌صرفه‌جویی اقتصادی قابل‌توجهی می‌شود [۱۷]. با توجه به این‌که امروزه طیف گسترده‌ای از مردم از تلفن‌های همراه هوشمند برخوردارند، استفاده از سامانه‌های پرداخت کرایه از طریق تلفن همراه در کنار به‌کارگیری کارت بلیت‌های هوشمند، برای شهر شیراز پیشنهاد می‌شود. در جدول ۳-۷ راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در گزینه منتخب ارائه شده است. لازم به ذکر است استفاده از کارت یکپارچه می‌تواند با ایده کارت شهروندی همراه شود؛ به گونه‌ای که یارانه به‌صورت سالیانه و یا بر مبنای میزان استفاده از حمل‌ونقل همگانی و مشخصات خانوار، سطح درآمد و ... به آن‌ها پرداخت شده و انواع روش‌های قیمت‌گذاری شناور و یا روش‌های تشویقی مختلف بر روی آن اجرا شود. این کارت به‌خصوص در زمینه تخصیص یارانه می‌تواند بسیار مؤثر باشد.



شکل ۳-۱۵- نمونه‌ای از فرآیند تولید بارکد توسط تلفن همراه هوشمند جهت پرداخت کرایه [۱۸]

جدول ۳-۷- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در گزینه منتخب

سامانه	شیوه اخذ کرایه				توضیحات
	باز / بسته	ثابت / متغیر	یکپارچه / مستقل	داخل ناوگان / خارج از ناوگان	
مترو	باز	ثابت	یکپارچه	خارج از ناوگان	- به‌منظور یکپارچه‌سازی شیوه اخذ کرایه همه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، استفاده از کارت بلیت هوشمند که در شهر شیراز به‌عنوان «کارت پرداخت شهروندی» شناخته می‌شود، برای گزینه منتخب پیشنهاد می‌گردد. - با توجه به افزایش جمعیت شهر شیراز تا سال افق طرح و همچنین افزایش تعداد مسافران حمل‌ونقل همگانی به دلیل این افزایش جمعیت و همچنین بهره‌برداری کامل از گزینه منتخب شبکه حمل‌ونقل همگانی در این سال، باید امکانات لازم جهت صدور تعداد زیادی کارت بلیت هوشمند فراهم شود. - پیشنهاد می‌شود که در کنار صدور کارت بلیت‌های هوشمند بیشتر برای سال افق، یک برنامک برای پرداخت کرایه از طریق تلفن همراه هوشمند ساخته و این شیوه پرداخت کرایه به مسافران معرفی شود تا علاوه بر افزایش هوشمندی فرآیندهای اخذ کرایه، هزینه‌های صدور کارت بلیت نیز کاهش یابد. - برای سامانه اتوبوس تندرو، دروازه‌های ورودی هوشمند که مجهز به دستگاه کارت‌خوان هستند (مشابه دروازه‌های مورد استفاده در ایستگاه‌های سامانه مترو؛ شکل ۳-۱۶) باید در تمامی ایستگاه‌ها نصب شوند. - بهتر است برای هر ایستگاه اتوبوس تندرو حداقل دو دروازه ورودی هوشمند تعبیه شود. - جهت مقابله با فرار از پرداخت کرایه سامانه اتوبوس تندرو توسط برخی مسافران، ناوگان اتوبوس تندرو حتماً باید در محدوده ایستگاه توقف کند؛ به‌طوری‌که هیچ مسافری نتواند بدون پرداخت کرایه از اطراف ایستگاه سوار ناوگان شود.
اتوبوس تندرو	بسته	ثابت	یکپارچه	خارج از ناوگان	
اتوبوس عادی	بسته	ثابت	یکپارچه	داخل ناوگان	



شکل ۳-۱۶- نمونه‌ای از دروازه‌های ورودی هوشمند نصب‌شده در یک ایستگاه مترو [۱۹]

۳-۲-۴- مهم‌ترین تجهیزات حمل‌ونقل هوشمند برای اخذ کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی

سامانه‌های پرداخت الکترونیکی[۱]، فناوری‌های ارتباطات الکترونیکی، پردازش داده‌ها، ذخیره داده‌ها و فناوری‌های ریزرایانه را در فرآیند جمع‌آوری درآمد، نگهداری اطلاعات مربوط به آن و انتقال سرمایه‌ها، یکپارچه‌سازی می‌کنند. کلیت این فرآیند را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد [۲]:

۱) فعالیت‌های مقدماتی که توسط کاربر نهایی مشاهده می‌شود

۲) فعالیت‌های اداره پشتیبانی (اداره مرکزی) که شامل مدیریت ابزارهای پرداخت، حفظ و نگهداری حساب‌ها، پردازش معاملات، کنترل و تسویه درآمد، خدمات مشتری، گزارش‌دهی و حساب‌رسی می‌شود

رایج‌ترین ابزارهای پرداخت کرایه عبارتند از [۱۰]:

- سکه و اسکناس (پول نقد)
- بلیت کاغذی
- کارت نوار مغناطیسی (کارت بانکی)
- کارت هوشمند[۲]

[۱] Electronic Payment Systems
[۲] Smart Card

علاوه بر ابزارهای فوق، تلفن‌های همراه هوشمند نیز تدریجاً در حال تبدیل شدن به یکی از ابزارهای اصلی پرداخت کرایه هستند. دستگاه‌های اعتبارسنجی پرداخت کرایه با توجه به ابزارهای پرداخت کرایه استفاده‌شده در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی تهیه و به‌کار گرفته می‌شوند. انتخاب ابزارهای پرداخت کرایه و دستگاه‌های اعتبارسنجی متناسب با آن‌ها به هزینه‌ها، سهولت بهره‌برداری هم از نظر متولیان حمل‌ونقل و هم از نظر مسافران، شرایط فرهنگی و ویژگی‌های خدمات ارائه‌شده بستگی دارد [۱۰]. با توجه به این‌که در حال حاضر پرداخت کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی عمدتاً با استفاده از کارت بلیت‌های هوشمند انجام می‌شود، در ادامه، این ابزار پرداخت کرایه و دستگاه‌های اعتبارسنجی مرتبط با آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کارت‌های هوشمند از ریزپردازنده‌ای برخوردارند که می‌تواند انواع اطلاعات مربوط به پرداخت کرایه‌ها، سفرها و کارکرد سامانه‌ها را در بالاترین سطح امنیتی ممکن خوانش و پردازش کند. کارت‌های هوشمند به فناوری بازشناسی با امواج رادیویی[۱] متکی هستند که تنها با نزدیک کردن کارت هوشمند به دستگاه اعتبارسنجی پرداخت، تبادل اطلاعات بین این دو وسیله صورت گیرد. بنابراین پرداخت کرایه با کارت بلیت‌های هوشمند در مقایسه با کارت‌های نوار مغناطیسی[۲] به زمان کمتری نیاز دارد؛ چراکه کارت‌های نوار مغناطیسی باید در یک شیار باریک در دستگاه‌های اعتبارسنجی پرداخت کرایه قرار داده و کشیده شوند [۱۰]. پیش‌تر در شکل ۳-۱۴ کارت هوشمندی که برای پرداخت کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در شهر شیراز به‌کار گرفته می‌شود، نشان داده شد. شکل ۳-۱۷ نیز کارت هوشمند پرداخت کرایه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی در شهر تهران را نشان می‌دهد.

دستگاه‌های اعتبارسنجی پرداخت کرایه همان تجهیزات جمع‌آوری کرایه‌ها هستند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، این دستگاه‌ها با توجه به ابزارهای پرداخت کرایه استفاده‌شده در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی تهیه و به‌کار گرفته می‌شوند. شکل ۳-۱۸ یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه را نشان می‌دهد. این دستگاه قابلیت جمع‌آوری کرایه از طریق سکه، اسکناس، بلیت‌های کاغذی یا مجازی دارای QR Code، کارت‌های نوار مغناطیسی و کارت‌های هوشمند را دارد [۲۰]. یک نمونه دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه در شکل ۳-۱۹ نشان داده شده که کرایه را تنها از طریق کارت‌های هوشمند جمع‌آوری می‌کند. در آخر، شکل ۳-۲۰ یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه تعبیه‌شده در یک دروازه ورودی را نشان می‌دهد که از خوانشگر کارت‌های هوشمند و اسکنر QR Code برخوردار است.

[۱] Radio Frequency Identification (RFID)

[۲] کارت‌های بانکی نمونه بارز و رایج کارت‌های نوار مغناطیسی هستند.

شکل ۳-۱۷- کارت بلیت هوشمند در شهر تهران

شکل ۳-۱۸- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه با قابلیت پذیرش انواع ابزارهای پرداخت کرایه [۲۰]

شکل ۳-۱۹- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه در ناوگان [۱۰]

شکل ۳-۲۰- یک دستگاه اعتبارسنجی پرداخت کرایه تعبیه‌شده در یک دروازه ورودی [۲۱]

سامانه‌های جمع‌آوری کرایه خارج از ناوگان معمولاً از موانع فیزیکی برای جلوگیری از ورود مسافران بدون پرداخت کرایه استفاده می‌کنند. این موانع به‌عنوان «سامانه‌های کنترل ورود[۱]» نیز شناخته می‌شوند. امروزه برای کنترل ورود مسافران به ایستگاه‌های سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی (عمدتاً مترو و اتوبوس تندرو) از دروازه‌های خودکاری استفاده می‌شود که مجهز به دستگاه‌های اعتبارسنجی پرداخت کرایه هستند. پیش‌تر در شکل ۳-۱۶ نمونه‌ای از یک دروازه ورودی هوشمند نصب‌شده در یک ایستگاه مترو نشان داده شد. شکل ۳-۲۱ تا شکل ۳-۲۳ به ترتیب دروازه‌های ورودی خودکار با بال‌های جمع‌شونده، شیشه‌های کشویی و موانع لولایی را نشان می‌دهد.

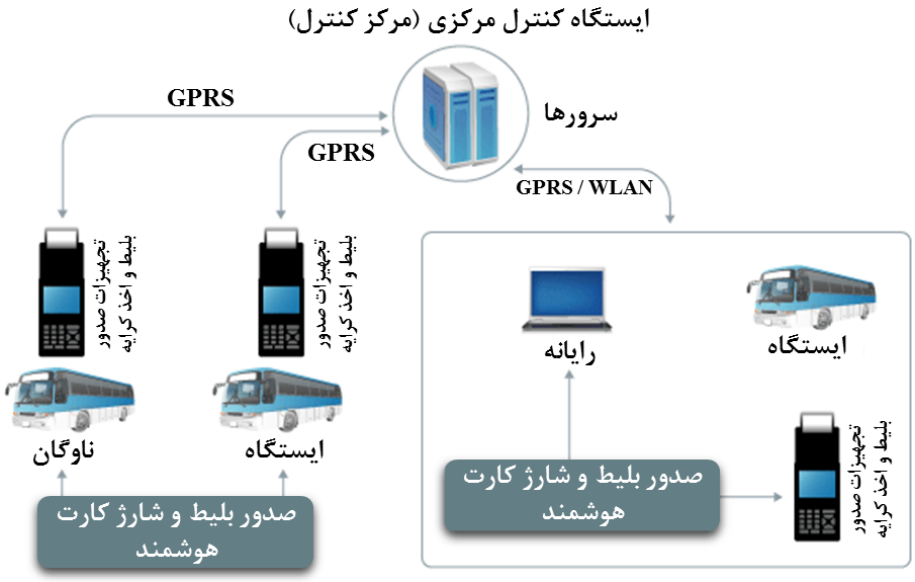
سامانه‌های جمع‌آوری کرایه برای پردازش کرایه‌های پرداخت‌شده، ذخیره داده‌های مربوط به کرایه‌ها و تولید گزارش برای مدیران سامانه‌ها به یک پشتیبان قوی نیاز دارند. تجهیزات هوشمند جمع‌آوری کرایه، داده‌ها را گردآوری و در لحظه (به‌صورت به‌هنگام) از طریق یک کانال انتقال داده به مرکز کنترل ارسال می‌کند. این تجهیزات از برق پشتیبان (باتری داخلی) نیز برخوردارند. علاوه بر این، تجهیزات هوشمند جمع‌آوری کرایه و سامانه‌های پشتیبانی واقع در مرکز کنترل قادرند از داده‌های خود به‌طور متناوب پشتیبان‌گیری کنند. شکل ۳-۲۴ معماری یک سامانه پرداخت الکترونیکی کرایه را نشان می‌دهد [۱۰].

