

سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی: چالش‌ها و الزامات

محمد پوررضا⁺، حبیب رستمی^۱، حمیدرضا عطائیان^۲ و بهنام رفیعی‌مهر^۳
تهران، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی شریف، گروه پژوهشی
فناوری اطلاعات، صندوق پستی 13445-686

چکیده

توسعه ارتباطات خودرویی به‌عنوان نسل جدید سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل و نوک پیکان فناوری در این عرصه، در حال رشد سریع و اجرای پایلوت‌های متعدد و یا پیاده‌سازی کامل برخی از کاربردها در کشورهای مختلف است. با توجه به جدید بودن این فناوری و شرایط خاص هر کشور، شناسایی چالش‌های پیش‌رو و الزامات به‌کارگیری این فناوری قبل از اجرا و پیاده‌سازی طرح در سطح کلان، ضروری است. در این مطالعه بعد از معرفی نتایج تجارب جهانی، الزامات پیاده‌سازی این سامانه در ایران نیز شناسایی و به‌طور اجمالی بیان خواهد شد.

در این مقاله، بر پایه بررسی تجارب جهانی 20 کشور و بیش از 50 پروژه، چالش‌های متعدد و متنوع و الزامات و راهکارهای کلیدی برای رفع آنها در چهار حوزه کلان فنی، عملیاتی، مدیریتی و قانونی معرفی می‌گردد. در پایان، نتایج این مطالعه به‌شناخت 24 الزام و پیش‌نیاز پیاده‌سازی سامانه جهت به‌کارگیری فناوری در ابعاد وسیع در ایران منجر شده است.

واژگان کلیدی: سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی، چالش‌ها، مسایل، الزامات، پیش‌نیاز.

* عهده دار مکاتبات

+ شماره نمابر: 021-66024626 و آدرس پست الکترونیکی: Pourreza@jdsharif.ac.ir

۱ شماره نمابر: 021-66024626 و آدرس پست الکترونیکی: Hrostami@jdsharif.ac.ir

۲ شماره نمابر: 021-66024626 و آدرس پست الکترونیکی: Ataedian@jdsharif.ac.ir

۳ شماره نمابر: 021-66024626 و آدرس پست الکترونیکی: Rafiee@jdsharif.ac.ir

1- مقدمه

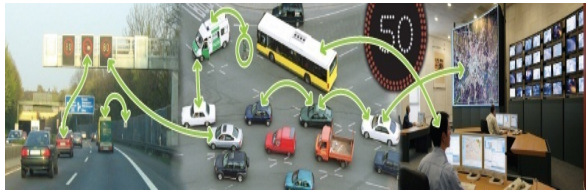
در رده‌بندی تحولاتی که در طول دو دهه اخیر در صنعت خودرو روی داده است، اغلب کارشناسان مربوطه دو زمینه ارتباطات خودرویی و استفاده از نیروی محرکه برقی را به‌عنوان مهم‌ترین تحولات این صنعت می‌دانند. فناوری ارتباطات خودرویی (CVT)⁴، این امکان را پدید می‌آورد که داده‌های حساسی نظیر موقعیت، سرعت و جهت حرکت وسایل نقلیه بین خودروها و زیرساخت‌های کنترل ترافیک از طریق ارتباطات بی‌سیم مبادله شوند. در نتیجه به اشتراک‌گذاری این اطلاعات، خودروها به‌موقع از موقعیت‌های خطرناکی مانند ترمز ناگهانی خودروی جلویی یا تغییر ناگهانی باند حرکتی یک خودرو آگاه شده و می‌توانند اقدام مناسبی جهت پیشگیری از برخورد انجام دهند. همچنین داده‌های گردآوری شده در مراکز کنترل ترافیک می‌توانند جهت برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر ترافیک به‌کار روند.

2- معرفی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی

فناوری ارتباطات خودرویی پیشرفت عظیمی در عرصه سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند است. در این فناوری تجهیزاتی به نام واحد وضعیت‌نمای خودرو (OBU)⁵ بر روی خودروها نصب می‌شوند که امکان برقراری ارتباط بی‌سیم خودروها با یکدیگر و نیز بین خودروها و تجهیزات کنار جاده (RSU)⁶ را فراهم می‌آورند. سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی که بر مبنای به‌کارگیری این فناوری طراحی و اجرا می‌شود، خدمات متنوعی را در زمینه ایمنی، مدیریت ترافیک و خدمات ارزش افزوده ارائه می‌دهد. به‌طور کلی کاربردهای مبتنی بر فناوری ارتباطات خودرویی در دو بخش دسته‌بندی می‌شوند [6]:

- ارتباطات خودرو با خودرو (V2V): که همان مبادله پیام مابین خودروها از طریق تجهیزات OBU با یکدیگر و از طریق امواج بی‌سیم است.
- ارتباطات خودرو با زیرساخت (V2I): که در واقع تبادل پیام بین خودروها و شبکه ارتباطات زیرساخت با استفاده از RSUها است.

شکل شماره 1، نمای کلی یک سامانه فناوری ارتباطات خودرویی را نشان می‌دهد.



شکل 1: نگاهی کلی به فناوری ارتباطات خودرویی

3- چالش‌ها و مسائل پیش‌روی پیاده‌سازی سامانه

با توجه به نتایج مطالعات در سایر کشورها و مطالعات مستقل و تجارب داخلی در پروژه CVT، چالش‌های پیاده‌سازی این فناوری را می‌توان به ابعاد فنی، مدیریتی، عملیاتی و قانونی تقسیم‌بندی نمود. لازم به ذکر است، این تقسیم‌بندی جهت آرایه بهتر چالش‌ها و راهکارهای مرتبط با آن است. این چالش‌ها و راهکارها در بسیاری موارد دارای اشتراکات زیادی هستند. به‌طور مثال، چالش استانداردسازی فناوری علاوه بر اینکه می‌تواند در بخش فنی جای گیرد، می‌تواند در بخش قانون‌گذاری نیز مورد بحث قرار گیرد.

شکل شماره 2، ابعاد چالش‌ها و الزامات فناوری ارتباطات هوشمند خودرویی را نشان می‌دهد.



شکل 2: ابعاد چالش‌ها و الزامات فناوری ارتباطات هوشمند خودرویی

4 Connected Vehicle Technology

5 On-Board Unit

6 Road-side unit

3-1-3- مسائل و الزامات فنی

3-1-1- فناوری ارتباطات خودرویی

برای بهره‌گیری از کاربردهای ایمنی فناوری ارتباطات خودرویی، استفاده از امواج رادیویی برد کوتاه DSRC در فرکانس 5/8 تا 5/9 گیگاهرتز، الزامی است. اما در دسترس نبودن این ارتباطات برعکس ارتباطات موجود همانند 3G، هزینه بالای تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز DSRC و مباحث مرتبط با مقرون به صرفه بودن آن، از جمله چالش‌های بهره‌گیری از DSRC است؛ لذا در برخی از اسناد همانند مستندات پروژه‌های اتحادیه اروپا، سناریوهایی جهت در اولویت قرار گرفتن کاربردهایی غیر از ایمنی و با استفاده از فناوری‌های ارتباطی موجود، مورد اشاره قرار گرفته است. سناریوهای ترکیب DSRC و ارتباطات در دسترس همانند 3G و LTE⁷ نیز دسته‌های دیگر از راهکارهای پیشنهادی را تشکیل می‌داد. البته در آمریکا همچنان کاربردهای ایمنی و استفاده از فناوری DSRC در اولویت قرار دارد. بر اساس پیشنهاد سند پیارک⁸ این چالش با به‌کارگیری راهکارهای زیر قابل تعدیل است:

- توسعه V2I توسط دولت‌ها و اجباری ساختن V2V به واسطه اجرای آن؛
- سرمایه‌گذاری دولت‌ها یا متصدیان راه در زیرساخت‌ها به منظور تشویق به توسعه فناوری؛
- سرمایه‌گذاری صنعت خودرو در پاسخ به تقاضای مصرف کنندگان؛
- ترکیبی از سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی؛
- تمرکز فناوری DSRC در نواحی خیلی شلوغ و نقاط خطرناک جهت کاهش سرمایه و هزینه‌ها و استفاده از سایر فناوری‌های ارتباطی در سایر نقاط.

