

## الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (مورد کاوی: محور کرج-چالوس)\*

محمود صفارزاده، دانشیار، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
بابک میربهاء، کارشناس ارشد، دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
E-mail: Saffar\_m@modares.ac.ir

### چکیده

در این پژوهش نسبت به طراحی الگویی برای پیشبرد معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در کشور اقدام شده است. در الگوی ارایه شده، مهم‌ترین مرحله را تعیین نیازهای حمل و نقلی منطقه تشکیل می‌دهد. این نیازها اهداف اصلی پیشبرد معماری در منطقه را تعیین می‌کند. تبیین مفاهیم اجرایی و ملزومات عملکردی سیستم در حقیقت نحوه ارتباط بین اجزای حقیقی و مجازی سیستم را مشخص می‌کند که این ارتباطات، منجر به پیدایش اتصالگرها و همچنین جریان‌های اطلاعاتی بین اجزای سیستم می‌شوند. پلان به دست آمده در حقیقت مبین شمایی از سیستم نهایی در مقیاسهای کوچک‌تر خواهد بود. الگوی ارایه شده که مستقل از تکنولوژی طراحی شده است، فرآیندی است اقماری که کلیه خدمات قابل دریافت از این الگو را مشخص می‌کند. در این سیستم اجزای در حین عملکرد تنها با یک مرکز در تعامل اند. فرآیند پیشنهادی قابل اجرا در مناطق مختلف برون شهری کشور بوده و عنصر تکرارپذیری آن، امکان اعمال تغییرات پیشنهادی را مطابق با نظرات طراح فراهم می‌کند. همچنین، نسبت به بکارگیری الگوی پیشنهادی در قالب یک مطالعه موردی (محور کرج - چالوس) انجام شده است که با مطالعه مقدمات پیاده‌سازی ITS در این محور و مشکلات حمل و نقلی که محور با آن روبروست، نسبت به پیشنهاد فرآیند معماری ITS محور یاد شده اقدام شده است.

واژه های کلیدی: سیستم‌های هوشمند حمل و نقل، معماری، مشکلات حمل و نقلی، مفاهیم اجرایی، اتصالگرها، ملزومات عملکردی

### ۱. مقدمه

پیش از آغاز به اجرا و پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در هر منطقه‌ای، یکی از مهم‌ترین اصولی که باید در راستای پیشبرد این سیستمها در نظر گرفته شود، ایجاد یک هماهنگی بین اجزای سیستم در منطقه است. در این راستا، معماری سیستم ساختاری است که به اجزای مختلف سیستم (تکنولوژیها و سیستمهای خاص) و روابط آنها نسبت به یکدیگر

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS)، سیستم‌های حمل و نقلی هستند که با بکارگیری اطلاعات، ارتباطات و تکنولوژیهای کنترلی در جهت بهبود و اصلاح عملیات شبکه حمل و نقل عمل می‌کنند [۱]. ابزار ITS بر پایه ۳ عامل اطلاعات، ارتباطات و هماهنگ‌سازی استوار است که کاربران و مسافران را برای اتخاذ تصمیم بهتر و مناسب‌تر یاری می‌کند [۲ و ۳].

منطقه‌ای ITS به صورت پله‌ای و قابل بنا شدن بر یکدیگر باشند. بنابراین، معماری منطقه‌ای ITS در واقع به عنوان ابزاری برای بهره‌گیری در رویه برنامه‌ریزی یکپارچه‌سازی مناسب پروژه‌های تعیین شده در منطقه محسوب می‌شود که با ایجاد چارچوبی، نقشها و مسئولیتها را برای هر یک از پشتیبانان جهت درک منافع ITS در سطح منطقه فراهم می‌سازد.

## ۲. ادبیات تحقیق

مطالعه و بررسی تاریخچه بکارگیری ITS در کشور، مؤید این مطلب است که این صنعت نوین از سابقه چندانی در کشور برخوردار نمی‌باشد. با آن که اقدامات مطالعاتی متعددی در کشور در خصوص انجام مطالعات هوشمندسازی (محورهای تهران - کرج - کرج - چالوس و شهرهای تهران، مشهد، اصفهان و تبریز) انجام شده و حتی سعی بر آن بوده است که از تجربه شرکت‌های مشاور خارجی نیز بهره گرفته شود (شرکت ISIS)، اما باید اذعان کرد که ایران همچنان در آغاز راه بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند حمل و نقل قرار دارد. در این خصوص، بخش معماری ITS از اهمیت زیادی برخوردار است، اما با این حال تاکنون اقدام چشمگیری در خصوص تدوین معماری ITS در کشور انجام نشده است.

با این حال، مطالعات انجام شده بر روند پیشبرد معماری در کشورهای همچون آمریکا، ژاپن و اروپا مؤید این مطلب است که بهره‌گیری از ITS، تنها در شرایطی می‌تواند از اثربخشی قابل توجهی برخوردار باشد که بتوان آن را در چارچوبی هدفمند و از پیش تعیین شده که طی آن بتوان نحوه عملکرد و پیاده‌سازی اهداف سیستم را از پیش تعیین کرد، توسعه داد.

