

## ارائه الگوی معماری منطقی ITS در کلان شهر تهران

محمد رضا سلیمانی کرمانی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۰۹

متین دخت صالحی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۰۶

### چکیده

معماری سیستم *ITS* عبارت است از ایجاد هماهنگی بین تجهیزات و سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در یک چارچوب و به صورت یک پارچه به گونه‌ای که این سیستم‌ها به صورت مجموعه‌ای واحد در جهت کاهش مشکلات ترافیکی عمل نمایند. در این مقاله برای اولین بار، روش جدیدی جهت دستیابی به مدل منطقی معماری *ITS* در کلان شهرهای ایران ارائه گردید و براساس آن الگوی معماری منطقی *ITS* شهر تهران تدوین شد. بدین منظور ابتدا، معماری کشورهای مطرح در این زمینه مانند آمریکا، اروپا، ژاپن و کانادا، مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به این که کشور آمریکا به عنوان کشور پیشرو در بحث معماری *ITS* بوده و معماری *ITS* سایر کشورها با بهره‌گیری از تجربیات این کشور تدوین شده است، در این تحقیق نیز معماری *ITS* آمریکا به عنوان الگو انتخاب شد. پیش‌نویس معماری منطقی *ITS* شهر تهران با توجه به مشکلات و با در نظر گرفتن نیازها و امکانات موجود تهیه گردید. سپس معماری منطقی براساس نظرات کارشناسی ۲۰ کارشناس *ITS* و با پرکردن دو نمونه پرسش‌نامه اصلاح شد. در این پرسش‌نامه‌ها از کارشناسان درخواست شده بود ارتباط فرآیندها با یکدیگر و همچنین با عناصر خارجی را مشخص نمایند. بدین ترتیب معماری منطقی *ITS* کلان شهر تهران با ترسیم دیاگرام *DFD* نمایش داده شد.

**کلیدواژه‌ها:** سیستم‌های حمل و نقل هوشمند *ITS*، معماری *ITS*، خدمات کاربر، معماری منطقی.

## مقدمه

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، عبارتند از: سیستم‌های حمل‌ونقلی که فناوری‌های اطلاعات، ارتباطات و کنترل را برای بهبود عملکرد شبکه‌های حمل‌ونقلی به کار می‌گیرند. ابزارهای حمل‌ونقل برمبنای سه مشخصه اطلاعات، ارتباطات و یکپارچه‌سازی استوار هستند که به مدیران شبکه‌های حمل‌ونقل و مسافران کمک می‌کنند تا باتوجه به شرایط موجود تصمیمات بهتر و مناسب‌تری را بگیرند. معماری سیستم ساختاری برای کل سیستم است که به اجزای مختلف سیستم (فناوری‌ها و سیستم‌های خاص) و روابط بین آن‌ها 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. در حالت کلی، معماری ITS شامل توصیفات مختلفی از سیستم است (مانند خدمات کاربر، معماری منطقی و فیزیکی) که هرکدام بر یک دیدگاه از ITS متمرکز شده‌اند. معماری ITS به طور کلی در دو سطح ملی و منطقه‌ای قابل توسعه است که با توجه به شرایط کنونی کشور و عنایت به این مهم که دستیابی به معماری ملی نیازمند دریافت بازخورد و حصول نتایج برگرفته از پروژه‌های پایلوت متعددی می‌باشد، حرکت در راستای تدوین و تکمیل معماری منطقه‌ای از اولویت بیشتری برخوردار است. مزایای واقعی استقرار معماری ITS زمانی آشکار می‌شود که سیستم‌های مختلف ITS بتوانند اطلاعات خود را به اشتراک گذاشته و با سایر سیستم‌ها به تبادل اطلاعات بپردازند [۱].