در ژاپن، شبکه DSRC با بودجه عمومی و در 1600 نقطه پرخطر به‌کار گرفته شده است. با استفاده از این سرمایه‌گذاری، ژاپن یک سیستم ترکیبی را به‌کار انداخته است. سامانه برای برقراری ارتباط بین زیرساخت و خودرو (VICS⁹) در مناطق شهری، از چراغ‌های مادون قرمز و در بزرگراه‌ها، از سیستم‌های رادیویی FM و DAB، شبکه تلفن همراه 3G و DSRC استفاده می‌کند. نمونه دیگر از این روش توسعه معماری CALM¹⁰ با ISOTC2004 است که اکثر رسانه‌های ارتباطی موجود را در

دسترس قرار می‌دهد [13].

طبق مطالعات مؤسسه ABI، مبحث سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل (ITS) باید طوری جهت یابد که چارچوب وسیع‌تری از محیط ارتباطات خودرویی را در برگیرد؛ به طوری که طیف تقریباً پیوسته‌ای از گزینه‌های ارتباطات خودرویی با ارائه ویژگی‌های متنوعی از برد، خط دید و زمان واکنش را در اختیار مشتریان قرار دهد. هر نوع عدم انطباق فناوری ارتباطات خودرویی با سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل، چالشی جدی پیش‌روی این فناوری قرار خواهد داد [27]. در این راستا باید میان سه مقوله مختلف زیر از ارتباطات خودرویی تعامل صورت گیرد [22]:

- برد بسیار کوتاه: حسگرهای سامانه ADAS- رادار/ سونار/ لیدار (آشکارکننده لیزری)/ ویدیو
- برد کوتاه: ارتباطات V2V و V2I با فناوری DSRC در فرکانس 5/9 گیگاهرتز مطابق پروتکل IEEE 802.11p
- ارتباطات گسترده: تلفن همراه/Wi-Fi/ ارتباطات ماهواره‌ای (ارتباط از راه دور سنتی)

3-1-1-2- تخصیص فرکانس رادیویی

در ایالات متحده آمریکا 75 مگاهرتز از طیف رادیویی در باند 5925-5850 مگاهرتز برای ارتباطات DSRC تخصیص داده شده است. به این ترتیب باند فرکانسی خاصی به کاربرد ایمنی اختصاص داده می‌شود و برنامه‌های کاربردی ایمنی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند (ITS¹¹) از تمام این پهنای باند استفاده می‌نمایند. خط‌مشی اروپا، استفاده هماهنگ از باند فرکانس 5925-5875 مگاهرتز برای ITS است.

در ژاپن، محدوده 5845-5775 مگاهرتز به خدمات ITS و پرداخت الکترونیکی عوارض (ETC¹²) تخصیص داده شده است. تصمیماتی نیز برای تخصیص فرکانس ITS با پهنای 10 مگاهرتز و در محدوده 710 تا 770 مگاهرتز گرفته شده است. این باند از زمان پایان پخش تلویزیون‌های آنالوگ در ماه جولای 2010، خالی شده و برای کمک به رانندگی ایمن به‌کار گرفته شده است و از سیستم‌های مشارکتی ارتباطات V2I و V2V، استفاده می‌کند. دیگر کشورهای جهان از باند 5/9 گیگاهرتز برای برنامه‌های کاربردی ایمنی جاده‌ای استفاده می‌کنند که ممکن است هماهنگی جهانی بیشتری را در استفاده از این محدوده از فرکانس خاص برای ITS فراهم سازد [13].

7 Long Term Evolution

8 Piarc

9 Vehicle-Infrastructure Communication System

10 Communications Access for Land Mobiles

11 Intelligent Transportation Systems

12 Electronic Toll Collection

3-1-3- استانداردها و معماری

در زمینه استانداردها و معماری سامانه هوشمند خودرویی پیشرفت‌های قابل توجهی حاصل شده است. در اروپا برنامه‌های چارچوب کمیسیون اروپا منجر به توسعه زمینه‌های فنی و علمی برای استانداردسازی اروپا شده است. این نتایج در حال انتقال به فرآیند استانداردسازی ETSI¹³ و CEN¹⁴ با هدف ارائه گسترده‌تر استانداردها و مشخصات فنی است.

در ایالات متحده، استانداردها برای سیستم‌های مشارکتی به-عنوان بخشی از برنامه‌های استاندارد ITS توسعه یافته‌اند. استانداردهای موجود برای اتصال عبارتند از: استانداردهای IEEE 802.11p، IEEE 1609.x و SAEJ2735 که در درجه اول رابط‌های بی‌سیم V2V و V2I را پوشش می‌دهند. این استانداردها اجازه استقرار یک اتصال بی‌سیم برای ارتباطات V2V و V2I (IEEE 802.11p)، استقرار پروتکل برای تبادل اطلاعات از طریق اتصال بی‌سیم (IEEE 1609.x) و تعریف محتوای پیام برای ارتباطات با اطلاعات خاص و از تجهیزات و دستگاه‌ها از طریق DSRC و یا وسایل دیگر (SAE J2735) را می‌دهند.

در نوامبر 2009، اداره حمل‌ونقل ایالات متحده (USDOT¹⁵) و اداره کل کمیسیون اروپا برای انجمن اطلاعات و رسانه‌ها (DG INFISO¹⁶) مفاد بیانیه اروپایی-آمریکایی (EU-US) را در زمینه همکاری تحقیقاتی امضا کردند. USDOT و DG INFISO در بخشی از این بیانیه، حمایت از استانداردهای آزاد جهانی را هدف خود قرار دادند تا به این ترتیب از قابلیت همکاری سیستم‌های مشارکتی در سرتاسر جهان و ممانعت از توسعه و تصویب استانداردهای اضافی اطمینان یابند. وزارت اراضی، زیرساخت، حمل‌ونقل و گردشگری (MLIT¹⁷) ژاپن از آن زمان به بعد با همکاری در زمینه این گونه تلاش‌ها موافقت کرد [13].

در نشست چهارم هفتمین کارگاه هماهنگ‌سازی استانداردهای جهانی در سال 2011، نیز اعلام شد که علاوه بر هماهنگ‌سازی عناصر داده‌ای پیام‌های ایمنی اصلی یا BSM (استاندارد SAE J2735) و مجموعه پیام‌های CAM/DENM (استانداردهای ETSI TS 102 637-2, TS 102 637-3)،

پروتکل‌های موجود برای I2V مانند TMC/TPEG و Datex برای I2I نیز باید مدنظر قرار گیرند [14]. موازی با فعالیت‌های استانداردسازی، تحول و پشتیبانی از معماری سامانه‌های ملی حمل‌ونقل هوشمند در ایالات متحده مطابق قرارداد 12.4 میلیون دلاری به شرکت آیتریس سپرده شده است [16].