بررسی و مطالعه نظام‌های مختلف معماری ITS در کشورهای پیشرو در این امر، مبین دو نوع سبک متفاوت معماری (اما با یک هدف) در آمریکا و اروپا است [۸]. البته فعالیتهای دیگری نیز در خصوص معماری ITS در دنیا در حال انجام است. از مهم‌ترین اقدامات انجام شده، می‌توان به معماری که توسط سازمان ISO/TC204/WGI و همچنین فعالیتهای مشابه دیگری که در کشورهایمانند ژاپن، کره و استرالیا در حال انجام است، اشاره کرد. با این حال، واقعیت آن است که اکثر فعالیتهای مذکور یا غالباً بر اساس یکی از دو سبک عنوان شده (اروپا و آمریکا) بنا شده‌اند و یا به دلیل شرایط خاص کشور مربوطه

می‌پردازد. در واقع معماری سیستم مانند تصویری است که چندین عضو سیستم و نحوه ارتباط آنها را در چارچوب سیستم نشان داده و یک تصویر کلی از سیستم ایجاد می‌کند [۴]. در حالت کلی، معماری ITS شامل توصیف‌های مختلفی از سیستم است (مانند خدمات کاربر، مفاهیم اجرایی و ملزومات عملکردی) که هر کدام بر یک دیدگاه از ITS متمرکز شده‌اند. وقتی دیدگاه‌های مذکور در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، توصیف کاملی از ITS را ایجاد می‌کنند [۵].

معماری همچنین قادر به ایجاد فرصتهای تجاری، برنامه ریزی در خصوص اجرا و گسترش سیستم و همچنین امکان شناسایی خطراتی که سیستم را تهدید می‌کند، به نحوی که برای کلیه کاربران سیستم قابل فهم باشد، خواهد بود [۶]. به طور کلی، یک معماری ITS باید دارای شرایط عنوان شده در زیر باشد:

- سازگاری اطلاعاتی که به کاربران نهایی و از طریق رسانه‌های مختلف منتقل می‌شود.

- سازگاری تجهیزات با زیرساختها و در نتیجه امکان دستیابی به سفر یکپارچه.

- ایجاد مبنایی برای برنامه‌ریزیهای جامع و ارایه راهکارهایی برای تسهیل گسترش ITS.

- ایجاد بازاری برای سرویسها و تجهیزات ارایه شده و سازگار با سیستمهای ITS.

- مدنظر قرار دادن جنبه اقتصادی تجهیزات تولید شده توسط شرکت‌های سازنده که در نهایت موجب ایجاد رقابت در بازار و کاهش قیمت تجهیزات در زمانی که مرحله یکپارچه‌سازی انجام شده خواهد شد.

در این راستا، هدف از پیشبرد معماری منطقه‌ای ITS، اجرا و تدوین اقداماتی است که باید در راستای یکپارچه‌سازی سیستمهای ITS در سطح منطقه، به صورتی که عملیات برنامه‌ریزی و اجرا بتوانند به صورتی هماهنگ و منظم انجام شوند، در نظر گرفته شود. یکپارچه‌سازی منطقه‌ای قادر به تقسیم اطلاعات و ایجاد هماهنگی بین فعالیتهای سیستمهای حمل و نقل منطقه‌ای در جهت فعالیت مؤثر و کارآی سیستم است [۷].

از دیدگاه برنامه‌ریزی نیز، معماری منطقه‌ای ITS، نحوه عملکرد و پیاده‌سازی سیستمهای هوشمند حمل و نقل را به نحوی تعیین می‌کند که پشتیبانان منطقه‌ای به آسانی قادر به درک آن در یک محدوده زمانی مشخص باشند. در این راستا، پروژه‌های ITS به نحوی تعیین می‌شوند که با استفاده از چارچوب معماری

بنابراین، تصمیم‌گیری در جهت اجرا و پیشبرد معماری ITS در منطقه باید بر اساس درک روشنی از نیازهای حمل و نقلی منطقه، ارگانهای برنامه‌ریزی، ارگانهای فعال و تصمیم‌گیری اصلی در خصوص نیاز به معماری ITS و نحوه بکارگیری آن است. به عبارت دیگر، تصمیم‌گیری برای پیشبرد معماری منطقه‌ای باید همراه با تحقیقات و مطالعات فراوان در خصوص فواید ITS و یکپارچه‌سازی سیستمها و اهمیت نقشی که معماری ITS می‌تواند در پیشبرد این سیستمهای یکپارچه ایفا کند، انجام شود. در این راستا باید گفت که، الگوی ارائه شده که به صورت تفصیلی به گامهای مورد نیاز در راستای حصول اهداف مورد نظر در جهت تدوین معماری منطقه‌ای اقدام کرده است، تنها روش موجود برای دستیابی به اهداف مذکور در سطح یک منطقه محسوب نمی‌شود، زیرا ممکن است طراح یک پروژه با توجه به مقتضیات و شرایط خاص منطقه‌ای، روش متفاوتی را نسبت به الگوی عنوان شده اتخاذ کند.

### ۳-۱ مرحله شناخت

#### ۳-۱-۱ تعیین منطقه مؤثر هوشمندسازی

منطقه مؤثر به ناحیه‌ای گفته می‌شود که معماری منطقه‌ای آن را در برگرفته و سیستمهای حمل و نقل هوشمند تعریف شده در پروژه در غالب رفع نیازهای حمل و نقلی منطقه یاد شده عمل می‌کنند. با این که منطقه مؤثر در ابتدا با عنوان یک منطقه جغرافیایی یاد می‌شود، اما همواره باید به خاطر سپرد، از آنجا که یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب منطقه یاد شده، حوزه استحفاظی و مرزهای خدمات‌رسانی پشتیبانان و ارگانهای فعال سیستم است، از این منطقه حتی در برخی شرایط باید با نام "منطقه سیاسی پیاده‌سازی ITS" یاد شود [۸]. در این مرحله باید نسبت به بررسی و تعیین هر یک از موارد عنوان شده در زیر اقدام شود.

