بررسی تأثیر به کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر میزان انتشار کربن دی اکسید (مطالعه موردی: محور کرج- چالوس) در ایران

مقاله علمی – پژوهشی

محمدرضا سماوی *، دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران
مصطفی پناهی، دانشیار، گروه مهندسی انرژی و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران
زهرا عابدی، استادیار، گروه مدیریت محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران
* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:samaviir@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸– پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵
صفحه ۲۲۸-۲۰۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر به کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر میزان انتشار کربن دی اکسید (مطالعه موردی محور کرج-چالوس) می‌باشد. پژوهش حاضر از نظر طبقه بندی بر مبنی هدف، از نوع تحقیقات کاربردی است. هدف تحقیق کاربردی، توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. هم چنین تحقیق حاضر، از نظر روش و ماهیت از نوع تحقیق توصیفی- همبستگی است. جامعه آماری تحقیق حاضر، خودروهایی می باشد که طی هشت روز پر تردد شهریورماه از ساعت ۱ بامداد الی ۲۴ شب، در محور کرج چالوس در سال ۱۳۹۸ در زمان مورد مطالعه تردد داشته‌اند و نمونه‌گیری خاص دیگری صورت نگرفته است. کلیه محاسبات و تجزیه و تحلیل‌ها، با استفاده از نرم افزارهای Excel و Eviews 10 انجام گرفت. نتایج نشان داد که بکارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش زمان سفر در محور کرج-چالوس و به تبع آن باعث کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید شده است. یافته‌ها نشان داد که به کارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل در ۸ روز مورد مطالعه، منجر به کاهش ۲۵۲۱ تن انتشار کربن دی اکسید در محور کرج-چالوس شده است.

واژه‌های کلیدی: ترافیک، پیامد زیست محیطی، کاهش کربن دی اکسید، سیستم‌های هوشمند حمل و نقل، محور کرج-چالوس

۱-مقدمه

حمل و نقل، نیروی محرکه مورد نیاز برای تحقق اهداف توسعه اقتصادی است و باعث ایجاد رفاه برای جوامع انسانی می‌شود. زندگی مدرن و امروزی به رشد و توسعه حرکت نیازمند است. اغلب این گونه تصور می‌شود که استفاده از وسایل نقلیه شخصی که استفاده از آن‌ها هر روز بیش از پیش افزایش می‌یابد، مطمئن تر و ایمن‌تر است. نتیجه چنین تفکری این است که بر اثر افزایش تعداد وسایل نقلیه، بار شدیدی بر تاسیسات زیربنایی حمل و نقل تحمیل می‌شود. با وجود هزینه‌های زیادی که در ایجاد تاسیسات جدید زیربنایی راه صرف شده است، باز هم تراکم ترافیک همچنان در حال افزایش است و نتایجی که در خصوص ایمنی راه‌ها و بهبود وضعیت محیط زیست بوجود آمده بود درحال کاهش است و مشکلاتی را ایجاد کرده است. بر همین اساس، امروزه از مسائل و چالش‌های پیش روی صنعت حمل و نقل، آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش مقدار و

افزایش قیمت منابع انرژی، خسارت‌های مادی و معنوی ناشی از سوانح و تصادفات روزافزون، مشکلات نظارت و مدیریت در حمل و نقل برون شهری، افزایش زمان‌های تلف شده و روند رشد سریع تقاضای حمل و نقل به ویژه در ساعات اوج تردد در کلان شهرهای دنیاست. در این رابطه، سیستم حمل و نقل هوشمند، یکی از ابزارهایی بوده است که جهت مقابله با این چالش‌ها به کار گرفته شده است. سیستم حمل و نقل هوشمند به صورت مجموعه‌ای از عناصر که با یکدیگر در جهت نقل و انتقال بار و مسافر همکاری کرده و قابلیت یادگیری تطبیق با شرایط جدید را دارا هستند و از تجزیه و تحلیل اطلاعات و تجربه جهت ارتقای اثربخشی عملیاتی استفاده می کنند تعریف می‌شود. به معنای بهتر، سیستم حمل ونقل هوشمند یعنی: «به کارگیری هدفمند فناوری‌های جمع آوری، پردازش و توزیع اطلاعات در جهت ارتقای ایمنی، بهره‌وری اقتصادی و کنترل آلودگی‌های زیست محیطی و همچنین ایجاد تسهیلات برای کاربران و مجریان در ارتباط با حمل و نقل بار و مسافر» به عبارتی سیستم‌های حمل ونقل هوشمند کاربرد فناوری‌های مدرن و رایانه برای ارتقای ایمنی و اثربخشی سیستم‌های حمل و نقل و همچنین کاهش آلودگی محیط زیست است (کولیانگ،۲۰۱۸). حمل و نقل هوشمند با استفاده و بکارگیری فناوری اطلاعات باعث ارتقای سطح ایمنی، کارآیی و ارزانی در حمل ونقل می شود که برای شیوه‌های مختلف حمل ونقل از قبیل حمل و نقل جاده‌ای، راه آهن، هوایی و دریایی قابل تعمیم است. ارتباط مناسبی بین انسان، وسیله نقلیه و جاده برقرار ساخته و به عبارت دیگر، سیستم های حمل و نقل هوشمند با استفاده از فناوری اطلاعات موجب تحول در صنعت حمل ونقل می شود. استفاده بهینه از منابع موجود، کاهش صدمات و افزایش ایمنی و آرامش، کاهش هزینه و اثرات نامطلوب زیست محیطی، کاهش مصرف انرژی و تاخیرهای ناخواسته در طول سفر، مدیریت و برنامه ریزی دقیق و کارآمد در حمل و نقل و ترافیک، افزایش رضایت مسافرین و روانسازی جریان ترافیک، همواره به عنوان اهم مزایا و اهداف بکارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌شوند (توسلی، ۱۳۹٤). جاده چالوس که یکی از مهم‌ترین محورهای ارتباطی برای رسیدن به شمال کشور است از آن جهت بیشتر مورد توجه مسافران قرار می‌گیرد که جاذبه و مقصد گردشگری است، این جاده که در کارنامه‌اش عنوان چهارمین جاده گردشگری جهان ثبت‌شده این روزها با مشکلات زیادی دست‌وپنجه نرم می‌کند و آرام‌آرام به سمت خروج از لیست جاده‌های برتر دنیا می‌رود. بنابراین زیرساخت‌های این جاده پاسخگوی تردد فعلی نیست. بر این اساس هدف از پژوهش حاضر ارزیابی پیامد زیست محیطی مربوط به میزان کاهش انتشار کربن دی اکسید با به کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در محور کرج-چالوس می‌باشد.

۲-پیشینه تحقیق

ترافیک یک حقیقت است. حقیقتی که برآمده از سطح و نوع کیفیت زندگی آدمیان است. این حقیقت متأثر از نوع دلیل و موضوع مورد نظر انسان‌ها مورد توجه و مطالعه قرار می‌گیرد و اما سطح و نوع کیفیت زندگی بشر در گذر زمان و مشابه پیوستگی تغییر زمان همواره در حال تغییر بوده و هست. بر این اساس موضوع ترافیک به عنوان یک واقعیت پایدار و همیشه همراه آدمی در هر زمان، واجد ویژگی‌های خاصی می‌باشد (جمادی و جمادی ،۱۳۹۸) ترافیک دنیای کنونی اگر چه همان حقیقت سابق است، ولی در پارهای از جهات طعم تلخ این حقیقت بر طعم شیرین آن می‌چربد. به گونه‌ای که وقتی به دو مفهوم تکنولوژی و هدف علم به طور همزمان می‌اندیشیم، می‌بینیم که تکنولوژی خودرو اگر چه جلوه‌ای تحقق یافته از هدف علم تلقی می‌شود، لیکن عوارض و تأثیرات و تاوان‌های مستقیم و غیر مستقیم ناشی از آن نه تنها زندگی بدتر، بلکه گاهی فقدان زندگی یعنی مرگ را به ارمغان می‌آورد (همان منبع) در برنامه توسعه کشورهای پیشرفته جهان، دارا بودن نظام حمل و نقل ایمن و کارآمد به عنوان یک عامل زیربنایی و زیرساختی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. کشور ما با توجه به موقعیت جغرافیایی بی‌نظیر جهت ترانزیت و حمل و نقل کالا در خاورمیانه و آسیای مرکزی از این قاعده مستثنی نیست. تلفات و صدمات جدی ناشی از تصادفات جاده‌ای موجب هدر رفتن مقادیر قابل توجهی از منابع ملی و نگرانی و تألم خانواده قربانیان حادثه می‌گردد. مطالعات آزمایشگاه تحقیقات حمل و نقل نشان می‌دهد که تعداد سال‌های کاری از دست رفته افراد در اثر تصادف جاده‌ای، بیشتر از سال‌های کاری از دست رفته مربوط

