بررسی و تحلیل اثرات اجرای ITS درکارایی سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد

صالح شریف طهرانی، استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه خوازمی، تهران، ایران
محمد پورباقر، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد الکترونیک، تهران، ایران
محمد حاجی جعفری، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Shariftehrani@khu.ac.ir
دریافت: 96/01/09- پذیرش: 96/03/28

چکیده

هوشمندسازی زیرساختهای حمل‌ونقل از مهمترین راه‌حل‌های ممکن برای استفاده بهینه از ظرفیت موجود می‌باشد. لذا این مقاله، به بررسی کارایی سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل در ارتقاء سیستم حمل‌ونقل همگانی شهر مشهد پرداخته است. بدین منظور پرسشنامه‌ای در خصوص گزینه‌ها و نحوه راه‌اندازی این سیستم آماده گردید و یک جامعه آماری شامل کارشناسان حمل‌ونقل عمومی شهر مشهد به تعداد ۲۸۰ نفر به طور تصادفی انتخاب و مصاحبه شدند و داده‌ها با استفاده از آزمون t و ANOVA بررسی شدند. نتایج نشان دادند که اجرای ITS بر ارتقاء عملکرد حمل‌ونقل همگانی مشهد تاثیر قابل توجهی داشته و سرمایه گذاری در این بخش نسبت به پروژه های مشابه نتایج مطلوبی در عملکرد ناوگان حمل‌ونقل همگانی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ITS، ناوگان اتوبوس‌رانی BRT، قطار سبک شهری، ناوگان تاکسیرانی

۱-مقدمه

از زمانی که اقتصاد صنعتی جایگزین اقتصاد کشاورزی گردید به دلیل سرمایه‌گذاری بیشتر در شهرها موجب گردید انسان‌ها از جمعیت و بافت روستایی پراکنده و به شهرها با تراکم جمعیتی بالا و شهرک های جدیدالاحداث نقل مکان کنند. از طرفی رشد روز افزون تولیدات خودرویی درکنار توسعه محدود معابر و زیرساخت های مناسب باعث شد که نتایجی از جمله ایجاد تراکم ترافیکی، کاهش بازدهی حمل و نقل، افزایش زمان سفر، آلودگی و مصرف بیش از حد انواع سوخت های فسیلی را به همراه داشته باشد. با بروز اختلال در رفت و آمدهای شهری، مسئولین تازه به این نتیجه رسیدند که باید فکری به حال معضل جدید جوامع شهری که همان ترافیک و پیامدهای آن بود، نمایند. اهدف اصلی شامل کاهش و کنترل ترافیک، روان‌سازی ترافیک، حفاظت از محیط زیست، کاهش زمان سفر، مدیریت و کاهش حوادث جاده‌ای و به طور کلی کاهش دادن اثرات منفی روحی و روانی، جسمی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از تراکم پیش‌بینی نشده، بر جامعه

می‌باشد. شهرداری‌ها و وزارت راه در تمامی کشورهای دنیا مسئول حل مشکل ترافیک هستند. هرچند اکثر شهروندان مسئولیت خود را در ایجاد ترافیک فراموش می‌کنند اما در نهایت این دستگاه‌های اجرایی‌اند که باید فکری به حال رفت و آمد مردم بکنند. ترافیک یک معضل دامنه‌دار و پرحاشیه است که رفع آن نیازمند استراتژی‌ها و تاکتیک‌های علمی و کاربردی است و برطرف کردن آن کار نیاز به زیرساخت‌های اساسی دارد. شهرداری‌ها می‌توانند با کمک پلیس و با افزایش ناوگان خدمت‌رسان حمل و نقل عمومی کمی از بار ترافیک در مواقع بحرانی کم کنند اما برای حل مشکل ترافیک باید از مدت‌ها قبل به فکر بود (جباری و همکاران، ۱۳۹۰).

امروزه فناوری اطلاعات در گستره خود روش‌های مدیریت ترافیک را نیز تحت‌الشعاع خود قرار داده است. بطوریکه درحال حاضر روش‌های مدیریت ترافیک با بکارگیری فناوری اطلاعات به گونه شایسته‌ای از تکنولوژی‌های مدرن برای توسعه ترافیک و برآوردن نیازها و خواسته‌های کاربران بهره می‌گیردُ استفاده از فناوری اطلاعات راه‌های متفاوتی برای کنترل و کاهش ترافیک به ما می‌دهد.

از جمله اینکه می‌توان با ایجاد شهر الکترونیک بسیاری از رفت وآمدهای شهری را بکاهیم، همچنین استفاده همزمان از سامانه‌های موقعیت‌یاب جهانی و شبکه‌ی اینترنت، استفاده از سامانه‌های حمل و نقل هوشمند، گسترش تجارت الکترونیک و ... که همگی بر پایه کامپیوتر و فناوری اطلاعات بنا شده‌اند. یکی از راه‌حل‌های مشکل ترافیک در همه شهرهای بزرگ دنیا گسترش ناوگان حمل و نقل عمومی هوشمند به ویژه مترو و اتوبوس است (حسن پور و همکاران، ۱۳۹۴). برای همین منظور با توجه به مسائل و مشکلات ناشی از ترافیک در کلانشهرها، بالاخص در ایران بنا به بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که برای تسهیل حمل و نقل عمومی و مقابله با مشکلات آن و تبعات ناشی از افزایش اتومبیل در چند شهر بزرگ (تهران، مشهد ، تبریز و اصفهان) طراحی و اجرای سامانه هوشمند حمل و نقل مورد توجه قرارگرفته است (شاهی و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اینکه قابلیت دسترسی حمل و نقل عمومی برای تمام اقشار جامعه نشان دهنده کارآیی بالای این سیستم‌ها می‌باشد و از آن جا که شهر مشهد با جمعیتی بالغ بر ۳/۰۰۰/۰۰۰ نفر و برخورداری از ۱۳ منطقه و ۴۰ ناحیه شهری دارای تفاوت معناداری از نظر شاخص‌های اجتماعی- اقتصادی بین مناطق و نواحی شهری است. لذا این مقاله قصد دارد به با «تحلیل و ارزیابی اجرای سیستم‌های هوشمند در عملکرد سیستم‌های حمل و نقل همگانی شهر مشهد» اثرات و عواید ناشی از این سیستم را در نیل به اهداف عالی مطروح از تکنیک تحلیل های آماری به روش آزمونهای پارامتریک بررسی نماید.

