

## بررسی اثر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر تقاضای حمل و نقل

### در ایران مطالعه‌ی بین استانی

یوسف عیسی‌زاده روشن (مسئول مکاتبات)، استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

**E-mail: y.eisazadeh@umz.ac.ir**

زهرا میلا علمی، استاد گروه اقتصاد دانشگاه مازندران، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

فاطمه بخشی گالشکلایی، کارشناسی ارشد، اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۱

دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۷

#### چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی اثر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای حمل و نقل در استان‌های ایران است. به همین منظور، با جمع‌آوری اطلاعات و آمارهای مورد نیاز طی دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ و با استفاده از الگوی گشتاورهای تعمیم یافته، نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای حمل و نقل در استان‌های ایران به بوته آزمون و بررسی گذاشته شد. از نسبت متوسط هزینه‌ی خانوار در بخش حمل و نقل به متوسط هزینه خانوار در بخش غیرخوراکی به عنوان تقاضای حمل و نقل و از شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات، تعداد کاربران اینترنت، تعداد مشترکین تلفن همراه و تعداد مشترکین تلفن ثابت برای فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این است که کشش قیمتی تقاضای حمل و نقل کوچک‌تر از واحد بوده و از لحاظ درآمدی مثبت و کم‌کشش می‌باشد. همچنین با پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات تقاضای حمل و نقل بین استانی افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، تقاضای حمل و نقل، روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)

## ۱. مقدمه

صنعت حمل و نقل در ایران از چالش‌های متعددی رنج می‌برد. بعنوان مثال در حمل و نقل جاده‌ای عدم تعادل در برخورداری از دسترسی به شبکه حمل و نقل جاده‌ای در شرق و جنوب کشور، عدم اتصال همه مراکز استان‌ها و شهرستانها به شبکه بزرگراهی، عدم تعادل در توزیع شرکت‌های حمل و نقل کالا، عدم استقبال سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی برای سرمایه‌گذاری، عدم وجود ثبات در نرخ حمل و نقل به دلیل سنت توافق بین صاحبان کالا، شرکت‌های حمل و نقلی و رانندگان کامیون، بالا بودن قیمت کامیون و افزایش هزینه نگهداری ناوگان نظیر لاستیک، لوازم یدکی، روغن و ... ، عدم اصلاح بموقع قوانین متناسب با نیاز روز صنعت حمل و نقل و تأخیر در تغییر و تحولات، عدم تخصیص به موقع بودجه چالش‌هایی است که ماهیت این صنعت را در معرض خطر قرار داده است.

در نیم قرن گذشته فرض بر این بود که فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICTs) شیوه حمل و نقل جدیدی است که جایگزین سیستم حمل و نقل فیزیکی می‌شود. اگرچه برخی از فعالیتهای فیزیکی با فعالیتهای مجازی جایگزین شده و سفرهای فیزیکی را از بین برده است، اما بیشترین تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل تغییر فعالیتهای و نحوه استفاده از سیستم حمل و نقل فیزیکی است تا جایگزینی آن. ICT ها به طور مستقیم از طریق سیستم حمل و نقل هوشمند (ITS) (سیستم‌های اطلاعاتی هوشمند) و به طور غیر مستقیم از طریق اصلاح رفتار، سیستم حمل و نقل فیزیکی را بهبود می‌بخشند (و در نتیجه ممکن است استفاده از آن را افزایش دهند)، باعث کاهش محدودیت‌های فضا-زمان، امکان تنظیم مسیرهای سفر و زمان سفر، و امکان تجزیه فعالیت‌ها و چند وظیفه‌ای در سفر را فراهم می‌کند. چنین تعدیلاتی بر کاربرد سفر و رفاه کاربران سیستم حمل و نقل تأثیر می‌گذارد.

[GalitCohen-Blankshtain, 2021]

فراهم ساختن زیرساختهای کارآ و کم هزینه به طور خاص زیرساختهای حمل و نقل برای رشد اقتصادی ضروری است. حمل و نقل علاوه بر اینکه در فرآیند رشد اقتصادی، نقش بسیار مهم و تأثیرگذاری دارد، خود نیز از فرآیند رشد و توسعه اقتصادی تأثیرپذیر است. از سوی دیگر، با افزایش رشد اقتصادی، نیاز به افزایش حمل و نقل برای مازاد ایجاد شده تولید وجود خواهد داشت.

توجه ویژه‌ای به موضوع فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاربرد آن در زمینه‌های متعدد در سطح بین‌المللی صورت گرفته است و تحقیقات زیادی نیز در زمینه کاربرد این فناوری در ساماندهی سفرها انجام شده است، برای نمونه ویلر و یوکو در سال ۲۰۰۰ میلادی با نگاهی منطقه‌ای، به بیان خصوصیات شهرهای آینده در عصر فناوری ICT به طرح مباحثی چون زیرساخت‌های برنامه‌ریزی و اداره امور شهرهای مجازی پرداخته‌اند [Wheeler and Yuko, 2000]. استوبه در سال ۲۰۰۲ در پژوهشی در چند کشور اروپایی الگوهای کاربردی مناسبی را در زمینه کاربردهای ICT در بهبود تردهای شهری ارائه می‌دهد [Stobbe, 2000]. گیاناپولوس در سال ۲۰۰۴ الگویی بسیار کلی در رابطه با کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش حمل و نقل ارائه کرده است [Giannopoulos, 2004].

در اسناد بالا دستی، در بخش حمل و نقل بر «استفاده از فناوری‌های نوین»، «گردش اطلاعات بخش حمل و نقل به صورت الکترونیک» و «ایجاد شبکه و پایگاه اطلاعات حمل و نقل ترانزیت بین دستگاه‌های ذی‌ربط» تأکید شده است. این مهم، نشان دهنده‌ی جایگاه توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات در ارتقای بخش حمل و نقل به عنوان پیشاهنگ توسعه‌ی سایر بخش‌ها و اقتصاد ملی است.

مطالعات نظری و تجربی نشان می‌دهد توسعه اقتصادی وابستگی شدیدی با کیفیت زیرساخت‌های حمل و نقل دارد. بنابراین، بررسی عوامل تأثیرگذار بر توسعه و بهبود بخش حمل و نقل ضروری به نظر می‌رسد. از جمله موارد تأثیرگذار بر صنعت حمل و نقل اعم از دریایی، هوایی، ریلی و جاده‌ای می‌توان به اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات اشاره کرد. مهم‌ترین اثر فناوری و ارتباطات در بخش حمل و نقل، کاهش مسافت‌های درون شهری و بین شهری، سرعت ارائه خدمات، کاهش مشکلات زیست محیطی را می‌توان نام برد. مساله اصلی در این تحقیق پاسخ به این پرسش است که توسعه فناوری و ارتباطات (ICT) بر تقاضای بخش حمل و نقل در استان‌های ایران چه اثری دارد؟

## ۲. ادبیات موضوع

### ۲-۱ مدل سازی تقاضای حمل و نقل

مطالعات مربوط به مدل سازی تقاضای حمل و نقل به پنج گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول مطالعات بر اساس مدل برنامه ریزی خطی<sup>۱</sup> است. در این روش، بیشتر به مطالعه مبدأ-مقصد<sup>۲</sup> پرداخته شده و ویژگی‌های مبادی و مقاصد انتخاب شده مورد توجه واقع می‌شود. گروه دوم، مطالعات بر اساس مدل‌های بدون مبانی نظری<sup>۳</sup> بوده است. در این روش، بدون توجه به متون نظری صرفاً بر اساس آمار و اطلاعات موجود اقدام به مدل سازی و برآورد میزان تقاضای موجود می‌شود. گروه سوم، مطالعات بر اساس مدل‌های انتخاب است. این مدل‌ها خود به دو دسته مدل‌های انتخاب تجمیعی و مدل‌های انتخاب غیرتجمیعی تقسیم می‌شوند. مدل‌های انتخاب تجمیعی بر اساس مطالعات فنی بوده و بیشتر بحث ترافیک در شیوه‌های مختلف حمل و نقل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مدل‌های انتخاب غیرتجمیعی بر اساس تابع احتمالات تصمیم‌گیری افراد در مورد انتخاب شیوه حمل و نقل از روی ویژگی‌های حمل و نقل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