بـه دیگـر عوامـل مـرگ زودرس اسـت. ایـن تحقیقات نشان می‌دهد که حدود ۷۰ درصد سال‌های عمر از دست رفته ناشی از تصـادفات را سال های کاری تشکیل می‌دهند در این میان در کشورهای در حال توسعه، افراد، فعال‌تـرین و پرکارترین سال‌های عمر خود را از دست می دهند. با مقایسه دیگر عوامـل مـرگ زودرس در کشور به ویژه مالاریا و بیماری‌های عفونی، مشخص می‌شود که مرگ‌های ناشی از تصـادفات جاده‌ای همچنان رو به افزایش است (خدابنده لو و همکاران، ۱۳۹۸) براین اساس مروری بر وضعیت ناگوار فعلی ترافیک کشورمان، اینگونه مـی‌نمایانـد کـه ناامنی‌های اجتماعی این حوزه علیرغم تأثیر ظاهری محدود و جزیـره‌ای روی زنـدگی افـراد خاص یک جامعه، بدلیل حاکمیت روابط غیرخطی بین اجزاء سیستم‌هـای اجتمـاعی، تـأثیری مفصل و فراگیر بر زندگی و سرنوشت کلیه افراد جامعه و حتی ملل دنیـا خواهـد داشـت. از این رو در پی مجموعه اقدامات متعددی که برای کاهش نـرخ توسـعه عـوارض ترافیـک در کشورمان صورت پذیرفته است و نیز به اغتنام حفظ جامعیت برنامه‌ریزی‌هـای کـلان ملـی، شایسته است پس از مروری بر سیر تاریخی امنیت ترافیکی در کشورمان و همچنین مـروری بر سلسله اقدامات و مداخلات انجام یافته در راه جلوگیری از افزایش شاخص ناامنی راه‌های کشور، تدبیری همسو با دیگر بخش‌های برنامه پـنجم توسـعه کشـور اندیشـیده شـود تـا بـا بهره مندی از حداکثر اندیشه‌ها و رویکردهای سیستمی، بتوان تضمینی معتبرتر بر موفقیت در راه پیشرفت کشور تدارک دید. از جمله ریشه‌های اصلی چالش‌های ترافیکی کشور می توان به موارد زیر اشاره داشت، ضعف درک ابعاد مسأله؛ ضعف توان اجرایی نهادهای دولتی؛ عدم بهره مندی از نگاه و رویکرد سیستمی در بین ارکان حکومتی؛ فقدان نگاه بلند مدت و آینده نگرانه نسبت به موضوع. محققان خارجی و لیتوانیایی مزایای کاربرد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند و فرصت های توسعه را در جنبه های مختلف تجزیه و تحلیل می‌کنند. با توجه به توسعه سریع فناوری، اکثر نویسندگان بر نیاز به تحقیقات جدید یا حداقل تکراری در مورد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند سیستم‌های حمل و نقل هوشمند تاکید می‌کنند. هدف این مقاله ارزیابی عوامل تعیین کننده توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند پس از اثبات نظری است. روش تحقیق – داده‌های اولیه از پایگاه‌های داده زیر جمع آوری شد: Eurostat، OECD، بانک جهانی. این مطالعه از تجزیه و تحلیل ادبیات علمی، نظرسنجی کارشناسان، ارزیابی چند معیاره (روش‌های SAW و COPRAS) استفاده می‌کند. یافته‌ها – نتایج این مقاله نشان می‌دهد که چه عواملی بیشتر توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را تعیین می‌کنند: سرمایه‌گذاری، هدف افزایش ایمنی جاده، زیرساخت‌های توسعه‌یافته. همچنین مشخص می‌کند که کدام یک از کشورهای انتخاب شده برای تجزیه و تحلیل دارای بیشترین پتانسیل برای توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند – آلمان است. محدودیت‌های تحقیق – اولاً به دلیل نبود آمار فقط هشت کشور را شامل می‌شود و دوره تحلیل فقط دو سال است. محدودیت دیگر این است که کارشناسان تنها از دو کشور این نظرسنجی را تکمیل کردند. مفاهیم کاربردی - تحقیق در مورد توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به منظور تجزیه و تحلیل کشوری که بیشترین فرصت را برای توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند دارد و عوامل مؤثر بر توسعه ذکر شده انجام می‌شود. نتایج می‌تواند برای وزارتخانه‌های حمل و نقل در کشورهای مختلف برای برنامه‌ریزی کاربرد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند مفید باشد. اصالت/ارزش - مطالعه حاضر با بررسی عوامل خاص مؤثر بر توسعه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند که قبلاً تجزیه و تحلیل نشده بودند، به ادبیات موجود کمک می‌کند. این مقاله با سایر مقاله‌ها متفاوت است زیرا شامل برخی از کشورهای اروپای شمالی، غربی و بالتیک می‌شود. دولت می‌تواند از یافته‌ها در برنامه‌ریزی نصب سیستم‌های حمل و نقل هوشمند استفاده کند تا حداکثر بهره را از آن ببرد. (۵) در حال حاضر جدیدترین فناوری‌ها در زمینه حسگرها، محاسبات و فناوری ارتباطات بی‌سیم، امکان ایجاد طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی جدید را در زمینه‌های مختلف، مانند حمل‌ونقل در عملیات‌های نظامی و نظامی، سیستم‌های اطلاعاتی، ارتباطات شخصی مورد استفاده قرار داده است. اتوماسیون صنعتی و مراقبت‌های بهداشتی. اگرچه به نظر نمی‌رسد که تصویر مکانیکی خودرو از زمان شروع آن تغییر چندانی نکرده باشد، ساختار صنعتی اکنون به سمت انقلاب در اتوماسیون پیشرفته و فناوری اطلاعات همگرا شده است. بنابراین، سیستم‌های ناوبری مبتنی بر GPS این روزها بسیار رایج هستند، مانند، فناوری کمک

رانندگی پارک موازی، سیستم کنترل برای کروز تطبیقی و سیستم هشدار برای تغییر خط. این فناوری پیشرفته کاربردهای زیادی در بهبود زیرساخت‌های ترافیکی دارد، مانند جمع‌آوری خودکار عوارض عوارض، نظارت بر وسایل نقلیه، سیستم هشدار زودهنگام تصادفات جاده‌ای و غیره. سیستم‌های. ثابت شده است که با بهبود کارایی و انعطاف پذیری خدمات می‌توان مصرف انرژی و هزینه کل در سیستم حمل و نقل را کاهش داد.

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل

ITS مخفف عبارت سیستم‌های حمل و نقل هوشمند است که شامل کلیه اطلاعات، ارتباطات از راه دور، کنترل، فن آوری‌های مهندسی سیستم و همچنین استراتژی‌ها، تصمیمات مدیریتی و مکانیسم‌های هماهنگی است که در نتیجه استفاده از آن‌ها، بهبود پارامترهای حمل و نقل و ترافیک مانند با کاهش زمان سفر، مصرف سوخت و افزایش ایمنی حاصل می‌شود. تعاریف مختلفی از سیستم هوشمند حمل و نقل وجود دارد که مفهوم مشترک این تعاریف بر استفاده هدفمند و هماهنگ از فناوری اطلاعات و ارتباطات و استراتژی‌های مدیریتی با شرط بهبود بهره‌وری و ایمنی سیستم‌های حمل و نقل تأکید می‌کند (دیتیمار،هنک و همکاران، ۲۰۱٤).

سیستم‌های هوشمند حمل و نقل مجموعه ای 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، پیام رسانی تابلوهای متغیر خبری، سیستم نمایشگر و هشداردهنده سرعت، دریافت خودکار عوارض جاده‌ای، ثبت خودکار تخلفات رانندگی، اطلاع رسانی 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 راه حل‌هایی جهت ارتقاء کیفیت زندگی به کار برده می‌شوند (طاهری، ۱۳۹٤)

پیامدهای سیستم هوشمند حمل و نقل بر محیط زیست و ترافیک

سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (سیستم هوشمند حمل و نقل) به دلیل پتانسیل آنها برای بهبود ایمنی در جاده‌ها، کاهش تراکم ترافیک و افزایش تحرک افراد و کالاها، اشتیاق قابل توجهی در جامعه حمل و نقل ایجاد کرده‌اند. علاوه بر ایمنی و تحرک، اکنون شاهد هستیم که سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌تواند نقش مهمی در کاهش انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای (انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای) و همچنین کاهش مصرف انرژی داشته باشد. معمولاً درک می‌شود که بخش حمل و نقل مسئولیت تقریباً یک سوم از انتشار گازهای گلخانه ای منتشر شده می‌باشد. به منظور کاهش سهم انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای، بیشتر تمرکز بر ۱) بهبود بهره‌وری سوخت خودرو (به عنوان مثال استفاده از روش‌های نوآورانه، کاهش وزن در ضمن حفظ ایمنی) صورت گرفته است. ۲) استفاده از سوخت‌های با شدت کربن پایین (به‌عنوان مثال اتانول، برق). و ۳) مدیریت تقاضای مسافرتی (به‌عنوان مثال، عوارض جاده‌ای) و جابجایی سفر به حالت‌های غیرموتوری. علاوه بر این، اکنون شاهد هستیم که می‌توان از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به عنوان چهارمین مؤلفه کلیدی یعنی بهبود کارآیی عملکرد سیستم حمل و نقل استفاده کرد و از این طریق میزان انتشار کلی گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد (ابراهیمی و فاطمی،۱۳۹۸).

