فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۵، شماره ۱، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۳۳۶۷-۳۳۵۳

مقاله علمی-پژوهشی

برآورد کشش مستقیم و متقاطع و شیوه‌های حمل و نقل شهری

(مطالعه موردی شهراصفهان، محدوده میدان شهدا - میدان امام حسین (ع))

ناصر یارمحمدیان (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده پژوهش‌های عالی هنر و کارآفرینی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

E-mail: n.yarmohamadian@aui.ac.ir

مرضیه گوگردچیان، دکتری اقتصاد دانشگاه اصفهان، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

بهناز شکری پور، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد و کارآفرینی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران

دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷

چکیده

تحلیل تقاضای حمل و نقل ازمهم‌ترین ارکان برنامه‌ریزی و مدیریت حمل و نقل است. لذا انتخاب تصمیم‌های اثر بخش در زمینه تقاضای سفر نیازمند آگاهی از کشش قیمتی ودرآمدی وسایل نقلیه مختلف است. دراین راستا هدف این پژوهش، برآورد کشش‌های قیمتی مستقیم و متقاطع و محاسبه کشش درآمدی تقاضای حمل و نقل شهری وسایل نقلیه اتوبوس، مترو، تاکسی و خودرو شخصی در محدوده میدان شهدا- میدان امام حسین (ع) در شهر اصفهان با استفاده از روش سیستم معادلات تقریبا ایده آل است. متغیرهای در نظر گرفته شده در این مطالعه شامل مخارج خانوار، هزینه پولی و زمانی شیوه‌های حمل و نقل شهری است که از طریق توزیع تصادفی پرسشنامه در بین مسافران استخراج شد. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان می دهدکه، مقدار کشش‌های خود قیمتی اتوبوس، مترو، تاکسی و اتومبیل شخصی منفی است که بیانگر مطابقت آن با قانون تقاضا است. همچنین مقادیر بدست آمده برای کشش‌ها، بیانگر بی‌کشش بودن تقاضای این وسایل نقلیه و عدم حساسیت مسافران نسبت به تغییرات قیمت این وسایل است. نتایج مربوط به کشش‌های درآمدی نیز نشان می‌دهد که اتوبوس و مترو با کشش درآمدی کمتر از یک، کالای ضروری است درحالیکه تاکسی و اتومبیل شخصی با کشش درآمدی بیشتر از یک، کالای لوکس بشمار می‌رود. نتایج بدست آمده مربوط به کشش جانشینی نشان‌می‌دهد که تاکسی ومترو هر دو جانشین اتوبوس بوده ولی شدت جانشینی مترو بیشتر از تاکسی است، این در حالی است که مقادیر کشش جانشینی مترو با اتوبوس، ،تاکسی وخودروشخصی نشان می‌دهد که هر سه وسیله نقلیه جانشین مترو بوده ولی کشش جانشینی تاکسی نسبت به دو وسیله دیگر به طور معناداری بیشتر است. بنابراین با افزایش قیمت مترو سهم تقاضای تاکسی بیشتر افزایش می‌یابد. کشش جانشینی تاکسی با اتوبوس، مترو وخودرو شخصی بیانگر این مطلب است که تفاوت معناداری در مقدار کشش جانشینی این سه وسیله وجود ندارد، ولی کشش جانشینی خودروشخصی با سایر وسایل نشان می‌دهد در بین سه وسیله نقلیه جانشین خودروشخصی،کشش جانشین تاکسی از همه بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل شهری، سیستم تقاضای تقریبا ایده آل، کشش متقاطع تقاضا

۱. مقدمه

تقاضای حمل و نقل به معنای رفع نیازهای مرتبط با جابجایی افراد و کالاها است و افراد برای رفع نیازهای کاری، آموزشی، تفریح و غیره اقدام به سفر کرده و یا کالاها را به عنوان بخشی از فعالیت‌های اقتصادی حمل می‌کنند. تا قبل از انقلاب صنعتی، اندازه وتناسبات عناصر شکل‌دهنده شهر، بر مبنای مقیاس انسانی و الگوی جابجایی‌ها بر اساس حرکت فرد پیاده بود. با شروع انقلاب صنعتی و به دنبال آن حاکمیت تفکر مدرنیسم به ویژه مطرح شدن تئوری "شهر مناسب با اتومبیل شخصی" از نقش و اهمیت فضاهای پیاده کاسته و زندگی مدرن شهرنشینی مترادف استفاده از اتومبیل تلقی شد (قراگوزلو و همکاران۱۳۹۱: قربانی و جام کسری ۱۳۸۹).

