ارزیابی پیامد اقتصادی به کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر میزان مصرف بنزین در ایران (مطالعه موردی: محور کرج-چالوس)

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
مجید احمدیان، استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:samaviir@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰– پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۵
صفحه ۳۴۸-۳۳۱

چکیده

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 زمان های تلف شده و روند رشد سریع تقاضای حمل و نقل به ویژه در ساعات اوج تردد در کلان شهرهای دنیاست که با توجه به ارتقای سطح دانش عمومی، افزایش سطح زندگی مردم، افزایش ارزش زمان و ورود علوم و فن اوری‌های جدید مرتبط با این صنعت، انتظارات فزاینده گردیده و از یک منظر تبدیل به یک تهدید جدی و از نگاه بازاریابان و خبرگان به یک فرصت جهت سرمایه گذاری سودآور مبدل شده است. در این رابطه، سیستم حمل و نقل هوشمند، یکی از ابزارهایی بوده است که جهت مقابله با این چالش‌ها به کار گرفته شده است. بر همین اساس در تحقیق حاضر به ارزیابی کاهش مصرف بنزین با کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل در ایران در محور کرج-چالوس پرداخته شد. جامعه آماری تحقیق حاضر، خودروهایی می‌باشد که طی هشت روز پر تردد شهریورماه سال ۱۳۹۸ از ساعت ۱ بامداد الی ۲۴ شب در محور کرج چالوس تردد دارند و نمونه‌گیری خاصی صورت نگرفته است. یافته‌های تحقیق نشان داد که به کار گیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش زمان سفر در محور کرج-چالوس و به تبع آن باعث کاهش مصرف بنزین شده است. نتایج تحقیق نشان داد که به کارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل در ۸ روز مورد مطالعه، منجر به کاهش ۱۰۹۶۳۱۴ لیتر مصرف سوخت در محور کرج-چالوس شده است.

واژه‌های کلیدی: سیستم حمل و نقل هوشمند، ترافیک، جاده کرج - چالوس

۱-مقدمه

یکی از مشکلات جوامع امروزی در شهرهای بزرگ، مشکل ترافیک است. وجود ترافیک سنگین و مشکل آفرین در شهرهای بزرگ از رشد فزاینده خودرو و عدم گسترش کافی مسیرها جهت حرکت خودروها ناشی می شود. معضل بزرگ ازدحام ترافیک در مناطق شهری را به طور عمده ناشی از ساختار یا نامناسب بودن خیابان‌های شهر در عدم گنجایش و کشش اتومبیل‌های موجود می‌دانند. اما، واقعیت امر این است که عوامل دیگری مانند تجهیزات و سیستم‌های کنترل ترافیک هستند که در وضعیت ترافیک مؤثرند که درحد خود می‌توانند شرایط مناسب و مطلوب فیزیکی ترافیک را نامناسب یا مشکلات موجود ترافیک را تشدید کنند (ابوالحسن پور، ۱۳۸۷).