گروه چهارم، مطالعات بر اساس مدل‌های استخراج شده از نظریه خرد اقتصادی است. این شیوه مدل‌سازی تقاضا به سه گروه مدل‌های تقاضای استخراج شده بر اساس دیدگاه مارشالی، مدل‌های کلان تقاضا و مدل‌های تقاضای مبتنی بر رهیافت سیستمی تقسیم می‌شوند. از جمله مطالعات مبتنی بر تقاضای مارشالی که در زمینه تقاضا برای حمل و نقل از طریق تقاضای مسافرت در جهان صورت گرفته می‌توان به مطالعه دوانی<sup>۴</sup> (۱۹۷۴)، وندرسون و کراس<sup>۵</sup> (۱۹۷۸)، آیپولیو<sup>۶</sup> (۱۹۸۱) آبراهام<sup>۷</sup> (۱۹۸۳) اشاره کرد. هم‌چنین، اغلب کارهای انجام شده در خصوص حمل و نقل برون شهری و در چهار مدل حمل و نقل دریایی، هوایی، جاده‌ای و ریلی بوده است. کاربردهایی از مدل‌های کلان توسط براون و اتکسین<sup>۸</sup> (۱۹۶۸)، یانگ<sup>۹</sup> (۱۹۷۵)، لاوله<sup>۱۰</sup> (۱۹۷۵)، اوریل<sup>۱۱</sup> (۱۹۸۱) و کانافانی<sup>۱۲</sup> (۱۹۸۳) بسط یافته است.

از ابتدایی‌ترین مدل‌هایی که در زمینه سیستم‌های تقاضا وجود دارد، سیستم مخارج خطی است که نخستین بار توسط استون و جری پیشنهاد شد [Stone and Jerry, 1954]. در ادامه این مدل، هاتاگر سیستم تقاضای لگاریتمی غیرمستقیم را ارائه نمود [Houthakker, 1960]. تایل سیستم تقاضای روتردام را مطرح کرد [Theil, 1965]. به دنبال مقاله دایورت<sup>۱۳</sup> شکل‌های تبعی انعطاف‌پذیر سیستم‌های تقاضا مطرح شد. دیتون و مالبوئر سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل را پیشنهاد کردند [Deaton and Muellbur, 1980] که ملینا<sup>۱۴</sup> با استفاده از این مدل تقاضای حمل و نقل اسپانیا را در دوره ۱۹۶۴-۱۹۸۹ برآورد نموده است. دریل و کلر<sup>۱۵</sup> از اداره مرکزی آمار هلند برای نخستین بار یک مدل ترکیبی از سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل و سیستم تقاضای روتردام ارائه کردند که به سیستم تقاضای CBS مشهور است. مدل ترکیبی دیگری توسط نوس<sup>۱۶</sup> در سال ۱۹۸۷ پیشنهاد شد که به مدل NBR مشهور است. در اقتصاد ایران نیز این مدل‌ها به صورت موردی

تصادف ب) کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری ج) کاهش مصرف سوخت؛

۴- کاهش آلودگی‌های زیست محیطی

۵- افزایش رضایت کاربران.

تجربه سایر جوامع در پیاده سازی فناوری اطلاعات و ارتباطات در شهرها، نتایجی بسیار مطلوب به همراه داشته است. هم اکنون این فناوری سفرهای الکترونیکی را جایگزین سفرهای فیزیکی درون شهری کرده است و برخی کشورها با همین جایگزینی شبکه‌ها و شاهراه‌های اطلاعاتی، میلیون‌ها دلار در ساخت بزرگ راه‌ها و معابر جدید صرفه‌جویی می‌کنند (کارگری و خادمی زارع، ۱۳۸۶).

مواردی که تا کنون بیان شد، تنها اثرات مستقیم و کلی است که در پی کاربرد این فناوری در بهبود سفرهای شهری ایجاد می‌شود. گاهی نتایج پیاده‌سازی این فناوری توسعه می‌یابد که در نحوه کاربری شهری به صورت فراگیر تأثیرگذار می‌شود. برای مثال زمانی که تعداد سفرهای کاری هفتگی به شکل قابل توجهی کاهش یابد و شهروندان بتوانند خانه‌هایی در نواحی پیرامونی شهرها بخرند که مناسب و ارزان قیمت‌تر از مراکز شهری هستند، موجی از حاشیه‌نشینی در اطراف شهر ایجاد می‌شود (Hjorthol, 2002).

## ۳-۲ کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در

### مدیریت تقاضای سفر شهری

یکی از جنبه‌های کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای مدیریت ترافیک شهری، کاربرد این فناوری، در مدیریت تقاضای سفرهای شهری است. فناوری‌های ارتباطی با هدف جایگزینی سفر با ارتباطات از طریق روش‌هایی نظیر خرید از راه دور (دور خرید) یا کار از راه دور (دورکاری) و یا استفاده از شبکه‌های رایانه‌ای برای ارائه برخی خدمات شهری، علاوه بر نتایج مستقیم حمل‌ونقلی چون کاهش مصرف انرژی و آلودگی هوا، تقویت مبانی اجتماعی و تغییر سبک زندگی را در پی دارد. در این راستا دو محور اصلی در مدیریت تقاضای

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره سوم (۵۲) / بهار ۱۴۰۱

بررسی شده اند که از آن جمله می‌توان به مطالعه خسروی‌نژاد (۱۳۶۹)، صمیمی‌فر (۱۳۷۲)، عدیوی (۱۳۷۲)، عبدلی (۱۳۷۵)، پناهی (۱۳۷۷) و محمدزاده (۱۳۸۲)، اشاره کرد.

پنجمین گروه، مطالعات مبتنی بر مدل‌های زوج شهری است. ساختار کلی این مدل‌ها از نوع جاذبه‌ای است. در مدل جاذبه تقاضای حمل‌ونقل فرض می‌شود که سفر بین دو شهر مستقیم متناسب با جمعیت آنها و به طور معکوس متناسب با مسافت بین آنهاست که در قالب رابطه (۱) خواهد بود:

$$T_{ij} = a \left( \frac{M_i M_j}{d_{ij}} \right) \quad (1)$$

که در آن،  $T_{ij}$  بیانگر حجم ترافیک بین دو شهر،  $M_i$  و  $M_j$  جمعیت بین دو شهر و  $d_{ij}$  فاصله بین دو شهر است. بر همین اساس مدل‌های تعمیم یافته‌تری توسط کوانت<sup>۱۷</sup> ارائه شده که علاوه بر متغیرهای جمعیت و فاصله بین شهرها متغیرهای دیگری مانند درآمد، اشتغال، هزینه سفر و تسهیلات طرف عرضه خدمات حمل‌ونقل را نیز وارد مدل کرده است.

## ۲-۲ کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در

### بهبود تردهای شهری

اگرچه کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات جایجایی و سفرها را در شهرها حذف نخواهد کرد، اما به کارگیری این فناوری در بهبود عبور و مرور درون شهری فواید قابل توجهی را به همراه داشته است. از اهداف و نتایج اصلی این فناوری که می‌توان برای آنها شاخص‌های ارزیابی قابل محاسبه تعیین کرد عبارت اند از:

۱- ایمنی که به دو بخش کاهش وقوع تصادف و کاهش تعداد کشته و مجروح تقسیم می‌گردد؛

۲- سهولت در تردها که برای ارزیابی آن دو شاخص زمان تأخیر و زمان سفر قابل محاسبه است؛

۳- کاهش هزینه‌ها که به طور عمده در سه مورد قابل ملاحظه است: الف) کاهش هزینه‌ها و خسارات ناشی از

نتیجه نیاز به فناوری اطلاعات و ارتباطات جهت پردازش خدمات مربوط به حمل و نقل را افزایش خواهد داد.