بررسی وضعیت جغرافیایی استانهای مبدأ و مقصد (استفاده از نقشه‌های جغرافیایی، تعیین حدود شهری و برون شهری و ...)، بررسی و شناسایی مراکز جذب سفر منطقه (تحلیل آمار تردد، آمارگیری مبدأ و مقصد و ...)، تعیین حوزه تحت پوشش هر یک از پشتیبانان سیستم (مراجعه به مراکز و محلهای خدماتی پشتیبانان و درخواست حوزه عملیاتی هر یک...)، بررسی وضعیت

(مانند ژاپن) قابل بسط در سایر کشورهای دنیا نیستند [۸]. در شکل‌گیری معماری ITS در آمریکا مشاهده می‌شود که ابتدا توسعه و اجرای پروژه‌های ITS در سطح منطقه‌ای صورت گرفته است، اما پس از اجرای پروژه‌های یاد شده و اخذ بازخورد از نتایج حاصله، این کشور به سوی تکمیل روند معماری ملی خود اقدام کرد. آشکار است که در این راستا، موفقیت در حصول معماری ملی آمریکا در گرو کارایی و جامعیت معماری منطقه‌ای این کشور است [۹].

در شکل‌گیری معماری ITS در اروپا مشاهده می‌شود که با توجه به شرایط یکدست و هماهنگی که بین کشورهای این قاره وجود دارد، اتحادیه اروپا اقدام به تدوین یک معماری جامع و ملی برای تمامی کشورهای این قاره کرده است.

### ۳. فرآیند پیشبرد معماری منطقه‌ای

هدف از پیشبرد معماری منطقه‌ای ITS، اجرا و تدوین اقداماتی است که باید در راستای یکپارچه‌سازی سیستمهای ITS در سطح منطقه، به صورتی که عملیات برنامه‌ریزی و اجرا بتوانند به طور هماهنگ و منظم انجام شوند، می‌باشد. یکپارچه‌سازی منطقه‌ای قادر به تقسیم اطلاعات و ایجاد هماهنگی بین فعالیتهای سیستمهای حمل و نقل منطقه‌ای در جهت فعالیت مؤثر و کارایی سیستم است. یکپارچه‌سازی منطقه‌ای همچنین قادر به ایجاد یک همکاری متقابل بین سیستمهای حمل و نقل منطقه در بهره‌گیری چندگانه از اطلاعات است (به طور مثال اطلاعات از یک سیستم می‌تواند توسط یک سیستم دیگر برای یک هدف متفاوت استفاده شود). یک معماری منطقه‌ای ITS قادر به ایجاد این یکپارچگی و فراهم ساختن پایه‌ای برای برنامه‌ریزی تغییراتی است که باید در سیستم موجود در جهت تسهیل امر یکپارچه‌سازی اعمال شود. علاوه بر موارد یاد شده، معماری منطقه‌ای ITS می‌تواند موجب ایجاد فرصتهایی برای بهره‌گیری از ITS با صرفه اقتصادی بیشتر باشد [۷]. بنابراین در راستای دستیابی به اهداف عنوان شده، تدوین الگویی جهت حرکت به سمت معماری ITS در سطح منطقه امری ضروری تلقی می‌شود.

مهم‌ترین دلیل برای توسعه معماری منطقه‌ای ITS، پیشبرد هر چه کارآتر سیستمهای ITS در منطقه برای دستیابی به یک راهنمای اجرا و پیشبرد پروژه‌های ITS در منطقه است.

### ۳-۴ مرحله تحلیل و پیشنهاد سیستم

#### ۳-۴-۱ تعیین خدمات کاربر

خدمات کاربر در واقع تسهیلات عملکردی است که ITS برای پاسخگویی به نیازهای کاربران تعیین نموده و کلیه مراحل پیشبرد معماری را در دو قالب منطقی و فیزیکی بر پایه این خدمات بنا نموده است. در این راستا، تعیین دقیق خدمات و زیرخدمات کاربر امری است که مطالعات بسیار جامعی را در خصوص ملزومات عملکردی و مفاهیم اجرایی هر یک از خدمات و ضمانت اجرایی هر یک در کشور طلب می‌نماید. اما با این وجود، مروری بر خدمات کاربر کشورهای پیشرویی چون آمریکا، اروپا و ژاپن مؤید این مطلب است که اهداف گروه‌های مختلف خدمات کاربر در مناطق مختلف تقریباً یکسان بوده و تنها نحوه رسیدن به این اهداف متغیر است. بنابراین، بررسی گروه‌های خدمات کاربر در این کشورها وقتی با شرایط کنونی کشور انطباق پیدا می‌کند، منتهی به تعیین گروه‌های خدمات کاربری مناطق برون‌شهری در کشور می‌شود. هر یک از گروه خدمات تعیین شده این مرحله از اجزایی به نام خدمات کاربر تشکیل شده است.

#### ۳-۴-۵ تبیین مفاهیم اجرایی

مفاهیم اجرایی، در واقع نحوه برقراری ارتباط بین اجزای حقیقی سیستم (پشتیبانان فرعی و اصلی سیستم) را بیان می‌کند و بنابراین در قالب خدمات کاربر مطرح می‌شوند. این ارتباطات در حقیقت مفادی را تشکیل می‌دهند که در گام‌های بعدی منجر به ایجاد توافقنامه‌های میان ارگانی بین اجزای سیستم می‌شوند. بنابراین، در حین تبیین این مفاهیم باید با توجه به شرایط حقیقی پشتیبانان سیستم و ضمانت اجرایی ارتباطات پیشنهادی در سطح منطقه اقدام شود. همچنین، این مرحله اولین گامی است که طی آن برای اولین بار در خصوص فرم‌های یکپارچه‌سازی در منطقه، و با در نظر گرفتن نقش پشتیبانان سیستم، بحث می‌شود. هدف از این گام، شناسایی نقش‌های کنونی و آینده ارگانی در سیستم حمل و نقل منطقه است.