این ارتباط متقابل حمل و نقل و الگوی توسعه شهری همراه با بالارفتن سطح ثروت و رفاه اجتماعی و سرعت لجام گسیخته زندگی در جوامع شهری به ویژه درکشورهای در حال توسعه، همگی به موتوریزه شدن هر چه بیشتر جامعه و ایجاد پیامدهای خارجی حمل و نقل به عنوان یکی از چالش‌های توسعه شد. از طرف دیگر وابستگی زیاد به سفر با خودروشخصی، سبب محدود شدن توسعه، کاهش‌کارایی اقتصادی و انتقال منابع مالی از سرمایه‌گذاری به سمت مصرف می‌شود، زیرا هر چه میزان زیرساخت‌های جاده‌ای و مقدار فضای تخصیص یافته به حمل و نقل درون شهری بیشتر باشد، به همان اندازه میزان استفاده از اتومبیل، مصرف بنزین و به تبع آن ازدحام ترافیکی و آلودگی‌های زیست محیطی به ویژه در مراکز شهر و در مناطق پرازدحام بیشترخواهد بود. این مطلب بیانگر این موضوع است که رشد سیستم حمل و نقل راه حلی نادرست برای کاهش ازدحام ترافیکی و سایر پیامدهای خارجی است.

به عبارت دیگر رشد سیستم حمل و نقل به تنهایی و بدون درنظرگرفتن مسئله مدیریت تقاضا کافی نیست. مدیریت تقاضا یک مجموعه از سیاست‌ها با هدف تاثیر بر رفتار سفر افراد به منظور حداکثر رساندن کارایی سیستم حمل و نقل شهری با استفاده از کاهش وسایل نقلیه غیر ضروری و ترویج شیوه‌های جایگزین سالم مانند حمل و نقل عمومی و افزایش بهره‌وری سیستم‌های حمل و نقل است. در حقیقت مدیریت تقاضا حمل و نقل به دنبال کاهش سفرهای شخصی است و این امید وجود دارد که با بکارگیری شیوه‌های مدیریت از طریق افزایش گزینه‌های انتخاب شیوه سفر، تحریک انگیزه‌ها، اصلاح رفتار مسافران یا کاهش نیاز به مسافرت، کارایی سیستم حمل و نقل افزایش یابد (Seattle Urban Mobility Plan.2008).

کشش تقاضای وسایل نقلیه در مدیریت تقاضا سفرهای شهری و ارتباط نوع فعالیت افراد با تقاضای حمل و نقل اهمیت بسیاری دارد. لذا هدف این مطالعه برآورد کشش تقاضای متقاطع، غیرمتقاطع و کشش درآمدی تقاضا برای وسایل نقلیه اتوبوس، تاکسی، مترو و وسیله نقلیه شخصی در محدوده میدان شهدا- میدان امام حسین (ع) در شهر اصفهان با استفاده از مدل سیستم معادلات تقاضای تقریبا ایده‌آل (ADIS) است. در این راستا در ادامه ابتدا به معرفی مدل ADIS و کشش‌های تقاضا پرداخته سپس در ادامه پس از مروری بر پیشینه تحقیق، مدل پژوهش و نتایج بدست آمده از آن بررسی شد.

۲. پیشینه تحقیق

ویگانی و دودو (۲۰۲۱) در مقاله خود تحت عنوان "تخمین تقاضا کالا و خدمات مختلف در ویتنام" با استفاده از سیستم تقاضای تقریبا ایده آل (AIDS) میزان کشش‌های قیمتی، کشش درآمدی وکشش متقاطع ده گروه کالا و خدمات را بررسی کردند. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که میزان کشش درآمدی حمل و نقل ۱/۲۱۲ و کشش قیمتی آن به میزان ۰/۸۹۵- است. همچنین میزان کشش متقاطع حمل و نقل و غذا، مواد غذایی، نوشیدنی، پوشاک، وسایل خانه، مخابرات، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی والکتریسیته ۰/۱۱۳-، ۰/۰۵۳، ۰/۰۰۷۹، ۰/۰۸۱-، ۰/۰۲۳-، ۰/۰۱۱۶-، ۰/۲۳۰-، ۰/۰۹-، ۰/۳۸۱ است.

نتایج این پژوهش به بهبود حمایت از مشاغل و برنامه‌ریزی سیاست‌های اقتصادی کمک می‌کند.