(قدبیک و احسانی‌فر، ۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به "توسعه و کاربرد مدل چهارچوب ارزیابی مدیریت ترافیک شهری و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند"، پرداخته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل و مقایسه مطالعات قبل و بعد، ارائه شد و ملاحظه گردید با اولویت دادن به عبور اتوبوس‌های شهری و تاکسی‌ها در خطوط ویژه با کاهش زمان سفر و افزایش تحرک روبرو خواهیم شد و نه تنها برای منطقه مطالعه شده، بلکه برای چهارچوب مدل کلی جهت ارزیابی و کاربرد آن بیان گردید. (محمدی آذرتکله و همکاران

،۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی "زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری در اجرای سیستم هوشمند حمل و نقل و ترافیک شهری"، پرداخته‌اند. این مقاله با توجه به اینکه تحقق و پیاده سازی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را مستلزم فراهم نمودن پیش نیازها و زیرساخت‌های ارتباطی لازم در این زمینه دانسته، ضمن معرفی اجمالی این سیستم، به اهمیت ارتباطات بعنوان یکی از ارکان مهم درارائه خدمات سیستم‌های حمل و نقل هوشمند و معرفی انواع ارتباطات و معیارهای مورد نیاز در انتخاب تکنولوژی ارتباطات در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند خواهد پرداخت (سعیدی فرد و همکاران،۱۳۹۸). در مطالعه‌ای به بررسی "سیستم‌های هوشمند حمل ونقل در مدیریت ترافیک شهری"، پرداخته‌اند. آن‌ها بیان داشته‌اند که در دنیای امروز با افزایش جمعیت، افزایش سفرهای شهری رشد اقتصادی جامعه و همچنین افزایش مالکیت اتومبیل با مشکلات ترافیکی بیشتری به ویژه در شهرها روبه رو هستیم. توسعه حمل و نقل شهری یکی از اصلی‌ترین موضوعات درحل مشکلات و معضلات ترافیک شهری به شمار می‌رود. (ذوقی و همکاران،۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به "آنالیز عملکردی سیستم‌های هوشمند ERP در توسعه صنعت حمل و نقل"، پرداخته‌اند. آن‌ها بیان داشته‌اند که ERP کوتاه شده واژه Electronic Road Pricing به معنای پرداخت اتوماتیک جاده‌ای می‌باشد. سبک کلی این سیستم به این صورت است که دوربین‌های ویژه در در تمام درگاه‌های پرداخت اتوماتیک بزرگراه‌ها نصب می‌شوند. این دوربین‌ها درهنگام عبور خودرو از درگاه، از پلاک خودرو عکس‌برداری نموده و سپس مبلغ عوارضی خودرو را مطابق مسافت پیموده شده از راه به پلاک خودرو اختصاص می‌دهند. اگر مبلغ موجود در حساب بانکی ویژه اینترنتی مربوط به پلاک خودرو کافی باشد، مبلغ عوارضی از حساب آن کسر شده و مبلغ پرداخت می‌گردد. اگرمبلغ موجود کافی نباشد، در مدت زمان ویژه (مثلاً شش ماه) به خودرو اختصاص داده شده و باید همانند خلافی جریمه خودرو پرداخت گردد. (لی و همکاران، ۲۰۲۰) در تحقیقی بیان داشته‌اند که وسایل نقلیه موجود در اینترنت وسایل نقلیه می‌توانند برای تعیین وضعیت جاده و وسیله نقلیه در زمان واقعی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. این پارامترها برای برآورد سرعت متوسط و شناسایی مسیر بهینه برای رسیدن به مقصد استفاده می‌شوند. با این حال ادارات راهنمایی و رانندگی دولت قادر به استفاده از این داده‌های ارزشمند ترافیک نیستند و بنابراین ترافیک بیشتر، احتقان و تصادف جاده‌ای بیشتر رخ می‌دهد. لی و همکاران تحقیقی با هدف رفع مشکل ترافیک در دنیای واقعی در یک کارخانه در مقیاس بزرگ انجام داده‌اند. سیستم‌های وسایل نقلیه خودمختار، که برای استفاده از وسایل نقلیه متعدد برای انتقال مواد طراحی شده‌اند، به طور گسترده‌ای برای انتقال در ساخت نیمه هادی‌ها مورد استفاده قرار می گیرند. کنترل ترافیک با AVSها یک چالش مهم است زیرا همه وسایل نقلیه باید در زمان واقعی کنترل شوند تا با عدم قطعیت هایی مانند احتقان کنار بیایند. نتایج تجربی نشان داد که AVS با رویکرد پیشنهادی از لحاظ زمان تحویل، زمان انتقال و زمان صف از رویکرد موجود بهتر عمل کرده است. ما دریافتیم که اتخاذ کنترل ترافیک مبتنی بر یادگیری ماشینی می‌تواند باعث بهبود عملکرد AVSهای موجود و کاهش بار متخصصان انسانی شود که AVSها را کنترل می‌کنند. (بارث و همکاران ،۲۰۱۵) در مطالعه‌ای با عنوان "سیستم حمل و نقل هوشمند و کاهش گازهای گلخانه‌ای"، به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. در این پژوهش، به طور خلاصه نحوه چگونگی اثر گذاری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را بر انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداخته شده و سپس تعدادی از برنامه‌های اخیر سیستم‌های حمل و نقل هوشمند را که مخصوصا برای کاهش تاثیرات انرژی و محیط زیست است انجام شده، توصیف می‌شود. این برنامه‌های سیستم‌های حمل و نقل هوشمند محیطی به طور معمول نشان می‌دهد که میزان انرژی و کاهش انتشار در حدود ۵ تا ۱۵ درصد است.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع پژوهشی توصیفی است. «پژوهش توصیفی در پی آن است که با تحلیل روابط میان متغیرها، پاسخ سؤالات خود را پیدا کند.در این روش، محتوای آشکار پیام‌ها به صورت نظام دار و کمی توصیف می‌شود». فکر بنیادی تحلیل محتوا، عبارت است از قرار دادن اجزای یک متن (کلمه‌ها، جمله‌ها، پاراگراف‌ها و مانند این‌ها) بر حسب واحدهایی که

انتخاب می‌شود، در تعدادی از مقوله که از پیش تعیین شده‌اند. این روش را می‌توان روش تبدیل داده‌های کیفی به داده‌های کمی قلمداد کرد. تحلیل محتوا، روشی مناسب برای پاسخ دادن به سؤال‌هایی درباره محتوای یک پیام است. برای اجرای پژوهش، ابتدا مطالعات مقدماتی و نظری جهت تعیین متغیرهای مورد سنجش صورت گرفت و با استفاده از نظریات ارائه شده، چارچوب نظری مورد استفاده استخراج و سپس مؤلفه‌ی اصلی به صورت عملیاتی تعریف و بعد با استفاده از روابط علمی فیزیک و شیمی، کمیت‌های مربوط به هر یک از متغیرها مشخص می‌گردد. فرضیه‌های پژوهش شامل:

فرضیه اول: تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر بر روی متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر تاثیر معناداری دارد.

فرضیه دوم: زمان سفر بر میزان سوخت مصرفی بر اساس تأثیر مثبت دارد.

فرضیه سوم: به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش زمان سفر می‌شود.

فرضیه چهارم: به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش مصرف بنزین می‌شود.

فرضیه پنجم: به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید می‌شود.

فرضیه ششم: به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به افرایش بهینه سازی سیستم حمل و نقل می‌شود.

فرضیه هفتم: به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل از نظر اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی تأثیر معناداری دارد.

باتوجه به اینکه جامعه آماری، به کل گروه افراد، وقایع یا چیزهایی اشاره دارد که محقق می‌خواهد به تحقیق درباره آن بپردازد و عبارت است از متغیرهایی که مورد بررسی قرار دارند، لذا جامعه آماری تحقیق حاضر، خودروهایی می‌باشد که در روزهای پر تردد دهم، دوازدهم، سیزدهم، چهاردهم، پانزدهم، هفدهم، بیست و چهارم و سی و یکم شهریورماه سال ۱۳۹۸ در مسیر کرج به چالوس تردد داشته‌اند را مورد بررسی قرار داده و نمونه‌گیری خاص دیگری در این خصوص صورت نگرفته است. به منظور سنجش اثرات به کار گیری حمل و نقل هوشمند بر کنترل ترافیک جاده‌ای و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، به روش زیر عمل می‌شود.