از طرف دیگر آلودگی هوا که در اثر آزاد شدن گازهای خروجی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در وسایل نقلیه به هوا حاصل می‌شود و غلظت و اختلاط این مواد آلاینده بستگی به سرعت، شتاب و یا در جا کارکردن وسایط نقلیه دارد. مواد آلاینده که عامل آلودگی هوای شهرها شناخته می‌شوند، عبارتند از مونوکسید کربن (این گازدر غلظت‌های پایین نیز سمی به شمار می‌آید و می‌تواند باعث تهوع، سردرد و سرگیجه شود)؛ اکسیدهای نیتروژن (NOx)؛ هیدروکربن‌ها ؛ ازن و ذرات معلق که شامل ذرات گرد و غبار معلق می‌باشد (وزارت راه و شهرسازی، ۱۳۹۵). به طور کلی، ترافیک مشکل عمده همه گروه‌ها بوده و افزایش کارایی سیستم‌های حمل و نقل موجود هدف اصلی برنامه‌های سیستم هوشمند حمل و نقل در تمام دنیاست. تراکم را می‌توان با مدیریت تقاضا از طریق بهبود کارایی شبکه حمل و نقل با تغییر عادت سفر با اتومبیل شخصی به مسافرت با سایر وسایل نقلیه کاهش داد (ابوالحسن پور، ۱۳۸۷). از اساسی‌ترین زیرساخت‌های لازم برای توسعه صنایع و افزایش سطح رفاه اجتماعی هر کشور، وجود حمل و نقل روان و ایمن در آن کشور بوده (اکبری مطلق و سالاری، ۱۳۹٤) و با گسترش و پیشرفت جوامع بشری، نیازهای جوامع نیز گسترش یافته و بدین ترتیب، نیاز به استفاده از ملزومات و تکنولوژی های روز نیز در هر زمینه، امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. علم حمل و نقل نیز از این امر مستثنی نبوده و در سال‌های اخیر فناوری‌های جدیدی را تحت عنوان سیستم های حمل و نقل هوشمند در سطح جهانی مطرح و اجرا نموده است (یوسف زاده فرد و حسین اسکندانی، ۱۳۸۹). حمل و نقل هوشمند به سیستم‌هایی گفته می‌شود کـه از اطلاعـات، ارتباطـات و فنـاوری کنتـرل اسـتفاده می‌کنند تا به اداره شبکه حمل ونقل کمک کنند. ابزارهای این سیستم هوشمند علاوه بـر بهبـود عملکـرد شـبکه حمل ونقل، برای جلوگیری از اتلاف وقت و حفظ جان انسان‌ها نیز بکار می‌روند و بدین صورت کیفیت زندگی و محیط زیست را بالا برده و باعث رونق بیشتر فعالیت‌های تجاری می‌شوند. ابزارهای حمل ونقل هوشمند باعث صـرفه جـویی در زمان و نجات جان انسان‌ها می‌شوند و کیفیت زندگی و محیط زیست را افزایش داده و بهره وری از فعالیت‌هـای تجاری را بهبود خواهند بخشید (صفری، ۱۳۸۳). سیستم‌های هوشمند در صورت عملکرد صحیح، اعتماد مردم به شبکه حمل و نقل را افزایش داده و به بهینه‌سازی مجموعه، سالانه مقدار قابل توجهی صرفه‌جویی اقتصادی برای مردم و دولت را دربرخواهند داشت (یوسف‌زاده فرد و حسین اسکندانی، ۱۳۸۹). در این رابطه، سیستم هوشمند حمل و نقل می‌تواند نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای آلاینده و گازهای گلخانه‌ای و همچنین کاهش مصرف انرژی داشته باشد. علاوه بر این، اکنون مشاهده می‌شود که سیستم هوشمند حمل و نقل می‌تواند به عنوان چهارمین عامل اصلی، در بهبود بهره وری عملیاتی سیستم حمل و نقل و در نتیجه کاهش کلی انتشار گازهای گلخانه ای به کار گرفته شود (بارث و همکاران، ۲۰۱۵). جاده چالوس، با نام رسمی جاده ۵۹، یکی از مهمترین جاده‌های دسترسی به شمال ایران برای مردم تهران و کرج است که از میان شهر کرج در استان البرز شروع و به شهر چالوس در مازندران وصل می‌شود. آمارهای مربوط به سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای کشور نشان می‌دهد که سالانه بیش از ۲۵ میلیون خودرو تنها از محور کرج – تهران تردد می‌کنند که پنج میلیون از آنها برای رسیدن به شهرهای شمالی کشور ناگزیر به عبور از محور کرج – چالوس هستند. بنابراین زیرساخت‌های این جاده پاسخگوی تردد فعلی نیست، در روزهای تعطیل و ایام سفر، ترافیک سنگین و ساعت‌ها معطل شدن سهم مسافران عبوری از این جاده است، معضلی که راه‌حلی جز یک‌طرفه شدن ندارد، راهکاری که در دل خود هزاران مشکل برای اهالی ٥٦ روستای مستقر در مسیر جاده به همراه داشته است. بنابراین نیاز است تا راهکاری برای کنترل ترافیکی این جاده ارائه شود که از جمله این راهکارها، می‌توان از به کار گیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل یاد نمود. بنابراین بر اساس مطالب بیان شده در فوق در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر به کار گیری سیستم های هوشمند حمل و نقل بر مصرف بنزین در جاده کرج – چالوس پرداخته خواهد شد.

۲- پیشینه تحقیق

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 شهرک‌های جدید الاحداث نقل مکان کنند. از طرفی رشد روز افزون تولیدات خودرویی درکنار توسعه محدود معابر و زیرساخت‌های 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 سوخت‌های 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 پیش بینی نشده، بر جامعه می باشد (شریف طهرانی و همکاران، ۱۳۹۶). در واقع ترافیک یک معضل دامنه دار 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 خدمت رسان 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 تحت الشعاع خود قرار داده است. بطوری که 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 میگیرد. 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 شبکه اینترنت، استفاده از سامانه‌های حمل و نقل هوشمند، گسترش تجارت الکترونیک و ... که همگی بر پایه کامپیوتر و فناوری اطلاعات بنا شده‌اند. یکی از راه حل‌های مشکل ترافیک در همه شهرهای بزرگ دنیا گسترش سیستم‌های هوشمند حمل و نقل است (حسن پور و همکاران، ۱۳۹٤). 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 می شود و به شیوه‌های مختلف حمل و نقل از طریق جاده، راه آهن، 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 استفاده‌کنندگان عمومی بهتر نمود می‌یابد (امینی طوسی و همکاران، ۱۳۹۱). از جمله مزایای به کارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌توان به موارد زیر اشاره داشت. افزایش ظرفیت بهره‌وری از زیرساختارها، انجام خودکار عملیات اطلاعاتی (آمارگیری، اطلاع رسانی، پردازش و انتقال اطلاعات و ...)، بهبود سطح ایمنی و کارایی سیستم‌های حمل ونقل از طریق به کارگیری فناوری‌های نوین الکترونیکی. کاهش نیاز به حضور مستمر و همزمان نیروی انسانی در سطوح عملیاتی، از بین رفتن محدودیت‌های حاصل از به کارگیری سیستم‌های ثابت و با بهره وری پایین، حذف خطاهای انسانی در تهیه، انتقال و پردازش اطلاعات به واسطه استفاده از سیستم‌های هوشمند حمل ونقل. (مومیوند و همکاران، ۱۳۹۸).