2-روش تحقیق

آزمون‌های پارامتریک، آزمون‌های استنباطی هستند که توان آماری بالا و قدرت پرداختن به داده های جمع آوری شده در طرح‌های پیچیده را دارند. آنها بیشتر فرض می‌گیرند که داده ها توزیع طبیعی داشته و نمونه‌ها واریانس مساوی دارند. آزمون‌های استنباطی غیرپارامتری، روندهایی می‌باشند که فرض‌های کمی در مورد داده ها و به ویژه توزیع آنها داشته و در مقایسه با روندهای پارامتری از توان کمتری برخوردارند. تحلیل واریانس یکی از آزمون‌های آماری پارامتریک پرتوان، برای آزمون فرضیه آماری، با مجموعه‌ایی از طرح‌ها و مدل‌های متفاوت و روندهای وابسته می‌باشد. از این تکنیک، جهت کشف تاثیر اصلی و نیز تاثیرات تعاملی متغیر(های) مستقل (عامل) بر روی متغیر وابسته استفاده می‌گردد. آزمون‌های پارامتریک و ناپارامتریک تحلیل واریانس، روندهای آماری بسیار مفیدی می‌باشند که می‌توانند در پژوهش‌های مربوط به شهر، با توجه به ماهیت آن، بطور گسترده‌ایی مورد استفاده قرار گیرند (صفا کیش و همکاران،۱۳۸۹).

- **متغیرهای آماری پژوهش**

متغیر مستقل: سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) .

متغیر وابسته: ارتقاء عملکرد سیستم‌های حمل و نقل همگانی شهر مشهد (شامل ناوگان اتوبوس‌رانی BRT، قطار سبک شهری و ناوگان تاکسیرانی شهر مشهد) و جنبه اقتصادی سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد.

- **فرضیه‌های آماری پژوهش**

بر اساس متغیرهای آماری مذکور، فرضیه‌های تحقیق به شرح پیوست می‌باشند.

فرضیه‌های اصلی:

۱) اجـرای سیسـتم‌هـای هوشـمند حمـل و نقـل (ITS) بر ارتقاء عملکرد سیستم‌های حمل و نقل همگـانی شـهر مشهد مؤثر می‌باشد.

۲) اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل(ITS) بر جنبه اقتصادی سیستم‌های حمل و نقـل همگـانی شـهر مشـهد مؤثر می‌باشد.

با توجه به اجرای سیستم‌های هوشـمند حمـل و نقـل در ناوگـان اتوبـوس‌رانـی BRT ، قطـار سـبک شـهری و ناوگـان تاکسیرانی شهر مشهد، فرضیه‌های فرعی به صورت زیـر بـرای بررسی بهتر فرضیه اول اصلی تحقیق مطرح می‌شوند.

فرضیه‌های فرعی:

۱) اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) بـر ارتقاء عملکرد ناوگان اتوبوس‌رانی BRT شهر مشهد مـؤثر می‌باشد؛

۲) اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) بـر ارتقاء عملکرد سیستم قطار سبک شهری شهر مشهد مـؤثر می‌باشد؛

۳)اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) بـر ارتقاء عملکرد ناوگان تاکسیرانی شهر مشهد مؤثر می‌باشد.

۳- ادبیات پژوهش

3-1-حمل و نقل درون شهری

حمل و نقل (که در انگلیسی Transportخوانده می‌شود)، در فرهنگ لغات به عنوان فعل انتقال و جابجایی از مکانی به مکان دیگر معنی شده و مهندسی حمل ونقل را می‌توان کاربرد ریاضیات و آمار برای جابه‌جایی مسافران و کالاها با استفاده بهینه از مواد و انرژی های موجود در طبیعت معرفی کرد. حمل و نقل بحثی کاملا بین رشته‌ای است و موضوعات اقتصاد حمل و نقل، جغرافیا و بهینه‌سازی حمل ونقل و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای از موضوعات مهم در این علم به حساب می‌آیند (جباری و همکاران، ۱۳۹۰).

تقسیم‌بندی‌های حمل و نقل بـه گونـه هـای متفـاوتی بـر حسب مکان، زیرساخت ها و ... دیده می‌شود که از جمله آن‌ها می‌توان حمل و نقل غیر موتوری (پیاده و دوچرخه) و حمل و نقل موتوری (شامل حمل و نقل ریلی، اتوبوس، تاکسی، متـرو و ...) اشاره کرد. در خصوص حمل و نقـل درون شـهری نیـز تقسیم بندی به حمل ونقل عمـومی و حمـل ونقـل خصوصـی وجود دارد، کـه در تصـمیم‌گیـری‌هـا و سیاسـت‌گـذاری‌هـای برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریـزی حمـل و نقـل بـه آن توجـه خاص می‌شود (جباری و همکاران، ۱۳۹۰).