## ضرورت و روش تحقیق

سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند کمک شایانی در حل مشکلات ترافیکی خواهند داشت. باتوجه به گستردگی دامنه این سیستم‌ها چنانچه هر سیستم به صورت مجزا و بدون توجه به عملکرد سایر سیستم‌ها به کار گرفته شود هزینه بسیاری در پی دارد بدون آن‌که مزایایی که از به کارگیری این سیستم‌ها مدنظر است حاصل گردد. بنابراین برای حصول بهترین نتیجه از به کارگیری این سیستم‌ها و کاهش هزینه‌های ناشی از موازی‌کاری و بهره‌برداری نامناسب از آنها تدوین معماری ITS ضروری می‌نماید. متأسفانه در ایران تاکنون مطالعات لازم برای تدوین معماری ملی ITS کشور صورت

نگرفته و در کلان‌شهرهای ایران این سیستم‌ها بدون در نظر داشتن معماری ITS اجرا شده است. بنابراین ضرورت ارائه الگوی معماری ITS در کشور مشهود است. از آنجا که در تمامی کشورهایی که سابقه ارائه معماری ملی ITS وجود دارد در ابتدا معماری به صورت منطقه‌ای اجرا شده و پس از بررسی بازخورد معماری در منطقه و رفع مشکلات، معماری ملی تدوین شده است در ایران نیز باید این روش درپیش گرفته شود. بنابراین در این پروژه به عنوان مطالعات مقدماتی برای تدوین معماری ملی ITS کشور، الگوی معماری ITS در کلان‌شهرها ارائه شده است.

بدین ترتیب منابع موجود در ارتباط با موضوع مطالعه شده است و در واقع از روش کتابخانه‌ای بهره گرفته شده است. سپس با توجه به اطلاعات حاصل از مطالعات، طرح اولیه معماری ارائه شده و به کمک پرسش‌نامه‌هایی که توسط متخصصان تکمیل شده است طرح اولیه اصلاح شد و طرح نهایی و تکمیل یافته معماری ITS ارائه شده است.

### تجربه معماری ITS در دیگر کشورها

معماری ITS محصول سرمایه‌گذاری انجام شده توسط وزارت حمل‌ونقل ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ برای تهیه و توسعه یک معماری ملی ITS بوده است. این پروژه پیشگام که نتیجه آن کتابخانه‌ای از اسناد مربوطه را حاصل کرده است از یک چشم‌انداز ملزومات استاندارد ITS تا اجرای راهبردها و معماری منطقی و فیزیکی را دربرمی‌گیرد. از سال ۱۹۹۶ تاکنون معماری ملی ITS ایالات متحده چندین بار به‌روز شده که نسخه پنجم آن در پایان سال ۲۰۰۳ موجود است.

معماری ایالات متحده محرکی برای توسعه‌های معماری مشابه و جایگزینی در اروپا، کانادا و تعدادی از کشورهای دیگر جهان بوده است. سایر کشورها نیز برای اجرای معماری ملی یا منطقه‌ای ITS باید ابتدا مجموعه‌ای از نیازهای کاربر و ملزومات خود را معین کنند. بعضی از ملزومات محلی می‌تواند به‌طور قابل توجهی با آنچه که معماری ملی ITS ایالات متحده بر مبنای آن است متفاوت باشد. در هر حال روش کلی در نظر گرفته شده برای توسعه معماری جایگزین کاملاً مشابه است هرچند تفاوت‌هایی در خدمات کاربر ویژه و مجموعه اصطلاحات وجود دارد. به عنوان مثال، معماری کانادا

شامل کلیه عملکردهای معماری ملی ITS ایالات متحده است که برای ارائه خدمات جدید و همچنین انعکاس تفاوت‌های میان ملیت‌های مختلف و سازمان‌های متفاوت، تغییراتی یافته است [۳].