ساری و همکاران[1] (۲۰۱۹) در مقاله خود تحت عنوان (تخمین مصرف مواد غذای خانگی در روستای کامبوج) با استفاده از سیستم تقاضای تقریبا ایده‌آل به بررسی میزان کشش قیمتی تقاضا وکشش درآمدی مواد غذایی می‌پردازند. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که میزان کشش قیمتی خودی برنج، ذرت، سیب‌زمینی، تخم‌مرغ، سبزیجات، گوشت، میوه و نوشیدنی به ترتیب ۰/٤۸-، ۰/۱٦-، ۰/۹۹-، ۰/۰۹۲۰-، ۰/۰۰۸٤، ۹/۳۷۵، ۰/۳٦٤۱- و ٤/۰۳۰۹- است. میزان کشش درآمدی آن‌ها به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۸۲، ۰/۷۳، ۰/٦۰، ۰/۹۱۱، ۱/۰۸۲، ۱/۲۱٤ و ۰/۲۸٤ است. نتایج نشان می‌دهد که برنج، لبنیات و گوشت در این روستا بیشتر مصرف می‌شود. همچنین اگر افراد روستا بتوانند کالاهای روزانه را از طریق کشاورزی تولید کنند، مصرف کالا از بازار کاهش می‌یابد. تجزیه و تحلیل هزینه ها نشان می‌دهد که رابطه قوی بین درآمد و تقاضا غذای خانوار وجود دارد.

فرنو و کاراکیلولو (۲۰۱۷) در مقاله خود تحت عنوان "فراتر از میانگین: برآورد تقاضای مصرف کننده" با استفاده از سیستم تقاضای تقریبا ایده آل (AIDS)، میزان کشش قیمتی پنج کالای اساسی غذا، تفریح، پوشاک، حمل و نقل و اجاره را بررسی کردند. هدف از این پژوهش ارائه روش جدید برای تخمین کشش‌های قیمتی تقاضا است. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که میزان کشش قیمتی حمل و نقل با افزایش تقاضا ثابت است. میزان کشش قیمتی حمل و نقل در سطوح مختلف انتظارات مصرف کننده به ترتیب، ۰/۰٤، ۰/۰۱ و ۰/۰۳- است.

ییو و یانگ (۲۰۱٦) در مقاله خود تحت عنوان "برآورد تقاضا حمل و نقل در چین با استفاده ازسیستم تقریبا ایده آل[2]" به بررسی تقاضا حمل و نقل جاده‌ای در بازه زمانی ۲۰۱٤-۲۰۰۲ پرداختند. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهند که حمل و نقل خصوصی یک کالای لوکس در بین سایر روش‌های حمل و نقل است. همچنین حمل و نقل خصوصی و عمومی، حمل و نقل عمومی و سایر روش‌های حمل و نقل، مکمل یکدیگر و حمل و نقل خصوصی جایگزین سایر روش‌های حمل و نقل است.

نولان[3] (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان "عوامل موثر بر تصمیمات حمل و نقل خانوارهای شهری" با استفاده از مدل پروبیت به شناسایی عواملی که مالکیت اتومبیل شخصی، میزان استفاده از حمل و نقل شخصی (اتومبیل شخصی)، میزان استفاده از حمل و نقل عمومی (اتوبوس و تاکسی) و چگونگی تاثیرپذیری میزان استفاده از حمل نقل شخصی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، می پردازند. در مورد مالکیت اتومبیل، نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که افرادی که درحومه زندگی می‌کنند نسبت به افرادی که در مرگز شهرساکن هستند، تمایل بیشتری به خرید اتومبیل شخصی دارند. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که رابطه مستقیم و مثبتی میان درآمد، تعداد افراد خانوار وجنسیت سرپرست خانواده با میزان استفاده از این شیوه حمل و نقل وجود دارد.

برای بررسی عوامل تعیین‌کننده میزان استفاده از اتوبوس و تاکسی، خانوارها را به دو دسته خانوارهایی که دارای اتومبیل شخصی هستند و افرادی که اتومبیل ندارند، تقسیم می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که میزان استفاده هر دو گروه خانوار به درامد، جنسیت سرپرست، تعداد نفرات هر خانواده و میزان اشتغال خانوارها وابسته است.