[۱] Entry Control Systems

شکل ۳-۲۱- دروازه‌های ورودی خودکار با بال‌های جمع‌شونده [۲۲]

شکل ۳-۲۲- دروازه‌های ورودی خودکار با شیشه‌های کشویی [۲۳]

شکل ۳-۲۳- دروازه‌های ورودی خودکار با موانع لولایی [۲۴]



شکل ۳-۲۴- معماری یک سامانه پرداخت الکترونیکی کرایه [۱۰]

هزینه‌های راه‌اندازی سامانه‌های هوشمند جمع‌آوری کرایه مسئله‌ای حیاتی برای متولیان سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی است. این هزینه‌ها شامل هزینه برنامه‌ریزی، تأمین و نصب تجهیزات و تعمیر و نگهداری آن‌هاست که روی‌هم‌رفته به فناوری جمع‌آوری کرایه و وسعت سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی (تعداد ناوگان، ایستگاه‌ها، پایانه‌ها و دپوها و حجم مسافران/تقاضا) بستگی دارد. در جدول ۳-۸ هزینه مورد نیاز برای تهیه مهم‌ترین تجهیزات سامانه‌های هوشمند جمع‌آوری کرایه به‌طور خلاصه ارائه شده است [۱۰, ۱۲].

جدول ۳-۸- هزینه تهیه تجهیزات سامانه‌های هوشمند جمع‌آوری کرایه [۱۰, ۱۲]

آیتم	هزینه هر قلم (دلار آمریکا)
خوانشگرهای جمع‌آوری کرایه[۱] (دستگاه کارت‌خوان) برای سامانه کارت هوشمند	۲،۵۰۰
دروازه‌های هوشمند کنترل پرداخت کرایه و ورود مسافر	۲،۸۰۰ تا ۷،۰۰۰
کارت‌های هوشمند با قابلیت ریزپردازش	۳/۵
نرم‌افزار سامانه پرداخت کرایه با کارت هوشمند	۱۰۰،۰۰۰ تا ۵۰۰،۰۰۰

۳-۳- اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات

از جمله چالش‌های بهره‌برداری از سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی درون‌شهری نظیر سامانه اتوبوس‌رانی (اتوبوس عادی)، اتوبوس تندرو و تراموا، اثرپذیری این سامانه‌ها از جریان ترافیک معابر شهری و ایجاد تداخلات ترافیکی با سایر وسایل نقلیه به‌ویژه در تقاطعات است. تقاطعات چراغ‌داری که حجم ترافیک بالایی دارند، چنانچه

[۱] Fare Collection Readers

به‌درستی کنترل و مدیریت نشوند، اثرات منفی قابل‌توجهی (افزایش زمان سفر و تأخیر) بر عملکرد سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی بر جای می‌گذارند. با وارد شدن تأخیرات و افزایش زمان سفر سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، قابلیت اطمینان و نتیجتاً جذابیت این سامانه‌ها کاهش می‌یابد. این تأخیرات همچنین برنامه‌ریزی و زمان‌بندی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی را برای متولیان دشوار ساخته و اطلاع‌رسانی به مسافران در خصوص زمان ورود ناوگان به ایستگاه‌ها و زمان سفر آن‌ها را مختل می‌کند. برای کاهش عوارض نامطلوب تقاطعات چراغ‌دار بر عملکرد سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، سامانه‌های اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات معرفی و توسعه داده شده‌اند [۲۵].

به‌طورکلی، عمده مزایای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات از کاهش زمان سفر این سامانه‌ها حاصل می‌شوند. با کاهش زمان سفر سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، از یک سو، جذابیت این شیوه حمل‌ونقل برای مسافران و از سوی دیگر، ظرفیت جابجایی آن‌ها افزایش می‌یابد.

اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار به‌عنوان یک راهکار حمل‌ونقل هوشمند شناخته می‌شود. لیکن پیش‌نیاز استفاده از سامانه‌های اولویت‌دهی در تقاطعات چراغ‌دار، هوشمندسازی کنترل این تقاطعات است. سامانه‌های زمان‌بندی خودکار چراغ‌های راهنمایی[۱] به تغییرات احجام ترافیک به‌صورت لحظه‌ای پاسخ می‌دهند. شکل ۳-۲۵ معماری یک سامانه کنترل چراغ راهنمایی را نشان می‌دهد [۱۰].

در شهرهای بزرگ، با توجه به تعدد تقاطعات چراغ‌دار از یک سو و هزینه‌بر بودن اجرای سامانه‌های اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی از سوی دیگر، اولویت‌دهی به سامانه‌های انبوه‌بر در تقاطعات نسبت به سامانه‌های غیرانبوه‌بر ارجحیت دارد، لذا در این بخش از گزارش اولویت‌دهی به سامانه اتوبوس تندرو (خطوط ۳ تا ۷ شبکه منتخب) در تقاطعات چراغ‌دار مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

[۱] Automatic Signaling Systems

شکل ۳-۲۵- معماری یک سامانه کنترل چراغ راهنمایی [۱۰]

به‌طور خلاصه، برای اولویت‌دهی به سامانه اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار، زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی این تقاطعات به‌گونه‌ای اصلاح می‌شود که جریان ترافیک کریدوری که از سامانه اتوبوس تندرو برخوردار است نسبت به جریان ترافیک کریدوری که سامانه اتوبوس تندرو ندارد، حق تقدم عبور داشته باشد [۱۰]. در ادامه روش‌ها و فرآیندهای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات و مهم‌ترین تجهیزات مورد استفاده در این زمینه با جزئیات بیشتر تشریح می‌شوند.

۳-۳-۱- روش‌ها، فرآیند و تجهیزات اصلی اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار

اولویت‌دهی چراغ راهنمایی به حمل‌ونقل همگانی[۱] در امتداد یک کریدور، فرآیندی است که در آن زمان‌بندی چراغ راهنمایی برای دادن حق تقدم عبور یا افزایش سرعت عملیات حمل‌ونقل همگانی تغییر داده می‌شود [۱۲].

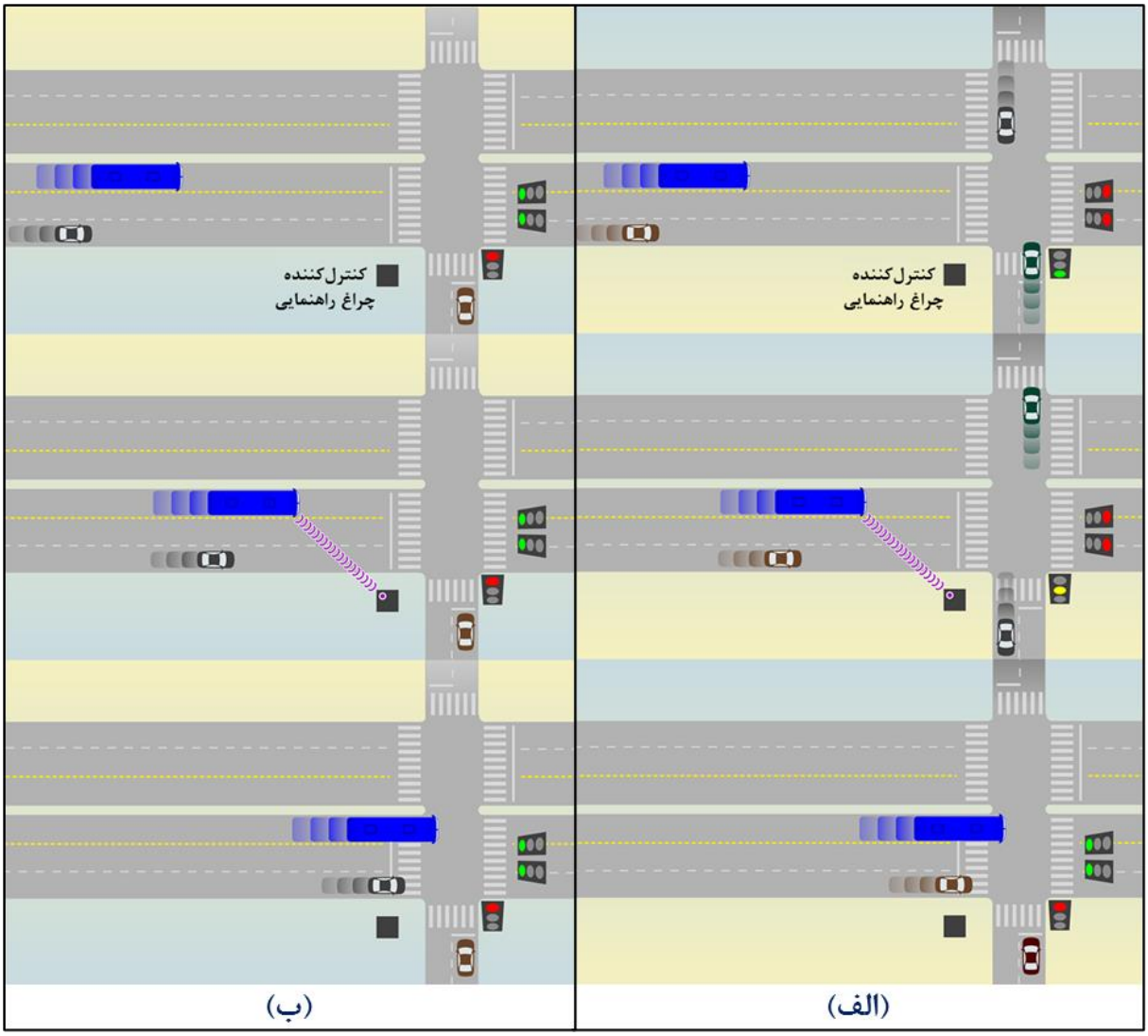
[۱] Transit Signal Priority (TSP)

روش متداول این اولویت‌دهی، ایجاد یک تغییر نسبتاً جزئی در زمان‌بندی فاز چراغ راهنمایی است. در این روش، هنگامی‌که وسایل نقلیه همگانی به چراغ راهنمایی نزدیک می‌شود، زمان سبز چراغ راهنمایی متناظر با جهت حرکت آن‌ها زودتر آغاز شده و یا اگر از قبل سبز باشد، کمی بیشتر سبز می‌ماند. بدین ترتیب، زمان تأخیر وسایل نقلیه همگانی در تقاطعات کاهش یافته و یا حذف می‌شود [۱۲]. به‌عبارت‌دیگر:

- چنانچه یک وسیله نقلیه همگانی به یک تقاطع نزدیک شود و چراغ راهنمایی متناظر با جهت حرکت آن قرمز باشد، چراغ قرمز متوقف و چراغ سبز آغاز می‌شود. در این حالت، زمان قرمز نسبت به وضعیت عادی کوتاه‌تر می‌شود. لذا به این حالت از تغییر زمان‌بندی فاز چراغ راهنمایی، «کوتاه‌سازی زمان قرمز[1]» اطلاق می‌شود. شکل ۳-۲۶ (الف) این مفهوم را به تصویر کشیده است [۱۰].
- چنانچه یک وسیله نقلیه همگانی به یک تقاطع نزدیک شود و چراغ راهنمایی متناظر با جهت حرکت آن سبز باشد، چراغ کماکان سبز می‌ماند تا وسیله نقلیه همگانی از تقاطع عبور کند. در این حالت، زمان سبز نسبت به وضعیت عادی طولانی‌تر می‌شود. لذا به این حالت از تغییر زمان‌بندی فاز چراغ راهنمایی، «بسط زمان سبز[2]» اطلاق می‌شود. شکل ۳-۲۶ (ب) این مفهوم را به تصویر کشیده است [۱۰].

سامانه‌های TSP می‌توانند به‌صورت دستی توسط رانندگان کنترل و یا با استفاده از فناوری‌های خودکار تعبیه‌شده در وسایل نقلیه همگانی پیاده‌سازی شوند. مشخصاً کنترل دستی سامانه‌های TSP نیازمند عوامل انسانی (رانندگان) است که همواره باید به یاد داشته باشند که هنگام نزدیک شدن به هر یک از تقاطعات، فرستنده[3] (سامانه ارتباطی بین وسایل نقلیه همگانی و سامانه کنترل چراغ راهنمایی) را فعال کنند. ازاین‌رو، به‌کارگیری فناوری‌های خودکار تعبیه‌شده در وسایل نقلیه همگانی به کنترل دستی ترجیح داده می‌شود. در بسیاری از موارد، سامانه‌های خودکار TSP به سامانه‌های AVL متصل می‌شوند و تنها زمانی به وسایل نقلیه همگانی در تقاطعات چراغ‌دار اولویت عبور داده می‌شود که از برنامه زمان‌بندی عقب باشند. در این موارد، اساس اولویت‌دهی، منطق TSP است که برنامه‌نویسی و به کنترل‌کننده چراغ‌راهنمایی اعمال می‌شود [۱۲].