معایب به کار گیری سیستم های حمل و نقل هوشمند

امروزه کاربرد سیستم‌های حمل ونقل هوشمند به دلایلی دارای معایب، مشکلات و محدودیت‌هایی است به طور کلی فناوری‌های جدید مانند فناوری اطلاعات و به دنبال آن سیستم‌های حمل و نقل هوشمند برای ایجاد هماهنگی، سرعت در انتقال اطلاعات، کاهش هزینه‌ها و موارد دیگر به وجود آمده‌اند، در حالی که این مهم به ساختار موجود حمل ونقل هر کشوری بستگی دارد. کاربرد یک سیستم هوشمند حمل ونقلی در کشورهای مختلف دارای عملکرد و نتایج متفاوتی است. به همین دلیل، عمده طرح‌هایی که در ایجاد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در کشور تعریف می‌شود با محدودیت‌های زیادی روبه رو است. برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (قدبیک و احسانی فر، ۱۳۹۸).

- عدم وجود یا تطبیق قوانین موجود با به کارگیری تجهیزات نوین
- عدم هماهنگی بین ارگان های مختلف در جهت به کارگیری سیستم‌های حمل ونقل هوشمند.
- هزینه اولیه بالای خرید و راه اندازی این سیستم‌ها
- عدم وجود دانش کافی در کشورها به منظور راه‌اندازی و به کارگیری سیستم‌های حمل ونقل هوشمند و موارد دیگر
- هزینه‌های سنگین احداث و برقراری زیرساخت‌ها (به طور خاص زیرساخت های مخابراتی)
- مشکلات برخی دولت‌ها در تعیین سیاست‌های استفاده از شبکه‌های ماهواره‌ای

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 نظام‌دار و کمی توصیف می‌شود». فکر بنیادی تحلیل محتوا، عبارت است از قراردادن 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 مؤلفه ی 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: خودروهای خروجی و ورودی به محدوده مورد مطالعه(کرج–چالوس) از روستاها و فرعی‌ها نادیده گرفته شده است.

فرضیه دوم: میزان سوخت مصرفی بر اساس زمان سفر برآورد شده است نه بر اساس دور موتور.

فرضیه سوم: توقف و حرکت مجدد خودروها در طول مسیر مورد مطالعه (کرج –چالوس) به هر دلیلی از جمله گردشگری، تصادفات، نحوه رانندگی رانندگان و... نادیده گرفته شده است.

فرضیه چهارم: ساختمان جاده و سایر عوامل مؤثر در سرعت خودروها در طول مسیر یکسان در نظر گرفته شده است. (مانند: شیب، تونل، عرض جاده، علائم رانندگی، نور و ...)

فرضیه پنجم: خودروها یکسان و از یک تیپ در نظر گرفته شده‌اند.

فرضیه ششم: حوادث طبیعی مانند برف، باران، رانش کوه، سیل و ... نادیده گرفته شده است.

فرضیه هفتم: فرمول شیمیایی بنزین، اکتان C_8H_{18} در نظر گرفته شده است.

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 جاده ای 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 ۱ محاسبه می‌کنیم.

(۱)

$$w\ CO_2 = \bar{t}_r . \overline{W_r\ CO_2}$$

که در آن :

$\overline{W_r\ CO_2}$. : 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.

(۲)

$$W_tCO_2 = \sum_{n=1}^{N} n_{rc}\, \overline{t_{rn}}\, \overline{w_{co_2}}$$

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 (شیب ها، پیچ ها 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:

$$V_r = f(N_{rc}, V_z, IN, EX, C_k, R_m, S, H_a, W, C_c, ND, L) \quad (۳)$$

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:

$$V_r = f(N) \quad (۴)$$

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

$$\overline{v_r} = a - bn_{rc} \quad (۵)$$

که درآن $\overline{(\mathrm{Vr})}$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 n_{rc} : *تعداد واقعی* خودروها (داده‌های واقعی موجود در محدوده مورد مطالعه) می‌باشد. بهره‌وری از جاده زمانی ماکزیمم می شود که خودروها بتوانند با بیشترین سرعت از جاده عبور نمایند. به

همین منظور از رابطه $v''_r=\frac{x}{t''_r}$ مقدار سرعت متوسط مورد نظر هر خودرو را محاسبه و سپس با استفاده از رابطه $v''_r=a-bn''_{rc}$ 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.

$$Wt'co2 = w'_t co_2 \sum_{n=1}^{N} n''_{rc}\overline{t'_r}\overline{wco_2} \quad (۶)$$

که در آن :

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

N''_{rc} : تعداد خودروهای بهینه‌ی 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.

$$W'_t co_2 = N\, n''_{rc}\overline{t'_r}\overline{wco_2} \quad (۷)$$

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

(۸ و ۹)

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

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

که در آن:

$\Delta w_t co_2$: 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. 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 در هر ساعت، سرعت متوسط را به متر بر ثانیه و کیلومتر بر ساعت $v=\frac{x}{\bar{t}}$ 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 ۱۱٤ 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 می باشد.

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

و از طرفی معادله واکنش سوختن اکتان:

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

لذا جرم کربن دی اکسید (CO_2) آزاد شده در هر مول اکتان سوزانده شده برابر ۳۵۲ گرم است.