3-1-4- واسط کاربری (انسان - ماشین)

ارسال پیام‌های مختلف و متنوع به راننده، همچون شمشیری دو لبه است؛ همچنان که آگاهی راننده نسبت به محیط را افزایش می‌دهد، می‌تواند باعث حواس‌پرتی و کاهش تمرکز راننده نیز بشود. برنامه آزمایشی آن آرپور¹⁸ در سال 2012، در واقع مرحله دوم یک آزمون ایمنی ارتباطات خودرویی دو مرحله‌ای خواهد بود. اولین مرحله که هم‌اکنون در حال پیشرفت است، شامل مجموعه‌ای از کلینیک پذیرش راننده است که توسط وزارت حمل‌ونقل آمریکا (USDOT) در شش شهر آمریکا اداره می‌شود. در حالی که برنامه آزمایشی آن آرپور قابلیت اعتماد فناوری DSRC و توانایی خودروها در ارسال و دریافت پیام‌ها را به آزمون می‌گذارد، کلینیک‌ها، توانایی رانندگان در درک پیام‌های دریافتی را مورد بررسی قرار می‌دهند. این کلینیک‌ها در محیطی کنترل شده مانند یک مسیر مسابقه خالی و مکان‌های متنوع دیگری در سراسر ایالات متحده برگزار می‌شوند. هدف از طراحی آنها ارزیابی عکس‌العمل راننده‌ها در برابر هشدارها و پیام‌های درون خودرویی است [27].

بیشترین پژوهش بر روی تعیین بهترین راه ارتباط راننده با کاربردها انجام شده است. شولمان¹⁹ از شرکت فورد چنین توضیح می‌دهد که از پیام‌های صوتی یا متنی استفاده نشده است زیرا این پیام‌ها قابلیت ترجمه میان فرهنگ‌های مختلف را ندارند. در عوض از چراغ‌های هشدار و علائم صوتی برای جلب توجه راننده استفاده می‌شود. به گفته کارشناسان فنی، باید در مورد واسطه ارتباطی میان راننده و خودرو تصمیم‌گیری شود. اینکه در عمل این ارتباط چگونه باید برقرار شود تا حداقل حواس‌پرتی برای راننده ایجاد شود، هنوز مورد مطالعه کافی قرار نگرفته است [27].

3-1-5- سایر فناوری‌های حیاتی

برای تشخیص یک عابر پیاده در تقاطع و یا اولویت‌دهی خودروهای اورژانس در تقاطع، نیاز به وجود فناوری تشخیص اجسام (از طریق حسگرها، پردازش تصویر و ...) و همچنین

13 European Telecommunications Standards Institute

14 European Committee for Standardization (CEN, French: Comité Européen de Normalisation)

15 United States Department of Transportation

16 Directorate General Information Society and Media

17 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

یعنی وزارت حمل و نقل آمریکا، صنعت خودرو و متصدیان راه‌ها برای یک دهه یا بیشتر، به صورت فعال و در خصوص این فناوری در حال همکاری و ملاقات با یکدیگرند [13].

گزارش میزگرد دولتی ارزیابی محیطی ارتباطات خودرویی در سال 2011، توصیه‌هایی در زمینه حاکمیت دارد. در این گزارش، بر اساس نظرات شرکت کنندگان توصیه شده است که فناوری و سیاست‌گذاری باید به صورت همزمان توسعه یابد. اگر استانداردهای فناوری بدون در نظر گرفتن مسایل حاکمیتی تدوین شود، آنگاه امکان شکل‌گیری ساختار حاکمیتی سالم و قوی در آینده نخواهد بود. همچنین «نقاط وتو» باید در ابتدای فرایند شناسایی شوند. به عبارت دیگر، ذی‌نفعانی که توانایی بله یا نه گفتن را دارند، باید به سرعت در پروژه درگیر شوند. شناسایی اثرات ذی‌نفعانی که در پایین دست جلوی کاربرد پروژه را می‌گیرند، مهم است. همچنین توصیه شده است علاوه بر شناسایی تداخل بین صاحب اطلاعات و حاکمیت، تعیین شود ساختار حاکمیتی چه مجوزهایی برای منع دسترسی به اطلاعات دارد [17]. فرآیند مدیریتی باید دارای مشخصه‌های ذیل باشد [17]:

- مشارکت: چه کسانی تحت تأثیر سیستم هستند و باید در چه بخشی از فرآیند تصمیم‌گیری حضور داشته باشند؛
- مسئولیت و پاسخگویی: چگونه با اختلاف‌ها برخورد شود؟
- نمایندگی: شناسایی انگیزه‌ها و مشارکت ذی‌نفعان؛
- شفافیت: شفاف‌سازی اینکه چطور و چرا تصمیمات باید گرفته شود؛
- کارایی: شناخت اثرات متقابل طرفین مشارکت؛
- انعطاف‌پذیری: بر روی تصمیماتی مقاومت و پایداری نشود که منجر به حذف خلاقیت گردد.
- دو رویکرد در طراحی سیستم حاکمیتی پیشنهاد شده است [17]:
- رویکرد تکامل تدریجی و طبیعی: راه‌اندازی سیستم و حرکت رو به جلو و یادگیری همزمان با اجرا. این رویه منجر به اطمینان از شروع کار و رشد سیستم خواهد شد و یک رویکرد انفعالی خواهد بود؛
- رویکرد کلان: در فرآیند مهندسی سیستم نواحی ریسک شناسایی شده، فرآیندها و سیاست‌هایی برای تعدیل آنها اتخاذ می‌گردد، تضمین‌ها و کنترل‌ها ایجاد می‌شود و نقاط کنترلی²⁰ برای ردیابی موفقیت‌های نوآوری‌ها ارائه می‌گردد.

نقشه‌های دقیق تقاطع وجود دارد. در آمریکا و بسیاری از کشورهای پیشرفته، دستیابی به نقشه‌هایی کامل و با دقت و اطلاعات مورد نیاز، از چالش‌های پیاده‌سازی سامانه است، بنابراین نیاز به شناخت فناوری‌های حیاتی و راه‌حل‌های فایق آمدن بر آن، بسیار مهم است به خصوص در ایران که برخی از این فناوری‌ها هنوز کاربردی نشده‌اند و توسعه برخی نیز به صورت خاص صورت می‌گیرد. به طور مثال، بسیاری از خودروهای داخل کشور فاقد سنسورهای تشخیص فاصله هستند در صورتی که در کشورهای پیشرفته این سنسورها بر روی بسیاری از وسایل نقلیه نصب هستند.

استفاده از GPS نیز در بسیاری از کاربردهای سامانه الزامی است که این سؤال را در ذهن ایجاد می‌نماید که آیا در آینده و با بهره‌گیری از فناوری ارتباطات هوشمند خودرویی، کنترل بر روی شبکه حمل و نقل وابسته به فناوری‌هایی خواهد بود که ما را وابسته‌تر و آسیب‌پذیرتر خواهد نمود.