[1] Red Truncation
[2] Green Extension
[3] Emitter



شکل ۳-۲۶- حالت‌های اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار (الف) کوتاه‌سازی زمان قرمز (ب) بسط زمان سبز [۱۰]

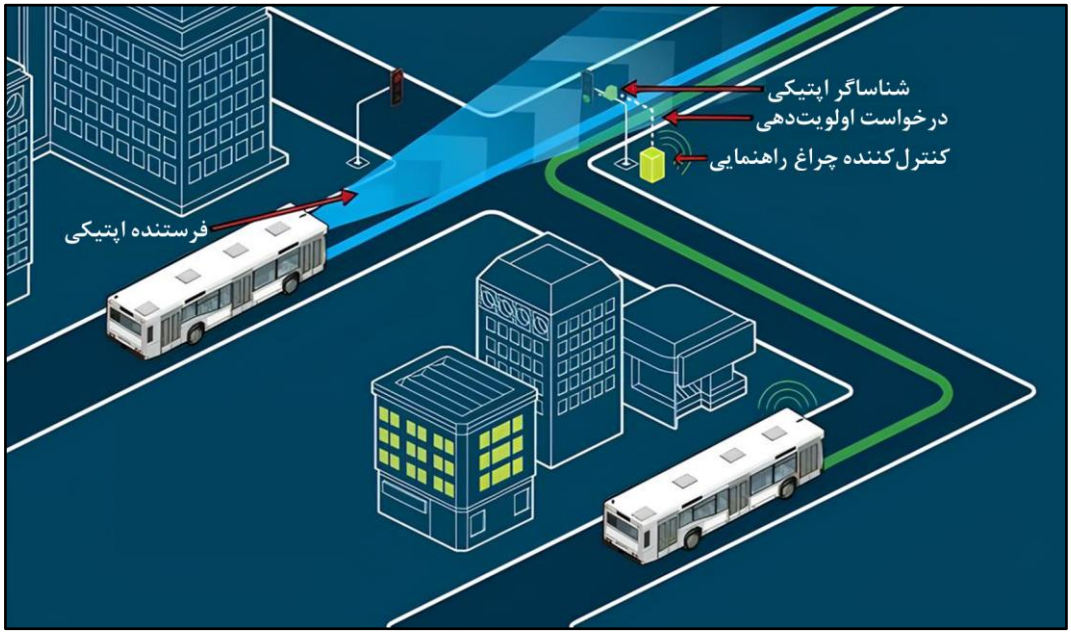
شناسایی وسایل نقلیه همگانی برای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار با روش‌های مختلفی انجام می‌شود [۱۲]:

۱) در ایالات متحده و کانادا، درخواست‌های اولویت‌دهی[۱] به وسایل نقلیه همگانی عمدتاً با استفاده از فناوری‌های شناسایی اپتیکی[۲] از وسایل نقلیه همگانی به کنترل‌کننده چراغ راهنمایی ارسال می‌شود [۱۲]. شکل ۳-۲۷ معماری یک سامانه TSP که از این شیوه استفاده می‌کند را نشان می‌دهد [۲۶].

[۱] Priority Requests
[۲] Optical Detection

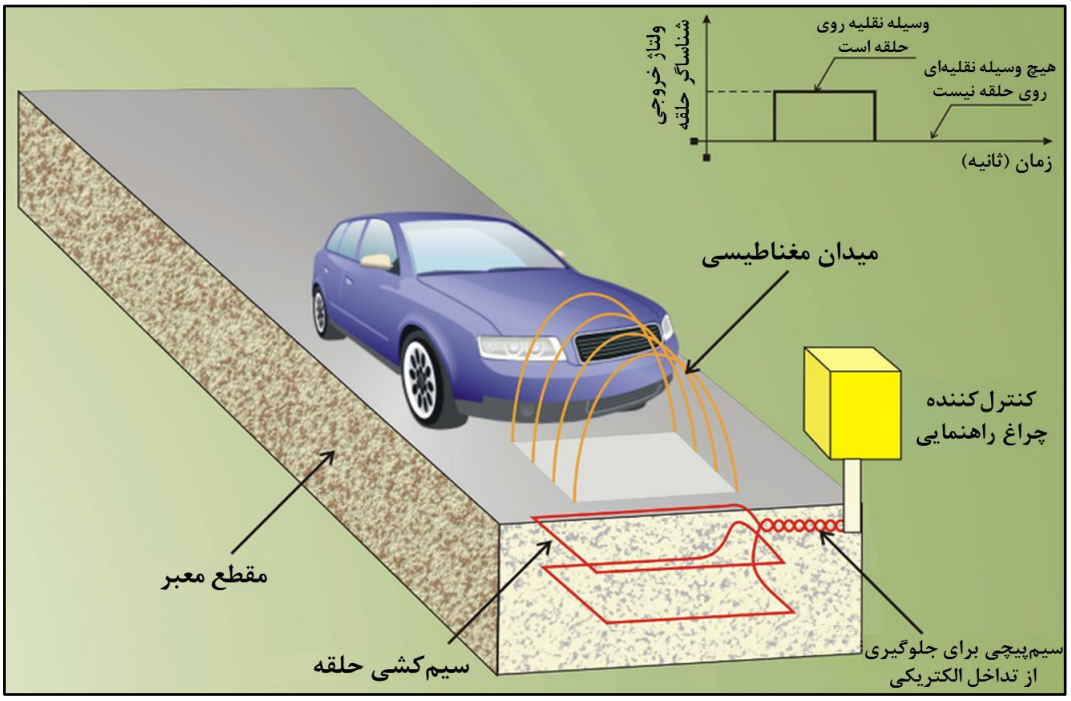
۲) سامانه‌های مبتنی بر حلقه‌های القایی[۱] از یک حلقه القایی مدفون در روسازی و یک ابزار[۲] نصب‌شده در زیر وسایل نقلیه همگانی برای تشخیص وسایل نقلیه همگانی از سایر وسایل نقلیه استفاده می‌کنند [۱۲]. در شکل ۳-۲۸ فرآیند مفهومی شناسایی وسیله نقلیه مبتنی بر حلقه‌های القایی به تصویر کشیده شده است [۲۷].

۳) سامانه‌های شناسایی مبتنی بر فناوری‌های GPS و بازشناسی با امواج رادیویی[۳] در موارد متعددی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این سامانه‌ها بر اساس موقعیت وسایل نقلیه همگانی عمل می‌کنند؛ به‌طوری‌که اگر یک وسیله نقلیه همگانی که در حال نزدیک شدن به یک تقاطع چراغ‌دار است در فاصله مشخصی نسبت به این تقاطع قرار گیرد، یک درخواست اولویت‌دهی به کنترل‌کننده چراغ راهنمایی ارسال می‌شود [۱۲]. شکل ۳-۲۹ معماری یک سامانه TSP که از این شیوه استفاده می‌کند را نشان می‌دهد [۲۸].

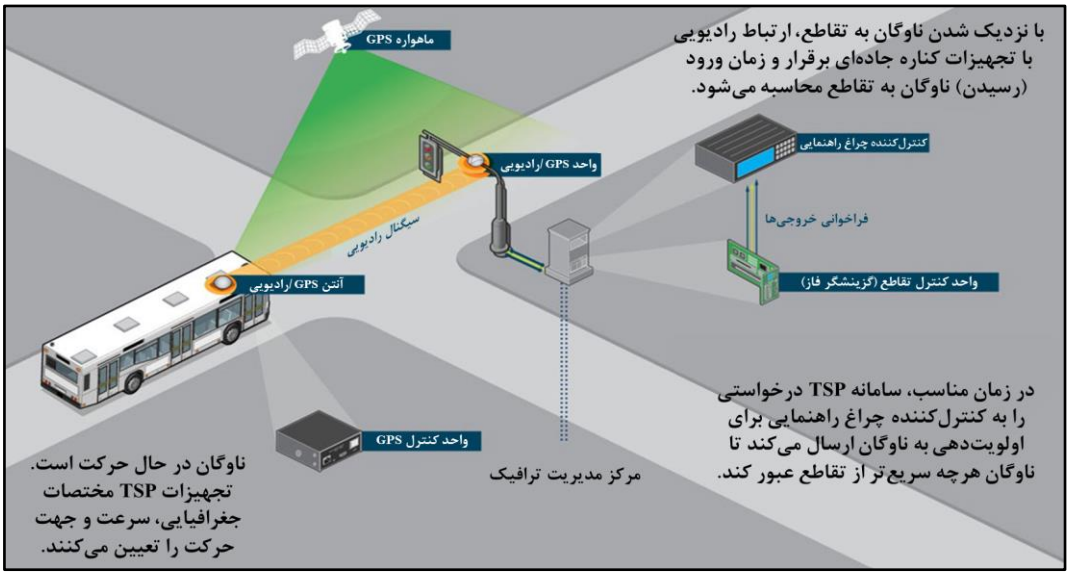


شکل ۳-۲۷- معماری یک سامانه TSP با فناوری شناسایی اپتیکی [۲۶]

[۱] Inductive Loop
[۲] Transponder
[۳] RFID



شکل ۳-۲۸- فرآیند مفهومی شناسایی وسیله نقلیه مبتنی بر حلقه‌های القایی [۲۷]



شکل ۳-۲۹- معماری یک سامانه TSP با فناوری شناسایی مبتنی بر GPS و RFID [۲۸]

علاوه بر سامانه‌های مذکور، با استفاده از دوربین‌های ترافیکی نصب‌شده در تقاطعات نیز به چند طریق می‌توان وسایل نقلیه همگانی را از سایر وسایل نقلیه تشخیص داد:

- نیروی انسانی مستقر در واحد نظارت تصویری مرکز کنترل، با نظارت مداوم بر فیلم‌های دوربین‌های ترافیکی به‌لحظه، نزدیک شدن ناوگان وسایل نقلیه همگانی را تشخیص داده و به این وسایل اولویت عبور می‌دهند. این شیوه در کنار سادگی آن، به دلیل تعدد تقاطعات واقع در مسیر ناوگان همگانی،

ضرورت نصب نمایشگرهای پرشمار یا بزرگ در مرکز کنترل، لزوم به‌کارگیری تعداد زیادی نیروی انسانی و نظارت تصویری دقیق و مداوم بر وضعیت ترافیکی در هر یک از تقاطعات در کل بازه فعالیت سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، استفاده از این روش برای اولویت‌دهی به وسایل نقلیه همگانی در شبکه‌های بزرگ و حتی متوسط عملی نیست. ضمن این‌که به دلیل به‌کارگیری نیروی انسانی برای کنترل چراغ‌های راهنمایی (کنترل دستی چراغ‌های راهنمایی)، روش مذکور جزء روش‌های هوشمند کنترل چراغ‌های راهنمایی و اولویت‌دهی به وسایل نقلیه همگانی به شمار نمی‌رود.

- روش جدیدتر شناسایی وسایل نقلیه همگانی با استفاده از دوربین‌های ترافیکی، به‌کارگیری سامانه‌های تشخیص نوع وسیله نقلیه[۱] مبتنی بر پردازش تصویر است. در این حالت، سامانه AVI به‌صورت لحظه‌ای شماره پلاک وسایل نقلیه‌ای که در حال نزدیک شدن به تقاطع هستند را خوانش و پردازش می‌کند. چنانچه شماره پلاکی متعلق به ناوگان همگانی باشد، این سامانه یک درخواست اولویت‌دهی به کنترل‌کننده چراغ راهنمایی ارسال می‌کند. در پیشرفته‌ترین حالت، سامانه AVI از یک فناوری پردازش تصویر مبتنی بر هوش مصنوعی برخوردار است که بدون نیاز به خوانش و پردازش شماره پلاک وسایل نقلیه، تنها با پردازش ویژگی‌های تصویری وسایل نقلیه نظیر ابعاد و شکل، انواع وسایل نقلیه اعم از خودروهای شخصی، موتور، دوچرخه، اتوبوس و حتی عابران پیاده را شناسایی می‌کند. به‌کارگیری سامانه‌های AVI مبتنی بر پردازش تصویر نیازمند استفاده از نرم‌افزارهای پیشرفته پردازش تصویر و پردازشگرهای قدرتمند و پرسرعت است. لازم به ذکر است که فناوری‌های شناسایی اپتیکی، شناسایی با استفاده از حلقه‌های القایی و شناسایی مبتنی بر GPS و RFID نیز همگی جزء سامانه‌های AVI به شمار می‌روند؛ لیکن در این بند به سامانه‌های AVI مبتنی بر پردازش تصویر پرداخته شد.