#### ۳-۴-۶ تبیین ملزومات عملکردی

تعیین ارتباط بین اجزای مجازی سیستم در قالب ملزومات عملکردی سیستم بیان می‌شود. این مرحله نحوه عملکرد سیستم

شرایط محورهای جایگزین (بررسی و تحلیل میزان تردد در فصول مختلف سال، آمار تصادفات، شرایط جوی و ...)،

### ۳-۲ تعیین مشکلات حمل و نقلی منطقه

این بخش به عنوان مهم‌ترین بخش در روند پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در منطقه به شمار می‌آید. در حقیقت اطلاعاتی که برای ساخت یک معماری منطقه‌ای ITS مورد نیاز است، در این قسمت جمع‌آوری و در مرحله بعدی در قالب نیازهای کاربر بیان می‌شود. در تعیین مشکلات حمل و نقلی منطقه که در ادامه به فرآیند آن پرداخته خواهد شد، همواره باید به خاطر داشت که جلب رضایت پشتیبانان اصلی سیستم پیوسته یکی از مهم‌ترین اهداف توسعه سیستم در منطقه به شمار می‌رود.

مهم‌ترین اقداماتی که باید در این مرحله از فرآیند پیشبرد معماری منطقه‌ای مد نظر قرار گیرد، در قالب موارد زیر بیان شده اند:

- ۱- بررسی تصادفات محور در جهت تعیین نقاط حادثه‌خیز محور و دلایل اصلی بروز تصادفات
- ۲- بررسی وضعیت تراکم محور در جهت تعیین مشکلات مربوط به تراکم

۳- بررسی شرایط جوی منطقه

۴- ممیزی ایمنی مسیر

### ۳-۳ تعیین نیازهای کاربر منطقه

پس از مرحله تبیین مشکلات منطقه تحت مطالعات هوشمندسازی باید نسبت به تعیین نیازهای کاربر منطقه اقدام شود. به طور کلی، هر نیاز کاربر زایدی یک مشکل حمل و نقلی می‌باشد. با این حال، بسیاری از ملزومات و محدودیتهایی که در قسمت تعیین منطقه مؤثر تبیین می‌شود نیز در فرآیند تعیین نیازهای کاربر منطقه از نقش قابل توجهی برخوردار می‌باشد. به عبارت دیگر، پس از طی دو گام اول و دوم (تعیین منطقه مؤثر و تبیین مشکلات حمل و نقلی منطقه) است که هر یک از مشکلات محور، پتانسیل لازم جهت تبدیل به یکی از سیستم‌های ITS که در مراحل بعدی و در قالب خدمات کاربر تعیین می‌شود را پیدا می‌نماید [۸].

فرآیند یادشده رویه‌ای زنجیروار را دنبال می‌کند که پیشبرد هر مرحله در گرو موفقیت گام‌های پیشین است. همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در گام اول اقدام به تعیین شرایط منطقه تحت عملیات هوشمندسازی و تعیین مشکلات حمل و نقلی منطقه می‌شود. پس از پایان مرحله یاد شده و متناسب با شرایط منطقه، مشکلات حمل و نقلی شناسایی شده و نسبت به پیشنهاد نیازهای کاربر در منطقه اقدام می‌شود. خدمات کاربری که در گام بعدی و با توجه به نیازهای کاربر شناسایی شده در گام پیشین تعریف می‌شوند، در واقع اهداف اصلی ITS در منطقه را تبیین می‌کنند. در جهت تحقق خدمات کاربری پیشنهادی لازم است ارتباطات و نحوه عملکرد اجزای حقیقی و مجازی سیستم پیشنهادی به شیوه مناسبی و در قالب مفاهیم اجرایی و ملزومات عملکردی سیستم تشریح شوند. تعیین اتصالگرها و جریانهای اطلاعاتی متناظر با هر یک از جریانهای اطلاعاتی مذکور در نهایت نحوه عملکرد کلیه اجزای سیستم را نشان خواهد داد.

### ۴. فرآیند معماری منطقه‌ای محور کرج - چالوس

برای بکارگیری فرآیند ارایه شده در این مقاله، نسبت به انجام مطالعات هوشمند سازی محور کرج - چالوس پرداخته شده است. در انجام مطالعه مذکور، مهم‌ترین عواملی که موجب انتخاب این مسیر به عنوان مطالعه موردی این نوشتار شد، عبارتند از:

- به عنوان نزدیک‌ترین مسیر دسترسی به مناطق شمالی کشور (که از نظر گردشگری بسیار حائز اهمیت‌اند) محسوب می‌شود.
- به دلیل افزایش تقاضای تردد در برخی از ماههای سال، این محور شاهد تراکم و تشکیل صفهای طولانی است که موجب بروز ساعتها تأخیر در رسیدن مسافران به مقاصدشان می‌شود.
- این محور در زمره محورهای حادثه‌خیز کشور قرار دارد.
- شرایط جوی بر عملکرد ترافیکی این مسیر با تأثیر زیادی همراه است.
- پیوستگی به مسیر تهران - کرج که قبلاً مورد مطالعه ITS قرار گرفته است.

در آینده و به عبارت دیگر انتظاراتی که طراح از سیستم پیشنهادی خود در منطقه را دارد تبیین می‌کند. هر یک از این عملکردها، در مراحل بعدی قابلیت تبدیل به یک زیر سیستم را در قالب معماری منطقی سیستم می‌یابند [۸].