### ۳. مروری بر مطالعات پیشین

#### ۳-۱ پژوهش‌های خارجی

گوآی لی<sup>۲۰</sup> (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان "توسعه سیستم حمل و نقل لجستیک با زنجیره سرد بر اساس شبکه G5 و اینترنت اشیاء"، بیان نمود که برای توسعه حمل و نقل مواد غذایی و جلوگیری از فاسد شدن آنها، بر اساس چاقوب فناوری انتقال در یک مدل بهینه سازی اینترنت اشیاء، نظارت بر دمای انجماد و رد یابی منظم از راه دور مکان های کانتینر های حمل بار مورد نیاز می باشد.

تسان-مینگ چوی<sup>۲۱</sup> (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان "سیستم عامل های لجستیک مبتنی بر اینترنت برای سیستم های پاسخ سریع مد در عصر دیجیتال"، بیان نمود که سیستم های پاسخ سریع (QR) اطلاعات بازار را می تواند با استفاده از فناوری های دیجیتال برای بهبود پیش بینی تقاضا بدست آورد. این تصمیمات مربوط به سفارش و انتخاب حالت حمل و نقل را افزایش می دهد. برای پیاده سازی سیستم پاسخ سریع (QR) نیاز به در دسترس بودن گزینه مناسب لجستیک (مانند حالت حمل و نقل) و ظرفیت مورد نیاز لجستیکی آینده است.

ابای تاب اوگو و همکاران<sup>۲۳</sup> (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان "پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات و حمل و نقل هوایی در نیجریه"، به روش مطالعات موردی چندقطبی به این نتیجه رسیدند که فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث امنیت و افزایش کارایی حمل و نقل هوایی شده و یک رابطه معکوس بین توسعه ICT و تقاضای حمل و نقل هوایی وجود دارد.

لابدویکس و یوربانک<sup>۲۴</sup> (۲۰۱۷) تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای حمل و نقل در کشورهای عضو اتحادیه اروپا را طی بازه‌ی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ و به روش مطالعه‌ی اکتشافی بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که در

سفرهای شهری که به تازگی مد نظر کارشناسان قرار گرفته است، شامل این موارد می باشد:

- سیستم‌های پیشرفته اطلاع رسانی مسافر<sup>۱۸</sup> (تغییر و جابجایی تقاضای سفر از جمله تغییر زمان شروع سفر، تغییر مقصد سفر، تغییر وسایل سفر، تغییر مسیر سفر از طریق اطلاع رسانی به متقاضیان)
- دورپیمایی<sup>۱۹</sup> (که انجام تمام امور از جمله پزشکی، آموزش، کار، خرید و ... را از راه دور بدون مراجعه حضوری به مرکز خدمات و کالا شامل می گردد [Rotach, Keller, 1990])

طبق بررسی‌های صورت گرفته، در بیشتر موارد، بیش از ۷۰ درصد از سفرهای درون شهری جهت کسب اطلاع و انجام امور ساده‌ای چون پرداخت قبوض، عوارض، مالیات، ثبت نام، خرید ملزومات و موارد بسیاری از این دست صورت می‌گیرد (کارگری و خادمی زارع، ۱۳۸۶)، که با اقدامات مدیریتی می‌توان تقاضای مربوط به این گونه سفرها با روش‌های مجازی پوشش داد و سفرهای موجود را به سمت سفرهای ضروری‌تر سوق داد.

#### ۲-۴ کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در

##### مدیریت تقاضای بین شهری و بین استانی

کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در ارتباط با حمل و نقل بین شهری و بین استانی از دو منظر قابل بررسی است: یکی از منظر حمل بار دیگری از منظر جابجایی مسافر. با توجه به مزایای حاصل از بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل فرآیند انجام داد و ستد از طریق کاهش زمان و هزینه های رید و فروش کالا و خدمات، کاهش خطا های اداری، بهبود فرآیند پرداخت و مدیریت بهتر اطلاعات، حمل بار افزایش خواهد یافت اما تقاضای سفر را در مجموع کاهش خواهد داد. سیستم های تحویل بهنگام موجب تغییراتی در حجم بار و تعداد سفر ها می شود. این تغییرات تقاضای حمل و نقل را بالا برده و در

بخش حمل‌ونقل این کشورها افزایش می‌دهد و در کشورهای OPEC سبب کاهش شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل می‌شود.

محمدی و همکاران (۱۳۹۰) نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات را در کاهش تقاضای سفرهای شهری مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها با بیان اینکه امروزه فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان عمده‌ترین محور تحول و توسعه در جهان مطرح شده است، نشان داده‌اند بین سواد و آگاهی شهروندان (مطالعه‌ی موردی شهر شیراز) با کاهش تقاضای سفرهای شهری رابطه‌ی معناداری وجود دارد.

صالحی دقیانی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله‌ی با عنوان تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر صنعت حمل و نقل در ایران، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر جنبه‌های مختلف مدیریتی فنی مالی و انسانی سازمان‌های حمل و نقل را از طریق نظر سنجی از خبرگان مورد بررسی قرار داده و متغیرهای تأثیرگذار از اجرای طرح جامع سیستم‌های هوشمند در صنعت حمل و نقل را مشخص نمودند.

لیلا سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) در مقاله‌ی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در کاهش تقاضای سفرهای شهری را بررسی نمودند و با تحقیق میدانی نشان دادند کاهش تقاضای سفرهای شهری در اصفهان با حذف سفرهای غیرضروری و جایگزینی آن با شیوه‌های مجازی امکان‌پذیر خواهد بود. همچنین تقویت زیرساخت‌های حیاتی چون زیرساخت‌های فرهنگی در افزایش موفقیت کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در شهر اصفهان موثر می‌باشد.

نوآوری این تحقیق را می‌توان در چند مورد بیان نمود. اول اینکه در تحقیقات انجام شده قبلی عمدتاً مطالعه بین‌کشوری بوده و اندک مطالعات داخلی به اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر سفرهای درون‌شهری پرداخته‌اند. در صورتی که در این مطالعه تقاضای حمل و نقل بین استانها مورد تأکید قرار گرفت. دوم اینکه تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای

اکثر موارد در کشورهای توسعه‌یافته‌ی مورد مطالعه با پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات سهم حمل‌ونقل در تولید ناخالص داخلی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

دنیل اسنیلن و همکاران<sup>۲۵</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با روش پژوهش نظری با عنوان فناوری اطلاعات و ارتباطات، حمل‌ونقل و جابجایی، نشان دادند که ایجاد تحولات جدید در سیستم حمل‌ونقل در نتیجه انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات لازم است. در این پژوهش تغییر ذهن سیاست‌گذار، عدالت اجتماعی در توزیع و استفاده از اینترنت از چالش‌های عمده‌ی پیش‌روی ایجاد تحولات در سیستم حمل‌ونقل در اثر انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات به شمار می‌روند.

مایریم بریس و همکاران<sup>۲۶</sup> (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «چه رابطه‌ای بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و مخارج حمل و نقل خانوارها وجود دارد؟»، با استفاده از داده‌های مقطعی ۳۳ کشور برای سال ۲۰۱۰ و با استفاده از روش  $\log\text{-}\log$  framework نشان دادند که کشش مخارج حمل و نقل خانوارها نسبت به مصرف اینترنت پرسرعت خانگی منفی است.

آرینا هریس و همکاران<sup>۲۷</sup> (۲۰۱۵) در مقاله‌ای تحت عنوان فناوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه حمل و نقل و ترافیک چندمنظوره: پتانسیل آزادسازی برای آینده، از طریق بررسی داده‌های مقطعی ۳۳ پروژه‌ی بزرگ در اتحادیه‌ی اروپا نشان دادند که فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث کاهش ترافیک می‌گردد.