3-2-انواع سیستم‌های حمل و نقل همگانی نـوین شهری

به طور کلی انواع سیستم‌های متداول حمل و نقل همگانی که گاهی ترکیبی از بعضی یا همه آن‌ها در گستره انتخاب سرویس‌های حمل و نقل همگانی انبوه بر سریع شهرها قرار می‌گیرند به شرح زیر است (شاهی و همکاران، ۱۳۹۰):

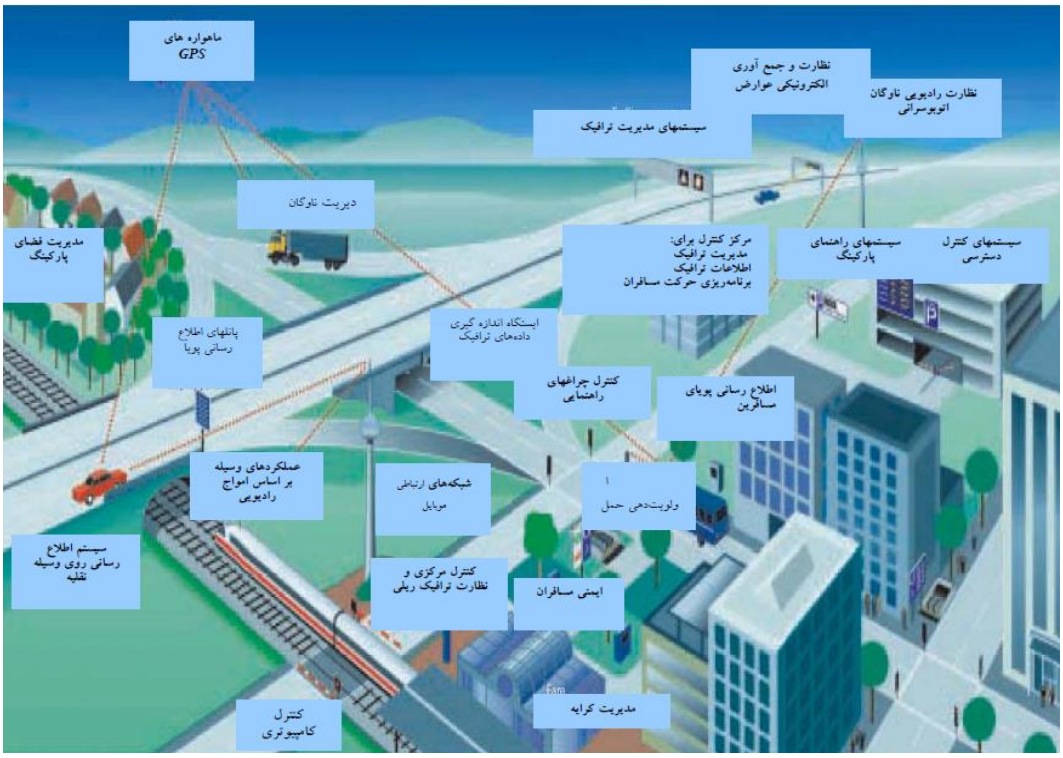
- ✓ تراموا
- ✓ قطارسبک شهری
- ✓ مونوریل (تک ریل)
- ✓ قطار حومه‌ای و منطقه‌ای
- ✓ مترو
- ✓ اتوبوس تندرو

3-3-سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS)

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل مجموعه‌ای از دستاوردهای شگفت انگیز فناوری اطلاعات در حمل و نقل است که کیفیت زندگی مردم و نیز مدیریت حمل و نقل را در این جوامع متحول نموده است. به عبارت دیگر این سیستم هوشمند یکی از جلوه‌های مهم زندگی در اقتصاد مدرن است. سیستم‌های کنترل هوشمند تقاطع‌ها، پیام‌رسانی تابلوهای متغیر خبری، سیستم نمایشگر و هشداردهنده سرعت (VSL)، دریافت خودکار عوارض جاده‌ای، ثبت خودکار تخلفات رانندگی، اطلاع‌رسانی لحظه‌ای شبکه حمل و نقل شهری و مسیریابی درون خودرویی از پارامترهای ترافیکی و مواردی از این قبیل، متعلق به این مجموعه محسوب می‌گردند. در این سیستم‌ها، نیازی به حضور مستمر و هم زمان نیروی انسانی در

محل انجام عملیات نیست و محدودیت‌های بکارگیری سیستم‌های ثابت با بهره‌وری پایین از بین می‌رود. استفاده معقول از فناوری‌های جدید برای دستیابی به چالش‌های فوق‌الذکر بسیار ضروری است. سیستم‌های هوشمند حمل و نقل ابزارهای چندوجهی پیچیده‌ای هستند که از ترکیب فناوری‌های پیشرفته در کنار یکدیگر به وجود می‌آیند و برای بهبود اوضاع حمل و نقل و ایجاد راه‌حل‌هایی جهت ارتقاء کیفیت زندگی به کار برده می‌شوند (طاهری، ۱۳۹۴).

سیستم هوشمند حمل و نقل با استفاده و بکارگیری تکنولوژی نوین (همچون الکترونیک، ارتباطات و سیستم‌های کنترل) به صورت یکپارچه باعث ارتقاء سطح ایمنی و کارایی و ارزانی در حمل و نقل می‌شود و به شیوه‌های مختلف حمل و نقل از طریق جاده، راه‌آهن، هوا و دریا قابل تعمیم است. این سیستم‌ها بین رانندگان، وسایل نقلیه و زیرساختهای حمل و نقل (جاده، ریل و ...) ارتباطی پویا ایجاد کرده تا به تبادل اطلاعات با هم پرداخته و در نتیجه به استراتژی‌های مدیریتی بهتر و استفاده کاراتر از منابع در دسترس منجر شود. این هماهنگی در برقراری ارتباط بین گونه‌های مختلف حمل و نقل و مراکز کنترل و استفاده کنندگان عمومی بهتر نمود می‌یابد که نمونه‌ای از آن در شکل۱ آورده شده است (امینی طوسی و همکاران، ۱۳۹۱).