یک کمیسیون اروپایی نیز پروژه KAREN (معماری مرکزی مورد نیاز برای شبکه اروپا) را در سال ۱۹۹۷ به عنوان الگوی معماری ITS برای توسعه عملیاتی و قابل اجرای ITS در کشورهای اتحادیه اروپا بنا نهاد. در شکل‌گیری معماری ITS در اروپا مشاهده می‌گردد 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 نموده است. باید توجه داشت معماری ایالات متحده دیدگاه فیزیکی دارد و بنابراین با در نظر گرفتن نیازهای کاربر و دیدگاه عملکردی تعریف می‌شود [۲]. معماری ملی ژاپن در سال ۱۹۹۹ تکمیل شد که توسط پنج آژانس دولتی مرتبط در زمینه ITS تهیه شد. رویکرد کلی آن شبیه به همان چیزی است که توسط ایالات متحده و اروپا استفاده شده است اما یک استثنای مهم وجود دارد یعنی به جای استفاده از روش تحلیل ساختاری که در توسعه معماری ITS ایالات متحده به کار گرفته شد، ITS ژاپن از روش هدف‌گرا استفاده کرده است که می‌تواند دارای این مزیت باشد که تغییرات و توسعه‌های آتی معماری را آسان‌تر سازد. به علت این تفاوت هیچ تناظر یک‌به‌یکی میان معماری ایالات متحده و معماری ژاپن وجود ندارد [۴].

### الگوی کلی تدوین معماری منطقی ITS

برای ارائه معماری منطقی ITS باید مراحل زیر طی شود:

- شناخت مشکلات حمل‌ونقل و ترافیک در منطقه مورد مطالعه؛
- ارائه خدمات کاربران؛
- ارائه الگوی معماری منطقی.

در فرهنگ ITS، «خدمات کاربر<sup>۱</sup>» بیان‌گر سرویس‌ها و خدماتی است که ITS باید به کاربران خویش ارائه کند. این خدمات آنچه را که سیستم ITS باید انجام دهد از دیدگاه کاربران (یعنی مسافران، رانندگان و اپراتورهای حمل‌ونقل) نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup> User Services

مسافران، اپراتورها، سازمان‌های برنامه‌ریزی، ادارات ایالتی، ناوگان‌های تجاری و غیره، همگی از کاربران ITS هستند [۵].

معماری منطقی<sup>۱</sup> توصیف دقیقی از رفتار سیستم با تمرکز بر فرایندهای عملکردی به کارگرفته شده و جریان داده سیستم ارائه می‌کند. معمولاً توصیف عملکردهای سیستم عبارت است از تعریف اطلاعات ورودی عملکرد، پردازش یا تصحیح داده‌هایی که توسط سیستم تولید می‌شوند و داده‌های خروجی یا اطلاعات تولید شده توسط سیستم [۶].

### ارائه الگوی معماری منطقی ITS شهر تهران

همان‌طور که بیان شد اولین گام در ارائه الگوی معماری، شناخت مشکلات حمل‌ونقل و ترافیک منطقه موردنظر است. بنابراین در این مقاله نیز پس از شناخت وضعیت حمل‌ونقل و ترافیک شهر تهران و شناسایی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مورد استفاده در این شهر، مشکلات شهر تهران شناسایی گشته و این مشکلات به دسته آلودگی هوا و صوتی، ایمنی، تأخیر، هزینه جابجایی و کیفیت خدمات طبقه‌بندی شد. (جدول یک) همان‌طور که توضیح داده شد، معماری ITS آمریکا کامل‌ترین معماری است که هر کشوری برای شروع از معماری این کشور الگو می‌گیرد. بنابراین در این پروژه نیز پس از مطالعه کشورهای مختلف، معماری کشور آمریکا به‌عنوان الگو انتخاب شد. در کنار این مرحله مقایسه‌ای بین خدمات کاربر معماری آمریکا و خدمات کاربر موردنیاز برای شهر تهران انجام شد. در نهایت باتوجه به میزان ضرورت هر خدمت کاربر و در نظر گرفتن این امر که امکان اجرای تعدادی از این خدمات به‌دلیل فقدان فناوری موردنیاز و یا هزینه بسیار زیاد قابل اجرا نیست تعدادی از خدمات کاربر برای شهر تهران پیشنهاد شد. این خدمات کاربر را می‌توان به‌عنوان زیرمجموعه فرآیندهای کلی‌تری که پوشش‌دهنده خدمات کاربر هستند در نظر گرفت.