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

جرم آب (H_2O) آزاد شده در هر مول اکتان سوزانده شده برابر ۱٦۲گرم 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 ۱/٤۲۱ می‌باشد.

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

با توجه به اینکه هر لیتر بنزین معادل ۰/۷٤ کیلوگرم می باشد، حال با داشتن نسبت انتشار دی اکسید کربن بر اثر سوختن بنزین که برابر ۳/۰۸۷۷ می باشد، نتیجه می‌گیریم بر اثر سوختن یک گرم بنزین، ۳/۰۹ گرم CO_2 و ۱/٤۲ گرم آب تولید می شود.

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

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

پس می‌توان گفت یک لیتر بنزین پس از سوختن، ۲/۲۳ کیلوگرم CO_2 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 می نماییم. 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 می نماییم که این مقدار برابر ٤٤۰۳۹٤۳ لیتر بنزین و ۱۰۱۲۹۰٦۹ کیلوگرم کربن دی اکسید می‌باشد (جدول ۱).

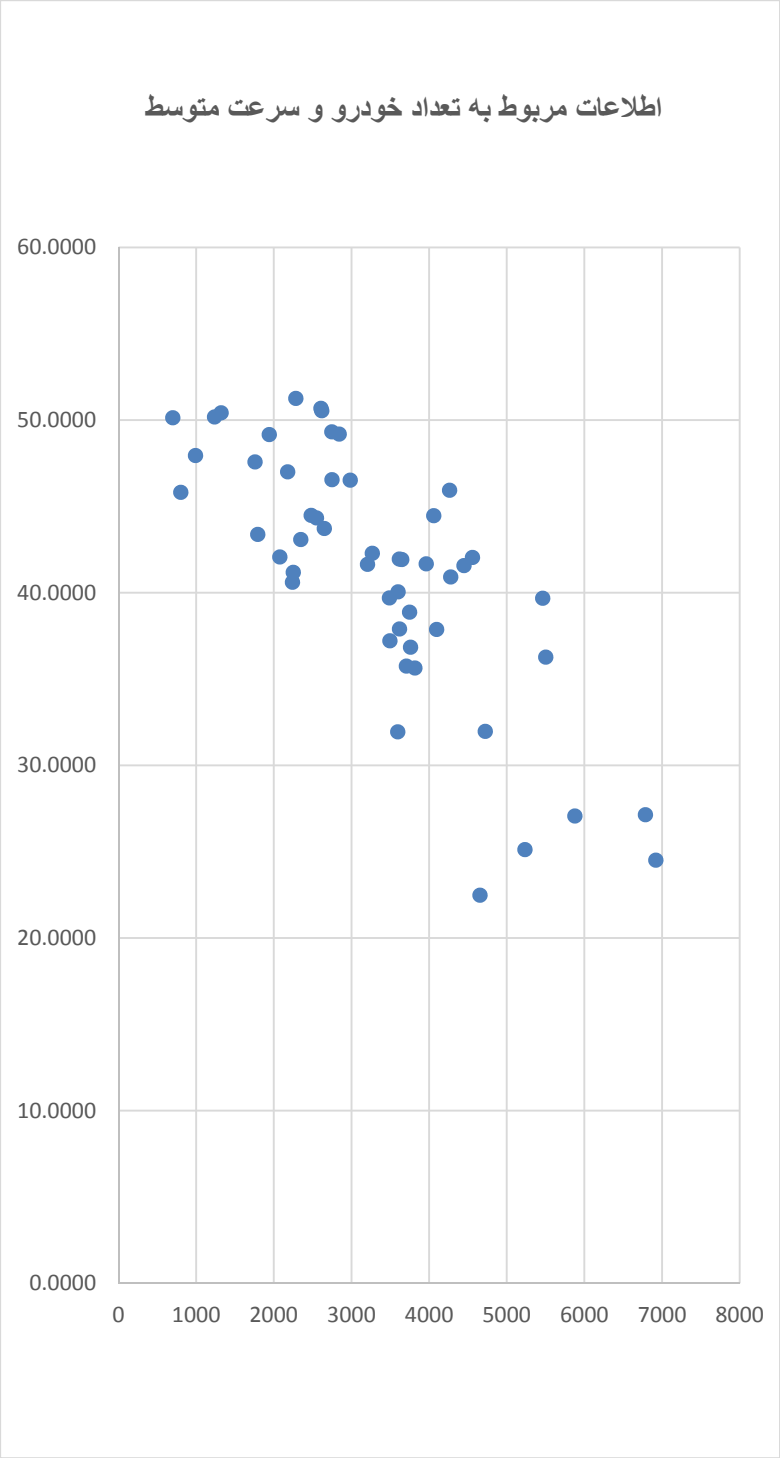
از طرفی با داشتن مقادیر زمان سفر و تعداد کل وسیله نقلیه، متوسط سرعت در هر سفر را برای هر روز محاسبه و برای هر شبانه روز (۲٤ ساعت)، ۵ الی ۷ گروه سفری استخراج می‌گردد. حال برای تخمین مدل اطلاعات استخراج شده جدول (شماره ۲) را به عنوان داده‌های اصلی (جامعه آماری) تحقیق در نظر می‌گیریم.

جدول ۱.