شکل 1. کاربردهای سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در گونه‌های مختلف حمل و نقل (امینی طوسی و همکاران، 1391)

4- داده‌های تحقیق

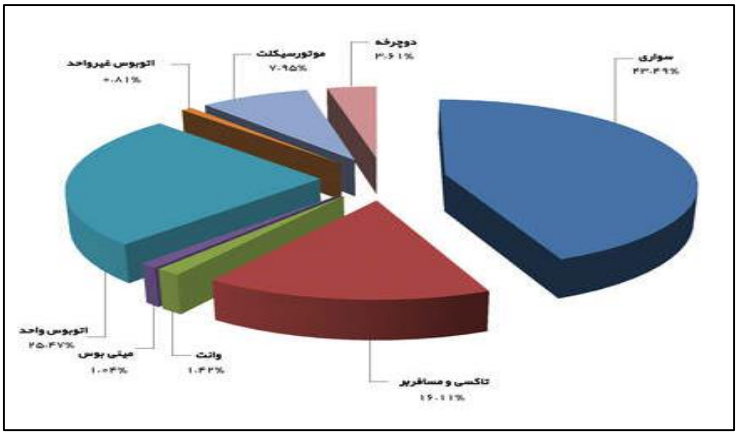
محدوده مورد مطالعه در آمارگیری‌های ترافیک و مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک مشهد شامل ۲۵۳ ناحیه درونی و ۱۶ ناحیه اطراف و ۶ محور ارتباطی است. نواحی اطراف شامل طوس (منهای ۲۵۳ ناحیه) تبادکان، میامی، کنویست، سرجام، طرقبه، شاندیز، میان ولایت، درز آب، بالا بلند، سفید سنگ، پیوه‌ژن، گلمکام، بیزکی، فریمان، قلندرآباد، آبروان پایین ولایت، رادکان، چناران و بقمچ است. شش محور ارتباطی محورهای سرخس، فریمان، تربت حیدریه، نیشابور، قوچان و کلات است (انتظاری و همکاران، ۱۳۹۱). برآورد تعداد سفرهای سواره ساکنین مشهد در یک شبانه روز ۵۸۷۶۳۱۳ سفر و برآورد تعداد سفرهای سواره ساکنین مشهد در یک ساعت اوج صبح ۶۴۳۱۳۸ سفر است، که ساعات اوج صبح ۷ الی ۸ صبح و ظهر ۱۲ الی ۱۳ و شب ۱۷ الی ۱۸ می‌باشد. سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای سواره روزانه در شکل ۲ مشخص شده است (دهقان تنها و موسی‌خانی، ۱۳۹۳).

4-1- وضعیت حمل و نقل عمومی شهر مشهد

بطور کلی سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد بر ۳ سیستم استوار است.

4-1-1-اتوبوس تندرو(BRT)

مسیر خط یک از بلوار امام رضا و بلوار طبرسی گذر می‌کند، برای اجرای خط یک BRT مسیر به سه قطعه ۱، ۲ و ۳ تقسیم‌بندی شده است، قطعه ۱ از پایانه مسافربری امام رضا (ع) تا میدان بیت‌المقدس اجرا شده است و قطعه ۲ از میدان طبرسی تا میدان فجر قرار گرفته است. همچنین مسیر از میدان فجر تا انتهای بلوار طبرسی در برنامه آتی سازمان است. این خط به طول ۱۷ کیلومتر بوده و دارای ۲۲ ایستگاه و قرارگیری در یکی از کریدورهای اصلی شهر مشهد، توانسته است کمک زیادی در حل مشکلات ترافیکی هسته مرکزی شهر و بهبود عبور و مرور در مناطق اطراف حرم مطهر امام رضا (ع) کرده است. اجرای این خط باعث کاهش زمان سفر مسافران، افزایش میزان مسافر جابجا شده، کاهش آلودگی و بهبود گره‌های ترافیکی در هنگام مناسبت‌های مذهبی شده است (شکل ۳-۷). به گونه‌ای که در دهم و دوازدهم دی ماه سال ۱۳۹۲ در روزهای رحلت رسول اکرم و شهادت امام رضا (ع) توانسته هر روز به طور متوسط ۷۰۴۵۶۹ نفر را جابجا کند (سیه‌دوست و همکاران، ۱۳۹۴).