–مرحله اول: ابتدا میزان انتشار کربن دی اکسید تولیدی را در محدوده مورد مطالعه (زمان و مکان) قبل از به کارگیری فناوری اطلاعات (وضعیت فعلی) به صورت زیر محاسبه می‌نماییم، با داشتن اطلاعات زمان سفر و تعداد خودرو در محدوده مورد تحقیق وزن کربن دی اکسید تولیدی یک خودرو را با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم:

$$w\ co_2 = \bar{t}_r . \overline{w_r\ co_2}$$

$\overline{w_r\ co_2}$. : متوسط وزن کربن دی اکسید تولیدی یک خودرو با واحد کیلو گرم بر ساعت می‌باشد.

لذا توجه به تعداد نمونه‌ها (N) وزن کل کربن دی اکسید منتشر شده در وضعیت فعلی (قبل از به کارگیری فناوری اطلاعات) در محدوده مورد مطالعه (زمانی و مکانی) را به صورت زیر محاسبه می‌نماییم:

$$w_t co_2 = \sum_{n=1}^{N} n_{rc}\ \overline{t_{rn}}\ \overline{w_{co_2}}$$

n_{rc} : تعداد خودروهای موجود در جاده است.

–مرحله دوم: برای برآورد میزان انتشار کربن دی اکسید در صورت به کارگیری فناوری اطلاعات (وضعیت مورد نظر محقق) در محدوده مورد مطالعه (زمان و مکان) به صورت زیر عمل می‌نماییم.

با توجه به این که سرعت هر خودرو در جاده به عواملی چون:

N_{rc}: تعداد خودرو در جاده

V_z: سرعت سایر خودروها

IN: تعداد خودروهای ورودی به جاده

EX: خودروهای خروجی از جاده

C_k: نوع خودروها

R_m: ساختمان جاده (شیب‌ها، پیچ‌ها و سایر عوامل فیزیکی جاده)

S: توقف سایر خودروها (گردشی، خرابی، خدماتی و...)

H_a: تصادفات

W: وضعیت آب و هوایی

C_c: فرهنگ رانندگی

ND: حوادث طبیعی (ریزش کوه، تونل، رانش جاده، سیل و ...)

L: میزان روشنایی جاده

پس می‌توان گفت $\overline{v_r}$ (سرعت متوسط خودرو در طول مسیر) تابعی است از:

$$V_r=f\,(N_{rc}, V_z, IN, EX, C_k, R_m, S, H_a, W, C_c, ND, L)$$

در صورتی که طبق فروض تحقیق سایر عوامل را ثابت و فقط تعداد خودروهای داخل جاده را متغیر فرض نماییم در این صورت می‌توان گفت:

$$Vr=f\,(N)$$

حال جهت تعیین ارتباط بین تعداد و سرعت خودروها در محدوده مورد مطالعه، الگوی زیر را تخمین می‌زنیم:

$$\overline{v_r} = a - bn_{rc}$$

که درآن $\overline{(Vr)}$سرعت متوسط خودروها را با استفاده از رابطه $\overline{v_r} = \frac{x}{\bar{t}}$ که در آن x طول مسیر مورد مطالعه ۱۶۰۰۰۰ متر یا ۱۶۰ کیلومتر می‌باشد و $\bar{t}$ متوسط زمان سفر طبق داده‌های واقعی موجود در محدوده مورد مطالعه محاسبه و سپس مقادیر a و b را با استفاده از نرم افزار $Eviews$ تخمین می‌زنیم.

در رابطه فوق nrc : تعداد واقعی خودروها (داده‌های واقعی موجود در محدوده مورد مطالعه) می‌باشد.

بهره وری از جاده زمانی ماکزیمم می‌شود که خودروها بتوانند با بیشترین سرعت از جاده عبور نمایند. به همین منظور از رابطه $v''r=\frac{x}{\overline{t''_r}}$ مقدار سرعت متوسط مورد نظر هر خودرو را محاسبه و سپس با استفاده از رابطه $v''r=a\text{-}bn''rc$ مقدار خودرو بهینه مورد نظر که در آن زمان سفر به محدوده مورد نظر محقق می‌رسد را محاسبه و سپس وزن کل کربن دی اکسید تولیدی در محدوده مورد مطالعه را بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات (کنترل تعداد خودروها با استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند) محاسبه می‌کنیم.

$$Wt'co2 = w'_t co_2 \sum_{n=1}^{N} n''_{rc}\overline{t'_r}\,\overline{wco_2}$$

که در آن :

$\overline{t''_r}$: متوسط زمان خودروهای در حال تردد در محدوده مورد مطالعه (کرج–چالوس) بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات بر حسب ساعت می‌باشد.

N''_{rc} : تعداد خودروهای بهینه ی در حال تردد در محدوده مورد مطالعه (کرج–چالوس) بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات

$W_t'co_2$: وزن کل کربن دی اکسید تولیدی در محدوده مورد مطالعه (زمان و مکان) بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات.

و یا می‌توان نوشت:

$$W'_t co_2 = N\, n''_{rc}\overline{t'_r}\,\overline{wco_2}$$

–مرحله سوم: اختلاف میزان انتشار گاز کربن دی اکسید به دست آمده از مرحله اول و دوم را محاسبه می‌نماییم.

$$\Delta w_t co_2 = \left(\overline{wco_2}\sum_{n=1}^{N} n_{rcn}\overline{t_r}\right) - Nn''_{rc}\overline{t'_r}\,\overline{wco_2}$$

$$\Rightarrow \Delta w_t co_2 = \overline{wco_2}\left[\left(\sum_{n=1}^{N} c_{rn}\overline{t_n}\right) - Nc'_r\overline{t'_r}\right]$$

$\Delta w_t co_2$: اختلاف وزن کل کربن دی اکسید تولیدی قبل و بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات می‌باشد.

به منظور انجام محاسبات تحقیق، از نرم افزار آماری اکسل و همچنین نرم افزار اقتصادسنجی Eviews10 استفاده می‌شود.

یافته‌ها

در این پژوهش با تلفیق و استفاده از اطلاعات تعداد و زمان تردد در هر روز متوسط زمان سفر در هر ساعت را از میانگین زمان سفر تعیین شده در هر ۵ دقیقه برای یک ساعت محاسبه و با داشتن متوسط زمان سفر درهر ساعت، سرعت متوسط را به متر بر ثانیه و کیلومتر بر ساعت $v=\frac{x}{t}$ محاسبه می‌نماییم و در این مرحله طبق فروض تحقیق میزان مصرف سوخت هر خودرو را به ازاء هر ساعت ٦ لیتر در نظر گرفته و میزان سوخت مصرفی هر خودرو را محاسبه می‌نماییم و از آنجایی که از نظر شیمیایی بنزین را می‌توان اکتان C_8H_{18} با وزن مولکولی اکتان ١١٤ گرم در هر مول در نظر گرفت.

$C_8H_{18}=8(12)+18(1)=114$

وزن دی اکسید کربن ٤٤ گرم در هر مول است.

$CO_2=1(12)+2(16)=44$

وزن مولکولی آب نیز ۱۸ گرم در هر مول می‌باشد.

$H_2O=2(1)+16=18$

و از طرفی معادله واکنش سوختن اکتان:

$2\ C_8H_{18}+25O_2\rightarrow 16\ CO_2+18\ H_2O+$ انرژی

لذا جرم کربن دی اکسید آزاد شده در هر مول اکتان سوزانده شده برابر ۳۵۲ گرم است.

$\frac{16\times44}{2}=352\ g_r$

جرم آب (H2O) آزاد شده در هر مول اکتان سوزانده شده برابر ١٦٢گرم است.

$\frac{18[2(1)+16]}{2}=162g_r$

و همچنین نسبت انتشار دی اکسید کربن بر اثر سوختن بنزین برابر ۳/۰۸۷۷ می‌باشد.

$\frac{352}{114}=3/0877$

و نسبت تولید آب بر اثر سوختن بنزین ١/٤٢١ می‌باشد.

$\frac{162}{114}=1/421$

با توجه به اینکه هر لیتر بنزین معادل ۰/۷٤ کیلوگرم می‌باشد، حال با داشتن نسبت انتشار دی اکسید کربن بر اثر سوختن بنزین که برابر ۳/۰۸۷۷ می‌باشد، نتیجه می گیریم بر اثر سوختن یک گرم بنزین، ۳/۰۹ گرم دی اکسید کربن و ١/٤٢ گرم آب تولید می‌شود.