2-3- ساختار حاکمیتی و مدل کسب و کار

1-2-3- الگوی حاکمیتی (راهبری و مدیریت)

پیش از این به طور معمول صاحبان و متولیان راه، مسئولیت سرمایه‌گذاری و هدایت و راهبری سامانه‌های هوشمند حمل و نقل را بر عهده داشتند. در فناوری ارتباطات هوشمند بین خودرویی با توجه به لزوم تجهیز خودروها که در اختیار متولیان راه نیست، مشارکت صنعت خودروسازی را در توسعه فناوری ضروری می‌سازد. همچنین حجم و تنوع بالای داده‌های تولیدشده و کاربردهای متنوع آن، متقاضیان زیادی را جهت دریافت داده‌ها و استفاده از آنها ایجاد می‌نماید که از آن جمله می‌توان به اپراتورهای تلفن همراه، وزارت راه و شهرسازی، متولیان محلی راه (همانند ادارات کل راه و شهرسازی و سازمان پایانه‌ها و حمل و نقل استان‌ها) اشاره نمود.

بر اساس تجارب جهانی، این فناوری می‌تواند با همکاری میان بخش صنعت و دولت و یا توسط دولت در نقش رهبری، توسعه یابد. رهبری دولت می‌تواند اشکال مختلفی به خود گیرد. در ژاپن، دولت حامی استقرار و توسعه مشارکت‌های صنعتی است. در اروپا، تمرکز بر روی برنامه‌های تحقیق و توسعه است. در ایالات متحده، دولت فدرال نقش رهبری در تحقیقات سیستم‌های خودروهای مرتبط را بر عهده گرفته است که با همکاری کامل با صنعت خودرو اداره می‌شوند. علاوه بر این، وزارت حمل و نقل آمریکا (USDOT) در حال تحقیق در مورد مسائل قانونی و همکاری با متصدیان راه ایالات متحده است تا از تعامل کامل با منافع و نیازهای آنها اطمینان یابد. این سه گروه

3-2-2- مشارکت ذی‌نفعان

با توجه به مطالب بیان شده، مشارکت ذی‌نفعان یکی از مسایل و چالش‌های مهم محسوب می‌شود. در ایران با توجه به وضعی که در انجام فعالیت‌های مشارکتی آن هم در ابعاد وسیع، وجود دارد باید ابعاد سامانه، بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

بررسی پروژه‌های مرتبط با این موضوع در نقاط مختلف جهان نشان دهنده نقش اساسی مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی در توسعه معماری، استانداردها و کاربردهای سیستم، نقش محوری صنایع خودروسازی در حمایت مالی و تحقیقاتی، تولیدکنندگان تجهیزات و نرم‌افزارها در افزایش دقت و کارایی کاربردها و مؤسسات فعال در زمینه مخابرات و ارتباطات در فراهم آوردن بستر ارتباطی قابل اطمینان و متناسب با نیازهای سامانه است.

یکی از مسایل مهم در مشارکت ذی‌نفعان تعریف چشم‌انداز روشن مشارکت بخش‌های خصوصی-عمومی و اداره آن مبتنی بر درک، احترام، انتخاب آزادانه، تفاهم دوجانبه و سرمایه‌گذاری مشترک است [14]. به‌طور مثال در پروژه IntelliDrive بیش از 8 خودروساز در آزمایش‌ها حضور دارند. یکی از نمونه‌های دیگر مشارکت، همکاری شرکت ولوو و اریکسون است. گروه خودروسازی ولوو با استفاده از ابر ارتباطات خودرویی اریکسون، به رانندگان، مسافران و اتومبیل‌ها اجازه می‌دهد که از طریق خدمات آن و به‌وسیله صفحه نمایش درون خودرو، به نرم‌افزارهای اطلاع‌رسانی، ناوبری و سرگرمی دسترسی داشته باشند. همزمان ماشین‌های ولوو قادر خواهند بود بخش‌هایی از این پلتفرم را در اختیار سایر نقش‌آفرینان در اکو سیستم صنعت خودرو قرار دهند [15].

شرکت Savari نیز که یکی از توسعه‌دهندگان فناوری‌های ایمنی خودرو مبتنی بر ارتباطات برد کوتاه اختصاصی است و برای ارائه این فناوری در خودروهای عادی با شرکت Delphi همکاری می‌کند. علاوه بر سایر محصولات سامانه‌های حمل و نقل هوشمند، ابزارهای آگاهی بخشی در خودرو (VAD²¹) و تجهیزات کنار جاده‌ای (RSE²²) ساخت شرکت ساواری²³ در بزرگ‌ترین برنامه آزمایشی ایمنی ارتباطات خودرویی که توسط وزارت حمل و نقل آمریکا و پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه میشیگان (UMTRI²⁴) هدایت می‌شود، به‌کار خواهند رفت [23].

21 Vehicle Awareness Devices

22 Road-side Equipment

23 Savari

24 University of Michigan Transportation Research Institute

3-2-3- تدوین نقشه راه

نقشه راه تحقیقات در پروژه IntelliDrive، کاربرد فناوری را به عملکرد قابل قبول سیستم در پایلوت میشیگان منوط کرده است و تصمیم نهایی خود را برای پیاده‌سازی فناوری در خودروهای سبک و سنگین به ترتیب در سال‌های 2013 و 2014 اتخاذ خواهد کرد. در سند توسعه ITS در استرالیا نیز جایگاه ارتباطات هوشمند خودرویی در سند توسعه ITS دیده شده است.

با توجه به عدم وجود سند مورد تصویب ITS در کشور، تعیین راهبردهای توسعه فناوری ارتباطات خودرویی و جایگاه آن در طرح کلی ITS کشور دشوار شده است. در هر صورت، نیاز به توسعه یک نقشه راه جامع برای توسعه فناوری مربوطه، بسیار مهم است. نقشه راهی که برای تمام ذی‌نفعان طرح، نقش، جایگاه، وظایف و فرصت‌های پیش‌رو را مشخص نماید.

نقشه راه ارتباطات خودرویی می‌تواند دارای جنبه‌های متعددی باشد، همانند «نقشه راه تحقیقات» و یا «نقشه راه بررسی نقش عوامل انسانی در پیاده‌سازی فناوری ارتباطات خودرویی» که نمونه آن در مجموعه RITA تهیه شده است [13]. نقشه راه فن‌آوری صنعت خودرویی استرالیا برای افق 2020 (AA2020) چهار حوزه دارای اولویت را شناسایی نموده است: (1) خودروهای الکتریکی، (2) سوخت‌های با پایه گاز، (3) سبک‌سازی خودروها و (4) سامانه‌های ارتباطی و اطلاعاتی. در این سند برای هر یک از حوزه‌های فوق‌الذکر نقشه راه فن‌آوری به‌صورت جداگانه توسعه داده شده است. در اولویت چهارم این سامانه، همان‌گونه که مشخص است (و در سند دیگری نیز با عنوان مباحثه سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند مشارکتی یا سامانه‌های ارتباطی شناخته می‌شود) سامانه خودرو با خودرو و خودرو با تجهیزات کنار جاده قرار گرفته است [26].

3-2-4- تدوین الگوی کسب‌وکار

بنا به گزارش کنگره جهانی موبایل در 27 فوریه 2012، درآمدهای ناشی از کاربردهای ارزش افزوده فناوری ارتباطات خودرویی مانند بازیابی خودروهای گم شده، خدمات بیمه و سرگرمی تا سال 2020 بالغ بر 600 میلیارد دلار خواهد شد و از این حیث در صدر 10 کاربرد بالای فناوری‌های حوزه ارتباطات راه دور قرار می‌گیرد [19].