شکل 2. سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای سواره یک روز عادی در سال 1395

جدول 1. توزیع جامعه آماری تحقیق در ارگان‌های مربوط به مدیریت و کنترل حمل و نقل عمومی

ردیف	ارگان	محل خدمت یا پست سازمانی	تعداد کارشناسان
۱	شهرداری مشهد	معاونت شهرسازی و معماری	۵
		معاونت فنی و عمران	۴
		معاونت حمل و نقل و ترافیک	۱۴
		معاونت محیط زیست	۵
۲	مناطق ۱۳ گانه شهرداری مشهد	معاونت شهرسازی و معماری	۵۰
		معاونت فنی و عمران	۳۵
		معاونت حمل و نقل و ترافیک	۶۵
		معاونت فرهنگی و اجتماعی	۲۰
		معاونت برنامه ریزی و درآمد	۲۵
۳	سازمان حمل و نقل و ترافیک	معاونت اجرایی	۸
		معاونت مطالعات و برنامه‌ریزی	۱۰
		اداره کنترل و ترافیک	۱۲
۴	سازمان نظام مهندسی خراسان رضوی	کارشناسان ترافیک	۹
		کارشناسان عمران	۹
		کارشناسان شهرسازی	۹
جمع کل:			۲۸۰ نفر

4-2- جامعه آماری

یک جامعه آماری عبارت است از مجموعه‌ای از افراد یا واحدها که دارای حداقل یک صفت مشترک باشند. (حافظ‌نیا، ۱۳۸۵). در تحقیق حاضر به علت اجرایی و تخصصی بودنITS در حمل و نقل عمومی و دانش و تجربه مورد نیاز در این زمینه، جامعه آماری پژوهش را کارشناسان حمل و نقل عمومی شهر مشهد در ارگان‌های ذیربط تشکیل می‌دهند. تعداد کل کارشناسان (جامعه آماری) برابر اطلاعات به دست آمده از ارگان‌های ذیربط مطابق جدول ۱ معادل ۲۸۰ نفر است.

4-3- نمونه آماری

با بهره‌گیری از علم آمار و روش‌های نوین نمونه‌گیری از جامعه هدف و تمرکز بر روی بخش محدودی از جامعه که در دسترس می‌باشد و تعمیم نتایج حاصله به کل جامعه هدف، دقت و سرعت انجام پژوهش با در نظر گرفتن خطای جزیی افزایش می‌یابد. به بیانی دیگر پژوهشگران غالباً توانایی اجرای پژوهش بر کل اعضای جامعه را ندارند. به همین دلیل پژوهش خود را به نمونه کوچکی محدود می‌کنند. نمونه‌ای که باید نماینده جامعه‌ای باشد که پژوهشگر قصد تعمیم یافته‌های تحقیق خود را به آن دارد (ساده، ۱۳۷۵). برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران به شرح زیر استفاده گردید:

$$n=\frac{Nt^2pq}{Nd^2+t^2pq}=\frac{280(1.96)^2(0.5)(0.5)}{280(0.05)^2+(1.96)^2(0.5)(0.5)}=\frac{268.912}{1.6604}=162 \qquad (1)$$

که در آن:

n حجم نمونه؛ N حجم جامعه آماری (۲۸۰ نفر)؛ t مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد، که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ در نظر گرفته شد؛ p نسبتی از جمعیت دارای صفت معین، که معادل ۰/۵ در نظر گرفته شد؛ q نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین ($q=1-p=0.5$)؛ d مقدار اشتباه مجاز (خطای برآوردی)، که معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

با توجه به رابطه ۸-۱ حجم نمونه تحقیق، معادل ۱۶۲ نفر محاسبه گردید. برای انتخاب افراد نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده با استفاده از جدول اعداد تصادفی استفاده شد. جدول اعداد تصادفی با توجه به حجم نمونه (۱۶۲ نفر) از یک سری عدد سه رقمی تا عدد ۲۸۰ معادل حجم جامعه آماری به وسیله کامپیوتر تولید شد. سپس عمل انتخاب را از یک عدد به طور تصادفی آغاز کرده و جلو رفتیم تا جایی که به تعداد مورد نیاز (حجم نمونه) انتخاب کردیم. در نهایت پرسشنامه بین تمونه انتخابی توزیع و جمع‌آوری شد.

۵- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده می‌شود. در تحلیل اطلاعات بدست آمده در این تحقیق، سعی شده است با تفکیک تحلیل‌ها براساس فرضیات به شکل مطلوب‌تری به بیان یافته‌ها پرداخته شود، که در این راستا به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی با بهره‌گیری از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده می‌شود. برای آمار توصیفی از جداول، نمودارهای توزیع فراوانی و آماره‌های توصیفی جهت بررسی متغیرهای جمعیت‌شناختی و همچنین متغیرهای اصلی پژوهش استفاده شد. همچنین آمار استنباطی شامل آزمون T تک نمونه و آزمون مقایسه میانگین‌ها (ANOVA) جهت تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها استفاده گردید.

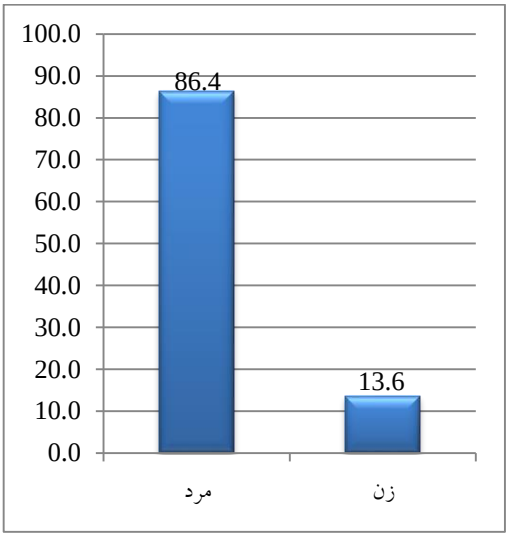
۶- یافته‌های پژوهش

از طریق نرم‌افزار SPSS به تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده از طریق پرسشنامه و آزمون فرضیه‌ها پرداخته می‌شود که دارای اهمیت ویژه‌ای در نتیجه‌گیری از انجام پژوهش می‌باشد. روی داده‌های جمع‌آوری شده دو نوع بررسی آماری انجام می‌گیرد. در ابتدا از آمار توصیفی جهت بررسی متغیرهای جمعیت‌شناختی و همچنین متغیرهای اصلی پژوهش استفاده شده است و در نهایت با استفاده از آمار استنباطی شامل