راهبردهای TSP شامل اولویت‌دهی غیرفعال[۲] (غیرواکنشی)، فعال[۳] (واکنشی) و لحظه‌ای[۴] (آنلاین) است. راهبردهای غیرفعال با استفاده از اصلاحات از پیش تعیین‌شده[۵] (ثابت) در زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی، تلاش می‌کنند تا عبور ناوگان همگانی از تقاطعات را تسهیل کنند. به‌طور دقیق‌تر، در راهبردهای غیرفعال با توجه به

[۱] Automatic Vehicle Identification
[۲] Passive
[۳] Active
[۴] Real-Time
[۵] Pre-Timed

برنامه زمانی از پیش تعیین‌شده سامانه حمل‌ونقل همگانی، برنامه زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی طوری تنظیم می‌شود که هنگام رسیدن ناوگان همگانی به تقاطعات، چراغ‌های راهنمایی متناظر با جهت حرکت آن‌ها سبز باشد. در این دسته از راهبردها، چنانچه زمان‌بندی یا سرفاصله ناوگان همگانی به دلایل مختلف تغییر کند، برنامه زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی کماکان ثابت مانده و طبق همین برنامه از پیش تعیین‌شده اجرا می‌شود؛ خواه ناوگان همگانی به‌موقع به تقاطعات رسیده باشد، خواه نرسیده باشد. راهبردهای اولویت‌دهی غیرفعال از تغییرات ساده در زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی تقاطعات تا زمان‌بندی مجدد کل سامانه برای تسهیل عملیات ناوگان همگانی متغیرند. راهبردهای غیرفعال همچنین می‌توانند از داده‌های ناوگان همگانی مانند زمان سفر در طول هر یک از معابر عبوری برای طرح‌ریزی بهتر برنامه‌های هماهنگی زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی با زمان‌بندی تردد ناوگان همگانی استفاده کنند [۱۲].

در راهبردهای فعال، زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی پس از تشخیص این‌که ناوگان همگانی در حال نزدیک شدن به تقاطعات است، اصلاح می‌شود. بسته به قابلیت‌های تجهیزات کنترل چراغ‌های راهنمایی و وجود تجهیزات مکان‌یابی ناوگان همگانی یا تجهیزات شناسایی حجم مسافران سوار بر ناوگان همگانی، اولویت‌دهی چراغ راهنمایی به حمل‌ونقل همگانی می‌تواند غیرشرطی یا شرطی[۱] باشد. در راهبردهای غیرشرطی، هر موقع ناوگان همگانی به تقاطع نزدیک شود، حق تقدم (اولویت) عبور به آن اعطا می‌شود. در راهبردهای شرطی برای این‌که تصمیم گرفته شود که به ناوگان همگانی اولویت داده شود یا خیر، هم‌زمان سه دسته از اطلاعات به‌صورت یکپارچه مدنظر قرار می‌گیرند[۲] [۱۲]:

۱) اطلاعات برگرفته از تجهیزات AVL نصب‌شده در ناوگان همگانی که می‌توانند تشخیص دهند که ناوگان همگانی از برنامه زمان‌بندی عقب افتاده است یا خیر و اگر از برنامه زمان‌بندی عقب افتاده است، مدت‌زمان این عقب‌افتادگی چقدر است

۲) اطلاعات برگرفته از تجهیزات شمارش خودکار مسافران که می‌توانند تشخیص دهند که چند نفر سوار بر ناوگان همگانی هستند

۳) داده‌های سامانه کنترل‌کننده چراغ راهنمایی که نشان می‌دهند در یک تقاطع، اخیراً چند بار به ناوگان همگانی اولویت عبور داده شده است

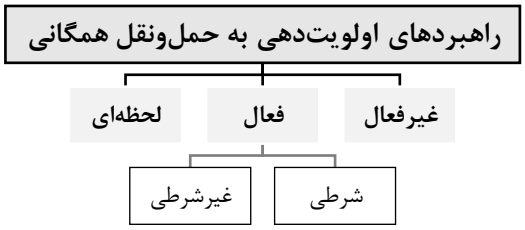
[۱] Unconditional and Conditional

[۲] در مورد دسته‌های اول و دوم اطلاعات، تنها مد نظر قرار دادن یک دسته از اطلاعات کفایت می‌کند؛ هر چند مانعی برای در نظر گرفتن همزمان هر دو دسته از اطلاعات مذکور وجود نداشته و این کار حتی توصیه هم می‌شود [12].

در سامانه‌هایی که تعداد ناوگان نسبتاً کمی دارند، به‌ویژه هنگامی‌که سرفاصله زمانی ناوگان بیشتر از پنج دقیقه و تعداد تقاطعات واقع در مسیر ناوگان زیاد است، راهبردهای فعال اولویت‌دهی در افزایش سرعت ناوگان همگانی اهمیت بیشتری می‌یابند. در چنین مواردی، اولویت‌دهی به ناوگان همگانی می‌تواند تأخیرات وارده به ناوگان همگانی در تقاطعات چراغ‌دار را بین ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش دهد. البته در این زمینه باید دقت شود که اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی باعث ایجاد اختلال عمده در جریان ترافیک سایر وسایل نقلیه نشود [۱۰].

هنگامی‌که سرفاصله زمانی ناوگان کمتر از ۲/۵ دقیقه است، به‌طورکلی اجرای راهبردهای فعال اولویت‌دهی دشوار است؛ چراکه جریان ترافیکی که در خلاف جهت حرکت ناوگان همگانی است، دائماً در فاز قرمز قرار می‌گیرد [۱۰].

راهبردهای لحظه‌ای، هم ناوگان همگانی و هم وضعیت کلی ترافیک سایر وسایل نقلیه‌ای که وارد یک تقاطع یا شبکه‌ای از تقاطعات می‌شوند را در نظر می‌گیرند [۱۲]. در این دسته از راهبردها بعضاً وزن ویژه‌ای به ناوگان همگانی داده و زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی به‌صورت لحظه‌ای اصلاح می‌شود. در شبکه‌هایی که جریان ترافیک نامنظمی دارند، به‌کارگیری راهبردهای لحظه‌ای مزایای بیشتری به همراه دارد [۱۰]. پیاده‌سازی چنین راهبردهایی نیازمند تجهیزات ویژه‌ای است که بتوانند زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی واقع در یک محدوده را در پاسخ به شرایط ترافیکی فعلی و موقعیت‌های ناوگان همگانی بهینه‌سازی کنند [۱۲]. در نمودار درختی شکل ۳-۳۰ راهبردهای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی جمع‌بندی شده است.



شکل ۳-۳۰- جمع‌بندی راهبردهای اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی

در جدول ۳-۹ روش‌های متداول TSP برای هر یک از راهبردهای مختلف اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی ارائه و توصیف شده است. TSP می‌تواند به‌صورت پراکنده[۱] یا متمرکز[۲] اجرا شود. در سطح پراکنده، تصمیم‌گیری در مورد اولویت‌دهی چراغ راهنمایی به حمل‌ونقل همگانی در یک تقاطع، به اندرکنش (تعامل) محلی بین ناوگان همگانی و کنترل‌کننده چراغ راهنمایی بستگی دارد؛ درحالی‌که در سطح متمرکز، عملکرد ناوگان

[۱] Distributed
[۲] Centralized

همگانی و کنترل‌کننده چراغ راهنمایی توسط یک سامانه مدیریت ترافیک متمرکز کنترل می‌شود. سامانه‌های اولویت‌دهی غیرفعال لزوماً باید در سطح پراکنده اجرا شوند؛ لیکن سامانه‌های اولویت‌دهی فعال و لحظه‌ای می‌توانند هم در سطح پراکنده و هم در سطح متمرکز پیاده‌سازی شوند [۱۲].

جدول ۳-۹- راهبردها و روش‌های متداول اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار [۱۲]

راهبرد	روش	توصیف
اولویت‌دهی غیرفعال	اصلاح طول چرخه	کاهش طول چرخه در تقاطعات منفرد[۱] به نفع ناوگان همگانی
	تقسیم فازها	ایجاد فازهای ویژه در تقاطعات برای حرکت ناوگان همگانی
	اصلاح طول فاز	افزایش زمان سبز چراغ‌های راهنمای متناظر با جهت حرکت ناوگان همگانی
اولویت‌دهی فعال	بسط زمان سبز	افزایش زمان سبز چراغ‌های راهنمایی متناظر با جهت حرکت ناوگان همگانی
	آغاز زودهنگام/کوتاه‌سازی زمان قرمز	کاهش زمان قرمز چراغ‌های راهنمایی متناظر با جهت حرکت ناوگان همگانی و آغاز زودهنگام زمان سبز
	فاز ویژه	افزودن یک فاز مخصوص ناوگان همگانی
	رد کردن فاز[۲]	رد کردن فازهای غیراولویت‌دار (فازهایی که اولویت ندارند آغاز نمی‌شوند تا فازی که منجر به عبور ناوگان همگانی از تقاطعات می‌شود زودتر آغاز شود)
اولویت‌دهی لحظه‌ای	کنترل بهینه‌سازی تأخیر	تغییر زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی برای کاهش تأخیرات افراد
	کنترل شبکه	تغییر زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی با در نظر گرفتن عملکرد کلی سامانه/شبکه (تغییر زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی برای کاهش تأخیرات کل شبکه)

۳-۳-۲- وضعیت شهر شیراز در زمینه اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات چراغ‌دار

جستجو برای یافتن اطلاعاتی که به استفاده از سامانه‌های هوشمند اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی در تقاطعات در شهر شیراز اشاره کند، نتیجه‌ای در بر نداشت. از سوی دیگر، با توجه به مطالعات صورت‌گرفته در بند ۸-۲ مرحله اول از بخش اول شرح خدمات مطالعات (دریافت اطلاعات سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند مورد استفاده در حمل‌ونقل همگانی) و همچنین مطالعات فرادست، اطلاعاتی مبنی بر به‌کارگیری سامانه‌های مذکور یافت نشد. علاوه بر این، در حال حاضر سامانه اتوبوس تندرو (که موضوع مطالعه این بخش از گزارش است) در شهر شیراز وجود ندارد که بخواهد در تقاطعات به آن اولویت عبور داده شود.

[۱] تقاطع منفرد یا ایزوله (Isolated Intersection) یک تقاطع چراغ‌دار است که عملکرد کنترل‌کننده چراغ راهنمایی آن کاملاً مستقل و تأثیرناپذیر از عملکرد سایر کنترل‌کننده‌ها در تقاطعات چراغ‌دار مجاور است [34, 33].

[۲] Phase Supression

۳-۳-۳- راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اولویت‌دهی به سامانه اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار

در این بخش از گزارش، راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند برای اولویت‌دهی به ناوگان همگانی اتوبوس تندروی گزینه منتخب در تقاطعات چراغ‌دار، با توجه به راهبردها و روش‌های اولویت‌دهی مطرح‌شده در بخش قبل و همچنین با در نظر گرفتن این نکته که هم‌اینک ناوگان اتوبوس‌رانی (اتوبوس عادی) شیراز به سامانه AVL مجهز است، ارائه می‌شود.