ردیف	روزهای مورد مطالعه	جمع کل بنزین مصرفی در هر روز	رین دی اکسید کل تولیدی در هر روز در وضعیت	تعداد کل خودروها در روز مطالعه
1	دهم	356910	820892	16798
2	دوازدهم	432768	995367	21021
3	سیزدهم	719972	1655937	26340
4	چهاردهم	779838	1793628	24227
5	پانزدهم	684424	1574175	25049
6	هفدهم	449686	1034277	14095
7	بیست و چهارم	488829	1124308	21185
8	سی و یکم	491516	1130486	20907
	جمع کل	4403943	10129069	169622

جدول ۲.

متوسط سرعت وسایل نقلیه در طول مسیر (V)	تعداد کل وسیله نقلیه در طول مسیر (n)
47.0035	2180
50.4226	1323
50.6839	2609
49.3205	2748
41.9538	3618
40.6045	2242
42.0691	2078
50.1800	1238
50.1332	700
51.2521	2284
50.5437	2619
45.9386	4265
41.5671	4450
39.6831	5465
42.0395	4559
44.4630	4062
35.7534	3709
25.1209	5236
36.2709	5504
42.2806	3270
41.6419	3209
35.6402	3818
24.5096	6921
27.1412	6788
39.6952	3491
41.9210	3650
41.6699	3965
31.9661	4725
27.0698	5879
40.9141	4280
44.3350	2550
47.9452	993
45.8181	803
43.3797	1794
41.1843	2251
22.4849	4657
31.9439	3597
44.4809	2482
47.5806	1759
49.1916	2844
40.0500	3601
37.8746	4098
38.8774	3749
43.7196	2652
43.0848	2349
49.1589	1943
46.5153	2986
36.8404	3763
37.2156	3496
37.9029	3620
46.5464	2750



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 وپایه ای برای تبیین روابط بین متغیرهایی است که در پژوهش به کار می‌رود. جدول (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. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

	V	N
Mean	41.28594	3325.922
Median	41.95380	3491.000
Maximum	51.25210	6921.000
Minimum	22.48490	700.0000
Std. Dev.	7.205903	1416.556
Skewness	-0.865954	0.416578
Kurtosis	3.296514	3.051186
Observations	51	51

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	1	-0.7820410026362861
N	-0.7820410026362861	1

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

نتایج نرمال بودن توزیع اجزای اخلال (آماره جارکوبرا)

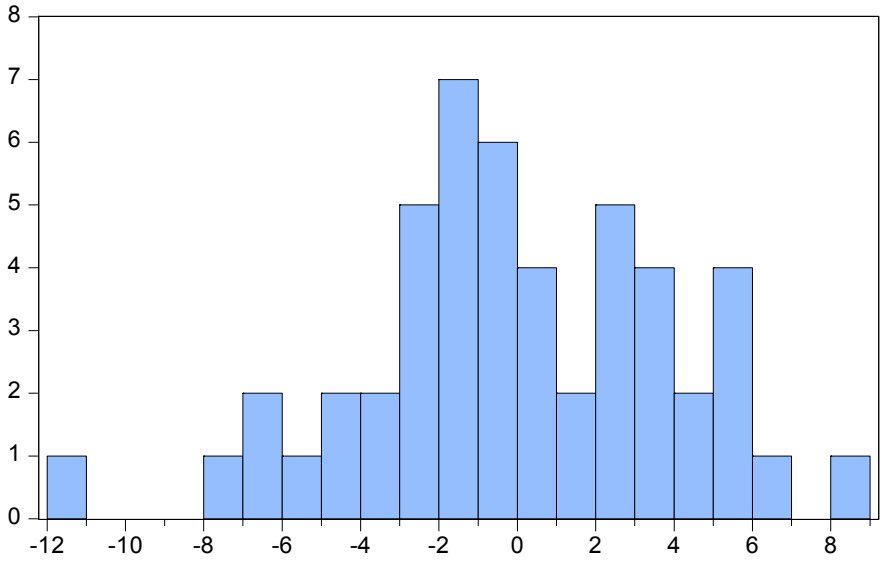
در این آزمون فرضیه صفر و فرضیه مقابل نیز بصورت زیر می‌باشند.

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٪ می‌باشد. 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.



Series: Residuals	
Sample 2 51	
Observations 50	
Mean	1.46e-10
Median	-0.353649
Maximum	8.155559
Minimum	-11.07557
Std. Dev.	3.900608
Skewness	-0.242295
Kurtosis	3.121943
Jarque-Bera	0.520203
Probability	0.770973

نتایج تشخیص استقلال توزیع اجزای اخلال (آزمون خودهمبستگی)مدل

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.672820	Prob. F(2,45)	0.5153
Obs*R-squared	1.451743	Prob. Chi-Square(2)	0.4839

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	-0.710952	2.221825	-0.319985	0.7505
N	0.000211	0.000565	0.373358	0.7106
AR(1)	-0.065383	0.495851	-0.131860	0.8957
RESID(-1)	0.161371	0.507684	0.317857	0.7521
RESID(-2)	-0.126326	0.292419	-0.432004	0.6678