### ۲-۳ پژوهش‌های داخلی

قاسمی و محمدخان‌پور اردبیل (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل پرداختند. آن‌ها با بیان اینکه تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر زندگی افراد از جنبه‌های مختلفی قابل بررسی است، نشان دادند در کشورهای OECD فناوری اطلاعات و ارتباطات شدت مصرف فرآورده‌های نفتی را در

با دیفرانسیل کامل از معادله (۲) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} dTPONFC_{it} &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial TPONFC_{it-1}} \cdot dTPONFC_{it-1} \\ &+ \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial P_{it}} \cdot dP_{it} + \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial Y_{it}} \cdot dY_{it} \\ &+ \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial ICT_{it}} \cdot dICT_{it} \\ &+ \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial POP_{it}} \cdot dPOP_{it} \end{aligned} \quad (۳)$$

اگر طرفین معادله (۳) را بر  $TPONFC_{it}$  تقسیم کنیم رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\begin{aligned} \frac{dTPONFC_{it}}{TPONFC_{it}} &= \left( \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial TPONFC_{it-1}} \cdot \frac{TPONFC_{it-1}}{TPONFC_{it}} \right) \cdot \frac{dTPONFC_{it-1}}{TPONFC_{it-1}} \\ &+ \left( \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial P_{it}} \cdot \frac{P_{it}}{TPONFC_{it}} \right) \cdot \frac{dP_{it}}{P_{it}} \\ &+ \left( \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial Y_{it}} \cdot \frac{Y_{it}}{TPONFC_{it}} \right) \cdot \frac{dY_{it}}{Y_{it}} \\ &+ \left( \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial ICT_{it}} \cdot \frac{ICT_{it}}{TPONFC_{it}} \right) \cdot \frac{dICT_{it}}{ICT_{it}} \\ &+ \left( \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial POP_{it}} \cdot \frac{POP_{it}}{TPONFC_{it}} \right) \cdot \frac{dPOP_{it}}{POP_{it}} \end{aligned} \quad (۴)$$

عبارت‌های داخل پرانتز در معادله (۴) نشان دهنده کشش (درصد تغییرات متغیر وابسته به درصد تغییرات متغیر مستقل)

هستند یعنی:

$$\begin{aligned} \mu_{TPONFC_{it-1}} &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial TPONFC_{it-1}} \cdot \frac{TPONFC_{it-1}}{TPONFC_{it}} && \text{کشش تقاضای حمل و نقل} \\ &&& \text{نسبت به تقاضای حمل و نقل دوره قبل} \\ \mu_P &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial P_{it}} \cdot \frac{P_{it}}{TPONFC_{it}} && \text{کشش تقاضای حمل و نقل} \\ &&& \text{نسبت به قیمت بخش حمل و نقل} \\ \mu_Y &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial Y_{it}} \cdot \frac{Y_{it}}{TPONFC_{it}} && \text{کشش تقاضای حمل و نقل} \\ &&& \text{نسبت به درآمد} \\ \mu_{ICT} &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial ICT_{it}} \cdot \frac{ICT_{it}}{TPONFC_{it}} && \text{کشش تقاضای حمل و نقل} \\ &&& \text{نسبت به ICT} \\ \mu_{POP} &= \frac{\partial TPONFC_{it}}{\partial POP_{it}} \cdot \frac{POP_{it}}{TPONFC_{it}} && \text{کشش تقاضای حمل و نقل} \\ &&& \text{نسبت به جمعیت} \end{aligned}$$

از سوی دیگر طرف اول معادله (۴) نرخ رشد تقاضای حمل و نقل و در طرف دوم نرخ رشد متغیرهای توضیحی می‌باشند. با توجه به روابط فوق و توضیحات ارائه شده می‌توان معادله (۴) را به صورت (۵) بازنویسی کرد:

حمل و نقل از سه منظر زیر ساخت، دسترسی، بهره‌مندی مورد توجه قرار گرفته است. سوم و مهمتر اینکه از نسبت متوسط هزینه خانوار در بخش حمل و نقل به متوسط هزینه خانوار در بخش غیر خوراکی در استان های کشور که نشان دهنده تقاضای واقعی حمل و نقل بین استانهاست استفاده شده است.

#### ۴. روش شناسی تحقیق

##### ۴-۱ معرفی مدل و توصیف متغیرها

با توجه به مبانی نظری و تجربی برای سنجش اثر توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات یا به اختصار فاوا (ICT) بر تقاضای حمل و نقل بین استانی در کشور ایران مدل (۲) در نظر گرفته شده است. این مدل برگرفته از مقاله فیتزوری و اسمیت<sup>۲۸</sup> (۱۹۹۸) در بررسی تطبیقی تابع تقاضای حمل مسافر برای ۱۴ کشور اروپای غربی است که پس از تعدیل در خصوص کشور ایران به صورت زیر ارائه گردید:

$$TPONFC_{it} = f(TPONFC_{it-1}, P_{it}, Y_{it}, ICT_{it}, POP_{it}) \quad (۲)$$

$$\begin{aligned}
 GTPONFC_{it} = & \mu_{TPONFC_{it-1}} GTPONFC_{it-1} \\
 & + \mu_P \cdot GP_{it} + \mu_Y \cdot GY_{it} \\
 & + \mu_{ICT} \cdot GICT_{it} \\
 & + \mu_{POP} \cdot GPOP_{it}
 \end{aligned} \quad (5)$$

حال اگر به رابطه (5) مقدار  $\alpha$  را به عنوان عرض از مبدا و  $u_{it}$  را به عنوان جمله اختلال اضافه شود، رابطه (6) به عنوان معادله نهایی جهت برآورد به دست می آید.

$$\begin{aligned}
 GTPONFC_{it} \\
 = & \alpha + \mu_{TPONFC_{it-1}} GTPONFC_{it-1} + \mu_P \cdot GP_{it} \\
 & + \mu_Y \cdot GY_{it} + \mu_{ICT} \cdot GICT_{it} + \mu_{POP} \cdot GPOP_{it} \\
 & + u_{it} \\
 U_{it} = & \alpha_i + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \quad (6)$$

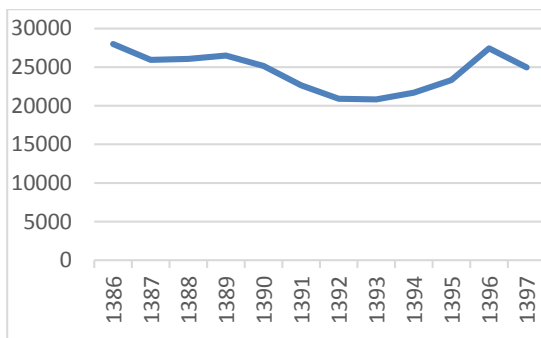
$\alpha_i$  بیانگر اثرات خاص مقاطع بوده که شامل متغیرهای مشاهده نشده و غیرقابل اندازه گیری مؤثر بر رشد حمل و نقل می باشد.  $\varepsilon_{it}$  جمل خطای تصادفی بوده که مستقل از زمان و مکان فرض می شود.  $i$  نشان دهنده ۳۰ استان کشور و  $t$  بیانگر زمان در بازه ۱۳۸۶-۱۳۹۷ است.



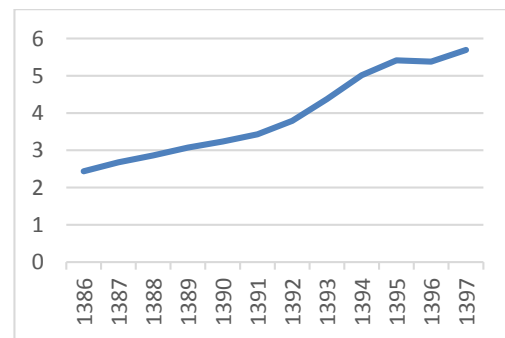
جدول ۱. معرفی متغیرها

نام متغیر	متغیر
تقاضای حمل و نقل در استان $t$ در زمان $t$	$TPONFC_{it}$
تقاضای حمل و نقل در استان $t-1$ در زمان $t$	$TPONFC_{it-1}$
شاخص قیمت بخش حمل و نقل در استان $t$ در زمان $t$	$P_{it}$
متوسط درآمد سالانه خانوار در استان $t$ در زمان $t$	$Y_{it}$
جمعیت در استان $t$ در زمان $t$	$POP_{it}$
شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان $t$ در زمان $t$	$ICT_{it}$
شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان $t$ در زمان $t$	$IDI_{it}$
تعداد کاربران اینترنت استان $t$ در زمان $t$	$INTERNET_{it}$
تعداد مشترکین تلفن همراه استان $t$ در زمان $t$	$MOBILE_{it}$
تعداد مشترکین تلفن ثابت استان $t$ در زمان $t$	$FIX_{it}$

متغیرهای ICT



نمودار ۲. میانگین هزینه خانوار در بخش حمل و نقل کشور



نمودار ۱. میانگین IDI در کشور در سالهای ۱۳۸۶-۱۳۹۷

منبع: محاسبات محقق

شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ از گزارش وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی - دفتر بررسی‌های فنی اقتصادی گرفته شده و سالهای ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ مقدار شاخص مذکور در استان‌های ایران محاسبه شده است. متغیرهای تولید سرانه، نرخ تورم، جمعیت، تعداد خانوار، متوسط هزینه خانوار در بخش غیر خوراکی، متوسط هزینه خانوار در بخش حمل و نقل از سالنامه‌های آماری استان‌های مختلف استخراج شده است.

شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI) از میانگین وزنی سه زیر شاخص محاسبه می‌شود شامل: الف) زیر شاخص دسترسی شامل: مشترکین تلفن ثابت برای هر ۱۰۰ نفر، مشترکین تلفن همراه برای هر ۱۰۰ نفر، درصد خانوارهای دارای کامپیوتر، درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه، پهنای باند اینترنت بین‌المللی به ازای هر کاربر. ب) زیر شاخص استفاده شامل: کاربران اینترنت برای هر ۱۰۰ نفر، مشترکین اینترنت باند پهن ثابت (باسیم) برای هر ۱۰۰ نفر، مشترکین باند پهن بی سیم برای هر ۱۰۰ نفر. ج) زیر شاخص مهارت شامل: نرخ باسوادی بزرگسالان، نسبت نام نویسی در سطح دبیرستان، نسبت نام نویسی در سطح دانشگاه.

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال سیزدهم / شماره سوم (۵۲) / بهار ۱۴۰۱

ارتباطات تنها منجر به تقویت زیرساخت‌های ارتباطی شده است، مشاهده می‌شود که هزینه‌های حمل‌ونقل خانوار کاهش پیدا کرده است.

در بخش دوم -یعنی در بازه‌ی بین سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶- که شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات همچنان روند صعودی را طی کرده و از ۵/۰۲ به ۵/۳۸ رسیده، هزینه‌ی حمل‌ونقل خانوار نیز -بر خلاف روند سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۳- مسیر صعودی را طی کرده و از ۲۱۶۸۲ به ۲۷۴۴۲ هزار ریال رسیده است. لازم به ذکر است که در حقیقت سال ۱۳۹۳ را باید نقطه‌ی عطفی در نمودار هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل دانست. چرا که از این سال، روند از نزول به صعود تغییر مسیر داد. با بررسی دقیق تحولات اقتصادی سال ۱۳۹۳ مشاهده می‌شود که این سال، ورود شرکت‌های دانش‌بنیان به بازار حمل‌ونقل است؛ شرکت اسنپ که از طریق اپلیکیشن تلفن همراه، به کمک اینترنت همراه امکان استفاده از ناوگان حمل‌ونقل خصوصی را فراهم می‌کرد، از سال ۱۳۹۳ به بازار حمل‌ونقل وارد شد و بزرگترین رقیب وی -یعنی شرکت تپسی- نیز از سال ۱۳۹۵ تاسیس شد.

این تحولات عرصه‌ی حمل‌ونقل، زمینه را برای استفاده از زیرساخت‌های مربوط به شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه‌ی حمل‌ونقل فراهم کرد. با این تحول، بازار حمل‌ونقل رقابتی شده و عرضه‌ی حمل‌ونقل افزایش یافت. رقابتی شدن بیشتر حمل‌ونقل، منجر به کاهش قیمت حمل‌ونقل بر بازار شد. بر اساس نزولی بودن قانون تقاضا، کاهش قیمت، تقاضا برای حمل‌ونقل را افزایش داد. باید توجه داشت که از سال ۱۳۹۳، با دو اثر متفاوت شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات مواجه هستیم: اثراتی که این پژوهش، آن‌ها را «اثرات ارتباطی» و «اثرات انتقالی» نام‌گذاری می‌کند. اثرات ارتباطی شاخص **IDI**، اثراتی نظیر توسعه‌ی پیام‌رسان‌ها و ... هستند که به عنوان جانشین برای حمل‌ونقل عمل کرده و هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل را کاهش می‌دهند. اثرات

تغییرات شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات (**IDI**) و هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل، در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ در نمودار (۱) و (۲) نشان داده شده است.

به طور کلی می‌توان گفت در بازه‌ی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷، شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات روند رو به رشد و صعودی را طی کرده است اما میانگین هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ را می‌توان به سه قسمت تقسیم کرد: بخش نخست به سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۳ اختصاص دارد که روند، نزولی است. بخش دوم مربوط به سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ است که هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل، روند صعودی پیدا کرده است. از سال ۱۳۹۷ نیز مجدداً این روند نزولی شده است.

در بخش نخست -یعنی در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۳- که شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات از ۲/۶۷ به ۴/۳۷ رسیده، در نمودار مربوط به هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل مشاهده می‌شود که متوسط هزینه‌ی حمل‌ونقل خانوارها از ۲۵۹۳۶ به ۲۰۸۱۷ هزار ریال کاهش یافته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج مربوط به بخش نخست، با فرضیه‌ی پژوهش هم‌خوان است؛ علت این است که با بهبود شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات، حجم بالایی از حمل‌ونقل‌ها به علت پیشرفت‌های تکنولوژیک کاسته می‌شود.

اگر تا پیش از این، بسیاری از نامه‌ها از طریق بخش حمل‌ونقل منتقل می‌شد، با بهبود شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات این نامه‌ها بیشتر از طریق ایمیل و اتوماسیون‌های اداری منتقل شد. اگر تا پیش از این، افراد برای برقراری ارتباط مجبور بودند از طریق حمل‌ونقل به دیدار یکدیگر بروند، با بهبود شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات، تماس‌های صوتی، تصویری، استفاده از پیام‌رسان‌ها و اپلیکیشن‌های ارتباطی، تا حد بسیار زیادی، این نیاز را پوشش داد. بنابراین تا جایی که شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و

هزارریال در سال ۱۳۹۷ رسید. این درحالی است که همان‌طور که ذکر شد، روند شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات در این بازه صعودی بوده و زیرساخت‌های مربوط به شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات -مانند سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶- به طور توأمان در بخش‌های «ارتباطی» و «انتقالی» به کار گرفته می‌شوند.

#### ۴-۲ برآورد مدل و ارائه نتایج

جهت جلوگیری از پیدایش رگرسیون کاذب و به‌منظور اطمینان از ایستایی متغیرها قبل از تخمین مدل، ایستایی متغیرهای مورد استفاده بررسی می‌شود. به‌منظور بررسی ایستایی متغیرها در این تحقیق از آزمون‌های ریشه واحد پانل<sup>۲۹</sup> استفاده شد. بر اساس آماره‌های لوین و همکاران، فرضیه صفر آزمون‌ها مبنی بر وجود ریشه واحد، در سطح اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته شده، است. نتایج بررسی مانایی متغیرها در جدول (۲) ارائه گردید:

جدول ۲. نتایج آزمون مانایی متغیرهای مدل در سطح

Levin, Lin & Chu t(LLC)					آزمون	
با عرض از مبدا و روند			با عرض از مبدا			متغیر
پایایی	احتمال	آماره	احتمال	آماره		
I(0)	۰/۰۰۰	-۵۴/۶۴	۰/۰۰۰	-۶۸/۱۳	GTPONFC	رشد تقاضای حمل و نقل
I(0)	۰/۰۰۰	-۸/۳۹	۰/۰۰۰	-۷/۸۰	GTP	رشد متوسط هزینه خانوار در بخش حمل و نقل
I(0)	۰/۰۰۰	-۴/۰۱	۰/۰۰۰	-۷/۳۱	GP	رشد شاخص قیمت بخش حمل و نقل
I(0)	۰/۰۰۰	-۷/۸۶	۰/۰۰۰	-۸/۵۳	GY	رشد متوسط درآمد خانوارها
I(0)	۰/۰۰۰	-۹/۲۱	۰/۰۰۰	-۸/۲۱	GIDI	رشد شاخص پیشرفت فنی
I(0)	۰/۰۰۰	-۱۱/۵۳	۰/۰۰۰	-۱۱/۲۶	GINTERNET	رشد تعداد کاربران اینترنت
I(0)	۰/۰۰۰	-۱۳/۱۷	۰/۰۰۰	-۳۰/۲۹	GMOBILE	رشد تعداد مشترکین فعال تلفن همراه
I(0)	۰/۰۰۰	-۲۲/۴۷	۰/۰۰۰	-۸/۵۱	GFIX	رشد تعداد مشترکین فعال تلفن ثابت*
I(0)	۰/۰۰۰	-۱۴/۰۹	۰/۰۰۰	-۹/۷۹	GBH	رشد بعد خانوار
I(0)	۰/۰۰۰	-۱۰/۲۹	۰/۰۰۰	-۱۲/۱۲	GPOP	رشد جمعیت

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. نتایج برآورد مدل

(متغیر وابسته رشد نسبت متوسط هزینه خانوار در بخش حمل و نقل به کل هزینه خانوار در بخش غیر خوراکی)

مدل(۴)	مدل(۳)	مدل(۲)	مدل(۱)	متغیرهای توضیحی
-۰/۱۵۶ (۰/۰۰۰)	-۰/۲۲۲ (۰/۰۰۰)	-۰/۱۲۱ (۰/۰۰۰)	-۰/۱۲۲ (۰/۰۰۰)	GTPONFC(-1) رشد تقاضای حمل و نقل با یک وقفه
-۰/۲۵۵ (۰/۰۰۷)	-۰/۱۲۲ (۰/۰۰۰)	-۰/۲۵ (۰/۰۰۰)	-۰/۲۵۴ (۰/۰۰۶)	GP رشد شاخص قیمت بخش حمل و نقل
۰/۲۰۰ (۰/۰۱۳)	۰/۲۶۰ (۰/۰۳۵)	۰/۳۲۴ (۰/۰۰۰)	۰/۲۹۷ (۰/۰۰۱)	GY رشد متوسط درآمد خانوارها
-	-	-	۰/۴۷۹ (۰/۰۰۰)	GIDI رشد شاخص پیشرفت فنی
-	-	۰/۰۸۲ (۰/۰۰۱)	-	GINTERNET رشد تعداد کاربران اینترنت
-	۱/۴۷۲ (۰/۰۰۰)	-	-	GMOBILE رشد تعداد مشترکین فعال تلفن همراه
-۰/۰۳۰ (۰/۸۰۰)	-	-	-	GFIX رشد تعداد مشترکین فعال تلفن ثابت
-۳/۵۷۹ (۰/۰۰۰)	-۳/۵۵۶ (۰/۰۰۶)	-۱/۴۲۰ (۰/۰۹۹)	-۱/۴۲۹ (۰/۰۸۸)	GPOP رشد جمعیت
۰/۱۸۳	۰/۵۱۲	۰/۲۲۵	۰/۲۱۴	ضریب تعیین
۱/۴۶۴	۵/۸۶۶	۰/۴۴۲	۰/۵۸۶	آماره سارگان
۰/۲۲۶	۰/۲۰۹	۰/۵۰۶	۰/۴۴۳	

منبع: محاسبات محقق

آزمون شود. برای بررسی معتبر بودن متغیرهای ابزاری از آزمون سارگان استفاده شده است. آماره این آزمون از توزیع کای - دو با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت های بیش از حد مشخص برخوردار است.

بر اساس این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر عدم همبستگی ابزارها با جملات پسماند پذیرفته شده و لذا ابزارهای مورد استفاده معتبر می‌باشد. هم‌چنین جهت اطمینان از وجود یا عدم وجود خودهمبستگی در جملات پسماند، به ترتیب، از آزمون خودهمبستگی مرتبه اول و دوم آرانو-باند استفاده شده است.

همان‌طوری که از جدول (۲) ملاحظه می‌شود بر اساس معیار لوین چو و همکاران تمام متغیرهای مورد استفاده در سطح پایا هستند.

برای تخمین مدل به روش گشتاور تعمیم یافته<sup>۳۰</sup> ابتدا لازم است متغیرهای ابزاری به کار رفته در مدل مشخص شوند. سازگاری تخمین زننده GMM به معتبر بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد که می‌تواند به وسیله دو آزمون تصریح شده توسط آرانو و باند (۱۹۹۱)، آرانو و بوور<sup>۳۱</sup> (۱۹۹۵) و بلوندل و باند<sup>۳۲</sup> (۱۹۹۸)

در این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی جمله اختلال است. با توجه به آماره آزمون، فرضیه صفر در آزمون خودهمبستگی مرتبه اول پذیرفته نشده و فرضیه صفر در آزمون خود همبستگی مرتبه دوم رد نشده است. در نتیجه، اعتبار نتایج جهت تفسیر تایید می‌شود.

براساس نتایج جدول (۳) می‌توان گفت در همه مدل‌های برآورد شده رابطه معنادار و منفی بین رشد تقاضای حمل‌ونقل با رشد تقاضای حمل‌ونقل دوره قبل در استان‌ها وجود دارد. ضریب متغیر رشد شاخص قیمت بخش حمل و نقل در همه مدل‌ها منفی و معنی‌دار بوده و نشان دهنده کاهش قیمتی تقاضا منفی و کوچک‌تر از واحد می‌باشد. ضریب متغیر رشد متوسط درآمد خانوار نیز مثبت و معنادار و کوچکتر از یک بوده و نشان می‌دهد با افزایش یک درصد متوسط درآمد خانوار، تقاضای بخش حمل‌ونقل حدود ۰/۲ درصد با ثابت بودن سایر عوامل افزایش می‌یابد. ضریب متغیر رشد جمعیت نیز منفی و معنادار و کوچکتر از یک بوده و نشان می‌دهد با افزایش یک درصد رشد جمعیت، تقاضای بخش حمل‌ونقل با ثابت بودن سایر عوامل کاهش می‌یابد. اثر منفی را می‌توان به این صورت تفسیر نمود که با افزایش جمعیت و افزایش بعد خانوار، درآمد سرانه خانوار کاهش پیدا کرده و در نتیجه تقاضا برای حمل‌ونقل و سفر کم می‌شود.

در مدل اول ضریب شاخص  $IDI$  مثبت و معنادار بوده و نشان می‌دهد با پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات تقاضای حمل و نقل افزایش می‌یابد. یعنی به ازای هر یک درصد افزایش در رشد شاخص  $IDI$  رشد تقاضای حمل‌ونقل (۰/۴۷) درصد با فرض ثابت بودن سایر عوامل افزایش می‌یابد. در مدل دوم متغیر «رشد تعداد کاربران اینترنت اثر مثبت و معناداری بر متغیر وابسته دارد و به ازای هر یک درصد افزایش در رشد تعداد کاربران اینترنت رشد تقاضای حمل‌ونقل (۰/۰۸۲) درصد افزایش می‌یابد. در مدل سوم متغیر «رشد تعداد مشترکین فعال تلفن همراه» اثر مثبت و معناداری بر متوسط تقاضای حمل‌ونقل

خانوار دارد و به ازای هر یک درصد افزایش در رشد تعداد مشترکین فعال تلفن همراه رشد تقاضای حمل‌ونقل (۱/۴۷۲) درصد افزایش می‌یابد. و در مدل چهارم متغیر «رشد تعداد مشترکین فعال تلفن ثابت» اثر معناداری بر متوسط تقاضای حمل‌ونقل خانوار ندارد.