تجهیز ناوگان اتوبوس‌رانی به سامانه AVL نشان می‌دهد که در مجموعه مدیریت و کنترل ترافیک شهر شیراز، زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مرتبط با این سامانه موجود است. از سوی دیگر، ازآنجایی‌که فناوری GPS یکی از مؤلفه‌های سامانه AVL است و با استفاده از این فناوری می‌توان وسایل نقلیه همگانی را در تقاطعات شناسایی کرد، پیشنهاد می‌شود که ناوگان اتوبوس تندرو نیز به سامانه AVL مجهز شوند. بدین ترتیب، تقاطعات چراغ‌دار واقع در مسیر خطوط اتوبوس تندرو باید به کنترل‌کننده‌های هوشمند چراغ راهنمایی مجهز و این کنترل‌کننده‌ها باید با سامانه AVL ناوگان اتوبوس تندرو یکپارچه شوند. لازم به ذکر است که به‌کارگیری فناوری GPS به‌عنوان یکی از اجزای سامانه AVL برای شناسایی ناوگان اتوبوس تندرو در تقاطعات بدین دلیل پیشنهاد و بر سایر فناوری‌ها شناسایی ترجیح داده شده است که سامانه‌های پشتیبان آن موجود بوده و استفاده از امکانات موجود می‌تواند هزینه‌های راه‌اندازی سامانه TSP را به شکل چشمگیری کاهش دهد. در بخش بعدی به هزینه‌های کلی پیاده‌سازی سامانه اولویت‌دهی به اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار با جزئیات بیشتری پرداخته می‌شود.

در جدول ۳-۱۰ تقاطعات چراغ‌دار واقع در مسیر خطوط اتوبوس تندرو گزینه منتخب معرفی و بررسی شده‌اند. توضیحات ارائه‌شده و بررسی‌های صورت‌گرفته در این جدول به انتخاب راهبرد مناسب اولویت‌دهی به ناوگان اتوبوس تندرو کمک می‌کند. در جدول ۳-۱۱ راهکارهای اولویت‌دهی به ناوگان خطوط اتوبوس تندرو با در نظر گرفتن ویژگی‌های تقاطعات چراغ‌دار واقع در مسیر این خطوط و وضعیت ترافیکی شبکه معابر در محدوده این تقاطعات پیشنهاد شده است. لازم به ذکر است این پیشنهادات صرفاً به‌عنوان گزینه‌های مناسب برای امکان‌سنجی به‌کارگیری اولویت‌دهی در تقاطع‌ها است و اعمال تغییرات در تقاطع‌ها، نیازمند مطالعات ترافیکی کامل است.

جدول ۳-۱۰- معرفی و بررسی اولیه تقاطعات چراغ‌دار واقع در مسیر خطوط اتوبوس تندرو شبکه حمل‌ونقل همگانی منتخب

خط	نام تقاطع چراغ‌دار	موقعیت تقاطع چراغ‌دار	فاصله از تقاطع چراغ‌دار قبلی (کیلومتر)	بررسی تقاطع چراغ‌دار
۴	پارک قوری	تقاطع بلوار باهنر شمالی با بلوار پاسداران / بلوار استقلال	-	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطع از بلوار پاسداران به بلوار استقلال و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۴ در تقاطع پارک قوری هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطع در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود.
۴	تقاطع بلوار. استقلال با بلوار بعثت		۰/۹	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطعات از سمت غرب بلوار استقلال به سمت شرق بلوار استقلال و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۴ در این تقاطعات هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطعات در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود.
	چهارراه هوابرد	تقاطع بلوار استقلال با بلوار سرباز	۱/۰	
	چهارراه بنفشه	تقاطع بلوار استقلال با بلوار شهید بهشتی	۰/۸	
	فلکه هنگ	تقاطع بلوار استقلال با خ. شوریده شیرازی / خ. مرادپور	۰/۳۵	
۴	چهارراه گمرک	تقاطع خ. انقلاب اسلامی با خ. مشیر شرق	۰/۷	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطع از خ. انقلاب اسلامی به خ. مشیر شرقی و بالعکس تردد دارد. - در جهت حرکت از بلوار انقلاب اسلامی به خ. مشیر شرقی و بالعکس، خط ۴ به‌ترتیب یک حرکت گردش‌به‌راست و یک حرکت گردش‌به‌چپ انجام می‌دهد. - در این تقاطع، هیچ‌یک از حرکت‌های گردش‌به‌راست به‌صورت جداشده نیستند. - لذا خط ۴ در این تقاطع، در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود.
۴	چهارراه شکوفه	تقاطع خ. مشیر شرقی با خ. وصال شیرازی	۰/۴	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطع از سمت غرب خ. مشیر شرقی به سمت شرق خ. مشیر شرقی و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۴ در این تقاطع هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطع در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود.
۴	دروازه کازرون	تقاطع خ. مشیر شرقی / بلوار سیبویه با خ. قاآنی، خ. فخرآباد شرقی و خ. شمس تبریزی	۰/۶	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطع از خ. مشیر شرقی به بلوار سیبویه و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۴ در دروازه کازرون هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطع در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - لازم به ذکر است که دروازه کازرون در ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز که دارای تراکم ترافیکی بالایی است واقع شده است.

خط	نام تقاطع چراغ‌دار	موقعیت تقاطع چراغ‌دار	فاصله از تقاطع چراغ‌دار قبلی (کیلومتر)	بررسی تقاطع چراغ‌دار
۴	شاهزاده قاسم	تقاطع بلوار سیبویه با خ. حضرتی / بلوار احمدی شمالی	۰/۹	- خط اتوبوس تندرو ۴ در این تقاطع از سمت غرب بلوار سیبویه به سمت شرق بلوار سیبویه و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۴ در شاهزاده قاسم هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطع در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - لازم به ذکر است که شاهزاده قاسم نیز در ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز که دارای تراکم ترافیکی بالایی است واقع شده است.
۷	تقاطع بلوار تخت جمشید غربی با بلوار جانبازان		-	- خط اتوبوس تندرو ۷ در این تقاطع از سمت غرب بلوار تخت جمشید غربی به سمت شرق بلوار تخت جمشید غربی و بالعکس تردد دارد. - با توجه به این‌که حرکت خط ۷ در این تقاطع هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت به‌صورت مستقیم (حرکت عبوری) است، این خط در این تقاطع در هر دو جهت حرکت می‌تواند اولویت‌دهی شود.

جدول ۳-۱۱- پیشنهاد راهکارهای هوشمند برای اولویت‌دهی به خطوط اتوبوس تندرو شبکه حمل‌ونقل همگانی منتخب

خط	تقاطع چراغ‌دار	راهبرد اولویت‌دهی	سطح اجرا	علت انتخاب راهبرد و سطح اجرای اولویت‌دهی
۴	پارک قوری	فعال غیرشرطی	پراکنده	- در تقاطع پارک قوری، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - اما تقاطع پارک قوری در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده است. - تقاطع پارک قوری فاصله مناسبی (۰/۹ کیلومتر) با تقاطع چراغ‌دار بعدیِ واقع در مسیر خط ۴ (تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت) دارد.
۴	تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت	فعال غیرشرطی	پراکنده	- در تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده است. - تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت فاصله مناسبی (به ترتیب ۰/۹ و ۱/۰ کیلومتر) با تقاطع چراغ‌دار قبلی و بعدی واقع در مسیر خط ۴ (به ترتیب تقاطع پارک قوری و چهارراه هوابرد) دارد.
۴	چهارراه هوابرد	فعال غیرشرطی	پراکنده	- در چهارراه هوابرد، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - چهارراه هوابرد در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده است. - چهارراه هوابرد فاصله مناسبی (به ترتیب ۱/۰ و ۰/۸ کیلومتر) با تقاطع چراغ‌دار قبلی و بعدی واقع در مسیر خط ۴ (به ترتیب تقاطع بلوار استقلال با بلوار بعثت و چهارراه بنفشه) دارد.
۴	چهارراه بنفشه	فعال شرطی	متمرکز	- در چهارراه بنفشه و فلکه هنگ، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود.
	فلکه هنگ	فعال شرطی	متمرکز	- چهارراه بنفشه و فلکه هنگ در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده‌اند. - چهارراه بنفشه و فلکه هنگ فاصله کمی (۰/۳۵ کیلومتر) از یکدیگر دارند.
	چهارراه گمرک	فعال شرطی	متمرکز	- در چهارراه گمرک، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - چهارراه گمرک در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده است. بااین‌حال، وجود بیمارستان مادر و کودک شوشتری، پایانه اتوبوس‌رانی استقلال و کاربری‌های تجاری پُرشمار در محدوده این تقاطع، بعضاً منجر به ایجاد ترافیک سنگین در معابر واقع در این محدوده می‌شود. - چهارراه گمرک فاصله کمی (۰/۴ کیلومتر) با تقاطع چراغ‌دار بعدی واقع در مسیر خط ۴ (چهارراه شکوفه) دارد.
۴	چهارراه شکوفه	فعال شرطی	متمرکز	- در چهارراه شکوفه، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود. - چهارراه شکوفه در آستانه ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع شده است و تراکم ترافیکی بالایی دارد. - خ. مشیر شرقی از سمت غرب و شرق و خ. وصال شیرازی جنوبی و شمالی به چهارراه شکوفه متصل هستند. جریان ترافیک همه وسایل نقلیه در خ. وصال شیرازی شمالی به‌صورت یک‌طرفه است. در سمت غرب و شرق خ. مشیر شرقی، تنها جریان ترافیک ناوگان اتوبوس تندرو به‌صورت دوطرفه است و سایر وسایل نقلیه به‌صورت یک‌طرفه در این معبر تردد می‌کنند. خ. وصال شیرازی جنوبی تنها معبر دوطرفه متصل به چهارراه شکوفه است. در نتیجه جهت‌های حرکت وسایل نقلیه در این چهارراه ساده‌تر از یک چهارراه معمولی (چهارراهی که همه معابر متصل به آن دوطرفه هستند) است. - چهارراه شکوفه فاصله کمی (به ترتیب ۰/۴ و ۰/۶ کیلومتر) با تقاطع چراغ‌دار قبلی و بعدی واقع در مسیر خط ۴ (به ترتیب چهارراه گمرک و دروازه کازرون) دارد.

خط	تقاطع چراغ‌دار	راهبرد اولویت‌دهی	سطح اجرا	علت انتخاب راهبرد و سطح اجرای اولویت‌دهی
۴	دروازه کازرون	لحظه‌ای	متمرکز	- در دروازه کازرون، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود - دروازه کازرون در ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع شده است و تراکم ترافیکی بسیار بالایی دارد. - وجود مراکز بهداشتی و درمانی متعدد، کاربری‌های اداری (مانند اداره کل امور مالیاتی فارس)، کاربری‌های آموزشی، مراکز تاریخی-مذهبی-فرهنگی و از همه مهم‌تر مراکز و کاربری‌های تجاری پرشُمار و بازارها و بازارچه‌های بزرگ و به‌شدت متراکم، همواره منجر به ایجاد ترافیک سنگین خودروهای شخصی در محدوده دروازه کازرون می‌شود؛ ضمن این‌که وسایل نقلیه همگانی و شبه‌همگانی، موتور و عابران پیاده نیز در این محدوده زیاد تردد می‌کنند. - پنج معبر شامل خ. مشیر شرقی، خ. فخرآباد شرقی، خ. قاآنی جنوبی و شمالی و بلوار سیبویه به دروازه کازرون متصل هستند. علاوه بر این، خ. شمس تبریزی در فاصله ۵۰ متری دروازه کازرون، به خ. قاآنی جنوبی متصل می‌شود. بنابراین علاوه بر جریان ترافیک پنج معبر مذکور، جریان ترافیک خ. شمس تبریزی نیز بر تراکم ترافیکی دروازه کازرون مستقیماً اثر می‌گذارد. - با توجه به تعدد معابر متصل به دروازه کازرون، جهت‌های حرکت وسایل نقلیه در آن پیچیده‌تر از یک تقاطع معمولی (مثلاً یک چهارراه) است.
۴	شاهزاده قاسم	لحظه‌ای	متمرکز	- در شاهزاده قاسم، خط ۴ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود - شاهزاده قاسم در ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع شده است و تراکم ترافیکی بالایی دارد. - وجود مراکز تاریخی-مذهبی-فرهنگی متعدد به‌ویژه حرم مطهر حضرت احمد بن موسی شاه‌چراغ(ع) به‌عنوان قطب دینی و مذهبی شهر شیراز و همچنین کاربری‌های تجاری پرشُمار و متراکم، همواره منجر به ایجاد ترافیک سنگین خودروهای شخصی در محدوده شاهزاده قاسم می‌شود؛ ضمن این‌که وسایل نقلیه شبه‌همگانی، موتور و عابران پیاده نیز در این محدوده زیاد تردد می‌کنند. - تردد اتوبوس‌ها از شاهزاده قاسم به‌دلیل وجود پایانه‌های اتوبوس‌رانی احمدی و شهید در محدوده این تقاطع (به‌ترتیب در فاصله ۰/۳۵ و ۱/۰ کیلومتری)، زیاد است.
۷	تقاطع بلوار تخت جمشید غربی با بلوار جانبازان	فعال غیرشرطی	پراکنده	- در تقاطع بلوار تخت جمشید غربی با بلوار جانبازان، خط ۷ هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت می‌تواند اولویت‌دهی شود - تقاطع بلوار تخت جمشید غربی با بلوار جانبازان در محدوده ناحیه تجاری مرکزی شهر شیراز واقع نشده است. - هیچ تقاطع چراغ‌دار دیگری به‌جز تقاطع بلوار تخت جمشید غربی با بلوار جانبازان در مسیر خط ۷ وجود ندارد.