به طور کلی، ملزومات عملکردی یک سیستم و تعریف واسطه‌های کاربر آن باید دارای جزئیات همسطحی باشند، به طوری که، اگر یک سیستم دارای تعداد مشخصی جریان اطلاعاتی باشد، دارای تعداد مشابهی عملکرد که سیستم در راستای توزیع اطلاعات عمل می‌کنند، داشته باشد. همچنین برای پیشبرد پایداری در سطح جزئیات ملزومات عملکردی و مفهوم واسطه‌های کاربر، طراح باید به تکرار بین گام‌های موجود در این رویه بپردازد. آشکار است که این تکرار به عنوان بخشی عادی از رویه یاد شده به شمار می‌رود.

### ۳-۷ تعیین اتصالگرها و جریانهای اطلاعاتی

مجموعه مفاهیم اجرایی و ملزومات عملکردی تبیین شده در قالب معماری منطقه‌ای سیستم در مرحله بعدی، جریانهای اطلاعاتی که باید بین اجزای سیستم مبادله شوند را نشان می‌دهد. در این مرحله کلیه اعضای سیستم، اعم از پشتیبانان (پایانه‌های سیستم) و اجزای فیزیکی سیستم (زیرسیستمها)، در کنار یکدیگر قرار گرفته و کلیه جریانهای اطلاعاتی که باید بین اجزای مختلف سیستم در جهت دستیابی به اهداف خدمات کاربر مبادله شود، نشان داده می‌شود [۸].

در تعیین اتصالگرها، باید همواره به این نکته توجه شود که آیا اتصالگرها در جهت پشتیبانی نیازها و خدمات منطقه عمل می‌کنند یا خیر. همچنین باید بررسی شود که آیا ارتباطات پیشنهادی در منطقه وجود دارد و یا به برنامه‌ریزی در خصوص تأمین خدمات یاد شده در آینده نیاز داریم؟ غالباً، ارتباطات خاص یا یک شبکه معماری بین مراکز اصلی در منطقه موجود است که باید در این گام گنجانده شود تا همزمان با تعیین اتصالگرهای معماری منطقه‌ای ITS، در این گام در نظر گرفته شود.

در راستای موارد عنوان شده، شکل ۱، فرآیند پیشبرد معماری منطقه‌ای ITS را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می‌شود،

#### ۴-۱ مرحله شناخت از فرآیند هوشمندسازی محور

##### کرج - چالوس

#### ۴-۱-۱ منطقه مؤثر هوشمندسازی

منطقه مؤثر هوشمندسازی از میدان حافظ آغاز شده و پس از طی دو مسیر کمربندی بیلقان و بلوار جانبازان به مرز شهری کرج (میدان امیرکبیر) می‌رسد. پس از عبور از میدان امیرکبیر قسمت برون‌شهری منطقه مؤثر هوشمندسازی محور کرج - چالوس آغاز می‌شود. راههای دسترسی به دو پیست اسکی دیزین و خور نیز که هم اکنون سهم قابل توجهی از سفرهای محور کرج - چالوس را به ویژه در فصول سرما به خود جلب می‌کند نیز در محدوده منطقه مؤثر قرار خواهد گرفت. پس از طی تونل کندوان و عبور به محدوده استان مازندران، تا دسترسی به مسیر کلاردشت که از مرزن‌آباد منشعب می‌شود، هیچ مرکز جذب سفری که دارای اهمیت لازم در راستای پیش‌بینی در منطقه مؤثر باشد، به چشم نمی‌خورد. با توجه به اهمیتی که شهر کلاردشت در جذب سفرهای محور دارد، راههای دسترسی به این شهر که از مرزن‌آباد به سمت این شهر سیاحتی منشعب می‌شود، در منطقه مؤثر هوشمندسازی محور پیش‌بینی شده است. پس از عبور از مرزن‌آباد، منطقه مؤثر تا ورودی شهر چالوس امتداد یافته و در دوراهی ورودی این شهر خاتمه می‌یابد.

#### ۴-۲ مشکلات حمل و نقلی محور کرج - چالوس

**بررسی مشکلات حمل و نقلی محور کرج - چالوس**  
حکایت از این امر دارد که با وجود اهمیت ویژه‌ای که این محور مواصلاتی در برقراری ارتباط پایتخت با مناطق شمالی کشور دارد، تاکنون اقدام اصولی و یا تدابیر کافی در راستای فراهم آوردن تسهیلات و امکانات لازم برای ارتقای ایمنی و کارایی جابجایی مسافران در این محور نشده است، به طوری که هر ساله عواملی همچون تصادفات، تراکم، برپایی مناطق کاری در طول محور، تأثیر شرایط جوی نامناسب موجب کاهش کارایی، ایمنی و همچنین بروز ساعتها تأخیر در رسیدن مسافران به مقاصدشان می‌شود.

#### ۴-۳ بررسی وضعیت تصادفات و نقاط حادثه‌خیز محور

در راستای بررسی وضعیت تصادفات محور کرج - چالوس، از آمار تصادفات سالهای ۸۱ الی ۸۳ این محور

بهره گرفته شد. نتایج برگرفته از بررسیهای انجام شده به شرح زیر است [۱۰ و ۱۱]:

مشکل ۱- مقاطعی از محور که در نزدیکی شهرهای کرج و چالوس قرار گرفته‌اند با بیشترین آمار تصادفات جاده‌ای در سالهای اخیر روبه رو بوده‌اند.

مشکل ۲- ۵۲ درصد از تصادفات محور به صورت "جلو به جلو" یا "جلو به پهلو" بوده است که در این میان تصادفات "جلو به جلو" از شدت زیادی برخوردار بوده‌اند. در این میان، بیش از ۸۰ درصد از تلفات محور به صورت تصادفات "جلو به جلو" هستند.

مشکل ۳- در مناطقی که معمولاً از کاربریهای بیشتری نسبت به سایر مقاطع مسیر برخوردارند، اکثر تصادفات به دلیل "عدم رعایت فاصله طولی" و به شکل "جلو به عقب" روی می‌دهند.