$\frac{1\text{ گرم بنزین}}{740}=\frac{3/09\text{ گرم }co2}{x}$

$X=3/09\times740$ $X=2286/6\ gr$

پس می‌توان گفت یک لیتر بنزین پس از سوختن، ۲/۲۳ کیلوگرم دی اکسید کربن تولید می‌کند؛ لذا با داشتن میزان مصرف سوخت میزان کربن دی اکسید تولیدی به کیلوگرم برای هر خودرو را محاسبه می‌نماییم و با داشتن میزان بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی برای هر خودرو و تعداد خودرو میزان بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولید شده در هر ساعت را با ضرب دو مقدار فوق الذکر برای هر ساعت محاسبه و سپس با جمع مقادیر بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی در هر ساعت، مقدار بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولید شده در یک شبانه روز را محاسبه درج می‌نماییم.

سپس با جمع بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی در هر روز، میزان کل بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولید شده در زمان و مکان مورد مطالعه شده را در وضعیت فعلی محاسبه می‌نماییم که این مقدار برابر ٤٤٠٣٩٤٣ لیتر بنزین و ١٠١٢٩٠٦٩ کیلوگرم کربن دی اکسید می‌باشد (جدول ۱)

از طرفی با داشتن مقادیر زمان سفر و تعداد کل وسیله نقلیه، متوسط سرعت در هر سفر را برای هر روز محاسبه و برای هر شبانه روز (٢٤ ساعت)، ۵ الی ۷ گروه سفری استخراج می‌گردد. حال برای تخمین مدل اطلاعات استخراج شده جدول (شماره ۲) را به عنوان داده‌های اصلی (جامعه آماری) تحقیق در نظر می‌گیریم.

جدول ۱. تعیین بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی در هر روز (قبل از به کارگیری فناوری اطلاعات)

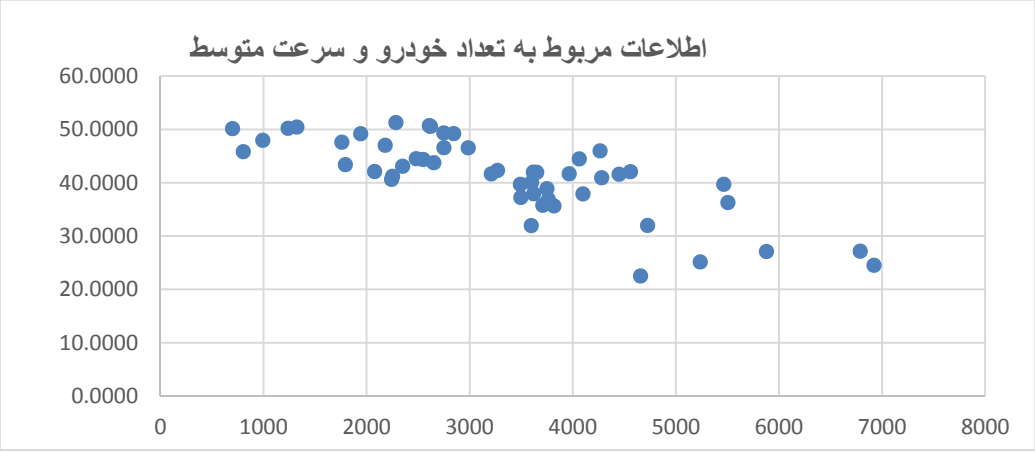
ش	روزهای مورد مطالعه	جمع کل بنزین مصرفی در هر روز	کربن دی اکسید کل تولیدی در هر روز در وضعیت قبل از به کارگیری فناوری اطلاعات	تعداد کل خودروها در روز مطالعه
۱	دهم	۳۵۶۹۱۰	۸۲۰۸۹۲	۱۶۷۹۸
۲	دوازدهم	۴۳۲۷۶۸	۹۹۵۳۶۷	۲۱۰۲۱
۳	سیزدهم	۷۱۹۹۷۲	۱۶۵۵۹۳۷	۲۶۳۴۰
٤	چهاردهم	۷۷۹۸۳۸	۱۷۹۳۶۲۸	۲۴۲۲۷
۵	پانزدهم	۶۸۴۴۲۴	۱۵۷۴۱۷۵	۲۵۰۴۹
٦	هفدهم	۴۴۹۶۸۶	۱۰۳۴۲۷۷	۱۴۰۹۵
۷	بیست و چهارم	۴۸۸۸۲۹	۱۱۲۴۳۰۸	۲۱۱۸۵
۸	سی و یکم	۴۹۱۵۱۶	۱۱۳۰۴۸۶	۲۰۹۰۷
	جمع کل	۴۴۰۳۹۴۳	۱۰۱۲۹۰۶۹	۱۶۹۶۲۲

جدول ۲. ارتباط بین سرعت متوسط و تعداد وسیله نقلیه در گروه‌های سفری تعیین شده

تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر (n)	متوسط سرعت وسیله نقلیه در طول مسیر (v)
۲۱۸۰	۴۷/۰۰۳۵
۱۳۲۳	۵۰/۴۲۲۶
۲۶۰۹	۵۰/۶۸۳۹
۲۷۴۸	۴۹/۳۲۰۵
۳۶۱۸	۴۱/۹۵۳۸
۲۲۴۲	۴۰/۶۰۴۵
۲۰۷۸	۴۲/۰۶۹۱
۱۲۳۸	۵۰/۱۸۰۰
۷۰۰	۵۰/۱۳۳۲
۲۲۸۴	۵۱/۲۵۲۱
۲۶۱۹	۵۰/۵۴۳۷
۴۲۶۵	۴۵/۹۳۸۶
۴۴۵۰	۴۱/۵۶۷۱
۵۴۶۵	۳۹/۶۸۳۱

٤٢/٠٣٩٥	٤٥٥٩
٤٤/٤٦٣٠	٤٠٦٢
٣٥/٧٥٣٤	٣٧٠٩
١٢٠٩٢٥	٥٢٣٦
٣٦/٢٧٠٩	٥٥٠٤
٤٢/٢٨٠٦	٣٢٧٠
٤١/٦٤١٩	٣٢٠٩
٣٥/٦٤٠٢	٣٨١٨
٢٤/٥٠٩٦	٦٩٢١
٢٧/١٤١٢	٦٧٨٨
٣٩/٦٩٥٢	٣٤٩١
٤١/٩٢١٠	٣٦٥٠
٤١/٦٦٩٩	٣٩٦٥
٣١/٦٦٦١	٤٧٢٥
٢٧/٠٦٩٨	٥٨٧٩
٤٠/٩١٤١	٤٢٨٠
٤٤/٣٣٥٠	٢٥٥٠
٤٧/٩٤٥٢	٩٩٣
٤٥/٨١٨١	٨٠٣
٤٣/٣٧٩٧	١٧٩٤
٤١/١٨٤٣	٢٢٥١
٢٢/٤٨٤٩	٤٦٥٧
٣١/٩٤٣٩	٣٥٩٧
٤٤/٤٨٠٩	٢٤٨٢

۱۷۵۹	۴۷/۵۸۰۶
۲۸۴۴	۴۹/۱۹۱۶
۱۷۵۹	۴۷/۵۸۰۶
۲۸۴۴	۴۹/۱۹۱۶
۳۶۰۱	۴۰/۰۵۰۰
۴۰۹۸	۳۷/۸۷۴۶
۳۷۴۹	۳۸/۸۷۷۴
۲۶۵۲	۴۳/۷۱۹۶
۲۳۴۹	۴۳/۰۸۴۸
۱۹۴۳	۴۹/۱۵۸۹
۲۹۸۶	۴۶/۵۱۵۳
۳۷۶۳	۳۶/۸۴۰۴
۳۴۹۶	۳۷/۲۱۵۶
۳۶۲۰	۳۷/۹۰۲۹
۲۷۵۰	۴۶/۵۴۶۴



شکل ۱. اطلاعات مربوط به تعداد خودرو و سرعت متوسط در هر روز

به منظور شناخت بهتر ماهیت جامعه آماری که در پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است و آشنایی بیشتر با متغیرهای پژوهش، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، لازم است این داده‌ها توصیف شود. همچنین توصیف آماری داده‌ها، گامی در جهت تشخیص الگوی حاکم برآن‌ها و پایه‌ای برای تبیین روابط بین متغیرهایی است که در پژوهش به کار می‌رود. جدول (شماره ۳)، آماره‌های توصیفی متغیرهای تحقیق را نشان می‌دهد. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق شامل میانگین، میانه، واریانس، انحراف معیار، کمینه و بیشینه ارائه گردیده است. همانطور که از جدول آماره‌های توصیفی استنباط می‌شود، میانگین، میانه، بیشینه، کمینه، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی متغیرهای پژوهش به ترتیب از بالا به پایین نشان داده شده است. در این پژوهش ۵۱ داده یا مشاهده در آزمون فرضیه مدل پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۳. جدول ارتباط بین سرعت متوسط و تعداد وسیله نقلیه در هر روز