بر اساس برخی پیش‌بینی‌ها، در عرض 5 سال آینده ارتباطات خودرویی در 60 درصد خودروهای دنیا به صورت یک جریان اصلی محقق خواهد شد و ویژگی‌هایی همچون دسترسی به اینترنت درون خودرو، ارتباطات بی‌سیم و اطلاع‌رسانی هوشمند

آگهی که به خودروهای مرتبط می‌فرستند، تأمین شود. اما بسیاری از کارشناسان بر این باورند که اگر این سامانه به خوبی عمل کند، با کاستن از حجم 6 میلیون تصادفی که در سال رخ می‌دهد و هزینه‌ای که بالغ بر 230 میلیارد دلار بر دوش دولت می‌گذارد، صرفه‌جویی مادی عظیمی حاصل خواهد شد. همچنین این فناوری سود بزرگی برای شرکت‌های فناورانه (دانش‌بنیان) به ارمغان می‌آورد.

شرکت اینتل برای تحقق چشم‌انداز خودروهای مرتبط با خودروسازان همکاری فعالی دارد. اخیراً این شرکت صندوقی به ارزش 100 میلیون دلار برای مطالعه فناوری‌های ارتباطات خودرویی تأسیس کرده است که در یک سایت مهندسی خودرو واقع در آلمان گشایش یافته و یکی از معاونین این شرکت نیز در کمیته مشاوره دولتی در امور سامانه‌های ارتباطات خودرویی حضور دارد.

یکی از شرکت‌های دیگری که به توسعه این سامانه کمک می‌کند، شرکت سامانه‌های سیسکو است که مسیریاب و تجهیزات شبکه‌ای دیگری می‌سازد. مفهوم ارتباطات خودرویی فرصت درآمدی بین 2 تا 6 میلیارد دلار برای این شرکت فراهم خواهد ساخت. به‌علت فواید اجتماعی سامانه ارتباطات خودرویی، گسترش آن با سرعت بیشتری از تصور اغلب مردم صورت خواهد گرفت [25].

با توجه به گردش مالی بالای فناوری (هزینه‌های بالای پیاده‌سازی سامانه و درآمدهای بالای ناشی از آن)، دشواری‌های فنی اجرای آن، تعدد عوامل و ذی‌نفعان طرح، تعدد و تنوع کاربردها در حوزه‌های ایمنی، کارایی حرکت، محیط‌زیست و کاربردهای تجاری و تفریحی، باید تدوین الگوی کسب‌وکار جامع برای به حداقل رساندن هزینه‌ها و افزایش درآمدهای سامانه و توسعه سریع سیستم با کمترین نیاز به حمایت‌های دولتی انجام شود.

3-3-3- مسائل عملیاتی

3-3-1- امنیت سامانه و یکپارچگی آن

سامانه‌هایی که به اطلاعات مکانی و زمانی استناد می‌کنند، متکی به یکپارچگی بالای داده‌ها هستند. برخی افراد نسبت به استراق سمع ارتباطات وسایل نقلیه و یا مداخله مخرب در آنها تمایل زیادی دارند. به‌عنوان مثال، پیامدهای مداخله یک هکر در ارتباط میان چراغ‌های راهنمایی و رانندگی و وسیله نقلیه باید در نظر گرفته شود [13]. حتی با به‌کار بستن بهترین ابزارهای ایمنی و اقدامات پیشگیرانه، همه وسایل الکترونیکی تا حدودی قابل نفوذ هستند. هزینه پرداخت شده برای تأمین امنیت شبکه‌های

قابل ارائه خواهند بود. مؤسسه پژوهش در بازار ABI پیش‌بینی کرده است که تا سال 2017 و همگام با ورود فناوری‌های نوین به درون خودروها، این رقم به 80 درصد در ایالات متحده و اروپای غربی خواهد رسید. مناطق در حال توسعه مانند آمریکای لاتین و اروپای شرقی نیز شاهد جهش عمده‌ای در تعداد خودروهای مجهز به فناوری ارتباطات از راه دور خواهند بود. در این راستا برزیل و روسیه در صدر این روند قرار دارند که نتیجه قوانین خاص داخلی این کشورهاست.

بنا به پیش‌بینی‌های مؤسسه ABI، ارتباطات خودرویی به سرعت در حال متحول ساختن صنعت خودرو است و خودروها را قادر به تأمین ایمنی فعال و غیرفعال و امنیت سرنشینان خواهد ساخت. همچنین فرصت‌های جدیدی همانند اطلاع‌رسانی، سرگرمی و خدمات مبتنی بر ارتباطات خودرویی را خلق می‌کند؛ همچنین انواع جدیدی از مالکیت خودرو نظیر به اشتراک‌گذاری خودرو، رانندگی نیمه‌خودکار یا تمام‌خودکار، پرداخت هزینه خودکار شارژ خودروهای الکتریکی و خدمات حوزه مدیریت روابط مشتری و خودرو شامل تشخیص عیب و تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، به جامعه عرضه می‌دارد.

بنا به اظهار این مؤسسه، نفوذ سامانه‌های ارتباطات خودرویی در صنعت تجهیزات اصلی خودرو، در سال 2012 به 11/4 درصد خواهد رسید. شرکت‌های خودروسازی مانند فورد، تویوتا، لکسوس، آئودی و بی.ام.دبلیو تنها شرکت‌هایی نخواهند بود که خودروهای هوشمند آینده را خواهند ساخت. بنا به گزارش‌های موجود، مایکروسافت در حال کار بر روی نسل آینده پلاتفورم ارتباطات خودرویی است که در آن از نرم‌افزارهایی مانند Windows Live، Windows Phone، Windows 8، Kinetic، Bing، Azure و Tellme استفاده می‌شود [21]. با توجه به اهمیتی که در توسعه فناوری در سرتاسر جهان وجود دارد، تفاهم‌نامه‌ای میان ITSAMERICA و بانک جهانی در هفته اول دسامبر 2011 برای حمایت از فعالیت‌های مربوط به توسعه ایمنی حمل‌ونقل زمینی در کشورهای در حال توسعه به امضا رسیده است [18].

نگرانی دیگر در مورد هزینه این سامانه است. متخصصان، تصور روشنی در این مورد ندارند، اما برطبق مطالعه‌ای که توسط انجمن آمریکایی مسئولین بزرگراه‌های ایالتی و حمل‌ونقل صورت گرفته است، هزینه ارتقای ریزتراشه‌های به‌کار رفته در علایم راهنمایی سراسر آمریکا می‌تواند به 400 میلیون دلار برسد.

گروهی در دانشگاه کلمسون پیشنهاد کرده‌اند که بخشی از این هزینه‌ها با دریافت مبلغی از بنگاه‌های تبلیغاتی در ازای هر

شرکت تولیدکننده ضدویروس McAfee در سال 2010 به قیمت 7/68 میلیارد دلار، توانایی تخصصی متخصصین این شرکت را برای تأمین ایمنی خودروها در برابر نفوذگران به کار گرفته است. شرکت McAfee از روش تهیه لیست سفید استفاده می‌کند که در اصل ایجاد یک رجیستری سخت‌گیرانه از پروتکل‌های مجاز است تا به وسیله آن، راه بر فرمان‌های خرابکارانه بسته شود. اینتل نیز در حال وارد ساختن مقوله ایمنی به درون تراشه‌ها در لایه فیزیکی است [24].