مشکل ۴- دو عامل "تجاوز به چپ ناشی از سبقت" و "انحراف به چپ" را که می‌توان در گروه "سبقت نایمن" جای داد، علت اصلی وقوع بیش از نیمی از تصادفات محور را تشکیل می‌دهند.

مشکل ۵- امکان تخلف از سرعت تنها در مقاطع محدودی روی می‌دهد (مقاطع با کیلومترهای ۲۰-۲۵ و ۳۰-۳۵). در این مقاطع، "انحراف به چپ" و "تجاوز به چپ ناشی از سبقت" دلایل اصلی وقوع تصادفات را تشکیل داده و اغلب تصادفات به صورت "جلو به جلو" روی می‌دهد.

مشکل ۶- تأثیر شرایط جوی بر تصادفات در میانه قسمت دوم مسیر (مقاطع با کیلومترهای ۱۰-۱۰۵ و ۱۱۰-۱۱۵) بسیار پررنگ‌تر است.

مشکل ۷- سهم عمده‌ای از تصادفات در روزهای آخر هفته (پنجشنبه و جمعه) روی می‌دهد.

مشکل ۸- دو ماه مرداد و شهریور، جمعاً ۳۰ درصد از تصادفات را در طول سال به خود اختصاص می‌دهند.

#### ۴-۴ بررسی مشکلات تراکم محور

در راستای بررسی شرایط تردد محور کرج - چالوس، نسبت به بررسی آمار تردد شماری راداری و مکانیزه سالهای اخیر این محور اقدام شد. همچنین با توجه به شرایط هندسی مسیر که در

## الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل

چالوس (کیلومتر ۱۲۵ تا ۱۵۰ محور) بیشترین سهم را به خود اختصاص می‌دهد.

مشکل ۲- پدیده یخبندان به عنوان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های جوی این مقطع، به ویژه در فصول پاییز و زمستان است.

مشکل ۳- در برخی از مقاطع مسیر برای ریزش بهمن پتانسیل بسیار چشمگیری وجود دارد. در این میان محدوده گچسر تا دهانه جنوبی تونل کندوان از ریسک بالاتری برخوردارند.

مشکل ۴- در بسیاری از مقاطع مسیر احتمال ریزش سنگ نیز وجود دارد (کیلومتر ۱۰۷ تا ۱۱۰).

### ۴-۶ تعیین نیازهای کاربر محور کرج- چالوس

هر یک از مشکلات حمل و نقلی که در گام‌های پیش تبیین شدند، در این مرحله مولد یک نیاز کاربر در منطقه می‌شوند. به طور مثال، مشکل ریزش‌های دامنه‌ای که در برخی مقاطع محور ایجاد می‌شود، نیاز به اختطاردی به رانندگان در خصوص شرایط یاد شده و همچنین نیاز به انسداد مسیر را در شرایط اضطراری طلب می‌کند.

در راستای موارد یاد شده، شکل ۲، کلیه نیازهای کاربر منطقه کرج - چالوس را بر اساس مشکلات تبیین شده در گام پیشین نشان می‌دهد. هر یک از نیازهای تعیین شده در این مرحله، در گام آتی در یک گروه از خدمات کاربر جای می‌گیرند.

### ۴-۷ مرحله تحلیل و پیشنهاد سیستم از فرآیند

#### هوشمندسازی محور کرج - چالوس

پس از تعیین گروه‌های اصلی نیاز کاربر در محور کرج - چالوس، امکان تخصیص خدمات کاربر این محور فراهم خواهد شد. در این مرحله، با توجه به نیازهای کاربر منتج از مشکلات حمل و نقلی محور، اقدام به تعیین خدمات کاربری متناسب با نیازهای کاربر محور خواهد شد. هر یک از خدمات کاربر تعریف شده در این مرحله نیز به نوبه خود از اجزای کوچک‌تری به نام زیر خدمات کاربر تشکیل شده است که زیر خدمات مذکور، خود متشکل از گروهی عملکرد سیستم است. در راستای موارد عنوان شده، جدول ۱، خدمات و زیرخدمات پیشنهادی در محور کرج - چالوس را نشان می‌دهد.

طول مسیر با تغییرات قابل توجهی در شیب همراه می‌شود، نسبت به تحلیل مقطع به مقطع مسیر (در ۸۳ مقطع) اقدام شد. به طور کلی، نتایج بررسی‌های انجام شده در خصوص شرایط تراکم محور به شرح زیرند [۱۲]:

مشکل ۱- میزان حجم تردد محور در ۶ ماه ابتدایی سال با رشد قابل توجهی نسبت به ۶ ماه آخر سال همراه است.

مشکل ۲- دسترسی دیزین و کلاردشت از نقش قابل توجهی بر ترافیک محور برخوردار است.

مشکل ۳- تمرکز و تراکم مناطق تفریحی، رستورانها، باغها و سایر مناطقی از این قبیل در ۲۰ کیلومتر ابتدایی و انتهایی مسیر موجب افزایش قابل توجه تردد این مناطق از مسیر نسبت به سایر مقاطع مسیر شده است.

مشکل ۴- بررسی وضعیت سطح سرویس محور کرج- چالوس مؤید این مطلب است که درصد زمان تعقیب تقریباً در اکثر ماههای سال بیشتر از ۹۰ درصد است که این عامل از زیاد بودن تعداد و طول مناطق سبقت ممنوع ناشی می‌شود.

مشکل ۵- سطح سرویس بسیاری از مقاطع مسیر در ماههای پرتردد سال در آستانه اشباع (E) و در برخی از مقاطع اشباع (F) است. این وضعیت در نیمه دوم مسیر، کندوان - چالوس، بیشتر به چشم می‌خورد.