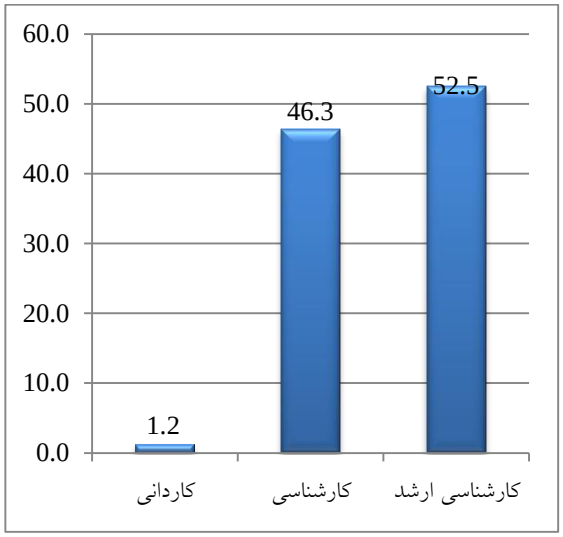
آزمون T تک نمونـه و آزمـون مقایسـه میانگین‌هـا (ANOVA) به تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها پرداخته شده است.

6-1- آمار توصیفی

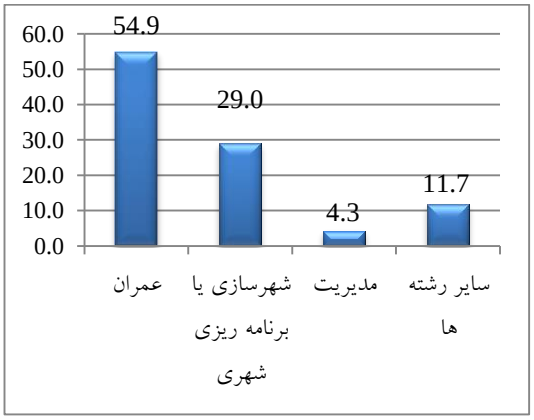
برای آمار توصیفی از نمودارهای توزیع فراوانی و آماره‌های توصیفی جهت بررسی متغیرهای جمعیت‌شناختی و همچنین متغیرهای پژوهش استفاده شده است. که به تفکیک در شکل ۳ الی ۶ و جدول ۲ ارائه خواهند شد.



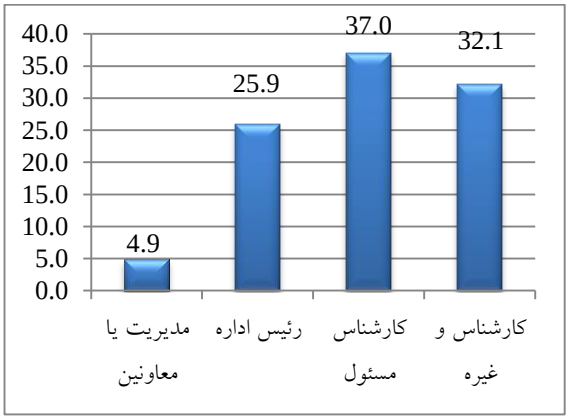
شکل3. نمودار ستونی توزیع فراوانی نسبی پاسخ‌دهندگان بر حسب جنسیت



شکل4. نمودار ستونی توزیع فراوانی نسبی پاسخ‌دهندگان بر حسب تحصیلات



شکل 5. نمودار ستونی توزیع فراوانی نسبی پاسخ‌دهندگان بر حسب تحصیلات



شکل 6. نمودار ستونی توزیع فراوانی نسبی پاسخ‌دهندگان بر حسب رشته تحصیلی

جدول 2. آماره‌های توصیفی عوامل اصلی پژوهش

عوامل	میانگین	میانه	مد	انحراف معیار
ITS در ناوگان اتوبوس‌رانی BRT مشهد	۳/۶۸۵۲	۳/۵۷	۳/۲۹	۰/۳۷۸۲۵
ITS در سیستم قطار سبک شهری مشهد	۳/۷۹۸۱	۳/۸۳	۳/۶۷	۰/۳۹۷۷۷
ITS در ناوگان تاکسیرانی	۳/۴۳۵۲	۳/۳۰	۳/۳۰	۰/۶۱۸۹۰
ارزیابی اقتصادی ITS	۳/۹۵۷۹	۴/۰۰	۴/۲۰	۰/۳۶۱۱۶

جدول3. آزمونT تک نمونه برای بررسی اثر اجرای ITS بر ارتقاء عملکرد ناوگان اتوبوس‌رانی BRT

t	df	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اعتماد 95 درصدی برای اختلاف	
				پایین‌تر	بالاتر
23/056	161	7×10^{-53}	0/68519	0/6265	0/7439

جدول4. آزمون T تک نمونه برای بررسی اثر اجرای ITS بر ارتقاء عملکرد سیستم قطار سبک شهری

t	df	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اعتماد 95 درصدی برای اختلاف	
				پایین‌تر	بالاتر
25/540	161	2×10^{-58}	0/79815	0/7364	0/8599

جدول5. آزمون T تک نمونه برای بررسی اثر اجرای ITS بر ارتقاء عملکرد ناوگان تاکسیرانی

t	df	سطح معناداری	میانگین اختلاف	فاصله اعتماد 95 درصدی برای اختلاف	
				پایین‌تر	بالاتر
8/950	161	8×10^{-16}	0/43519	0/3392	0/5312

6-2-آمار استنباطی

جهت انجام آمار استنباطی، آزمون T تک نمونه و آزمون مقایسه میانگین‌ها (ANOVA) به کار گرفته شده‌اند.