<sup>1</sup> Logical Architecture

<sup>2</sup> Data Flow

## ارزش‌گذاری بر ITS از لحاظ کاربردی

در جدول یک خدمات کاربر شهر تهران، فرآیندهای پوشش‌دهنده خدمات کاربر و نحوه تاثیرگذاری این خدمات کاربر بر مشکلات شهر تهران نشان داده شده است. میزان اثربخشی خدمات کاربر بر مشکلات توسط پرسشنامه‌هایی که متخصصان حمل‌ونقل و ترافیک تکمیل نمودند، تعیین شده است. در این جدول خدمات کاربر با توجه به کاربردشان در زیرمجموعه فرآیندهای مختلف قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد، هر فرآیند به کمک مجموعه‌ای از خدمات کاربر انجام‌پذیر است. در ستون‌های بعدی جدول میزان تأثیر هر خدمت کاربر بر مشکلات ترافیکی شهر تهران نشان داده شده است. به‌عنوان مثال مدیریت حمل‌ونقل عمومی منجر به کاهش آلودگی هوا و صوتی، کاهش تأخیرها، کاهش هزینه جابجایی و افزایش ایمنی و کیفیت خدمات می‌گردد و البته بیشترین تأثیر را بر کاهش تأخیر و افزایش کیفیت خدمات دارد. این تأثیرگذاری به کمک سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند مختلف می‌تواند صورت گیرد. به‌عنوان مثال با استفاده از GPS و نقشه‌های GIS می‌توان زمان‌بندی وسایل نقلیه عمومی را به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که زمان سفر و تأخیر کاهش یافته و در نتیجه این امر منجر به کاهش آلودگی هوا می‌گردد. در ضمن کاهش زمان سفر منجر به رضایت بیشتر مسافران می‌شود. بدین ترتیب هر خدمت کاربر با استفاده از مجموعه‌ای از سیستم‌های هماهنگ ITS مشکلات حمل‌ونقل و ترافیک را کاهش می‌دهند.