همان‌طور که نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها نشان می‌دهد، رشد تعداد مشترکین فعال تلفن همراه بیشترین اثر مثبت را بر تقاضای حمل‌ونقل در هزینه‌ی خانوار دارد. متغیر بعدی که بیشترین اثر مثبت را بر متغیر وابسته‌ی مدل دارد، شاخص توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در مورد اثر مثبت رشد متوسط درآمد خانوار، علت روشن است؛ چرا که به طور کلی بر اساس نظریه مصرف‌کننده، افزایش درآمد بر مصرف اثر مثبت دارد و یکی از این مصارف یا هزینه‌ها نیز هزینه‌ی حمل‌ونقل است. بنابراین افزایش درآمد بر افزایش هزینه‌ی حمل‌ونقل نیز باید اثر مثبت بگذارد.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی در این مقاله بررسی اثر پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای حمل و نقل در استان‌های ایران می‌باشد. به همین منظور با جمع‌آوری اطلاعات و آمارهای مورد نیاز طی دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۷ و در چارچوب الگوی گشتاور تعمیم یافته، نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تقاضای حمل و نقل در استان‌های ایران به بوته آزمون و بررسی گذاشته شد. از نسبت متوسط هزینه‌ی خانوار در بخش حمل‌ونقل به متوسط هزینه خانوار در بخش غیر خوراکی به عنوان تقاضای حمل و نقل استفاده شده است. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر این است تقاضای حمل و نقل از نظر قیمتی منفی و بی‌کشش و از لحاظ درآمدی مثبت و کم‌کشش می‌باشد. اولاً تقاضای حمل‌ونقل از لحاظ قیمتی کم‌کشش بوده و این نشان دهنده این است که با توجه به نیاز ضروری خانوارها به حمل‌ونقل با تغییرات قیمتی تغییر چندانی

سیستم های تحویل بهنگام موجب تغییراتی در حجم بار و تعداد سفرها می شود و این تغییرات تقاضای حمل و نقل را بالا برده و در نتیجه نیاز به فناوری اطلاعات و ارتباطات جهت پردازش خدمات مربوط به حمل و نقل و پیک های سریع را افزایش میدهد. بر اساس نتایج این مطالعه به سیاست‌گذار پیشنهاد می‌شود تا همزمان با تلاش برای بهبود زیرساخت‌های مرتبط با توسعه‌ی فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش حمل و نقل، برای توسعه‌ی شرکت‌های دانش‌بنیان هم در حوزه‌های حمل‌ونقل هوشمند(ارتباطی) و هم در حوزه‌های اطلاعاتی(مدیریت اطلاعات) به طور توأمان برنامه‌ریزی نموده و از تجربه کشور های دیگر در زمینه فناوری های دیجیتال در زمینه حمل و نقل مانند اینترنت اشیا، سیستم پاسخ سریع (QR) و نظایر آن استفاده نماید و به طرف عرضه فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش حمل و نقل نیز توجه شود. شایان ذکر است یکی از محدودیت این مطالعه عدم وجود آمار مخارج خانوار در بخش حمل و نقل به تفکیک حمل و نقل جاده ای، ریلی و هوایی در استانها بوده که بناچار با هم در نظر گرفته شده است.

## ۶. پی‌نوشت‌ها

- 1- Mathematical programming models
- 2- Origin destination
- 3- Ad-hoc models
- 4- Devany
- 5- Vnderson and Kraus
- 6- Ippolio
- 7- Abraham
- 8- Brown and Atkcin
- 9- Young
- 10- Lave
- 11- Aureille
- 12- Kanafani
- 13- Diewert
- 14- Melina
- 15- Driel and Keller
- 16- Neves
- 17- Quant

فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل / سال سیزدهم / شماره سوم (۵۲) / بهار ۱۴۰۱

در تقاضای حمل‌ونقل خانوارها ایجاد نمی‌شود. کم‌کشش بودن تقاضای حمل‌ونقل می‌تواند به این دلیل باشد که چون در اقتصاد ایران درآمد سرانه پایین است، سهم مسافرت‌های تفریحی غیرضروری در تقاضای حمل‌ونقل کم است و خانوارها بیشتر از حمل‌ونقل برای امور ضروری استفاده می‌کنند. بنابراین با تغییرات قیمتی، تغییر چندانی در تقاضای حمل‌ونقل خانوار ایجاد نمی‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد سیاست‌گذار باید در انتخاب سیاست‌هایی که منجر به افزایش قیمت حمل‌ونقل می‌شود، دقت بیشتری داشته باشد؛ چرا که با توجه به کشش قیمتی پایین تقاضای حمل‌ونقل خانوار، افزایش قیمت منجر به افزایش سهم حمل‌ونقل در سبد خانوار و کاهش سهم سایر کالاها و خدمات می‌شود. این مسئله، کاهش رفاه خانوار را در پی دارد.

تحقیقات بسیار زیادی در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات و بخش حمل‌ونقل در کشورهای مختلف و ایران انجام شده است. در هریک از این مطالعات نتایج متفاوتی بدست آمده است. مهمترین دلایل اختلاف در نتایج این مطالعات را می‌توان ناشی از تفاوت در دوره‌های مورد بررسی، مشخصات ویژه کشورها، مناطق و نواحی مورد بررسی، شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مورد استفاده و روش‌های مختلف اقتصادسنجی دانست.

تحقیقات داخلی قبلی نشان دادند فناوری اطلاعات و ارتباطات حمل‌ونقل درون شهری را کاهش میدهد(محمدی و همکاران ۱۳۹۰، لیلا سلطانی و همکاران ۱۳۸۷). آرینا هریس و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند فناوری اطلاعات و ارتباطات در اتحادیه اروپا باعث کاهش ترافیک می‌شود. ابای تاب اوگو و همکاران (۲۰۱۸) نتیجه گرفتند که یک رابطه معکوس بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و تقاضای حمل و نقل هوایی وجود دارد. براساس نتایج بدست آمده از مطالعه‌ی حاضر، با پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات تقاضای حمل و نقل بین‌استانی افزایش می‌یابد. در توجیه این موضوع می‌توان گفت

- تمیزی، علیرضا، و قائمی، بهزاد، و مصلحی، عادل. (۱۳۸۴).  
بررسی نقش فن آوری اطلاعات و ارتباطات در حمل و نقل  
کالا با تاکید بر کشورهای در حال توسعه، *اولین کنفرانس  
لجستیک و زنجیره تامین، تهران، انجمن لجستیک ایران.*

- خانی جزنی، جمال. (۱۳۸۵). اخلاق و فناوری اطلاعات.  
چاپ اول. تهران، نشر بقیه.

- خسروی نژاد، علی اکبر. (۱۳۷۶). برآورد سیستم مخارج  
خطی تقاضا برای خانوارهای شهری ایران.

- دهقانپور، علیرضا، و محمودی نیا، محبوبه، و رضایی، حجت.  
(۱۳۹۳). فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش آن در کاهش  
تقاضای سفرهای درون شهری (مطالعه موردی شهر یزد). *مجله  
جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱ (۲)، ۵۲-۴۳.*

- سلطانی، لیلا، و ضرابی، اصغر، و زنگی آبادی، علی. (۱۳۸۷).  
بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در کاهش تقاضای  
سفرهای شهری شهر اصفهان. دانشگاه اصفهان.

- سید عزیز، آرمن، و فرازمنند، حسن، و دانش، حمیده.  
(۱۳۹۴). بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شاخص  
نابرابری جنسیتی. فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسیهای اقتصادی  
سابق)، ۲(۱۲)، ۸۷-۱۰۴.

- شیرین بخش ماسوله، شمس‌اله، و صلوی تبار، شیرین.  
(۱۳۹۵). پژوهش‌های اقتصادسنجی با Eviews 8 & 9.  
انتشارات نور.