2-3-3- عملکرد و قابلیت اطمینان

توسعه و به‌کارگیری این سیستم‌ها باید با احتیاط و دقت خاصی مدیریت شود تا از مخاطرات اولیه و از دست رفتن اعتماد عمومی جلوگیری شود. پیش از هرگونه استقرار همه‌جانبه، سیستم‌ها باید ایمن، قوی و قابل اعتماد گردند که این دلالت بر یک طراحی دقیق می‌نماید [13].

تجهیزات باید قابلیت نصب و نگهداری با حداقل قطع جریان ترافیکی و بدون خطر ایمنی برای مجری را داشته باشند. نمایشگرهای درون خودرو همچون «VMS مجازی» و یا علائم تکراری کنار جاده، باید مطابق با الزامات قانونی بوده و در تضاد با آنها نباشند. همیشه مکان‌هایی وجود خواهند داشت که سیستم‌های ارتباطی در آنها عمل نخواهند کرد. بنابراین این مسئله که رانندگان از وضعیت ایمنی سیستم‌ها آگاه باشند ضروری است؛ چراکه در این صورت می‌دانند که چه زمانی می‌توانند به آن اعتماد کنند و چه زمانی نمی‌توانند. نگرانی‌های دیگری نیز در مورد خطر وابستگی بیش از حد رانندگان به ارتباطات هوشمند برای امنیت خود وجود دارد. برای رابط کاربری راننده نیز ملاحظات باید انجام گیرد تا از منحرف کننده بودن آن و رضایت‌مندی راننده اطمینان حاصل شود. در طول مدت عمر و ارتقاء تجهیزات ارتباطی، نیاز به توجه بیشتری برای تعمیر و نگهداری است. به احتمال زیاد، به آموزش‌های قابل توجه برای متخصصین خدمات و صنعت در مورد تعمیر و نگهداری و اشکال زدایی از تجهیزات ارتباطی نیاز است [13].

3-3-3- مدیریت و کنترل داده‌ها

به‌نظر می‌رسد این مسئله برای عموم پذیرفته شده است که استفاده از اطلاعات ارتباطی و سرگرمی، مربوط به بخش خصوصی (به عنوان مثال فناوری اطلاعات و شرکت‌های ناوبری) است، در حالی که استفاده از اطلاعات مربوط به ایمنی، در حوزه فعالیت‌های راهداری قرار دارد. مرز میان این دو نوع از اطلاعات به هیچ وجه روشن نیست. در کنار نامشخص بودن مرز انواع داده‌ها، ترکیب مدیریت‌ها نیز بر پیچیدگی سامانه می‌افزاید [13].

مجازی در سال 2011، بالغ بر 60 میلیارد دلار شده است و هنوز نفوذگرها قادر به اجرای حملات بزرگ علیه شبکه‌ها و شرکت‌ها هستند. هم‌اکنون حدود 1 میلیارد خودرو، جاده‌ها و خیابان‌های جهان را اشغال کرده‌اند. بنابراین به زودی با میلیون‌ها خودروی هوشمند مواجه خواهیم بود که در معرض خطر نفوذگران قرار دارند. یک خودروی 2 تنی که با رایانه با سرعت 160 کیلومتر در ساعت رانده می‌شود و تحت کنترل یک نفوذگر بدخواه در آن سر دنیا قرار گرفته است، خطری به مراتب بزرگ‌تر از یک رایانه آلوده به ویروس دارد. در کنفرانس امنیت²⁵ در سال 2011 دو تن از مشاورین شرکت iSec توانستند کنترل یک خودروی سوپارو را با استفاده از شبکه سلولی بدست گرفته و ضمن باز کردن قفل خودرو موتور آن را روشن کنند. تنها دو ساعت طول کشید تا آنها بتوانند پیام‌های بی‌سیم میان خودرو و شبکه را شکار کرده و بر روی لپ‌تاپ خود آنها را بازتولید کنند [24].

قابلیت اطمینان در سامانه نقش بسیار مهمی دارد. مداخله و نارسایی در امنیت، چه در طول طرح و برنامه‌های آزمایشی و چه در طول مراحل اولیه توسعه، موجب آسیب‌های جدی به چشم‌اندازهای تجاری می‌گردد. راه‌حل‌های امنیتی باید درون معماری سیستم پیش‌بینی شوند که خود نیازمند وجود محافظ شبکه در وسیله نقلیه و نیز در دستگاه‌های کنار جاده‌ای است [13].

نشست سوم هفتمین کارگاه بین‌المللی ارتباطات خودروبی، نیل به تفاهم مشترک میان ایالات متحده، ژاپن و اتحادیه اروپا را مبنای اولیه اقدامات امنیتی دانسته است و نام‌های مستعار برای حفظ حریم خصوصی و مجوز اعطای گواهی بر مبنای روش‌های اصلی رمزنگاری را از جمله این اقدامات می‌داند. در نتایج نشست این امر مورد تأکید قرار گرفته است که امنیت و حفظ حریم خصوصی نه تنها یک راه حل فنی است، بلکه باید یک موضوع از جنس سیاست‌گذاری نیز محسوب شود و به تقویت بحث پیرامون سیاست‌گذاری به‌منظور ایجاد تناسب در سیستم‌های تحت استقرار و پیاده‌سازی، تقویت مباحث عملیاتی و به‌کارگیری تجارب مفید بدست آمده به ویژه تجارب کشور ژاپن (پروژه EasyWay) توجه شود [14].

شرکت‌ها و سایر گروه‌ها تلاش وسیعی را برای جلوگیری از نفوذگری در خودروها به کار بسته‌اند. امنیت خودروها بدون شک با افزایش شباهت میان خودروها و رایانه‌ها، به کسب‌وکار بزرگ‌تری تبدیل خواهد شد. شرکت اینتل پس از خریداری

25 BlackHatSecurity

3-4- مسائلی قانونی

ارتباطی پیشرفته‌تر اطلاعات بیشتری هم از درون خودرو و هم از بیرون آن و یا حتی از وسایل نقلیه دیگر فراهم می‌آورند. وسایل نقلیه هوشمندتر و مرتبط، داده‌های بیشتری را تولید و ذخیره می‌کنند که برخی از آنها شخصی و خصوصی هستند. این داده‌ها ممکن است مورد توجه مقامات، پلیس و شرکت‌های بیمه قرار گیرد [13]. به عبارت دیگر، این فناوری همانند جعبه سیاه خودرو عمل خواهد نمود.

با وجود این پیشرفت‌های فناورانه، برخی کارشناسان می‌گویند که موانع واقعی بر سر راه خودروهای بدون راننده آینده، از نوع حقوقی است. اگر یک خودروی خودمختار تصادفی را موجب شود، چه کسی هزینه آن را می‌پردازد، سرنشین انسانی یا شرکتی که نرم‌افزار آن خودرو را ساخته است؟ درباره آینده‌ای که در آن خودروهای بدون راننده در کنار انواع خودروهای دارای راننده حرکت می‌کنند چه می‌توان گفت؟ [20].