### ۴-۵ بررسی شرایط جوی محور

بررسی شرایط جوی محور کرج - چالوس مؤید این مطلب است که مسافرانی که در این مسیر به سفر خود ادامه می‌دهند، سه نوع آب و هوای مختلف (خشک کوهستانی، سرد کوهستانی و معتدل کوهستانی) را در طول مسیر تجربه می‌کنند. در این خصوص و در راستای تعیین تأثیر مشکلات ناشی از شرایط جوی محور، نسبت به بررسی آمار هواشناسی محور کرج - چالوس و مقایسه آن با وضعیت تصادفات محور اقدام شد. به طور کلی، مشکلات ناشی از شرایط جوی محور را می‌توان در قالب موارد زیر خلاصه کرد [۱۳]:

مشکل ۱- بسیاری از مقاطع محور، در طول سال شاهد روزهای بارانی زیادی هستند که در این بین محدوده اطراف شهر

## ۵. نتیجه گیری

در این پژوهش، سعی بر آن بوده است تا نسبت به ارایه الگویی برای معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در کشور اقدام شود. در این راستا، خلاصه‌ای از نتایج مطالعات انجام شده را می‌توان در قالب موارد زیر بیان کرد:

انجام مطالعات اولیه برای پیاده‌سازی و اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در کشور از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. همان گونه که در مطالعات هوشمندسازی محور کرج - چالوس نیز به عنوان مطالعه موردی الگوی پیشنهادی به چشم خورد، مطالعات گسترده اولیه طرح ساختار اصلی انتخاب خدمات کاربر و در نتیجه اهداف اصلی ITS در منطقه را مشخص کرد. با این که معماری ITS و نحوه اجرا و گسترش آن در کشورهای پیشرو در ITS با تفاوتی همراه است، اما همان گونه که در بررسی‌های انجام شده در این مقاله مشاهده می‌شود، اهداف اصلی معماری ITS در غالب این کشورها تا حدود زیادی یکسان است. این امر که از یکسان بودن مشکلات اصلی حمل و نقلی در مناطق مختلف دنیا ناشی می‌شود، می‌تواند امکان الگوگیری و بهره‌برداری از اقدامات کشورهای پیشرو در ITS در کشور را فراهم کند. خدمات مدیریت ترافیک از اهمیت بسیار زیادی برای پیاده‌سازی و عملکرد مناسب کلیه خدمات پیشنهادی در هر منطقه‌ای برخوردار است. در این خصوص، مرکز مدیریت ترافیک به عنوان قلب سیستم تعیین می‌شود و در نتیجه کلیه اعضای درگیر و سیستم‌های پیشنهادی در منطقه می‌توانند با احراز قابلیت تطابق با یک عضو به عملکرد خود ادامه دهند. آشکار است که این امر علاوه بر فواید تعیین شده موجب کاهش حالت‌های نیاز به تصمیم‌گیری که در اثر چندگانگی تقابل با اعضای مختلف به وجود می‌آید شده و نتیجتاً ضریب خطای سیستم کاهش می‌یابد. تأمین یکپارچگی بین اعضای درگیر در فرآیند هوشمندسازی منطقه مورد نظر از اهمیت زیادی برخوردار است. در قالب جریان‌های اطلاعاتی مطالعه موردی این مقاله مشاهده شد که موفقیت سیستم پیشنهادی در گرو انتقال مستمر اطلاعات بین اجزای مختلف سیستم (اعضای حقیقی و مجازی) است. نقش پشتیبانان و ارگان‌های درگیر در پیاده‌سازی ITS از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در ایجاد رضایت پشتیبانان سیستم، از اهداف و نحوه پیشبرد معماری منطقه، می‌تواند ضمانت اجرایی پیاده‌سازی ITS در منطقه را فراهم سازد.

لازم به یاد آوری است، همان گونه که در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود، کلیه مواردی که در قالب خدمات و زیرخدمات کاربر پیشنهادی ارایه شده است، مستقل از هرگونه فن‌آوری است که این امر امکان توسعه خدمات یاد شده را با توجه به شرایط کنونی کشور فراهم می‌کند. پس از تعیین خدمات و زیرخدمات کاربر پیشنهادی در محور کرج - چالوس، تبیین مفاهیم اجرایی و ملزومات عملکردی محور گام بعدی پیشبرد معماری منطقه‌ای را تشکیل می‌دهد.

ارتباطات بین اعضای حقیقی سیستم و یا مفاهیم اجرایی پیشبرد معماری منطقه‌ای ITS در محور کرج - چالوس، در برگزیده نحوه مبادله اطلاعات، خودرو، نیرو و پرسنل بین پشتیبانان اصلی و فرعی سیستم پیشنهادی (پلیس راه، مراکز درمانی، نیروهای امدادی هلال احمر، آتش‌نشانی، مراکز امدادفنی خودرو، مخابرات و ....) در این محور است. در واقع، هر یک از ارتباطاتی که در این قسمت تعریف می‌شوند، دارای پتانسیل ایجاد یک توافقنامه میان ارگانی در گام‌های بعدی هستند.

همچنین، نحوه برقراری ارتباطات مجازی سیستم در قالب تبیین ملزومات عملکردی بیان می‌شود. ارتباطات مجازی، ارتباطاتی است که هنوز در مرحله طراحی بوده و تا زمان تحقق هر یک مسیری طولانی در پیش است.