جدول یک: میزان تأثیرگذاری خدمات کاربر بر مشکلات شهر تهران<sup>۱</sup>

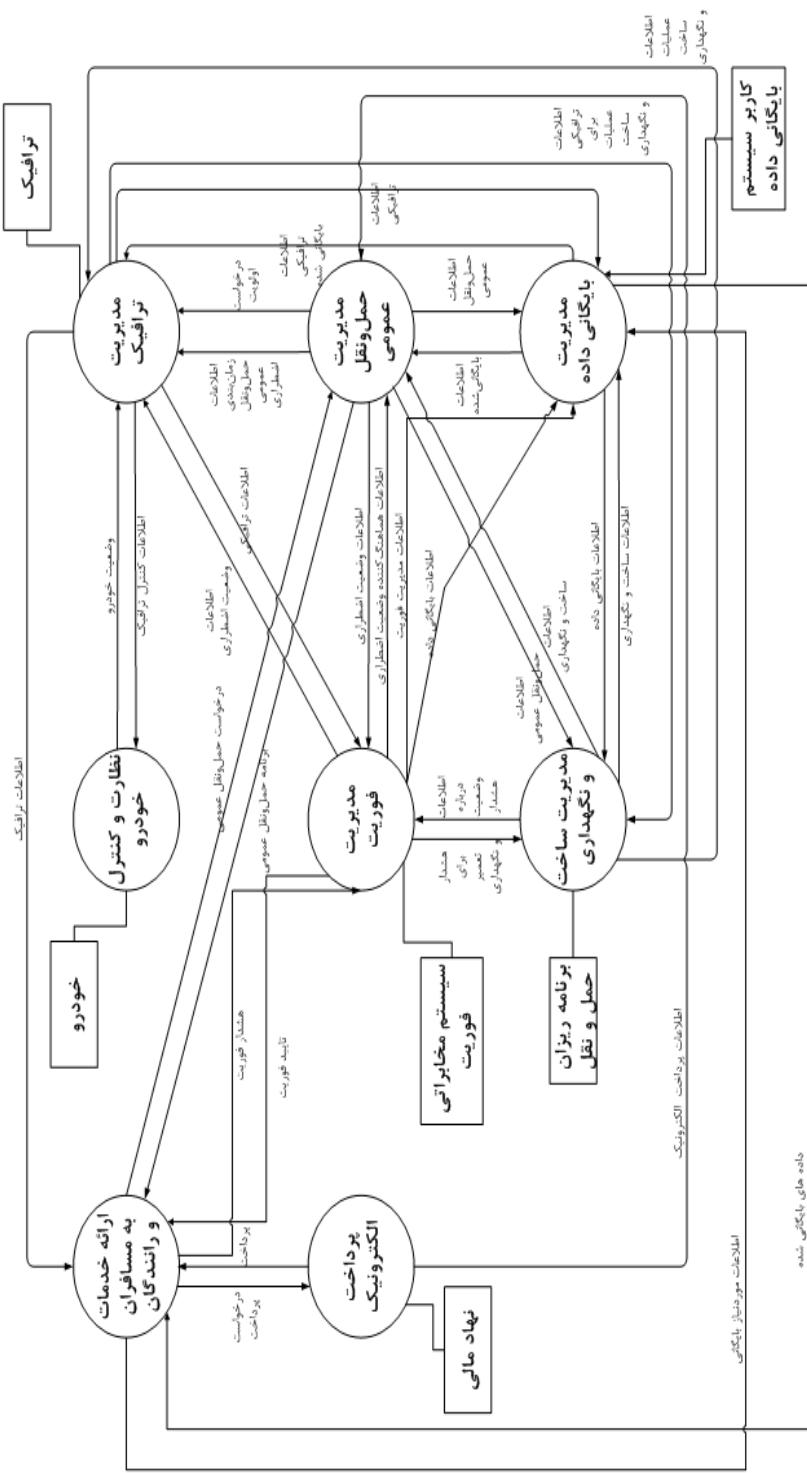
فرآیند	خدمات کاربران	آلودگی هوا و صوتی	ایمنی	تأخیرها	هزینه جابجایی	کیفیت خدمات
مدیریت سفر و ترافیک	اطلاع‌رسانی پیش از سفر	*		**		*
	اطلاع‌رسانی درون مسیر	*		**		*
	هدایت مسیر	*	*	***		**
	سواری مشترک و رزرواسیون	*		*		**
	اطلاع‌رسانی خدمات سفر	*	*	*	***	**

\*: کم، \*\*: متوسط، \*\*\*: زیاد<sup>۱</sup>

ادامه جدول یک: میزان تأثیرگذاری خدمات کاربر بر مشکلات شهر تهران

کیفیت خدمات	هزینه جابجایی	تاخیرها	ایمنی	آلودگی هوا و صوتی	خدمات کاربران	فرآیند
**		**	**	***	کنترل ترافیک	مدیریت سفر و ترافیک
*	**		***	*	مدیریت وقایع	
***		**			مدیریت پارکینگ	
				***	سنجش آلودگی و کاهش آن	
***	**	***	*	**	مدیریت حمل و نقل عمومی	حمل و نقل عمومی
***		**	**		اطلاع رسانی درون مسیر حمل و نقل عمومی	
			***		امنیت حمل و نقل عمومی	
**		*		*	خدمات پرداخت الکترونیکی	پرداخت الکترونیکی
	*		***		مدیریت تشخیص و پاسخویی به فوریت‌ها	مدیریت فوریت‌ها
*	**		***	*	مدیریت خودروهای امداد	
**		*	***		پیشگیری از برخوردهای طولی	سیستم‌های پیشرفته ایمنی خودرو
	*		***		آمادگی ایمنی	
			***		سیستم‌های حفاظتی	
**	**	**			مدیریت اطلاعات	مدیریت اطلاعات
	***	*	**	**	مدیریت نگهداری و ساخت	نگهداری و مدیریت ساخت

در مرحله بعد ذی‌نفعان و ابزار و تجهیزات مرتبط با ITS شناسایی شد و پیش‌نویس معماری منطقی ITS با نمایش ارتباط بین فرآیندها و ذی‌نفعان و ابزار و تجهیزات با استفاده از دیاگرام DFD تهیه شد. پیش‌نویس معماری منطقی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱). سطح صفر معماری منطقی ITS پیش از تکمیل پرسشنامهها