۳-۳-۴- هزینه‌های کلی پیاده‌سازی سامانه اولویت‌دهی به اتوبوس تندرو در تقاطعات چراغ‌دار

به‌طورکلی، هزینه‌های اجرای TSP در امتداد یک کریدور اتوبوس تندرو به عوامل زیر وابسته است [۱۲]:

۱) پیکربندی[۱] و وضعیت سامانه کنترل چراغ راهنمایی موجود (چنانچه سامانه کنترل چراغ راهنمایی موجود به ارتقا نیاز داشته باشد، هزینه‌ها افزایش می‌یابند)

۲) تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد نیاز برای تقاطعات

۳) وسایل نقلیه

۴) سامانه مدیریت مرکزی

به‌طور خاص، هزینه‌های TSP شدیداً به این مسئله وابسته هستند که آیا قرار است سامانه TSP به‌صورت موضعی برای هر کریدور پیاده‌سازی شود یا قرار است در یک مرکز مدیریت ترافیک یا حمل‌ونقل همگانی منطقه‌ای ادغام (یکپارچه) و متمرکز شود. برای اجرای یک سامانه اولویت‌دهی شرطی، سامانه مرکزی چراغ‌های راهنمایی باید با مرکز مدیریت ترافیک یا حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شود [۱۲].

یکی از عوامل کلیدی در تعیین هزینه‌های TSP این است که آیا کنترل‌کننده‌ها و نرم‌افزار کنترل چراغ راهنمایی موجود (فعلی) با سامانه TSP سازگاری دارد یا خیر. هزینه جایگزینی کنترل‌کننده چراغ راهنمایی، بسته به فروشنده و قابلیت‌های سامانه TSP موردنظر، بین ۳،۵۰۰ تا ۵،۰۰۰ دلار متغیر است. هزینه‌های رابط‌های[۲] مخابراتی مورد نیاز برای یکپارچه‌سازی چراغ‌های راهنماییِ دارای قابلیت اولویت‌دهی با سامانه چراغ راهنمایی موجود و هزینه‌های ارتقای سامانه چراغ راهنمایی در آینده، بسته به پیکربندی سامانه چراغ راهنمایی و وسعت به‌کارگیری سامانه TSP متغیر بوده و به مجموع هزینه‌ها اضافه خواهد شد. به‌طورکلی، اگر بتوان از نرم‌افزار و تجهیزات کنترل‌کننده موجود استفاده کرد، هزینه اجرای TSP برای هر تقاطع می‌تواند کمتر از ۵،۰۰۰ دلار تمام شود؛ اما اگر نرم‌افزار و تجهیزات فعلی نیاز به تعویض داشته باشند، هزینه اجرای TSP برای هر تقاطع می‌تواند به ۲۰،۰۰۰ تا ۳۰،۰۰۰ دلار افزایش یابد [۱۲].

[۱] Configuration
[۲] Links

هزینه سامانه‌های تشخیص نوع وسیله نقلیه بر اساس فناوری نهایی انتخاب‌شده به‌شدت متغیر است. در جدول ۳-۱۲ هزینه‌های اولیه[۱] (هزینه‌های خرید/سرمایه خرید) و هزینه‌های بهره‌برداری سامانه‌های شناسایی TSP گوناگون ارائه شده است [۱۲].

جدول ۳-۱۲- هزینه‌های انواع سامانه‌های شناسایی TSP [۱۲]

سامانه	فناوری	هزینه به ازای هر تقاطع (دلار آمریکا)	هزینه به ازای هر اتوبوس تندرو (دلار آمریکا)	هزینه‌های بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری (دلار آمریکا)
اپتیکی	فرستنده‌های اپتیکی[۲]	۱۵،۰۰۰	۲،۰۰۰	۱،۵۰۰ (برای جایگزین کردن هر فرستنده)
خوانشگر کنار جاده‌ای[۳]	بازشناسی با امواج رادیویی؛ در این فناوری از برچسب‌های[۴] شناسایی نصب‌شده در اتوبوس‌های تندرو و آنتن‌های کنار جاده‌ای[۵] استفاده می‌شود.	۲۰،۰۰۰	۲۵۰	۵۰ (برای جایگزین کردن هر برچسب شناسایی)
حلقه‌های هوشمند	در این فناوری، تقویت‌کننده حلقه[۶]، فرستنده[۷] نصب‌شده در اتوبوس‌های تندرو که توسط سامانه الکتریکی این وسایل نقلیه تغذیه (برق‌رسانی) می‌شود را شناسایی می‌کند.	۲،۵۰۰ (به ازای هر تقویت‌کننده؛ چنانچه از شناساگرهای حلقه موجود استفاده شود)	۵۰۰	برابر با هزینه شناساگرهای حلقه

۳-۴- تولید محتوا برای تشکیل پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه

یکی از ساده‌ترین روش‌های اطلاع‌رسانی به شهروندان در خصوص سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی و عملکرد آن‌ها، ایجاد یک پایگاه اینترنتی پویا و تعاملی است که علاوه بر ارائه آخرین تغییرات خطوط و ایستگاه‌ها، امکان مسیریابی، برآورد زمان سفر، زمان رسیدن ناوگان به ایستگاه و آگاهی از کرایه را فراهم می‌کند. در این پایگاه اینترنتی، باید محلی برای دریافت نظرات و پیشنهادها و درخواست‌های مردمی برای تغییر خطوط موجود یا ایجاد خطوط جدید وجود داشته باشد. ضمن آن‌که می‌توان از این پایگاه برای نظرسنجی از شهروندان در مورد تغییرات پیشنهادی در خطوط یا ایستگاه‌ها و ارزیابی اثرات اجتماعی این تغییرات استفاده کرد [۶]. علاوه بر این، متولیان و بهره‌برداران دولتی و خصوصیِ حوزه حمل‌ونقل همگانی نیز می‌توانند از این پایگاه اطلاعاتی

[۱] Capital Costs
[۲] Optical Emitters
[۳] Wayside Reader
[۴] Tags
[۵] Wayside Antenna
[۶] Loop Amplifier
[۷] Transmitter

برای ارزیابی عملکرد، بهبود خدمات، جلب رضایت مسافران و افزایش درآمد خود استفاده کنند. برای مثال می‌توان از امتیازدهی به عملکرد راننده ناوگان، تمیزی ناوگان، وضعیت ایستگاه‌ها و موارد مشابه برای افزایش رضایت مسافران استفاده کرد.

پایگاه اینترنتی پویای اطلاع‌رسانی به شهروندان در خصوص سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی بر دو بستر برنامک‌ها و سایت‌های اینترنتی قابل پیاده‌سازی است. پیش‌تر در بخش ۳-۱ گزارش حاضر (اطلاع‌رسانی به مسافران)، برنامک‌ها «نقشه هوشمند شهرداری شیراز» و «نشان» معرفی و قابلیت‌های آن‌ها در زمینه اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی بررسی شد. همچنین با توجه به کمبودهای این دو برنامه، پیشنهادهایی برای بهبود عملکرد آن‌ها ارائه شد. اکنون در این بخش از گزارش، اطلاع‌رسانی به مسافران از طریق سایت‌های اینترنتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

همان‌طور که در بخش ۳-۱ گزارش اشاره شد، سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی شهرداری شیراز برای اطلاع‌رسانی به مسافران مترو و سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز برای اطلاع‌رسانی به مسافران اتوبوس مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به تأکیدات مکرر بر یکپارچه‌سازی سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، پیشنهاد می‌شود که پایگاه‌های اینترنتی پویای اطلاع‌رسانی به مسافران حمل‌ونقل همگانی نیز یکپارچه باشد. برای این کار، می‌توان سایت سازمان حمل‌ونقل ریلی و سایت سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر را با یکدیگر ادغام و یا سایت جدیدی ایجاد کرد که در خصوص تمام خطوط حمل‌ونقل همگانی انبوه‌بر و غیرانبوه‌بر به مسافران خدمات اطلاع‌رسانی ارائه دهد. در ادامه محتوای اولیه و ساختار مفهومی پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شهر شیراز و مهم‌ترین محتوا و قابلیت‌هایی که باید در این پایگاه به شهروندان ارائه شود، معرفی و تشریح شده‌اند.

۳-۴-۱- صفحه اصلی (خانه)

صفحه اصلی (خانه یا صفحه اول) باید به‌گونه‌ای طراحی شود که کاربران بتوانند هنگام وارد شدن به پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی، مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز خود را به‌سرعت دریافت کنند. ازآنجایی‌که مسیریابی، هدف اصلی اغلب مراجعه‌کنندگان به این پایگاه است، پیشنهاد می‌شود که نقشه خطوط بر بستر نقشه شبکه معابر و کاربری‌های شهری پیاده و در صفحه اول پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی قرار داده شود. در مسیریابی باید انواع مسیرهای بهینه بین مبدأ و مقصد همراه با زمان‌بندی، کرایه و گام‌های سفر به کاربران نشان داده شود. همچنین با توجه به این‌که امروزه مسیریابی غالباً با استفاده از برنامک‌ها تلفن‌های همراه صورت می‌گیرد،

لینک برنامه مسیریاب باید در صفحه اول قرار داده شود تا کاربران بتوانند به‌راحتی برنامه مذکور را بارگیری، بر روی تلفن همراه خود نصب و از آن استفاده کنند. قابلیت خرید و شارژ کارت بلیت نیز از اهمیت بسزایی برخوردار است و باید در صفحه اول قرار داده شود تا به‌راحتی در دید کاربران باشد. هرگونه خبر یا اطلاعیه‌ای که به تغییر مسیر، زمان‌بندی یا انسداد خطوط اشاره دارد باید در صفحه اصلی به کاربران ارائه شود. سایر اخبار و اطلاعیه‌ها باید در بخش جداگانه‌ای عرضه شوند. بنابراین به‌طور خلاصه، پیشنهاد می‌شود که محتوای صفحه اول پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شهر شیراز شامل موارد زیر باشد:

۱) نقشه خطوط با قابلیت مسیریابی و محاسبه کرایه
۲) لینک دانلود برنامک مسیریاب برای تلفن همراه
۳) بخش خرید و شارژ کارت بلیت
۴) گزارش وقایعی که منجر به تغییر مسیر، زمان‌بندی یا انسداد خطوط شده‌اند (خبرهای فوری)

۳-۴-۲- درباره ما

در این قسمت باید تاریخچه خطوط از زمان آغاز مطالعات اولیه تا زمان بهره‌برداری ارائه و تمامی مشاوران و پیمانکاران دخیل معرفی شوند. ارائه اطلاعات مربوط به هزینه‌های صورت‌گرفته به تفکیک مراحل مطالعات، اجرا، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری و همچنین یارانه‌های اعمال‌شده منجر خواهد شد که شهروندان درک بهتری از اهمیت سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی داشته باشند و از تلاش‌هایی که شهرداری و دولت برای فراهم‌سازی امکان جابجایی سریع و مطمئن آن‌ها انجام می‌دهند، آگاهی یابند. اهداف، مأموریت‌ها و چشم‌اندازها و چارت سازمانی به‌منظور معرفی مسئولان و جایگاه و وظایف آن‌ها، از جمله محتوای ضروری است که در تمامی پایگاه‌های اینترنتی متعلق به نهادهای دولتی ارائه می‌شود. از سوی دیگر، چنانچه تجهیزات به‌کار گرفته‌شده در سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی به شهروندان معرفی شود، جذابیت و قابلیت اطمینان این سامانه‌ها از نظر مسافران افزایش خواهد یافت. لازم به ذکر است که معرفی تجهیزات در این بخش به‌صورت کلی و مختصر کفایت می‌کند؛ اما در بخش «اطلاعات خطوط»، باید با جزئیات بیشتر و به تفکیک سامانه‌ها، خطوط، ایستگاه‌ها و پایانه‌های حمل‌ونقل همگانی، به معرفی تجهیزات پرداخته شود. بنابراین به‌طور خلاصه، پیشنهاد می‌شود که محتوای بخش «درباره ما» پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شهر شیراز شامل موارد زیر باشد:

۱) تاریخچه

۲) اهداف، مأموریت‌ها و چشم‌اندازها

۳) چارت سازمانی

۴) تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری

۳-۴-۳- نقشه‌ها

محتوای این بخش شامل نقشه جامع شبکه معابر شهری و حومه، خطوط مترو، اتوبوس تندرو، اتوبوس عادی و تاکسیرانی، محدوده طرح ترافیک و کاربری‌ها مختلف به‌صورت لایه‌بندی‌شده است. قابلیت مسیریابی یکپارچه انواع سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، خودروی شخصی، دوچرخه و پیاده نیز باید از طریق همین نقشه به شهروندان ارائه شود. علاوه بر این، وضعیت ترافیک شبکه معابر نیز باید به‌صورت لحظه‌ای در نقشه قابل‌مشاهده باشد. در مسیریابی یکپارچه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، مسیر، زمان و هزینه سفر، زمان ورود ناوگان و نحوه سفر شامل جزئیات مسیر پیاده‌روی برای رسیدن به ایستگاه‌ها، مسیر هر خط، ایستگاه‌هایی که در آن‌ها تغییر خط (تبادل) صورت می‌گیرد و جزئیات پیاده‌روی از آخرین ایستگاه به سمت مقصد نهایی، باید به‌صورت گام‌به‌گام و به شیوه‌ای ساده و قابل‌فهم به شهروندان ارائه شود. همچنین نقشه ارائه‌شده باید به‌مجرد هرگونه تغییر کوچک یا بزرگ در شبکه معابر، خطوط، محدوده‌ها و کاربری‌ها اصلاح و همواره به‌روز نگاه داشته شود. امکان خروجی گرفتن از این نقشه در فرمت‌ها و قالب‌های مختلف با پس‌زمینه‌های گوناگون بر حسب کاربرد و اطلاعات مورد نیاز و لایه‌های انتخاب‌شده، یک قابلیت بسیار جذاب برای کاربران به‌ویژه پژوهشگران و متولیان حوزه حمل‌ونقل به‌حساب می‌آید و به‌شدت پیشنهاد می‌شود این قابلیت برای این نقشه فراهم شود. لازم به ذکر است که نقشه‌ای که در صفحه اول قرار داده می‌شود با هدف دسترسی سریع و مسیریابی طراحی می‌شود و لزومی ندارد که تمام جزئیات فوق‌الذکر در آن ارائه شوند.

۳-۴-۴- اطلاعات خطوط

در این بخش، شهروندان باید به اطلاعات خطوط همه سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی، شبه‌همگانی و تاکسی‌رانی مانند مسیر و زمان سفر، بازه زمانی فعالیت، زمان‌بندی، سرفاصله زمانی، ظرفیت و سرعت و همچنین جزئیات مرتبط با هزینه سفر و شیوه پرداخت کرایه دسترسی داشته باشند. شهروندان برای دسترسی به محتوای مذکور، ابتدا نوع سامانه و سپس خط موردنظر خود را انتخاب و در ادامه محتوای مورد اشاره را مشاهده می‌کنند. معرفی برخی از امکانات ناوگان نظیر تهویه مطبوع، اطلاع‌رسانی هوشمند به مسافران، تجهیزات ویژه توان‌خواهان و غیره به شهروندان می‌تواند منجر به افزایش جذب مسافران حمل‌ونقل همگانی شود. اطلاع‌رسانی

در خصوص امکاناتی نظیر آسانسور، پله‌برقی، بوفه، کافه، خودپرداز بانک، نمازخانه، سرویس بهداشتی و ... که در ایستگاه‌ها و پایانه‌های برای شهروندان در نظر گرفته شده است نیز می‌تواند به این جذابیت بیفزاید. علاوه بر این، باید به شهروندان اطلاع داده شود که به چه طریق می‌توانند کارت هوشمند تهیه کنند. بهتر است تهیه کارت هوشمند هم به‌صورت حضوری با مراجعه به باجه‌های مربوطه و هم به‌صورت غیرحضوری از طریق ثبت درخواست در پایگاه اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی و ارسال پستی کارت امکان‌پذیر باشد. ایستگاه‌ها و پایانه‌هایی که باجه‌های خرید و شارژ کارت هوشمند دارند یا مراکزی که اقدام به صدور کارت هوشمند می‌کنند (از جمله بانک‌های طرف قرارداد شهرداری) نیز باید به شهروندان معرفی شوند[1]. در خصوص شارژ کارت هوشمند، علاوه بر امکان مراجعه حضوری به باجه‌ها و مراکز مربوطه، باید قابلیت شارژ کارت از طریق پایگاه اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی نیز وجود داشته باشد[2]. بنابراین به‌طور خلاصه، پیشنهاد می‌شود که محتوای بخش «اطلاعات خطوط» پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شهر شیراز شامل موارد زیر باشد:

۱) مسیر، زمان و هزینه سفر
۲) بازه زمانی فعالیت، زمان‌بندی و سرفاصله زمانی اعزام ناوگان
۳) ظرفیت و سرعت ناوگان
۴) امکانات و تجهیزات ناوگان، ایستگاه‌ها و پایانه‌ها
۵) باجه‌های خرید و شارژ کارت هوشمند
۶) دستگاه‌ها و باجه‌های فروش بلیت

۳-۴-۵- ارتباط با ما

در این بخش باید تمامی راه‌های ارتباطی ممکن مانند شماره تماس، فکس، ایمیل و شبکه‌های مجازی به شهروندان معرفی شوند. شهروندان باید بتوانند از طریق این راه‌های ارتباطی، پرسش‌های خود را مطرح و پاسخ‌های خود را به‌سرعت دریافت کنند، نظرات و پیشنهادهای خود در خصوص خطوط، ایستگاه‌ها، مسیرها و ... را ارائه دهند و گزارش‌ها شکایات خود را به‌راحتی ثبت و پیگیری کنند.

[1] لازم به ذکر است که بر اساس شیوه دریافت کرایه پیشنهادشده در این گزارش به تفکیک سامانه‌ها، باجه‌های فروش بلیت باید در تمامی ایستگاه‌ها و پایانه‌های مربوطه وجود داشته باشند.

[2] شایان توجه است که فراهم ساختن امکان به‌کارگیری برنامک‌ها به‌ویژه همراه بانک‌های طرف قرارداد شهرداری برای شارژ کارت هوشمند، موجب راحتی بیشتر مسافران خواهد شد.

ایجاد گزینه‌های موضوعی مختلف قابل انتخاب هنگام دریافت نظرات و پیشنهادها و ثبت گزارش‌ها و شکایات شهروندان می‌تواند به دسته‌بندی بهتر و گردآوری سریع‌تر اطلاعات دریافت‌شده از سوی شهروندان کمک کند. برای این کار، در بخش ارتباط با ما، یک زیربخش برای دریافت نظرات و پیشنهادها و یک زیربخش برای ثبت گزارش‌ها و شکایات باید طراحی شود. شهروندان وارد هر بخش که می‌شوند، با توجه به موضوعی که مدنظر دارند، بین موضوعات مختلف موجود (به‌عنوان گزینه‌های قابل انتخاب) به جستجو پرداخته و در نهایت موضوع موردنظر خود را انتخاب می‌کنند. گزینه «سایر موضوعات» نیز باید به‌عنوان یک گزینه قابل انتخاب ایجاد شود تا هنگامی‌که موضوع موردنظر شهروندان در بین گزینه‌ها وجود ندارد، بتوانند گزینه «سایر موضوعات» را انتخاب و سپس به‌صورت متنی موضوع موردنظر خود را توصیف و تشریح و نهایتاً در خصوص این موضوع، نظرات و پیشنهادهای خود را ارائه و یا گزارش‌ها و شکایات خود را ثبت کنند. به‌عنوان‌مثال، برای بخش گزارش‌ها، می‌توان قسمتی را به گزارش خرابی اختصاص داد. در این قسمت، شهروندان ابتدا سامانه، سپس خط و نهایتاً ناوگان یا ایستگاه دارای خرابی را انتخاب می‌کنند. سپس می‌توانند خرابی‌ها را از میان گزینه‌های موجود انتخاب کرده و گزارش دهند و در صورت عدم وجود گزینه مربوط به خرابی موردنظر، با استفاده از گزینه «سایر خرابی‌ها»، گزارش خرابی را به‌صورت کتبی ثبت کنند. خرابی پله‌برقی، آسانسور، دستگاه صدور بلیت، دستگاه کارت‌خوان، صندلی، تهویه مطبوع، گیره‌ها و میله‌های تکیه‌گاه دست و ... می‌توانند به‌عنوان خرابی‌های متداول در گزینه‌ها گنجانده شوند. برای بخش شکایات، زیربخش‌های شکایت از هزینه کرایه، راننده و ... می‌توانند مطرح شوند.

امکان پیگیری گزارش‌ها و شکایات ثبت‌شده توسط شهروندان، قابلیت مهمی است که باید در بخش دریافت گزارش‌ها و شکایات شهروندان وجود داشته باشد. این قابلیت ضمن این‌که به‌نوعی ادای احترام و اهمیت دادن به شهروندان محسوب می‌شود، به آن‌ها اطمینان خاطر می‌دهد که موارد ثبت‌شده مورد بررسی قرار خواهند گرفت و نتیجه بررسی به ایشان اعلام خواهد شد. هنگام ثبت گزارش‌ها و شکایات، با دریافت شماره تماس یا ایمیل شهروندان به‌صورت اختیاری و نه اجباری یا ارائه کد پیگیری، می‌توان آن‌ها را از مراحل ثبت، بررسی، پیگیری و اقدام جهت رفع مشکلات یا رسیدگی به شکایات مطلع ساخت. بنابراین به‌طور خلاصه، پیشنهاد می‌شود که محتوای بخش «ارتباط با ما» پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه شهر شیراز شامل موارد زیر باشد:

۱) اطلاعات شماره تماس، فکس، ایمیل و شبکه‌های مجازی

۲) دریافت نظرات و پیشنهادها

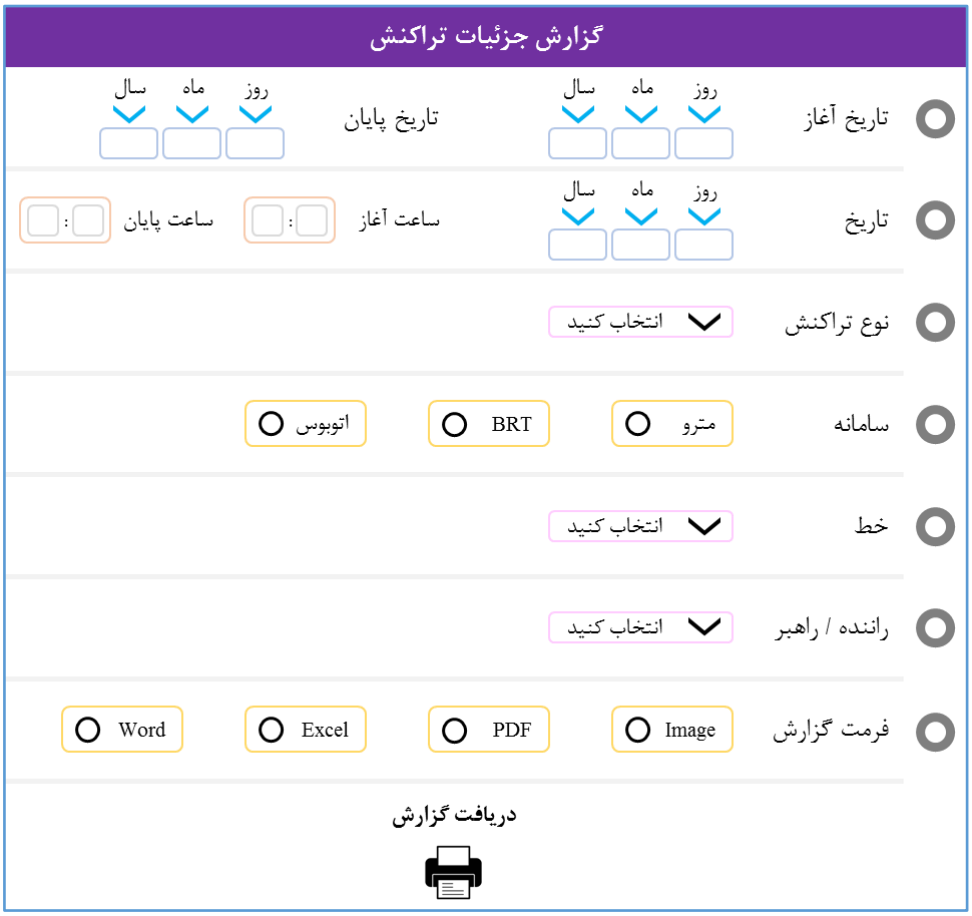
۳) ثبت گزارش‌ها و شکایات

۳-۴-۶- اطلاعات قابل‌ارائه به متولیان و بهره‌برداران

در این گزارش، سامانه‌ها و تجهیزات گوناگونی به‌منظور ارائه راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند در شهر شیراز برای اطلاع‌رسانی به مسافران، اخذ کرایه و اولویت‌دهی به حمل‌ونقل همگانی معرفی و پیشنهاد شد. به دلیل هوشمند بودن سامانه‌ها و تجهیزات مذکور، داده‌های مستخرج از آن‌ها به‌صورت خام یا پس از پردازش می‌تواند علاوه بر ارائه اطلاعات به مسافران، به متولیان و بهره‌برداران نیز گزارش‌های مفیدی در خصوص عملکرد سامانه‌ها، خطوط، کیفیت خدمات، مشکلات و ... ارائه دهد. این امر با تجمیع و دسته‌بندی این اطلاعات در پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی و ایجاد یک بخش جداگانه برای متولیان و بهره‌برداران سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی قابل انجام است. لازم به ذکر است که منظور از ایجاد بخش جداگانه برای متولیان و بهره‌برداران این است که یک پنجره یا گزینه برای ورود این دسته از افراد به پایگاه اینترنتی ایجاد شود تا آن‌ها پس از ورود به سامانه، بتوانند گزارش‌های بهره‌برداری مربوط به خود را به‌صورت اختصاصی تعریف و دریافت کنند و نیازی نیست که این بخش از سامانه در دسترس همگان باشد. در جدول ۳-۱۳ به مهم‌ترین اطلاعاتی که می‌تواند به متولیان و بهره‌برداران سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی ارائه شود اشاره شده است. شکل ۳-۳۱ نمونه تصویری ساختار مفهومی درخواست اطلاعات و ارائه گزارش جزئیات تراکنش‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱۳- اطلاعات قابل‌ارائه به متولیان و بهره‌برداران در پایگاه پویای اطلاع‌رسانی اینترنتی سامانه حمل‌ونقل همگانی یکپارچه

محور اطلاعات	گزارش‌ها	محتوا
مدیریت ناوگان	گزارش‌های آنلاین	آخرین وضعیت کلیه ناوگان‌ها
		وضعیت ناوگان‌ها به تفکیک خطوط
		ره‌گیری کلیه ناوگان‌ها
		ره‌گیری ناوگان‌ها به تفکیک خطوط
		وضعیت شماتیک خطوط
	گزارش‌های تحلیلی	گزارش صورت‌وضعیت پیمایش محور
		گزارش سرعت غیرمجاز
		گزارش مسافت پیموده‌شده
		گزارش سرعت متوسط
		گزارش آمار نیم‌راه
		گزارش محدوده غیرمجاز
		گزارش توقف‌های ناوگان
		گزارش انحراف از زمان‌بندی اعزام ناوگان
		گزارش انحراف خطوط
		گزارش کنترل عبور و مرور از ایستگاه‌ها
		گزارش کنترل عبور و مرور از پایانه‌ها
	ناحیه	رسم ناحیه
		فهرست نواحی
		جدول نواحی
تراکنش‌ها	گزارش جزئیات تراکنش‌ها	
	گزارش ساعتی تراکنش‌ها	
	گزارش تعداد تراکنش‌ها برحسب روز	
	گزارش تعداد تراکنش‌ها بر حسب تاریخ و کد خط	
	گزارش تجمیعی	
سایر	گزارش کارکرد ناوگان	
	گزارش کارکرد خط	
	گزارش کارکرد راننده	
	گزارش کارکرد کلی روزانه	
	گزارش تعرفه خط	
	گزارش تغییر خط	
	شیفت رانندگان	



شکل ۳-۳۱- نمونه تصویری ساختار مفهومی درخواست اطلاعات و ارائه گزارش جزئیات تراکنش‌ها

منابع و مراجع

[1] D. Oladimeji , K. Gupta, N. A. Kose, K. Gundogan, L. Ge and F. Liang, "Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications," *Sensors,* vol. 23, no. 28, p. 3880, 11 April 2023.

[۲] دبیرخانه مجمع جهانی راه (PIARC), راهنمای سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند - ویراست دوم, ن. رضایی‌مهر و م. رحیمی, تدوین‌کنندگان, تهران: پژوهشکده حمل‌ونقل, ۱۳۸۶.

[3] PIARC Committee on Intelligent Transport, ITS Handbook 2000 - Recommendations from the World Road Association (PIARC), J. C. Miles and K. Chen, Eds., Artech House, 1999.

[۴] وزارت راه و ترابری - معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری, طرح راهبردی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند, م. مهرپویا, تدوین, تهران, ۱۳۸۹.

[۵] س. م. تشکری هاشمی, م. قطعی, س. م. مصباح, م. ا. آشنا, س. عباسی و س. سودمند, سند حمل‌ونقل عمومی در حمل‌ونقل هوشمند ایران, اول تدوین, جلد ۴, ش. رحیمی‌پور, تدوین, تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر, ۱۳۹۵.

[۶] سازمان برنامه‌وبودجه کشور, "شرح خدمات مطالعات تفصیلی حمل‌ونقل همگانی و امکان‌سنجی حمل‌ونقل ریلی شهری و حومه - ضابطه شماره ۷۷۷," ۱۳۹۸.

[7] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, "Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCRP Report 165), Third Edition," The National Academies Press, Washington, DC, 2013.

[۸] سازمان مدیریت حمل‌ونقل مسافر شهرداری شیراز, [درون‌خطی]. Available: https://ctransportation.shiraz.ir/. [دستیابی در ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۳].

[۹] "نقشه آنلاین شیراز," سازمان فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) شیراز, [درون‌خطی]. Available: https://map.shiraz.ir/. [دستیابی در فروردین ۱۴۰۳].

[10] "BRT Planning Guide," [Online]. Available: https://brtguide.itdp.org/branch/master/guide/. [Accessed April 2024].

[11] LOT Group, "Passenger Information System," [Online]. Available: https://lotgroup.eu/product/smart-city/passenger-information-system/. [Accessed April 2024].

[12] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, "Bus Rapid Transit Practitioner's Guide (TCRP Report 118)," The National Academies Press, Washington, DC, 2007.

[13] "Destination displays," DYSTEN, [Online]. Available: https://smartcitydisplays.com/en/product/destination-displays-in-led-lcd-technology/. [Accessed April 2024].

[14] "4G Lte FDD GPS Tracker for Vehicle Including Car, Motorcycle, Truck, etc, Back Compatible 3G, 2g," Shenzhen Eelink Communication Co. Ltd, [Online]. Available: https://eelink.en.made-in-china.com/product/oScJqgXHhVUm/China-4G-Lte-FDD-GPS-Tracker-for-Vehicle-Including-Car-Motorcycle-Truck-etc-Back-Compatible-3G-2g-.html. [Accessed April 2024].

[۱۵] دانشگاه صنعتی امیرکبیر: مرکز تحقیقات بهینه‌سازی، شبکه و شهر هوشمند, "مطالعات سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) شهر شیراز," ۱۴۰۰.

[۱۶] دانشگاه علم و صنعت ایران, "بازبینی و به‌هنگام‌سازی مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک کلان‌شهر شیراز," ۱۴۰۱.

[17] National Center for Applied Transit Technology (N-CATT), "State of the Industry: Fare Payment Technology," 2 September 2022. [Online]. Available: https://n-catt.org/guidebooks/state-of-the-industry-fare-payment-technology/.

[18] Moovit, "Payments and Mobile Ticketing for a Seamless User Experience," [Online]. Available: https://moovit.com/maas-solutions/payments-mobile-ticketing/. [Accessed April 2024].

[19] B. Perry, "MTA Has Begun Tweaking Turnstiles To Crack Down On 'Back-Cocking' Fare Evaders," 18 July 2023. [Online]. Available: https://secretnyc.co/mta-turnstile-redesign-prevent-back-cocking/.

[20] "TCAT's new fare collection system goes live Tues., Aug. 15," Tompkins Consolidated Area Transit (TCAT), Inc., 11 August 2023. [Online]. Available: https://tcatbus.com/new-farebox-2023.

[21] "Automatic Ticket Validator Flap Turnstile Gate for Train Station Wing Turnstile," Made-in-China, [Online]. Available: https://lidesafe.en.made-in-china.com/product/cOCJsqfyrUVR/China-Automatic-Ticket-Validator-Flap-Turnstile-Gate-for-Train-Station-Wing-Turnstile.html. [Accessed April 2024].

[22] "2 bidders submit bids for AFC re-engineer contract of Lucknow Metro," Metro Rail News, 21 November 2022. [Online]. Available: https://www.metrorailnews.in/2-bidders-submit-bids-for-afc-re-engineer-contract-of-lucknow-metro/.

[23] S. Rubin, "MBTA Fare Hikes Spare Bus Riders, Seniors, Youth, Students," Conservation Law Foundation (CLF), 15 March 2019. [Online]. Available: https://www.clf.org/blog/mbta-fare-hikes-spare-seniors-students-busriders/.

[24] J. Pascale, "To Deter Fare Evasion, Metro Is Testing Out Prototype Faregates," DCist, 17 November 2022. [Online]. Available: https://dcist.com/story/22/11/17/metro-prototype-faregates-deter-fare-evasion/.

[۲۵] مهندسین مشاور طرح هفتم, "مطالعات سیستم یکپارچه حمل‌ونقل همگانی تهران," ۱۳۹۹.

[26] J. Craven, "How does Traffic Signal Preemption Device Works," Medium, 20 June 2022. [Online]. Available: https://transit-signal-priority.medium.com/how-does-traffic-signal-preemption-device-works-7b2535102d84.

[27] M. Mircea and F. Nicolae, "Increasing of the urban traffic surveillance by automatic information device," *Central European Journal of Engineering,* vol. 4, no. 2, pp. 133-141, June 2014.

[۲۸] "Integrating Transit Signal Priority for Maryland Transit Administration (MTA) "، GL Communications Inc .[متصل] ،Available: https://www.gl.com/consulting/projects-integrating-transit-signal-priority.html .].April 2024[تاريخ الوصول

[۲۹] سازمان حمل‌ونقل ریلی شهرداری شیراز, "مترو شیراز," [درون‌خطی]. Available: https://shirazmetro.ir/. [دستیابی در ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۳].

[۳۰] "Bus Route LED Moving Message Sign Display Board "،Shenzhen Nick Optoelectronic Technology Co., Ltd .[متصل] ،Available: https://bus-sign.en.made-in-china.com/product/ACPQMqsoLzVO/China-Bus-Route-LED-Moving-Message-Sign-Display-Board.html [تاريخ الوصول April 2024.]

[۳۱] "تعرفه چاپ بنر فوری و ارزان," چاپ سبحان, [درون‌خطی]. Available: https://sobhanprint.com/2023/04/10/banner-price-list-1402/. [دستیابی در فروردین ۱۴۰۳].

[32] Law Insider, "Isolated intersection definition," [Online]. Available: https://www.lawinsider.com/dictionary/isolated-intersection. [Accessed April 2024].

[۳۳] U.S. Department of Transportation: Federal Highway Administration (FHWA) - Office of Operations (HOP) تألیف ،*Traffic Control Systems Handbook* .۲۰۰۵ ،

[۳۴] "طرح بهره‌وری از سیستم‌های هوشمند در حمل‌ونقل," مؤسسه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS INSTITUTE), تهران, ۱۳۸۷.

نشانی کارفرما: فارس، شیراز، میدان شهدا، شهرداری شیراز

نشانی مشاور: تهران، بزرگراه رسالت، خیابان فرجام، دانشگاه علم و صنعت ایران