	V	N
Mean	٤١/٢٨٥٩٤	٣٣٢٥/٩٢٢
Median	٤١/٩٥٣٨٠	٣٤٩١/٠٠٠
Maximum	٥١/٢٥٢١٠	٦٩٢١/٠٠٠
Minimum	٢٢/٤٨٤٩٠	٧٠٠/٠٠٠٠
Std. Dev.	٧/٢٠٥٩٠٣	١٤١٦/٥٥٦
Skewness	−٠/٨٦٥٩٥٤	٠/٤١٦٥٧٨
Kurtosis	٣/٢٩٦٥١٤	٣/٥١١٨٦
Observations	٥١	٥١

ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای مدل (تشخیص آزمون هم خطی متغیرهای مستقل)

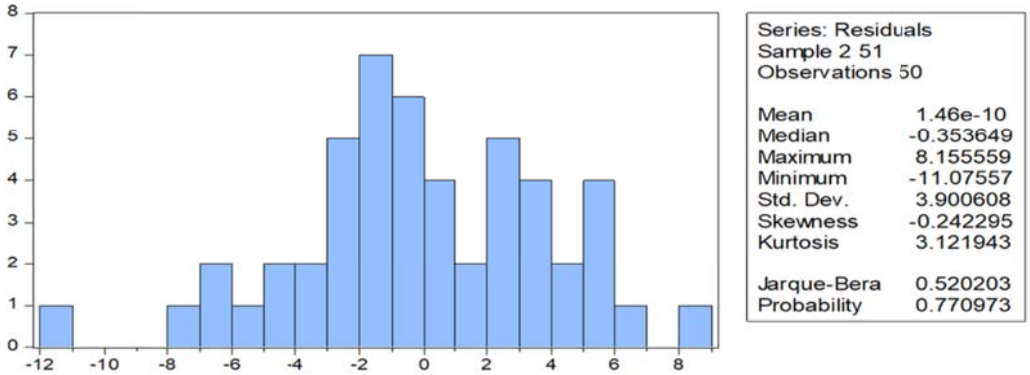
یکی از معیارهای ساده جهت شناسایی همخطی استفاده از ضرایب همبستگی بین متغیرهای توضیحی است. اگر ضرایب همبستگی بین متغیرهای توضیحی، نسبتاً بزرگ باشد بیانگر همخطی نسبتاً شدید است. اما اگر ضرایب همبستگی کوچک باشند بدین معنی است که همخطی وجود ندارد.

جدول ٤. ماتریس ضرایب همبستگی متغیرهای مدل

	V	N
V	١	−٠/٧٨٢٠٤١٠٠٢٦٣٦٢٨٦١
N	−٠/٧٨٢٠٤١٠٠٢٦٣٦٢٨٦١	١

همان طور که در جدول (٤) ملاحظه می‌شود، در بین متغیرهای مدل هم خطی وجود ندارد.

نتایج نرمال بودن توزیع اجزای اخلال (آماره جارکوبرا)



شکل ۲. نمودار توزیع اجزای اخلال

در این آزمون فرضیه صفر و فرضیه مقابل نیز بصورت زیر می‌باشند.

H_0: **نرمال بودن توزیع اجزای اخلال**

H_1: **عدم نرمال بودن توزیع اجزای اخلال**

با توجه به نتایج بدست آمده، مقدار احتمال آماره آزمون جارکو- برا، در مدل بیشتر از ۵٪ می باشد. بنابراین، در این مدل فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن توزیع اجزای اخلال رد نمی‌شود.

در مدل پژوهش متغیر تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر (n) به عنوان متغیر مستقل اصلی و متغیر متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر (V) به عنوان متغیر وابسته وارد مدل شده است.

نتایج تشخیص استقلال توزیع اجزای اخلال (آزمون خودهمبستگی) مدل

جدول ۵. نتایج توزیع اجزای اخلال

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	۰/۶۷۲۸۲۰	Prob. F(2,45)		۰/۵۱۵۳
Obs*R-squared	۱/۴۵۱۷۴۳	Prob. Chi-Square(2)		۰/۴۸۳۹
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 09/23/21 Time: 21:41				
Sample: 2 51				
Included observations: 50				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-۰/۷۱۰۹۵۲	۲/۲۲۱۸۲۵	-۰/۳۱۹۹۸۵	۰/۷۵۰۵
N	۰/۰۰۰۲۱۱	۰/۰۰۰۵۶۵	۰/۳۷۳۳۵۸	۰/۷۱۰۶
AR(1)	-۰/۰۶۵۳۸۳	۰/۴۹۵۸۵۱	-۰/۱۳۱۸۶۰	۰/۸۹۵۷
RESID(-1)	۰/۱۶۱۳۷۱	۰/۵۰۷۶۸۴	۰/۳۱۷۸۵۷	۰/۷۵۲۱
RESID(-2)	-۰/۱۲۶۳۲۶	۰/۲۹۲۴۱۹	-۰/۴۳۲۰۰۴	۰/۶۶۷۸
R-squared	۰/۰۲۹۰۳۵	Mean dependent var		۱/۴۶E-۱۰
Adjusted R-squared	-۰/۰۵۷۲۷۳	S.D. dependent var		۳/۹۰۰۶۰۸
S.E. of regression	۴/۰۱۰۷۵۳	Akaike info criterion		۵/۷۱۰۴۷۵
Sum squared resid	۷۲۳/۸۷۶۳	Schwarz criterion		۵/۹۰۱۶۷۷
Log likelihood	-۱۳۷/۷۶۱۹	Hannan-Quinn criter.		۵/۷۸۳۲۸۶
F-statistic	۰/۳۳۶۴۱۰	Durbin-Watson stat		۱/۹۸۴۲۴۰
Prob(F-statistic)	۰/۸۵۱۹۸۰			

در این آزمون فرضیه صفر و فرضیه مقابل نیز بصورت زیر می‌باشند.

H_0: **استقلال توزیع اجزای اخلال(عدم وجود خودهمبستگی)**

H_1: **استقلال توزیع اجزای اخلال(وجود خودهمبستگی)**

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون LM تست، مقدار احتمال آماره آزمون F، در مدل بیشتر از ۵٪ می‌باشد. بنابراین، در این مدل فرضیه صفر مبنی بر استقلال توزیع اجزای اخلال رد نمی‌شود و مشکل خوهمبستگی میان اجزای اخلال با وقفه بیش از یک نیز وجود ندارد.

نتایج تشخیص برابری واریانس‌ها میان اجزای اخلال(آزمون واریانس ناهمسانی) مدل

جدول ٦. نتایج برابری واریانس‌ها میان اجزای اخلال (آزمون واریانس ناهمسانی)

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey				
F-statistic	۱/۷۳۹۰۷۳	Prob. F(1,48)		۰/۱۹۳۵
Obs*R-squared	۱/۷٤۸۱۹٦	Prob. Chi-Square(1)		۰/۱۸٦۱
Scaled explained SS	۱/٦۳۸۸۸۹	Prob. Chi-Square(1)		۰/۲۰۰۵
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 09/23/21 Time: 21:50				
Sample: 2 51				
Included observations: 50				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	۵/۲٤٤٤۵۲	۷/۹۵۰٤۳۷	۰/٦۵۹٦٤۳	۰/۵۱۲٦
N	۰/۰۰۲۸۸٦	۰/۰۰۲۱۸۹	۱/۳۱۸۷۳۹	۰/۱۹۳۵
R-squared	۰/۰۳٤۹٦٤	Mean dependent var		۱٤/۹۱۰٤۵
Adjusted R-squared	۰/۰۱٤۸۵۹	S.D. dependent var		۲۱/۹٤۰٤۰
S.E. of regression	۲۱/۷۷٦۷۸	Akaike info criterion		۹/۰۳۸۷٤٤
Sum squared resid	۲۲۷٦۲/۹۵	Schwarz criterion		۹/۱۱۵۲۲۵
Log likelihood	-۲۲۳/۹٦۸٦	Hannan-Quinn criter.		۹/۰٦۷۸٦۸
F-statistic	۱/۷۳۹۰۷۳	Durbin-Watson stat		۲/۰۹۸۱۵۹
Prob(F-statistic)	۰/۱۹۳۵۱٤			

در این آزمون فرضیه صفر و فرضیه مقابل نیز بصورت زیر می‌باشند.

H_0: **عدم وجود واریانس ناهمسانی**

H_1: **وجود واریانس ناهمسانی**

با توجه به نتایج بدست آمده، مقدار احتمال آماره آزمون F، در مدل بیشتر از ۵٪ می‌باشد. بنابراین، در این مدل فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود واریانس ناهمسانی رد نمی‌شود، لذا مشکل واریانس ناهمسانی میان اجزای اخلال وجود ندارد.

نتایج آزمون خطای تصریح (رمزی ریست) مدل

در این آزمون فرضیه صفر و فرضیه مقابل نیز بصورت زیر می‌باشند.

H_0: **عدم وجود خطای تصریح**

H_1: **وجود خطای تصریح**

با توجه به نتایج بدست آمده، مقدار احتمال آماره آزمون F و t، در مدل بیشتر از ۵٪ می‌باشد. بنابراین، در این مدل فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خطای تصریح رد نمی‌شود لذا مشکل وجود خطای تصریح در مدل وجود ندارد.