مداه های پایگانی شده



## تشریح فرآیندهای معماری منطقی

باتوجه به آن‌که برای ارائه الگوی معماری منطقی در سایر کشورها، سازمان‌ها و ذی‌نفعان مرتبط با سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند طی جلسات متعدد گردهم آمده و به تدوین الگوی معماری منطقی می‌پردازند و نیز باتوجه به محدودیت‌هایی که در این تحقیق برای برگزاری این جلسات وجود دارد و همچنین نیاز به نظر کارشناسان برای ترسیم معماری منطقی، پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها و ارزیابی آن‌ها باتوجه به نظرات کارشناسان دیاگرام معماری منطقی در دو سطح صفر و یک ترسیم شد. سطح صفر نشان‌دهنده ارتباط فرآیندهای معماری منطقی با عناصر خارجی است. همان‌طور که در پرسش‌نامه‌ها نیز نشان داده شده است، عناصر خارجی شامل ذی‌نفعان ITS و ابزار و تجهیزات است. سطح یک دیاگرام منطقی ارتباط هر فرآیند با فرآیندهای دیگر و عناصر خارجی را نشان می‌دهد. اگر این ارتباطات دوطرفه باشد با فلش‌های دوسویه نشان داده می‌شود. به‌عنوان مثال فلش دوسویه بین مدیریت بایگانی داده و مدیریت فوریت نشان می‌دهد اطلاعات حاصل از مدیریت فوریت در مدیریت بایگانی ذخیره می‌شود و در موقع لزوم این اطلاعات فراخوانده می‌شود. اگر ارتباط یک‌طرفه باشد با فلش یک‌سویه نمایش داده می‌شود. به‌عنوان مثال مدیریت ترافیک اطلاعات لازم را در اختیار مسافران و رانندگان قرار می‌دهد. این اطلاع‌رسانی می‌تواند از طریق پایگاه‌های اطلاع‌رسانی مختلف انجام گردد. ولی مسافران و رانندگان به‌طور مستقیم با مدیریت ترافیک در ارتباط نیستند. برخی مواقع نیز داده‌های مختلفی بین دو فرآیند رد و بدل می‌شود به‌عنوان مثال مدیریت ترافیک اطلاعات ترافیکی را در اختیار مدیریت حمل‌ونقل عمومی قرار داده و داده‌های حاصل از برنامه‌ریزی حمل‌ونقل عمومی را دریافت می‌کند. بدین ترتیب دیاگرام سطح یک نشان می‌دهد چه اطلاعاتی بین فرآیندهای معماری منطقی رد و بدل می‌شود و هر یک از این فرآیندها با چه عناصر خارجی در ارتباط هستند. در ادامه پرسش‌نامه‌ها در جدول (۲) و دیاگرام سطح صفر معماری ITS کلان شهر تهران در شکل (۲) و دیاگرام سطح یک در شکل (۳) نشان داده شده است.