R-squared	0.029035	Mean dependent var	1.46E-10
Adjusted R-squared	-0.057273	S.D. dependent var	3.900608
S.E. of regression	4.010753	Akaike info criterion	5.710475
Sum squared resid	723.8763	Schwarz criterion	5.901677
Log likelihood	-137.7619	Hannan-Quinn criter.	5.783286
F-statistic	0.336410	Durbin-Watson stat	1.984240
Prob(F-statistic)	0.851980		

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

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	1.739073	Prob. F(1,48)	0.1935
Obs*R-squared	1.748196	Prob. Chi-Square(1)	0.1861
Scaled explained SS	1.638889	Prob. Chi-Square(1)	0.2005

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	5.244452	7.950437	0.659643	0.5126
N	0.002886	0.002189	1.318739	0.1935

R-squared	0.034964	Mean dependent var	14.91045
Adjusted R-squared	0.014859	S.D. dependent var	21.94040
S.E. of regression	21.77678	Akaike info criterion	9.038744
Sum squared resid	22762.95	Schwarz criterion	9.115225
Log likelihood	-223.9686	Hannan-Quinn criter.	9.067868
F-statistic	1.739073	Durbin-Watson stat	2.098159
Prob(F-statistic)	0.193514		

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.

نتایج نهایی حاصل از برآورد الگوی پژوهش

Ramsey RESET Test
Equation: FINALEQ01
Specification: V C N AR(1)
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.234781	46	0.8154
F-statistic	0.055122	(1, 46)	0.8154
Likelihood ratio	0.059880	1	0.8067

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	0.892297	1	0.892297
Restricted SSR	745.5224	47	15.86218
Unrestricted SSR	744.6301	46	16.18761
Unrestricted SSR	744.6301	46	16.18761

LR test summary:

	Value	df
Restricted LogL	-138.4985	47
Unrestricted LogL	-138.4685	46

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	50.69162	20.85924	2.430176	0.0191
N	-0.003585	0.002491	-1.439406	0.1568
FITTED^2	0.001458	0.007271	0.200555	0.8419
AR(1)	0.472743	0.254413	1.858170	0.0696

R-squared	0.709459	Mean dependent var	41.17159
Adjusted R-squared	0.690510	S.D. dependent var	7.232166
S.E. of regression	4.023383	Akaike info criterion	5.698742
Sum squared resid	744.6301	Schwarz criterion	5.851704
Log likelihood	-138.4685	Hannan-Quinn criter.	5.756990
F-statistic	37.44174	Durbin-Watson stat	1.860647
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.47

$$V= 62.88127-0.004082N$$

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 فوق‌الذکر ارائه شده است. مقدار آماره F (57.28673) 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 می توان 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 پیک‌های تقاضای سفر پوشش خواهد داد.

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

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

کیلوگرم۲۵۲۱۵۲۲/۳=۷۶۰۷۵۴۶/۷-۱۰۱۲۹۰۶۹ =اختلاف کربن دی اکسید تولیدی

لیتر ۱۰۹۶۳۱۴=۳۳۰۷۶۲۹-۴۴۰۳۹۴۳ =اختلاف بنزین مصرفی

۵- نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی پیامد اقتصادی به کارگیری سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر میزان مصرف بنزین در ایران (مطالعه موردی محور کرج-چالوس) می‌باشد. یافته‌های تحقیق نشان داد که به کارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل منجر به کاهش زمان سفر در محور کرج-چالوس و به تبع آن باعث کاهش مصرف بنزین شده است. نتایج تحقیق نشان داد که به کارگیری سیستم هوشمند حمل و نقل در ۸ روز مورد مطالعه، منجر به کاهش ۱۰۹۶۳۱۴ لیتر مصرف سوخت و در محور کرج-چالوس شده است. در این رابطه استدلال می‌شود که سیستم‌های حمل و نقل هوشمند می‌توانند علاوه بر بهبود ایمنی در جاده‌ها، کاهش تراکم ترافیک و کاهش زمان سفر نقش مهمی در کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی داشته باشد. 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.

٦-مراجع

-ابوالحسن‌پور، امیر (۱۳۸۷). بررسی تأثیر به کارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در روانسازی ترافیک شهر اصفهان. *فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک*، سال ۳، شماره ۸.

-ابوالقاسمی، نرگس و تشکر هاشمی، سید مهدی و حاج هاشمی، الهه (۱۳۹۳). ارائه چهارچوب ارزیابی و اولویت‌بندی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند. مدیریت و تجربیات اجرای پروژه‌های سیستم‌های حمل و نقل هوشمند. *نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده ای.*

-اکبری مطلق، علی و سالاری، سروش (۱۳۹٤). سیستم مدیریت هوشمند ترافیک و اثرات آن بر کنترل ترافیک. سومین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری.

-امینی طوسی، ه و حسین دخت، ح و ضیایی، س.ع. (۱۳۹۱). کاربرد سامانه‌های هوشمند در حمل و نقل عمومی شهری. کنفرانس ملی توسعه پایدار و عمران شهری، *موسسه آموزش عالی دانش پژوهات اصفهان.*

-ابراهیمی، افسانه و فاطمی، مهدی (۱۳۹۸). بررسی عوامل موثر شهر هوشمند بر ایجاد سیستم حمل و نقل پایدار با رویکرداقتصاد سبز. *اولین کنفرانس بین المللی و دومین کنفرانس بین‌المللی به سوی شهرسازی، معماری، عمران و هنر دانش بنیان.*

-تاج الدینی، بهشته (۱۳۹۱). ضرورت به کارگیری سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (سیستم هوشمند حمل و نقل) در حوزه‌ی مدیریت ترافیک شهری. *فصلنامه مهندسی ترافیک*، پیاپی ٤۹.