جدول ۷. نتایج آزمون خطای تصریح (رمزی ریست)

Ramsey RESET Test				
Equation: FINAL EQ01				
Specification: V C N AR(1)				
Omitted Variables: Squares of fitted values				
	Value	df	Probability	
t-statistic	۰/۲۳۴۷۸۱	۴۶	۰/۸۱۵۴	
F-statistic	۰/۰۵۵۱۲۲	(۱, ۴۶)	۰/۸۱۵۴	
Likelihood ratio	۰/۰۵۹۸۸۰	۱	۰/۸۰۶۷	
F-test summary:				
	Sum of Sq.	df	Mean Squares	
Test SSR	۰/۸۹۲۲۹۷	۱	۰/۸۹۲۲۹۷	
Restricted SSR	۷٤۵/۵۲۲٤	٤۷	۱۵/۸٦۲۱۸	
Unrestricted SSR	۷٤٤/٦۳۰۱	٤٦	۱٦/۱۸۷٦۱	
Unrestricted SSR	۷٤٤/٦۳۰۱	٤٦	۱٦/۱۸۷٦۱	
LR test summary:				
	Value	df		
Restricted LogL	-۱۳۸/٤۹۸۵	٤۷		
Unrestricted LogL	-۱۳۸/٤٦۸۵	٤٦		
Unrestricted Test Equation:				
Dependent Variable: V				
Method: Least Squares				
Date: 09/23/21 Time: 22:05				
Sample: 2 51				
Included observations: 50				
Convergence achieved after 10 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	۵۰/٦۹۱٦۲	۲۰/۸۵۹۲٤	۲/٤۳۰۱۷٦	۰/۰۱۹۱
N	-۰/۰۰۳۵۸۵	۰/۰۰۲٤۹۱	-۱/٤۳۹٤۰٦	۰/۱۵٦۸
FITTED^2	۰/۰۰۱٤۵۸	۰/۰۰۷۲۷۱	۰/۲۰۰۵۵۵	۰/۸٤۱۹
AR(1)	۰/٤۷۲۷٤۳	۰/۲۵٤٤۱۳	۱/۸۵۸۱۷۰	۰/۰٦۹٦
R-squared	۰/۷۰۹٤۵۹	Mean dependent var		٤۱/۱۷۱۵۹
Adjusted R-squared	۰/٦۹۰۵۱۰	S.D. dependent var		۷/۲۳۲۱٦٦
S.E. of regression	٤/۰۲۳۳۸۳	Akaike info criterion		۵/٦۹۸۷٤۲
Sum squared resid	۷٤٤/٦۳۰۱	Schwarz criterion		۵/۸۵۱۷۰٤
Log likelihood	-۱۳۸/٤٦۸۵	Hannan-Quinn criter.		۵/۷۵٦۹۹۰
F-statistic	۳۷/٤٤۱۷٤	Durbin-Watson stat		۱/۸٦۰٦٤۷
Prob(F-statistic)	۰/۰۰۰۰۰۰			
Inverted AR Roots	۰/٤۷			

نتایج نهایی حاصل از برآورد الگوی پژوهش

V= 62.88127-0.004082N

نتیجه آزمون فرضیه مدل

یکی از مفروضات رگرسیون استقلال اجزای اخلال است؛ در صورتی که فرضیه استقلال اجزای اخلال رد شود و اجزای اخلال با یکدیگر همبستگی داشته باشند، امکان استفاده از رگرسیون وجود ندارد. آماره دوربین- واتسون به منظور بررسی استقلال اجزای اخلال از یکدیگر استفاده می‌شود که اگر مقدار آماره دوربین واتسون نزدیک به ۲ باشد فرض همبستگی بین اجزای اخلال رد می‌شود و می‌توان از رگرسیون استفاده کرد. طبق جدول فوق، آماره دوربین- واتسون عدد ۱/۸۳ می‌باشد و این عدد نشان می دهد که اجزای اخلال از یکدیگر مستقل هستند و بین اجزای اخلال خود همبستگی وجود ندارد و فرض همبستگی بین اجزای اخلال رد می‌شود و می‌توان از رگرسیون استفاده نمود.

پس از آزمون مفروضات رگرسیون و اطمینان از برقراری آن‌ها، نتایج حاصل از برازش معادله رگرسیون فوق در جدول فوق الذکر ارائه شده است. مقدار آماره F (۵۷/۲۸۶۷۳) نیز حاکی از معناداری کل مدل رگرسیون می‌باشد. همان طور که در قسمت پایین جدول مشخص شده، مقادیر ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده مدل فوق به ترتیب ۷۰/۹۱ درصد و ٦۹/٦۷ درصد گزارش شده است. بنابراین، نتایج فوق نشان می‌دهد که در معادله رگرسیونی مزبور، متغیر تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر به میزان ٦۹/٦۷ درصد از تغییرات متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر را توضیح می‌دهد.

طبق جدول فوق، سطح معناداری متغیر تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر (n) برابر با ۰/۰۰۰ که کمتر از ۵٪ است؛ همچنین قدرمطلق آماره محاسباتی t مربوط به این متغیر (۷/۸۰۸۸۲۳) بزرگتر از آماره t بدست آمده از جدول با همان درجه آزادی است (۱/۹٦) که حاکی از معناداری ضریب متغیر تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر در سطح اطمینان ۹۵ درصد است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد در مدل اول مورد بررسی، تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر بر روی متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر تاثیر منفی و معناداری دارد، به عبارت دیگر یک واحد افزایش در متغیر تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر، به میزان ۰/۰۰٤۰۸۲ واحد متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر را کاهش خواهد داد.

محاسبه کل بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات و اختلاف بین دو حالت

از روی مدل برآورد شده:

V=62.88127-0.004082N

وقتی در نظر داریم زمان سفر را به ۳/۲۵ ساعت (سه ساعت و پانزده دقیقه) برسانیم سرعت متوسط برابر خواهد شد با:

$V=\frac{160km}{3.25} \rightarrow v=49.23 \rightarrow 49.23=62.88127-0.004082N$

N=3344

پس بایستی ورود خودروها به جاده به ازاء هر ۳/۲۵ ساعت (سه ساعت و پانزده دقیقه) به میزان ۳۳٤٤ دستگاه کنترل گردد. چنانچه هر سفر را ۳/۲۵ ساعت در نظر بگیریم، برای ۲٤ ساعت ۷/۳۸۵ سفر می‌توان تعریف کرد. در این صورت اگر ۷ سفر برای ۲٤ ساعت در نظر بگیریم، تعداد کل خودروها که می‌توانند با مدیریت طرف تقاضا با زمان ۳/۲۵ ساعت طول مسیر را طی نماید، برابر ۲۳٤۰۸ دستگاه خودرو در شبانه روز خواهد بود که میزان تقاضای موجود را حتی در پیک های تقاضای سفر پوشش خواهد داد.

ساعت ۵۵۱۲۷۱/۵ =۳/۲۵ ×تعداد کل خودروها =زمان کل سفرها در زمان و مکان مورد مطالعه → T= ۱٦۹٦۲۲× ۳/۲۵

لیتر ۳۳۰۷٦۲۹ =٦ × ۵۵۱۲۷۱/۵ = ٦ ×زمان کل =کل بنزین مصرفی در زمان و مکان مورد مطالعه

۲/۳ ×کل بنزین مصرفی =کل کربن دی اکسید تولیدی

کیلوگرم ۷٦۰۷۵٤٦/۷ =۲/۳ ×۳۳۰۷٦۲۹ =کل کربن دی اکسید تولیدی

اختلاف بنزین مصرفی و کربن دی اکسید تولیدی در قبل و بعد از به کارگیری فناوری اطلاعات در محدوده زمان و مکان مورد مطالعه:

کیلوگرم ۲۵۲۱۵۲۲/۳ =۷۶۰۷۵۴۶/۷- ۱۰۱۲۹۰۶۹ =اختلاف کربن دی اکسید تولیدی

لیتر ۱۰۹۶۳۱۴=۳۳۰۷۶۲۹- ٤٤٠٣٩٤٣ =اختلاف بنزین مصرفی

۵-نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی پیامد زیست محیطی مربوط به کاهش انتشار کربن دی اکسید بر اساس بکارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در محور کرج-چالوس می‌باشد. سیستم های هوشمند در صورت عملکرد صحیح، اعتماد مردم به شبکه حمل و نقل هوشمند را افزایش داده و با بهینه سازی شبکه حمل و نقل، سالانه مقدار قابل توجهی صرفه جویی اقتصادی برای مردم و دولت ایجاد می‌نماید. حمل و نقل هوشمند با استفاده و بکارگیری فناوری اطلاعات باعث ارتقای سطح ایمنی و افزایش بهره‌وری ارزانی در حمل ونقل می‌شود که برای شیوه‌های مختلف حمل ونقل از قبیل حمل و نقل جاده‌ای، راه آهن، هوایی و دریایی قابل تعمیم است

نتایج نشان داد که بکارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش زمان سفر در محور کرج-چالوس و به تبع آن باعث کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید شده است.یافته ها نشان داد که به کارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل در ۸ روز مورد مطالعه، منجر به کاهش ۲۵۲۱۵۲۲ کیلوگرم انتشار کربن دی اکسید در محورکرج-چالوس شده است.