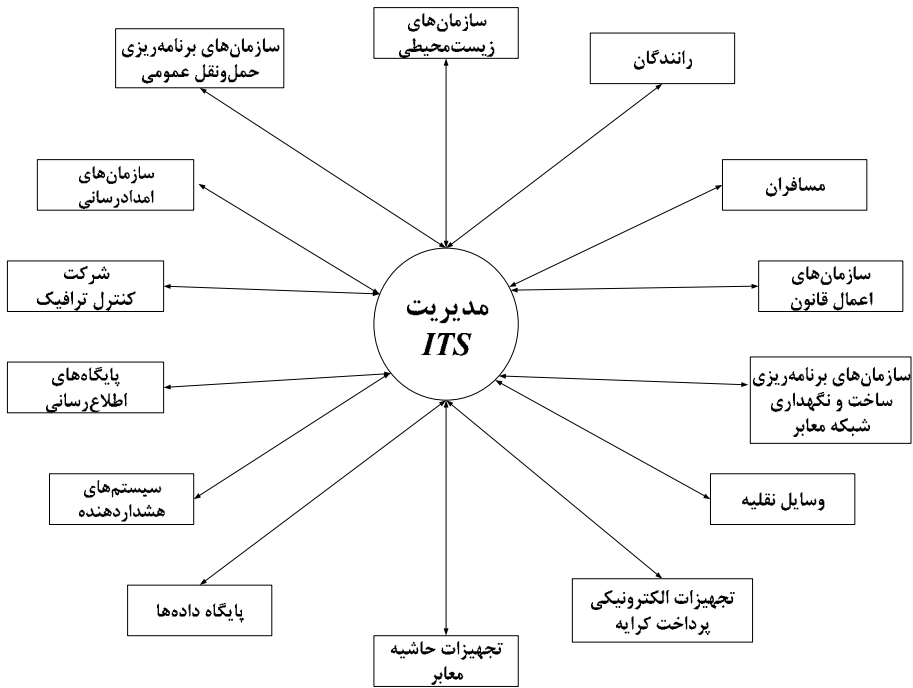
جدول دو: پرسش‌نامه درباره ارتباط فرآیندهای سطح صفر معماری منطقی با عناصر خارجی

فرم یک: ارتباط فرآیندهای سطح صفر معماری منطقی با عناصر خارجی							
ذی‌نفعان							عناصر خارجی  فرآیندها
سازمان‌های امداد رسانی	سازمان‌های برنامه‌ریزی	حمل‌ونقل عمومی	رانندگان	مسافران	سازمان‌های اعمال قانون	شرکت کنترل ترافیک	
						سازمان‌های برنامه‌ریزی ساخت و نگهداری شبکه معابر	مدیریت ترافیک
						سازمان‌های زیست محیطی	مدیریت حمل‌ونقل عمومی
							مدیریت بایگانی داده
							مدیریت فوریت
							مدیریت ساخت و نگهداری
							ارائه خدمات به مسافران و رانندگان
							نظارت و کنترل خودرو
							پرداخت الکترونیک

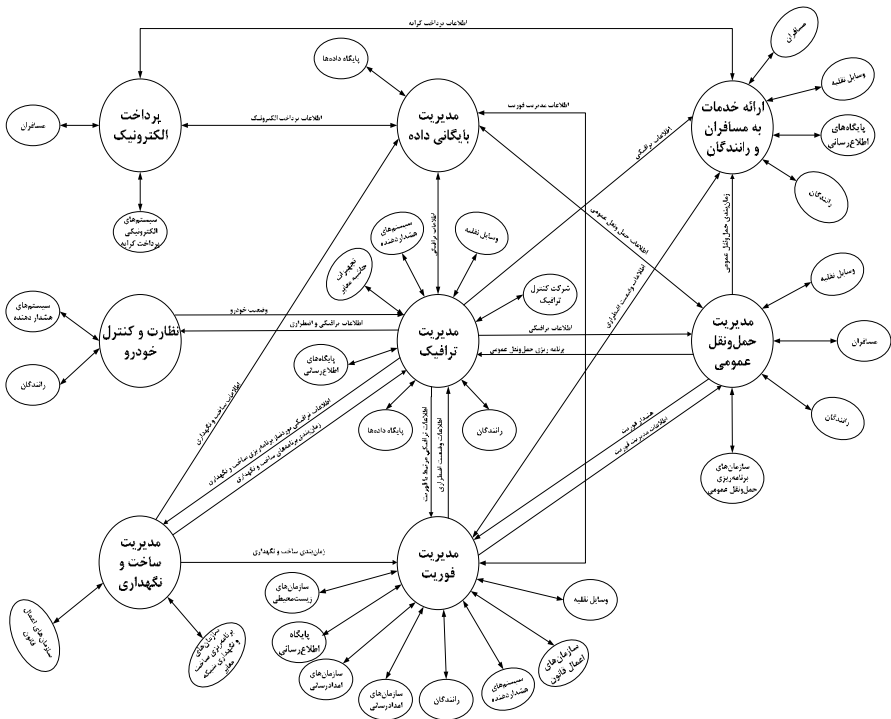
عناصر خارجی		ابزار و تجهیزات						در صورت نیاز عنوان سایر عناصر خارجی را در این بخش ذکر نمایید
فرآیندها		تجهیزات حاشیه معابر	پایگاه داده‌ها	وسایل نقلیه	پایگاه‌های اطلاع‌رسانی	تجهیزات پرداخت	الکترونیک کرایه	سیستم‌های هشداردهنده
مدیریت ترافیک								
مدیریت حمل و نقل عمومی								
مدیریت بایگانی داده								
مدیریت فوریت								
مدیریت ساخت و نگهداری								
ارائه خدمات به مسافران و رانندگان								