-سعیدی فرد، آزاده و جهانیان، مجتبی و فریادرس، مسلم (۱۳۹۸). سیستم‌های هوشمند حمل ونقل در مدیریت ترافیک شهری. *هفتمین کنفرانس ملی علوم و مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات.*

-شریف طهرانی، صالح و پورباقر، محمد و حاجی جعفری، محمد (۱۳۹٦). بررسی و تحلیل اثرات اجرای حمل و نقل هوشمند در کارایی سیستم حمل و نقل همگانی شهر مشهد. *فصلنامه علمی جاده*، دوره ۲۵، شماره ۹۰، ٥٦-٤۷.

-جمادی، حسین و جمادی، هادی (۱۳۹۸). بررسی تاثیر سامانه‌های حمل و نقل هوشمند در مدیریت ترافیک. *نخستین کنفرانس ملی جغرافیا و برنامه ریزی شهری و روستایی.*

-حاذقی، مانی و میرزاآقایی، سجاد و رضایی گرگانی، امیررضا و علی میرزایی، مهسا (۱۳۹۷). تحلیل اهمیت نقش سیستم‌های

حمل و نقل هوشمند در توسعه و پایداری حمل و نقل. *کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام.*

-خدابنده‌لو، رضا و کوثری، احمد و گرشاسبی، محمد علی و زهره وند، رضا (۱۳۹۸). بهبود وکنترل ترافیک هوشمند با افزایش خدمات حمل و نقل (سیستم‌های حمل و نقل هوشمند) شهری و برون شهری. ششمین کنفرانس بین المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی با محوریت علم در خدمت توسعه.

-روحانی، احمد (۱۳۸۸). چالش‌ها و چشم اندازهای امنیت راه و ترافیک کشور. *دوماهنامه توسعه انسانی پلیس*، دوره ٦، شماره ۲۲، ۹۱-۵۱.

-رمضان‌زاده، حبیب الله و مولائی، علیرضا و مولائی، علی محمد (۱۳۹٤). حمل و نقل شهری، اثرات و راهکارهای زیست محیطی آن. *دو فصلنامه هنرهای کاربردی*، شماره ٦، بهار و تابستان.

-رضایی‌زاده هروزی، مرتضی و فخاری، مریم (۱۳۹۷). ارزیابی و عملکرد سیستم‌های هوشمند حمل و نقل جاده‌ای. *کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام.*

-ذوقی، حسن و بقال‌نژاد، عبدالصادق و پای وند، مهرداد (۱۳۹۳). آنالیز عملکردی سیستم‌های هوشمند ERP در توسعه صنعت حمل و نقل. *نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای.*

-صفری، سعید (۱۳۸۳). حمل و نقل هوشمند. وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، *گزارش کمیته فنی شماره ۱٦.*

-قدبیک، داریوش و احسانی‌فر، محمد (۱۳۹۸). توسعه و کاربرد مدل چهارچوب ارزیابی مدیریت ترافیک شهری و سیستم‌های حمل و نقل هوشمند. *چهارمین کنفرانس بین المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست.*

-قهرمانلو، امیر، سید حسینی، سید محمد و نادران، علی (۱۳۹٦). تاثیر استفاده از سیستم‌های هوشمند حمل و نقل بر انتشارات آلاینده‌های ترافیکی در محیط زیست کلان شهر تهران. *پنجمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری.*

-قهرمانلو، امیر، سید حسینی، سید محمد و نادران، علی (۱۳۹٦). ارتقای کیفیت محیط زیست کلان شهر تهران با کاهش آلاینده-های ترافیکی CO و CO۲ از طریق بکارگیری تابلوهای پیام رسان متغیر. *پنجمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری.*

-قاسمی نوقایی، مسعود (۱۳۹۳). بررسی تأثیر سیستم‌های حمل و نقل هوشمند بر تصادفات ترافیکی جاده‌ای. *مدیریت هوشمند ایمنی و کنترل ترافیک.*

-کرکه آبادی، زینب و خاتمی، کیانا، احمدزاده، طیبه (۱۳۹٦). بررسی تاثیر نصب سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در کاهش تلفات جاده‌ای مطالعه موردی محور شاهرود - سبزوار. *فصلنامه دانش انتظامی سمنان.*

-مظهری، مهراب (۱۳۹۸). مروری بر بکارگیری سیستم‌های هوشمند حمل ونقل (سیستم‌های حمل و نقل هوشمند). *ششمین کنفرانس ملی فناوری‌های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.*

-گوران، پیام و ندیمی شهرکی، محمد حسین و خدیوی، نسیم (۱۳۹۷). مروری بر انواع روش‌های کنترل هوشمند تطبیقی ترافیک تقاطع ها. *کنگره بین المللی علوم مهندسی و توسعه شهری پایدار دانمارک – کپنهاگ.*

-مومیوند، سیروس و سلیمانی، مرتضی و ویسی، صلاح و علیزاده، هوشمند (۱۳۹۸). بررسی حمل ونقل هوشمند سبز شهری به منظور بازنگری در شیوه حمل ونقل شهر سنندج. *ششمین کنگره ملی عمران، معماری و توسعه شهری.*

-منظور، داود و صفاکیش، محمد کاظم (۱۳۹۰). اثرات سیاست‌های زیست محیطی و اقتصادی بر رفتار حمل و نقل شهری با رویکرد قیاسی – استقرایی: مطالعه موردی شهر تهران. *فصلنامه تحقیقات مدل سازی اقتصادی*، شماره ٤.