- صالحی صدقیانی، جمشید، و علوی شاد، عباس، و اخوان  
خرازیان، مریم، و سبحانی فرد، یاسر. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر

18-Advanced Traveler Information Systems  
(ATIS)

19- Telecommuting

20-Guie Li

21-Tsan-MingChoi

22- Quick response (QR) systems

23- Abiye Tob-Ogu. et al

24- Łabędowicz and Urbanek

25- Daniëlle Snellen,et.al

26- Myriam Bris,et.al

27- Irina Harris,ct.al

28- Finsouri and Smith

29- Panel Unit Root test

30- Generalized method of moments

31- Arellano and Bover

32- Blundell and Bond

## ۷. منابع

- احمدی، محبوبه. (۱۳۹۴). تحلیلی بر شاخص توسعه  
ارتباطات و فناوری اطلاعات (IDI) در ایران. *وزارت ارتباطات  
و فناوری اطلاعات - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی -  
دفتر بررسی‌های فنی اقتصادی.*

- باقری، ابولفضل، و موسی زاده موسوی، محمد، و ادبی فیروز  
جایی، محمد. (۱۳۹۸). اقتصاد دیجیتال (۲) سهم اقتصاد  
دیجیتال از اقتصاد جهانی و الزامات توسعه آن. مرکز  
پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

- پناهی، علیرضا. (۱۳۷۷). تحلیل رفتار مصرفی در مناطق  
شهری، کاربرد سیستم تقاضای ایده آل. *مجله برنامه بودجه،  
(۲۹).*

- تقوی، مهدی، و موسوی، میرحسین. (۱۳۹۲). مدل سازی  
تقاضای حمل و نقل خانوارهای شهری استان تهران. *فصلنامه  
سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی، ۱(۱)، ۳۳-۹.*

- فن‌آوری اطلاعات بر صنعت حمل‌ونقل در ایران. مدیریت کسب و کار، ۲۱(۲)، ۱۶۴-۱۳۷.
- صرافی زاده، اصغر. (۱۳۸۶). فناوری اطلاعات در سازمان، مفاهیم و کاربردها، چاپ دوم. تهران، انتشارات میر.
- صمیمی‌فر، سید قاسم. (۱۳۷۲). سیستم معادلات تقاضا و تحلیل رفتار مصرفی شهرنشینان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- عبد مجیری، امین. (۱۳۸۹). اندیشه ای برای ساماندهی کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح مناطق روستایی، مجله مسکن و انقلاب. (۱۱۷)، ۵۴-۵۲.
- عبدلی، گیلدا. (۱۳۷۵). برآورد تقاضای نان در ایران و محاسبه کسب‌های قیمتی و درآمدی آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- قاسمی، عبدالرسول، و محمدخان پور اردبیل، رقیه. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۱۳(۴)، ۱۶۹-۱۹۰.
- قنبری عدیوی، علی. (۱۳۷۵). مدل عرضه تقاضای گوشت در ایران. پایان‌نامه دوره دکتری دانشگاه تربیت مدرس.
- کارگری، مهرداد، و خادمی زارع. (۱۳۸۶). طرح جامع فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، چاپ اول.
- کریم زادگان، سعیده، و پروانه، سلاطین. (۱۳۹۶). تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سلامت. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۱۱(۱)، ۱۴۶-۱۲۹.
- گسگری، ریحانه، اقبالی، علیرضا، و عیدانی، مصطفی. (۱۳۸۴). برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی در ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، (۶۹)، ۱۲۸-۱۰۹.
- محمدی، جمال، و ضرابی، اصغر، و موسوی، سید چمران. (۱۳۹۰). فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش آن در کاهش تقاضای سفرهای شهری، مدیریت شهری، (۲۸)، ۱۶۴-۱۵۱.
- محمدزاده، پرویز. (۱۳۸۴). مقایسه مدل‌های تخصیصی مصرف‌کننده اقتصاد ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، دانشگاه تهران، (۶۸)، ۲۲۷-۲۵۶.
- محمودزاده، محمود، و فتح‌آبادی، مهدی. (۱۳۹۰). اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در استان‌های ایران (مطالعه موردی: زیر بخش حمل مسافر). مجله علمی-پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی، ۳(۵)، ۲۱۵-۱۹۵.
- مرادی، محمد حسن، و هاشمی فرهود، رقیه. (۱۳۸۶). فناوری اطلاعات و دولت الکترونیکی چاپ اول. همدان، انتشارات نور علم.
- مهرگان، نادر، سحابی، بهرام و محمد امینی، مریم. (۱۳۹۴). تاثیر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر فساد اداری در کشورها با درآمد متوسط. فصلنامه نظریه های کاربردی اقتصاد، ۲(۲)، ۶۰-۴۳.



Microprocessors and Microsystems, Volume 80, February 2021, 103565.

- Hjorthol, Randy Johanne, (2002). The relation between daily travel and use of the home computer. *Transport Research, part A* 36.

- Joanna Kos-Labedowicz, Anna Urbanek. (2017). *Transportation Research Procardia*, 25c, 2664-2680.

- Irina Harris, Yingli Wang, Haiyang Wang. (2015). ICT in multimodal transport and technological trends: Unleashing potential for the future. *Int., J. production economics*, 159, 88-103.

- Keller, P. and Rotach, M. (1988), "Opportunities and risks involved in telematics for traffic and settlement". Preprints - Telematics-Transportation and Spatial Development, International Symposium, Center for Transportation Engineering, Delft University, Delft, pp. BI-16.

- Myriam Bris, Jacek Pawlak, John W. Polak. (2017). *Journal of Transport Geography*, 60, 231-242.

- Maddala, G.S., Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxf. Bull. Econ. Stat.* 61, 631-652.

- Tsan-MingChoi, (2020). Internet based elastic logistics platforms for fashion quick response systems in the digital era. *Review*, Volume, November 2020, 102096.

- Abiye Tob-Ogu, Niraj Kumar, John Cullen. (2018). ICT adopting in road freight transport in Nigeria- A case study of the petroleum downstream sector. *Technological forecasting & social change*. 131, 240-252.

- Arellano, M. and Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*. 58(2), 277-297.

- Arellano, M. and O. Bover, (1995), another look at the instrumental variables estimation of error component models, *Journal of Econometrics*. 68, 29-51.

- Baltagi, B. H., Bratberg, E., & Holmas, T. H. (2005). A panel data study of physicians labor supply: the case of Norway. *Health Economics*, 14(10).

- Blundell, R. and S. Bond, (1998), Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel datamodels, *Journal of Econometrics*. 87, 115-143.

- Danielle Snellen, Guus de Hollander. (2017). ICT'S change transport and mobility: mind the policy gap. *Transportation Research Procardia*, 26, 3-12.

- Fitzory, F. and Smith, I. (1998). Passenger rail demand in 14 western European countries: A comparative Time series study. *International Journal of Transport Economy*, vol. xxv-No. 299-312.

- GalitCohen-Blankshtain, ICT and Transport Modes, *International Encyclopedia of Transportation*, 2021, Pages 165-170.

- Guie Li, (2021). Development of cold chain logistics transportation system based on 5G network and Internet of things system.

یوسف عیسی زاده روشن، درجه کارشناسی در رشته علوم اقتصادی را در سال ۱۳۷۴ از دانشگاه مازندران و درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم اقتصادی را در سال ۱۳۷۶ از دانشگاه اصفهان اخذ نمود. در سال ۱۳۸۹ موفق به کسب درجه دکتری در رشته علوم اقتصادی گرایش اقتصاد سنجی از دانشگاه مازندران گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان اقتصاد فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد توسعه و اقتصاد گردشگری است. و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه مازندران است.



زهرا (میلا) علمی، درجه کارشناسی در رشته اقتصاد نظری را در سال ۱۳۷۲ از دانشگاه الزهرا و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه ریزی و توسعه اقتصادی را در سال ۱۳۷۴ از دانشگاه تهران اخذ نمود. در سال ۱۳۸۱ موفق به کسب درجه دکتری در رشته علوم اقتصادی گرایش منابع از دانشگاه تهران گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان اقتصاد محیط زیست، اقتصاد منابع، اقتصاد توسعه و اقتصاد سنجی است. و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استاد در دانشگاه مازندران است.



فاطمه بخشی گالشکلایی لیسانس آمار از دانشگاه پیام نور آمل، فوق لیسانس اقتصاد گرایش توسعه از دانشگاه مازندران، کارشناس واحد آمار و اطلاعات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان مازندران می باشند.