2-4-3- تایید گواهی‌نامه خودرو (معاینه فنی)

اکثر کشورها یا مناطق، مجموعه‌ای از استانداردهای محیطی و ایمنی را برای وسایل نقلیه تعیین می‌کنند، که اغلب به آنها به-عنوان تایید نوع و یا سیستم‌های صدور گواهی‌نامه اشاره شده است. سازمان ملل در حال تلاش برای استانداردسازی بخش‌نامه‌های تایید نوع بین‌المللی، به یک استاندارد مشترک است؛ بنابراین وسایل نقلیه‌ای که در هر کجای جهان تولید می‌شوند، می‌توانند در هر نقطه از جهان به فروش برسند [13].

در حال حاضر در پی ابتکار عمل سازمان ملل، یک دستورالعمل جدید تایید در اتحادیه اروپا وجود دارد که در حال مطرح شدن است و در واقع، بروزرسانی تایید نوع کل وسیله نقلیه اروپا (ECWVTA)²⁶ است. همچنین استاندارد بین‌المللی ISO26262 یک استاندارد ایمنی در حال اجرا است که در حال حاضر به عنوان «وسایل نقلیه جاده‌ای - ایمنی در حال اجرا» تحت توسعه است. این استاندارد یک انطباق با استاندارد ایمنی در حال اجرای IEC61508 برای اتومبیل‌های دارای سیستم‌های برقی/الکترونیکی است. این استاندارد راهنمایی‌هایی را در مورد جنبه‌های ایمنی دوره عمر محصولات، از توسعه تا انهدام و تجزیه و تحلیل خطر برای اطمینان از سطح قابل قبول ایمنی فراهم می‌سازد [13].

3-4-3- حریم شخصی

هنگامی که عوامل مختلف از داده‌های حاصل از وسیله نقلیه خاصی استفاده می‌کنند، موضوع حفظ حریم شخصی باید تبیین

قانون و استانداردسازی، شیوه‌ای برای اطمینان از کنترل فناوری‌هایی است که کل جامعه از وجود آن بهره‌مند می‌شوند. برای مثال، کمیسیون اروپا برای تدوین قانون M453، سازمان‌های استانداردسازی اروپا را برای تدارک دیدن مجموعه‌ای از استانداردها، مشخصات فنی و گزارش‌های فنی برای فناوری ارتباطات خودرویی، در مدت زمانی مشخص دعوت نموده است [13].

در تدوین قوانین، زمان‌بندی نقشی کلیدی دارد؛ قوانین و مقررات در زمان نادرست می‌توانند مانع تولید و باعث کندی روند توسعه گردند. به عبارت دیگر، صنعت مزایای ایجاد یک بازار بی‌طرفانه و فراگیر برای تجهیزات ارتباطات هوشمند را تشخیص داده و از بحث‌های پیش‌نظارتی و پیش‌رقابتی، که در حال حاضر در حال وقوع هستند، استقبال می‌کند [13].

1-4-3- قوانین ایمنی و راهنمایی و رانندگی

کنوانسیون وین در مورد ترافیک راه‌ها، یک پیمان بین‌المللی در خصوص سیستم اعلان ترافیک است (علائم جاده‌ها، چراغ‌های ترافیکی و نشانه‌گذاری‌های جاده). این کنوانسیون خاطر نشان می‌کند که هر وسیله نقلیه باید دارای راننده‌ای باشد که دانش یا مهارت لازم برای کنترل وسیله نقلیه را داشته باشد. همچنین هر راننده باید در هر زمانی قادر به کنترل وسیله نقلیه خود باشد [13].

سیستم‌هایی که توانایی راننده را در کنترل وسیله نقلیه بهبود می‌بخشند تا وسیله نقلیه تحت کنترل باقی بماند، مطابق با کنوانسیون هستند. به موجب این کنوانسیون، علائم و چراغ‌های راهنمایی و رانندگی، امکان جایگزینی با تجهیزات داخل خودرو را، هرچند که بهبود عملکرد رانندگان با تجهیزات داخل خودرو اضافی قابل قبول باشد، ندارند [13].

بر اساس قانون ایمنی راه‌ها و قوانین راهنمایی و رانندگی، عامل انسان، جاده و خودرو می‌تواند در یک تصادف نقش داشته باشد که در صورت پیاده‌سازی این فناوری باید عامل تجهیزات و سامانه و به عبارت کلی‌تر همان سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی را به آن افزود.

از سوی دیگر، با این فناوری مکانیزمی برای ایجاد مسئولیت در هنگام وقوع تصادف وجود دارد. با این حال معرفی لایه‌های فناوری، معادلات را تغییر می‌دهد. اگرچه هدف اصلی این سامانه‌ها کاهش خطر تصادفات است، اما برخی از تصادفات اجتناب‌ناپذیر هستند. دستگاه‌های هوشمند در وسایل نقلیه مدرن از پیش حاوی برخی داده‌ها هستند؛ همچنین سامانه‌های

شود. مهم است توسعه دهندگان سیستم، ارائه دهندگان خدمات، توزیع کنندگان سامانه‌ها و خدمات و نیز کاربران حقیقی داده‌ها شرایط استفاده را درک کنند؛ همچنین مشخص شود کدام یک از قوانین موجود، مربوط به حفاظت از داده است و آیا گروه‌های ذی‌نفع عمومی و خصوصی وجود دارند که درگیر فعالیت‌های موافق یا مخالف گردآوری اطلاعات باشند [6].

وزارت حمل‌ونقل آمریکا (USDOT) به همراه متصدیان راه‌ها، خودروسازان و سایر شرکاء خود، مجموعه‌ای از اصول حریم شخصی را در سامانه خودروهای مرتبط با V2I و V2V لحاظ کرده است؛ به طوری که حفظ حریم شخصی به موجب طراحی سامانه‌ها، داده‌های جمع‌آوری شده و مدیریت داده‌ها، تضمین شده است [13].

4- تعیین الزامات و پیش‌نیازهای پیاده‌سازی سامانه در ایران

با توجه به چالش‌ها و مسایل شناسایی شده در مسیر پیاده‌سازی سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی، در ادامه به تعیین الزامات به‌کارگیری این فناوری در ایران پرداخته شده است. این الزامات و پیش‌نیازها در ابعاد مختلف تعیین و ارتباط آنها با چالش‌های پیش‌رو مشخص شده است:

4-1 الزامات و پیش‌نیازهای فنی:

1. اجرای کاربردهای دارای اولویت بالا که لزوماً نیازمند توسعه شبکه DSRC نیستند؛
2. ترکیب فناوری ارتباطی 3G و DSRC با توجه به مشخصات کاربردهای خاص (به‌نظر می‌رسد شروع کاربردهایی که جنبه اطلاعات ترافیکی، تجاری و سرگرمی دارد با 3G امکان‌پذیر بوده و توسعه زیرساخت‌های مجزا برای DSRC منوط به انجام موفق فاز قبل و سایر پیش‌نیازها است)؛
3. ایجاد اجبار قانونی در بلندمدت برای تجهیز وسایل نقلیه به OBUهای مجهز به فناوری DSRC جهت ترغیب بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری بر روی RSEها؛
4. تخصیص فضای فرکانسی خاص DSRC در کوتاه‌ترین زمان ممکن برای کاربردهای حمل‌ونقلی و عدم صدور مجوز برای سایر کاربردها در این فضای فرکانسی؛
5. پیگیری روند هماهنگی استانداردهای مرتبط در سطح بین‌المللی و عدم تخطی از استانداردهای مورد توافق در سطح جهانی و برخورد محافظه‌کارانه با استانداردهای غیرهماهنگ تا حد ممکن؛
6. آغاز نمودن مطالعات تدوین استانداردهای ملی (در هماهنگی

با استانداردهای جهانی)؛
7. انجام مطالعات و تأمین فناوری‌های حیاتی و پیش‌نیاز فناوری ارتباطات خودرویی.