-محمدی آذرتکله، قاسم و اسماعیلی، قاسم و حمزه زرقانی، فرج اله (۱۳۹۸). زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری در اجرای سیستم هوشمند حمل و نقل و ترافیک شهری. *نخستین کنفرانس تدبیر علوم کامپیوتر، مهندسی برق، ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران در جهان اسلام.*

-نقوی، رضا و سید حسینی، سید محمد (۱۳۹۰). ارزیابی اقتصادی و فنی کاربرد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در سیستم حمل و نقل شهری. *دهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران.*

-هاشمی، محمودرضا و متولیان، سیدعلیرضا و امانی، الناز (۱۳۹۳). ارائه الگویی برای بهبود در مدیریت نظام حمل و نقل هوشمند کشور. سیاست‌های کلی و راهبردها در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند.

-یوسف‌زاده فرد، میکائیل و حسین اسکندانی، آرمان (۱۳۸۹). حمل و نقل هوشمند و سیستم‌های مدرن کنترلی. *اولین کنفرانس ملی تصادفات و سوانح جاده‌ای و ریلی ایران*، زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زنجان.

-B. McCann (2014). A review of scats operation and deployment in dublin. *In Proceedings of the 19th JCT Traffic Signal Symposium & Exhibition*. JCT Consulting Ltd.

-Lucia Janušová and Silvia Čičmancová (2016). Improving Safety of Transportation by Using Intelligent Transport Systems. *Procedia Engineering*, Vol. 134, 14-22.

-M. S. I. Shafik, (2017). Field Evaluation of Insync Adaptive Traffic Signal Control System in Multiple Environments Using Multiple Approaches.

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

-Martin Luther Mfenjou, Ado Adamou Abba Ari, Wahabou Abdou, Franc¸ois Spies, Kolyang (2018). Methodology and trends for an intelligent transport system in developing countries.

doi.org/10.1016/j.suscom.2018.08.002

-Priyan Malarvizhi Kumar and Usha Devi G and Gunasekaran Manogaran and Revathi Sundarasekar and Naveen Chilam kurti and Ramachandran Varatharajan (2018). Ant colony optimization algorithm with Internet of Vehicles for intelligent traffic control system, *Computer Networks*. Vol. 144, 24 October, 154-162.

-Sangmin Lee and Younghoon Kim and Hyungu Kahng and Soon-Kyo Lee and Seokhyun Chung and Taesu Cheong and Keeyong Shin and Jeehyuk Park and Seoung Bum Kim, (2020). Intelligent traffic control for autonomous vehicle systems based on machine learning. *Expert Systems with Applications,* Vol. 144, 15 April 113074.

-Sergei Korjagin and Pavel Klachek (2017). Innovative Development of Intelligent.

-R. K. Abushehab, B. K. Abdalhaq, and B. Sartawi (2014). Genetic vs. particle swarm optimization techniques for traffic light signals timing.

-Transport Systems Based on Biocybernetical Vehicle Control Systems (2017). 12th International Conference. Organization and Traffic Safety Management in large cities. SPbOTSIC-2016, 28-30 September 2016, St. Petersburg, Russia, *Transportation Research Procedia 20*. 326 – 333.

-Susan Grant- Mullera and Mark Usher (2014). Intelligent Transport Systems: The propensity for environmental and economic benefITS. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 82, February, 149-166.

-Xiaomeng Chang, Bi Yu Chen, Qingquan Li, Xiaohui Cui, Luliang Tang, and Cheng Liu (2013). Estimating Real-Time Traffic Carbon Dioxide Emissions Based on Intelligent Transportation System Technologies. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. Vol. 14, No. 1, March.

-Xiao Zhengxing and Jiang Qing and Nie Zhe and Wang Rujing and Zhang Zhengyong and Huang He and Sun Bingyu and Wang Liusan and Wei Yuanyuan (2020). Research on intelligent traffic light control system based on dynamic Bayesian reasoning. *Computers & Electrical Engineering,* Vol. 84, June, 106635.

-Y. Zhao, H. Gao, S. Wang and F. Y. Wang (2017). A Novel Approach for Traffic Signal Control: A Recommendation Perspective. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine,* Vol. 9, No. 3, 127-135.

Assessing the Economic Impact of Using ITSs on Gasoline Consumption in Iran (Case Study: Karaj-Chalous Axis)

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.
Majid Ahmadian, Professor, Department of Economic, Tehran University, Tehran, Iran.

E-mail: samaviir@gmail.com

Received: June 2024- Accepted: September 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.

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