6-2-1- آزمون T تک نمونه

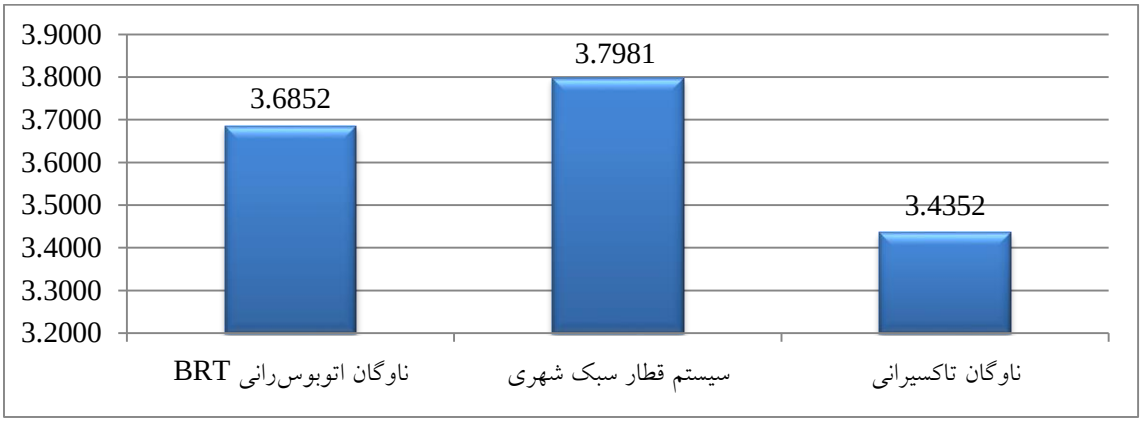
در این بخش فرضیه‌های مطرح شده در تحقیق مورد بررسی و آزمون قرار می‌گیرند. به این منظور ابتدا نتایج توصیفی سؤالات مطرح شده در تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرند. لازم به توضیح است که گزینه‌های سؤالات مطرح شده بر اساس مقیاس ۵ گزینه‌ای طیف لیکرت شامل "بسیار کم"، "کم"، "تا حدی"، "زیاد" و "بسیار زیاد" می‌باشند که به ترتیب از مقدار ۱ تا ۵ نمره‌گذاری شده‌اند. در این بخش با استفاده از آزمون T تک نمونه به آزمون فرضیه‌ها می‌پردازیم. (جداول ۳ الی ۵).

6-2-2- آزمون مقایسه میانگین (ANOVA) در اجرای ITS

در این بخش به مقایسه اثر اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر ارتقاء عناصر سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد (ناوگان اتوبوس‌رانی BRT، سیستم قطار سبک شهری و ناوگان تاکسیرانی) از دیدگاه پاسخ‌دهندگان می‌پردازیم. (جدول ۶) و نمودار مقایسه ای آن در شکل ۷ ارائه گردیده است.

جدول 6. آزمون مقایسه میانگین (ANOVA) اثر اجرای ITS بر ارتقاء عناصر سیستم حمل و نقل همگانی

عناصر	میانگین	انحراف معیار	df	میانگین مربعات	F	سطح معناداری
ناوگان اتوبوس‌رانی BRT	3/6852	0/37825	2	5/589	24/502	7×10^{-11}
سیستم قطار سبک شهری	3/7981	0/39777				
ناوگان تاکسیرانی	3/4352	0/61890				



شکل 7. نمودار ستونی مقایسه اثر ITS بر ارتقاء عناصر سیستم حمل و نقل همگانی

7- نتیجه‌گیری

این فرضیه با استفاده از آزمون T تک نمونه مورد آزمون قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمون، ارتباط مثبت و معناداری میان اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) با ارتقاء عملکرد سیستم قطار سبک شهری شهر مشهد وجود دارد ($P<0.01$). لذا فرضیه‌های فرعی اول و دوم و سوم تحقیق در سطح ۱ درصد معنادار شده و با قطعیت کامل نتیجه گرفته می‌شود که:

اجرای ITS بر ارتقاء عملکرد سیستم‌های حمل و نقل همگانی شهر مشهد مؤثر می‌باشد.

بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین (ANOVA) میان اثر اجرای سیستم‌های هوشمند حمل و نقل (ITS) بر ارتقاء عناصر سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد (ناوگان اتوبوس‌رانی BRT، سیستم قطار سبک شهری و ناوگان تاکسیرانی) تفاوت معناداری وجود دارد ($P<0.01$). لذا سیستم قطار سبک شهری با میانگین ۳/۷۹۸۱ بالاترین امتیاز و ناوگان تاکسیرانی با میانگین ۳/۴۳۵۲ پایین‌ترین امتیاز را بدست آورد و از دیدگاه پاسخ‌دهندگان با قطعیت کامل نتیجه گرفته می‌شود که:

اجرای ITS بر ارتقاء سیستم قطار سبک شهری شهر مشهد بیشترین تأثیر را دارد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق و مطالعات انجام شده، پیشنهادات اجرایی برای بهبود عملکرد سیستم حمل و نقل همگانی مشهد ارائه می‌گردد. این راهکارها و پیشنهادات به دلیل وسعت زیاد سیستم حمل و نقل همگانی مشهد به صورت منتخب از هر یک از سیستم‌های حمل و نقل عمومی انتخاب شده است که در سیستم اتوبوسرانی به خط یک BRT و در مد ریلی به خط یک قطار سبک شهری و ناوگان تاکسیرانی پیشنهاد می‌شود.