پرسشنامه درباره ارتباط فرآیندهای سطح صفر معماری منطقی

فرم دو: ارتباط بین فرآیندهای سطح صفر معماری منطقی							
مدیریت ترافیک	مدیریت حمل و نقل عمومی	مدیریت بایگانی داده	مدیریت فوریت	مدیریت ساخت و نگهداری	ارائه خدمات به مسافران و رانندگان	نظارت و کنترل خودرو	پرداخت الکترونیک
توضیحات:							



شکل دو: عناصر خارجی معماری منطقی ITS



شکل سه: معماری منطقی نهایی شهر تهران پس از اصلاح و تکمیل

## نتیجه‌گیری

در این تحقیق پس از معرفی معماری ITS، ضرورت تدوین معماری ITS بیان شد. سپس با توجه به آن که مطالعات صورت گرفته در این زمینه در ایران بسیار محدود است معماری کشورهای آمریکا، اروپا، ژاپن و کانادا مورد بررسی قرار گرفت و آمریکا به‌عنوان بهترین نمونه برای الگوبرداری معرفی شد. بنابراین با بهره‌گیری از الگوی معماری ITS آمریکا مراحل کلی تدوین معماری منطقی بیان شد. بدین صورت که برای ارائه الگوی معماری، مشکلات ترافیکی منطقه شناسایی شده و برای حل مشکلات سازمان‌های مرتبط با ITS طی جلسات متعدد به بررسی مشکلات حمل و نقلی منطقه پرداخته و متناسب با آن خدمات کاربر انتخاب و معماری منطقی تدوین می‌گردد. برای ارائه الگوی معماری شهر تهران نیز پس از بررسی مشکلات حمل‌ونقلی این شهر و با استفاده از خدمات کاربر کشور آمریکا، خدمات کاربر مورد نیاز برای شهر تهران انتخاب شد در مرحله بعد فرآیندهای موردنیاز برای پوشش خدمات کاربر تعریف و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و با عناصر خارجی در دیاگرام DFD ترسیم شد سپس به‌کمک پرسش‌نامه‌هایی که توسط متخصصان ITS تکمیل گردید این نمودار اصلاح شد و معماری منطقی نهایی برای شهر تهران به‌دست آمد.

## منابع

[۱] میربهاء، بابک. (۱۳۸۴)، "ارائه الگوی فرآیندی معماری منطقه‌ای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در راه‌های برون‌شهری کشور"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

[2] Brandy Hicks and Mark Carter. (2000); "What Have We Learned About ITS Arterial Management", Report No. FHWA-OP-01-006, Federal Highway Administration, pp. 33-45.

[3] Deysher, E., D. W. Jackson, and A. J. DeBlasio. (2003); "Incorporating ITS Solutions into the Metropolitan Transportation Planning Process." Prepared for the U.S. Department of Transportation, available from the ITS Electronic Document Libyan 456, pp. 145-160 (at [www.its.dot.gov](http://www.its.dot.gov)).

[4] Pol, J., M. Chowdhury, and S. Malek. (1999); "Resource Sharing Implications for an ITS Physical Architecture," 69th ITE Annual Meeting, April 1999, Las Vegas, pp. 17-28.

[5] Toshiyuki Yokota. (2004); "ITS Technical Note For Developing Countries- ITS for Developing Countries", world bank, pp. 5-7.