در این خصوص، هر یک از زیر خدمات کاربر پیشنهادی در محور کرج - چالوس از تعدادی عملکرد تشکیل شده‌اند که نحوه ارتباطات بین عملکردهای یاد شده، ملزومات عملکردی این محور را تشکیل می‌دهند. در راستای موارد عنوان شده، شکل ۳ شمایی از سیستم را در قالب لایه ارگانی و حمل و نقلی سیستم پیشنهادی محور کرج - چالوس نشان می‌دهد.

تمامی ملزومات عملکردی و مفاهیم اجرایی که در گام‌های پیشین در جهت یکپارچه‌سازی و ایجاد هارمونی اعضای مختلف سیستم تبیین شده بود، در این مرحله و در قالب یک پلان اجرایی، قابل رؤیت خواهد بود، ضمن این که کلیه اجزای حقیقی و مجازی سیستم نیز در قالب زیرسیستمها و پایانه‌های این پلان در کنار یکدیگر، نحوه عملکرد و پیاده‌سازی سیستم نهایی را تبیین می‌کنند. بخشی از اجزای مختلف این پلان را زیرسیستم‌های کنار جاده‌ای تشکیل می‌دهند که می‌تواند به دور از هر تکنولوژی خاص و با توجه به عملکردها و اطلاعات جاری در این پلان انتخاب شوند.

## الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل

در قالب مطالعه موردی نیز مشاهده شد که پشتیبانان سیستم (مانند پلیس، مراکز امداد رسانی و ....) هر یک از وظایف مهمی در قالب سیستم برخوردارند که ضمانت اصلی عملکرد به این وظایف، رضایت پشتیبانان از توسعه سیستم است.

جدول ۱. خدمات و زیر خدمات کاربر پیشنهادی محور کرج - چالوس [۸]

گروه نیاز و خدمات کاربر	خدمات کاربر	زیر خدمات کاربر	
خدمات شرایط اضطراری	شناسایی حوادث	مدیریت اطلاعات مربوط به حوادث	
	رسیدگی و پاکسازی حادثه	مدیریت ناوگان امدادی	
خدمات اطلاعات مسافرتی	اطلاعات قبل از سفر	اطلاعات شرایط ترافیکی مسیر	
	اطلاعات حین سفر	خدمات و تسهیلات موجود در مسیر	
خدمات مدیریت ترافیک	کنترل ترافیک	مدیریت سرعت	
		نظارت و پشتیبانی ترافیک	
	اعمال قانون	جمع‌آوری مدرک تخلف از قوانین از سوی خاطیان	
	توزیع اطلاعات	جمع‌آوری، پردازش و توزیع اطلاعات	
	ارایه اطلاعات مشورتی	اطلاعات وقوع حوادث	اطلاعات شرایط جوی
			اطلاعات انسداد مسیر
			اطلاعات شرایط ترافیکی مسیر
			شرایط جوی مسیر
	مدیریت شرایط جوی	اطلاعات مشورتی	وضعیت سطح روسازی
			تجاوز از سرعت مطمئنه
وجود جسم خارجی بر سطح جاده			
شرایط هندسی مسیر			
اطلاعات خطاری جوی	اطلاعات مشورتی	شناسایی مناطق ریزشی	
		اطلاعات همزمان جوی	
		اطلاعات انتخاب سرعت مطمئنه	
خدمات نگهداری و پشتیبانی از تسهیلات جاده‌ای	نگهداری زمستانی	مسدود نمودن مسیر نگهداری و پشتیبانی از تسهیلات جاده‌ای	











## ۶. مراجع

۸. میربهاء، بابک "ارایه الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده فنی - مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس،

9. United States Department of Transportation "National ITS Program plan – Volume 2" USA: National ITS Structure Team..

۱۰. سازمان نیروی انتظامی کشور (۱۳۸۳) "گزارش آمار تصادفات محورهای برون‌شهری کشور".

۱۱. سازمان نیروی انتظامی کشور (۱۳۸۴) "آمار تصادفات محور کرج - چالوس، سالهای ۷۴ الی ۷۶ و ۸۱ الی ۸۳".

۱۲. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور (۱۳۸۴) "آمار تردد شمارای راداری، سالهای ۸۳ و ۸۴".

۱۳. سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۳) "آمار هواشناسی ایستگاههای کرج، سیاه بیشه و نوشهر، سالهای ۷۴ الی ۷۶ و ۸۲".

## پانویس‌ها

1. Intelligent Transportation Systems

۲. بر اساس دستورالعمل ظرفیت راهها (HCM)، مقاطعی از

مسیر که دارای شیب بیشتر از ۳ درصد و طول بیشتر از ۱

کیلومتر هستند، به عنوان سربالایی یا سرپایینی‌های ویژه باید

مورد تحلیل قرار گیرند.

1. PIARC Committee on Intelligent Transport (2000) "ITS handbook 2000", Boston, London.: Artech House.

۲. فربرزی عراقی، فرشید شهیر افراشته، افشین (۱۳۸۱) "فرهنگ چهار جلدی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند"، شورای اصلاحات وزارت راه و ترابری، کمیته فن‌آوری اطلاعات (IT).

۳. عیسایی، محمد تقی (۱۳۸۴) "سیستم‌های حمل و نقل هوشمند، ذرون شهری و برون شهری"، تهران: شرکت مهندسی مشاور مترا.

4. U.S Department Of Transportation. Institute of Transportation Engineers (2000) "Intelligent transportation primer", USA: ITS.

5. National Policy Agency, Ministry of International Trade and Industry, Ministry of Transport (1999) "System architecture in Japan", Tokyo: ITS Strategy Committee.

6. Jesty, Peter, H. (2000) Tokyo European ITS Framework Architecture ، " List of European user needs", Version 1.1, n.p.: Information Society Technologies.

7. U.S. Department of Transportation National ITS Architecture Team (2001) "Developing, using and maintaining ITS architecture for your region", USA.