لذا، راه حل‌های سیستم مدیریت ترافیک مبتنی بر سیستم هوشمند حمل و نقل می‌تواند به کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند. همچنین سیستم‌های نظارت بر ترافیک با استفاده از فناوری اطلاعات می‌تواند تکنیک های جدید پردازش داده‌ها برای برآورد جریان، تراکم و سرعت ترافیک و همچنین سایر پارامترهای ترافیکی را جهت افزایش بهره وری سیستم حمل و نقل ارائه نماید. این اطلاعات در زمان واقعی می‌تواند برای مدیریت بهتر سیستم حمل و نقل و رانندگان، مورد استفاده قرار گیرد و در نتیجه باعث بهینه سازی سیستم حمل و نقل شود. قبلاً انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل، بیشتر تمرکز بر بهبود بهره وری سوخت خودرو (به عنوان مثال، استفاده از روش‌های نوآورانه، کاهش وزن در ضمن حفظ ایمنی) صورت گرفته است. استفاده از سوخت‌های با شدت کربن پایین (به عنوان مثال اتانول، برق) و مدیریت تقاضای مسافرتی (به عنوان مثال، عوارض جاده-ای) و جابجایی سفر به حالت‌های غیرموتوری بوده است که اکنون شاهد آن هستیم که می توان از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند به عنوان چهارمین مؤلفه کلیدی یعنی بهبود کارآیی عملکرد سیستم حمل و نقل استفاده کرد و از این طریق میزان زمان سفر، حجم ترافیک و انتشار گازهای گلخانه ای را کاهش داد.

یافته‌های تحقیق نشان داد که به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش مصرف بنزین و دی اکسید کربن در محور کرج-چالوس شده است، در نتیجه پیشنهاد می‌گردد که طرف عرضه برای مدیریت تقاضای سفر جهت ایجاد یک سامانه الکترونیکی که قابلیت کنترل زمان و تعداد خودروهای ورودی به محدوده مورد مطالعه را دارد، اقدام نماید.

پیشنهادات

پیشنهاداتی که با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان برای پژوهش‌های آتی ارائه نمود عبارتند از:

-سایر عوامل مؤثر بر سرعت که در تحقیق ثابت فرض شده است را در مدل اضافه و با وجود تأثیر عوامل دیگر موضوع مجدداً مورد بررسی قرار گیرد.

-با توجه به امکان تعمیم مدل برای سایر جاده‌ها و بزرگراه‌ها، مسیرهای پر ترافیک شناسایی و مورد مطالعه قرار گیرد.

-تأثیر کاهش زمان سفر بر خستگی و نحوه رانندگی رانندگان و میزان تخلفات و تصادفات مورد بررسی قرار گیرد.

-تأثیر کاهش زمان سفر بر میزان بهره وری سرمایه‌های انسانی مورد بررسی قرار گیرد.

یا به طور کلی بررسی پیامدهای اقتصادی به کارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند که علاوه بر کاهش مصرف سوخت، می‌تواند شامل کاهش زمان سفر، افزایش بهره‌وری جاده، کاهش هزینه سفر، افزایش بهره وری سرمایه‌های انسانی، کاهش

هزینه‌های مالی و اجتماعی ناشی از تصادفات و تجارت کربن باشد، به صورت کلی یا تک تک مورد بررسی قرار گیرد و همچنین بررسی پیامدهای محیط زیستی به کارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند که علاوه بر کاهش انتشار گاز کربن دی اکسید می‌تواند شامل میزان تغییر در انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای (بخار آب، CO_2 و NO_3 و ...)، تغییرات اقلیمی و امکان اجرای تعهدات کشورها به کاهش کربن در کنفرانس‌های تغییرات آب و هوایی با این روش باشد، مورد بررسی قرار گیرد.

٦- مراجع

-Amini Tusi, H. Hossein Dokht, H., Ziaei, S.A. (2013). Application of intelligent systems in urban public transportation. National Conference on Sustainable Development and Urban Development, *Isfahan Institute of Higher Education,* [In Persian].

-Barth, M.J. Wu, G., Boriboonsomsin, K. (2015). Intelligent Transportation Systems and Greenhouse Gas Reductions, *Renewable Energy Reports,* Vol. 2, Issue 3, 90–97.

-Ebrahimi, A., Fatemi, M. (2018). Study of the effective factors of smart city on creating a sustainable transportation system with a green economy approach, *the First International Conference and the Second International Conference on Urban Planning, Architecture, Civil Engineering and Knowledge-based art* [In Persian].

-Ghadbeyk, D., Ehsanifar, M. (1398). Development and implementation of model model for evaluating urban traffic management and intelligent transportation systems. *4th nternational Conference on New Research in Civil Engineering, Architecture, Urban Management and Environment* [In Persian].

-Jamadi, H., Jamadi, H. (1398). Study of the impact of intelligent transportation systems on traffic management. *The First National Conference on Geography and Urban and Rural Planning* [In Persian].

-Khodabandehloo, R., Kosari, A., Garshasbi, M.A., Zohrehvand, R. (2018). Improving and controlling smart traffic by increasing urban and suburban transportation services (intelligent transportation systems). *6th International Conference on New Science and Technology Findings with a focus on science in the service of development* [In Persian].

-Laima Okunevičiūtė Neverauskienė, Marta Novikova (2021). Factors determining the development of intelligent transport systems.

-Lee, S., Kim, Y., Kahng, H., Lee, S.K., Chung, S., Cheong, T., K., Park, J., Kim, S.B. (2020). Intelligent traffic control for autonomous vehicle systems based on machine learning, *Expert Systems with Applications,* Vol. 144, 113074.

- International Conference on Computing 2021, (2021). Electronic and Electrical Engineering (ICE Cube).

-Mohammadi Azartakaleh, G., Esmaeeli, G., Hamzehzarghani, F. (2018). Hardware and software infrastructure in the implementation of intelligent transportation system and urban traffic, *The first*

-Taj Al-Dini, B. (2013). The need to use intelligent transportation systems (intelligent transportation system) in the field of urban traffic management, *Traffic Engineering Quarterly, consecutive 49* [In Persian].

-Zoghi, H., Baghalnejad, A., Payvand, M. (2015). Functional analysis of intelligent ERP systems in the development of the transportation industry, *the first conference on intelligent road transport systems* [In Persian].

conference on computer science, electrical engineering, communications and information technology in the Islamic world [In Persian].

-Saeedifard, A., Jahanian, M., Faryadres, M. (2018). Intelligent transportation systems in urban traffic managemen, *7th National Conference on Computer Science and Engineering and Information Technology* [In Persian].

-Sharif Tehrani, S., Poorbagher, M., HagiSafari, M (2018). Investigation and analysis of the effects of ITS implementation on the efficiency of public transportation system in Mashhad, *Road Scientific Quarterly,* Vol. 25, No. 90, 56-47 [In Persian].

Study of Impact Assessment of Employing Intelligent Transportation Systems on Carbon Dioxide Emissions (Case Study: Karaj-Chalous Axis) in Iran

Mohammadreza Samavi, Ph.D. Student, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Mostafa Panahi, Associate Professor, Department of Energy Engineering and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Zahra Abedi, Assistant Professor, Department of Environmental Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: samaviir@gmail.com

Received: May 2024- Accepted: June 2024

ABSTRACT
The problems and challenges of the transportation business include environmental pollution, reduced amount and increased cost of energy resources, material and moral harms of increased accidents, surveillance, and management of suburban transportation, increased wasted time, and the quick expansion of transportation needs, particularly during rush hour in the metropolises worldwide today. Progress in public knowledge, better living standards, the increased value of time, and the introduction of novel sciences and technologies regarding this business have led to higher expectations. This phenomenon has become a serious threat from one point of view and a chance for profitable investment from the outlook of marketers and experts. In this respect, the ITS (intelligent transportation system) has been employed to tackle these problems. Hence, this study addressed reducing gasoline consumption using the ITS on Iran's Karaj-Chalous axis. The statistical population of the research includes vehicles moving during the eight busy days of September 2017 from 1 am to 24 pm on the Karaj-Chalous axis. Selective sampling was not performed. The results proved that the ITS decreased the travel time on the Karaj-Chalous axis and, therefore, the gasoline usage. The results confirmed that the ITS used in the eight days studied reduced 1096314 liters of fuel consumption in the Karaj-Chalous axis.

Keywords: Intelligent Transportation System, Traffic, Karaj-Chalous Axis