4-2 الزامات و پیش‌نیازهای راهبردی و حاکمیت

1. استفاده از مدل حاکمیت ترکیبی دولتی - خصوصی و سرمایه‌گذاری دولت در استقرار RSEها و استفاده از خدمات خودروسازها و اپراتورهای تلفن همراه در سایر بخش‌ها و تغییر تدریجی مدل حاکمیتی با تجاری‌سازی و تکمیل روند خصوصی‌سازی در کشور؛
2. تهیه مدل ذی‌نفعان و تحلیل مدل جهت ارائه راهبردهای جلب مشارکت آنها؛
3. تعیین جایگاه CVT در طرح ITS کشور (با تهیه طرح راهبردی ITS کشور)؛
4. تهیه نقشه راه تحقیقات فناوری ارتباطات خودرویی؛
5. تهیه نقشه راه پیاده‌سازی فناوری ارتباطات خودرویی؛
6. تهیه الگوی کسب‌وکار جامع با در نظر گرفتن دیدگاه ذی‌نفعان مختلف طرح و امکان توسعه خودگردان کاربردهای فناوری تا حد ممکن.

4-3 الزامات و پیش‌نیازهای عملیاتی:

1. طراحی حفاظتهای شبکه (فایروالها) برای OBUها و RSEها و مراکز کنترل، ذخیره و انتقال داده؛
2. انجام کامل مراحل آزمایشی (در ابعاد کوچک و بزرگ) جهت اطمینان از کاربردهای مورد نظر علی‌الخصوص در حوزه ایمنی؛
3. بازطراحی نظام معاینه فنی و خدمات فنی خودروها با در نظر گرفتن تجهیزات جدید در آنها؛
4. بازنگری در وظایف و تخصص متصدیان راهداری؛
5. آموزش تخصصی رانندگان، متصدیان نگهداری راه، ارائه دهندگان خدمات تعمیر و نگهداری وسایل نقلیه؛
6. طراحی نظام گردش اطلاعات و نحوه و سطوح دسترسی به داده‌ها.

4-4 الزامات و پیش‌نیازهای قانونی

1. بازنگری در قوانین ایمنی راه‌ها متناسب با شرایط عملیاتی سامانه؛
2. تدوین و بازنگری قوانین مرتبط با تسهیل مدل کسب و کار؛
3. تدوین قوانین جدید جهت پیوستن به نظام بین‌المللی صدور گواهینامه خودرو؛
4. بازنگری قوانین راهنمایی و رانندگی و اضافه نمودن عامل تجهیزات خودرویی و تجهیزات کنار مسیر به علل تصادف؛

5. تدوین محدودیت‌های دسترسی به اطلاعات شخصی و پیش‌بینی مجازات‌های قانونی مرتبط.

5- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات و تجربیات جهانی نشانگر آن است که پیاده‌سازی ارتباطات خودرویی، با توجه به تعدد ذی‌نفعان طرح، هزینه‌های بالای تأمین زیرساخت‌ها و تجهیزات و همچنین پیچیدگی‌های آن در بخش فنی، نیازمند لحاظ نمودن الزامات و پیش‌نیازهای مختلفی در ابعاد فنی، قانونی، عملیاتی و حاکمیتی است. در این مطالعه 24 الزام و پیش‌نیاز در این زمینه شناسایی شد که با توجه به شرایط ایران، مهمترین الزامات را می‌توان به

شرح ذیل دانست:

- تهیه نقشه راه فناوری؛
- قانون‌گذاری متناسب با روند توسعه فناوری جهت فراهم نمودن نیازهای پیاده‌سازی و عملیاتی نمودن فناوری؛
- هماهنگی با معماری و استانداردها جهانی فناوری؛
- اختصاص فضای فرکانسی خاص DSRC به کاربردهای حمل‌ونقل و عدم صدور مجوز برای سایر کاربردها؛
- ارائه الگوی کسب‌وکار مناسب جهت جذب سرمایه‌گذار و تسریع در روند توسعه و پیاده‌سازی فناوری.

تاریخ دریافت: 1392/4/1 و تاریخ پذیرش: 1392/7/9

فهرست منابع

- [1] رستمی، حبیب؛ عطائیان، حمیدرضا؛ شریف‌پور، مهدی؛ "سامانه ارتباطات هوشمند خودرویی و چشم‌انداز توسعه آن"، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، 1390.
- [2] گزارش‌های آماری سازمان پزشکی قانونی <http://www.lmo.ir>
- [3] گزارش‌های عملکرد معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران در سال‌های 1389 و 1390.
- [4] سایت پروژه CVT: www.cvt-project.ir
- [5] Center for Automotive Research under a State Planning and Research Grant administered by the Michigan Department of Transportation; *International Survey Of Best Practices In Connected Vehicles Technologies*, September 2012.
- [6] www.ecomove-project.eu/about-ecomove
- [7] www.cosmo-project.eu
- [8] Najm, W. G.; Koopmann, J.; Smith, J. D.Y Brewer, J.; *Frequency of Target Crashes for IntelliDrive Safety Systems*, U.S. Department of Transportation, October 2010.
- [9] www.hido.or.jp/itsos/2007/08/smartway_2007.html
- [10] www.sartre-project.eu
- [11] *The Connected Car: Smart Technologies to Reduce Congestion*, 1 August 2012, Working Document of the NPC Future Transportation Fuels Study Made .
- [12] <http://www.ezpassva.com>
- [13] World Road Association (PIARC); *The Connected Vehicles*, 2012.
- [14] 7th *International Workshop on Vehicle Communications for Safety and Sustainability*, 21 October 2011.
- [15] <http://www.eeherald.com/section/news/onws2012121733.html>
- [16] United State department of Transportation; *Human Factors for Connected Vehicles*, 4August 2011.
- [17] <http://cvt-project.ir/NewsDetail.aspx?SubjectType=54&InfoID=1298>
- [18] <http://cvt-project.ir/NewsDetail.aspx?SubjectType=54&InfoID=1073>
- [19] <http://cvt-project.ir/NewsDetail.aspx?SubjectType=54&InfoID=1163>
- [20] http://www.msnbc.msn.com/id/47784572/ns/technology_and_science-innovation/
- [21] <http://cvt-project.ir/NewsDetail.aspx?SubjectType=54&InfoID=1358>
- [22] <http://www.businesswire.com/news/home/20120802006008/en/Embracing-Wider-Connected-Car-Environment-Key-Fulfilling>
- [23] http://safetypilot.umtri.umich.edu/index.php?content=technology_overview
- [24] <http://www.techhive.com/article/2010645/self-driving-cars-could-bring-a-new-world-of-hacking.html>
- [25] http://www.siliconvalley.com/ci_21915077/silicon-valley-technology-could-be-key-connect-cars
Cooperative ITS Regulatory Policy Issues: Discussion Paper, November 2012

- [26] “*Connected Vehicle Environment*”, August 2011, Final Proceedings of the Governance Roundtable, www.its.dot.gov/index.htm.
- [27] Pete Goldin, Pulse Magazine, Fall 2011.