- ✓ حق تقدم و الویت‌دهی چراغ راهنمایی به وسیله نقلیه BRT
- ✓ اتصال دقیق اتوبوس به سکوی ایستگاه
- ✓ مدیریت زمان‌بندی اعزام اتوبوس
- ✓ اطلاع‌رسانی مسافر داخل وسیله نقلیه
- ✓ سیستم اطلاع‌رسانی مسافرین
- ✓ سیستم شمارش‌گر مسافر
- ✓ کنترل اتوماتیک قطار
- ✓ مدیریت پرداخت هزینه
- ✓ ایمنی سکوی ایستگاه

8-مراجع

-Argentina, A. (2003), "The New Economy", Journal of Business Ethics, Vol. 44, pp. 2-3.

-Grava, S. (2003), "Urban transportation systems: choices for communities", New York: McGraw-Hill.

-Mahjoub, D., Mesghouni, K. & Borne, P. (2005), "Traffic control in transportation systems", Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 16, No. 1, pp. 14-16.

-McGeehin, P. (2000), "Gas sensors for improved air quality in transportation", Sensor Review, Vol. 20, No. 2, pp. 11-13.

-Pedhazur, E. (1982), "Multiple Regressions in Behavioral Research: Explanation and Predication", Reinhart & Winston, New York.

-ابوالحسن‌پور، الف. (1387)، "بررسی تاثیر به کارگیری سیستمهای حمل و نقل هوشمند I.T.S در روانسازی ترافیک شهر اصفهان"، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، سال سوم، شماره 8، ص. 97-121.

-صفا کیش،م. و طلوعی، ع.، (1389)، "تحلیل آماری پارامتریک"، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، کد کتاب1727672.

-احمدی، م. و احدمطلقی، الف.، (۱۳۹۳)، "افزایش کارایی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در کاهش مشکلات حمل و نقل با بکارگیری سیستم‌های جابجایی سریع فردیPRT: مطالعه موردی: شهر تهران"، اولین همایش ملی پژوهش‌های مهندسی صنایع، همدان، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین.

-اردستانی، الف. (1390)، "کاربرد حمل و نقل هوشمند در مدیریت و پشتیبانی عابران پیاده"، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-افندی‌زاده زرگری، ش.، مبشری، ح. و ناصری علوی، م. پ.، (۱۳۹۰)، "بومی‌سازی سیستم‌های هوشمند حمل و نقل و دوربین‌های نظارت تصویری برای جاده‌های ایران"، سومین همایش ملی عمران شهری، سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج.

-امینی طوسی، ه.، حسین دخت، ح. و ضیایی، س. ع.، (1391)، "کاربرد سامانه‌های هوشمند در حمل و نقل عمومی شهری"، کنفرانس ملی توسعه پایدار و عمران شهری، مؤسسه آموزش عالی دانش پژوهان، اصفهان.

-انتظاری، ا.، گلریز ضیائی، ز.، صادقی حصار، ح. و فاطمی، ج.، (1391)، "ارزیابی کیفیت خدمت‌رسانی شبکه‌های حمل و نقل عمومی مشهد در سال 1390"، چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، مشهد، دانشگاه مشهد.

-انوری، ز.، کاموسی، ز. و رفیعی‌مهر، ب.، (1390)، "بررسی جایگاه فناوری ارتباطات خودرویی در سامانه‌های حمل و نقل هوشمند"، دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، شماره هجده، ص. 73-82.

Study the Implementation of ITS Systems in Mashhad City's Public Transport System

S. Shariftehrani, Assistant Professor, Civil Engineering Department, Kharazmi University, Civil Engineering Department, Khooszmi University, Tehran, Iran.
M. Pourbagher, M.Sc., Civil Engineering - Transportation, Islamic Azad University, Electronics Unit, Tehran, Iran.
M. Haji Jafari, M.Sc., of Civil Engineering, Road and Transportation, K. N. Toosi University, of Technology Tehran, Iran.

E-mail:Shariftehrani@khu.ac.ir

Received: Feb. 2017-Accepted: May. 2017

ABSTRACT
The aim of this research is to study the efficiency of intelligent transportation systems (ITS) in improving public transport systems in Mashhad and economic assessment of the implementation of intelligent transport systems. The statistical population includes of 280 persons of the public transport experts of Mashhad city, which from these people using the Cochran formula, 162 persons as sample were selected by simple random sampling. The questionnaire with 47 items was prepared in the structure composed of four sections including "BRT bus fleet", " light-rail transit", "taxi fleet" and "economic evaluation of ITS". To verify validity of the questionnaire, view point of certified professors and other specialists are used, and its validity is confirmed. Cronbach's alpha coefficient is used to verify reliability of the questionnaire, and its reliability is confirmed. The collected data are analyzed with SPSS software. This research includes two main hypotheses and three subsidiary hypotheses, which is evaluated using single-sample T-test. The results while confirm and prove all subsidiary assumptions of research, prove the first main research hypothesis (implementation of intelligent transport systems (ITS) to improve the performance of the public transport system in Mashhad is effective) is. Also based on the test results, the second main research hypothesis (implementation of intelligent transport systems (ITS) on the economic aspects of the public transport system is effective in Mashhad) is proved. In this research to compare the effect of the implementation of intelligent transport systems was used means comparison test (ANOVA). The results showed that ITS implementation from both aspects of improving and economic has greatest impact on Mashhad city's light-rail transit system.

Keywords: Intelligent Transportation Systems (ITS), BRT Bus Fleet, Light-Rail Transit, Taxi Fleet