دارگی و هانلی (۱۹۹۹) با استفاده از یک مدل اقتصادسنجی پویا برای دوره‌های بلندمدت و کوتاه مدت به صورت مجزا، به برآورد کشش‌ها در مورد تغییرات کرایه اتوبوس در طی سال‌های مختلف در کشور انگلستان می‌پردازند. متغییرهای این مدل شامل تعداد استفاده کنندگان از اتوبوس، درآمد سرانه، کرایه اتوبوس و نوع خدمات است. نتایج به دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که کشش تقاضا درکوتاه مدت به میزان ۰/٤- و در بلند مدت به میزان ۰/۷- است. به عبارت دیگر حساسیت کم تقاضا را نسبت به افزایش کرایه‌ها نشان می‌دهد. با کاهش کرایه‌ها

میزان تقاضا درکوتاه مدت به میزان ۰/۳- در بلند مدت به میزان ۰/٦- است. هنگامی که کرایه‌ها روند صعودی به خود می‌گیرد کشش قیمتی تقاضا افزایش می‌یابد. در این مدل کشش قیمتی اتوبوس در بلند مدت ۰/۳ تا ۰/٤ برآورد شده‌است و میزان این کشش در کوتاه مدت ناچیز بوده است.

واعظ مهدوی و همکاران (۱٤۰۰) در مقاله‌ای تحت عنوان «ثر ناپایداری قیمت نان بر امنیت غذایی و سلامت روان خانوار با رویکرد شبیه‌سازی مبتنی بر عامل» به تخمین کشش قیمتی نان با استفاده از سیستم تقریبا ایده‌آل در بازه‌ی زمانی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ پرداختند. براساس نتایج به دست‌آمده از رفتار خانوارها، شبیه‌سازی تغییر رفتار خانوار در مواجه با افزایش قیمت نان با رویکرد نتایج به دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که نان کالایی جایگزین است

عطایی سلوط و محمدی (۱۳۹۷) در مقاله خود تحت عنوان "تعیین کشش تقاضای محصولات غذایی منتخب در استان مازندران با استفاده از الگوی تقریبا ایده‌ال مطالعه موردی گوشت سفید، آبزیان و قرمز" نشان می‌دهند که تنظیم بازار محصولات کشاورزی، نیازمند بررسی کشش متقاطع و قیمتی تابع تقاضا است. بازه زمانی این پژوهش ۱۳۹۰-۱۳٦۷ در استان مازندران است.

نتایج به دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که تقاضای گوشت آبزیان و گوشت قرمز باکشش و میزان کشش گوشت سفید برابر با یک است. همچنین گوشت سفید و قرمز دارای کشش درآمدی کمتر از یک و لذا کالای ضروری است این در حالی است که گوشت آبزیان دارای کشش درآمدی بیشتر از یک و به عنوان کالای لوکس شناخته می‌شود. همچنین با توجه به کشش متقاطع هر سه نوع گوشت، جانشین یکدیگرند.

سالم و نیازی (۱۳۹٦) در مقاله خود تحت عنوان «تخمین تابع تقاضای سفرهای مذهبی با روش سیستم تقاضای تقریبا ایده‌آل خطی پویا» به بررسی تقاضای سفرهای مذهبی پرداختند. بازه‌ی زمانی این پژوهش ۱۳۷۰-۱۳۹۰ است. نتایج یه دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که کشش درآمدی سفرهای مذهبی در حدود ۰/٤۲ است. به عبارت دیگر یک درصد افزایش درآمد، منجر به افزایش ۰/٤ درصدی تقاضای سفرهای مذهبی می‌شود. همچنین کشش تقاضا در تمامی گروه‌های کالایی منفی است. همچنین کشش قیمتی سفرهای مذهبی در حدود ۰/۹۸- است.

گنجی زهرایی (۱۳۹٤) در مقاله خود تحت عنوان "برآورد تقاضای سفر گردشگری با حمل و نقل عمومی" با استفاده از سیستم معادلات تقریبا ایده‌آل به بررسی کشش‌های قیمتی و متقاطع برای انواع مدهای حمل و نقل عمومی با هدف گردشگری می‌پردازد. در این پژوهش از داده‌های مقطعی و پرسش‌نامه استفاده شده است. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که فصل سال بر میزان تقاضا بسیار موثر است. همچنین با افزایش ۲۰ درصدی قیمت بلیط هواپیما، میزان استفاده از اتوبوس ۳/۵ درصد و میزان تقاضای استفاده از قطار ۲ درصد افزایش می‌یابد. همچنین سهم هزینه‌های حمل و نقل برای مسافران گردشگری از کل هزینه‌ها ۱۹/۲ در صد است.

با توجه به مطالعات انجام شده در استفاده از مدل ADIS[1] در زمینه‌های کالاهای مختلف در سبد مصرفی افراد و همچنین حمل ونقل برون شهری در این مطالعه سعی در استفاده از این مدل در بخش حمل ونفل شهری شد.در این راستا در بخش بعد ابتدا به معرفی مدل ADIS پرداخته سپس کاربرد این مدل در تخمین کشش خودی و متقاطع وسایل نقلیه اتوبوس، تاکسی، مترو و خودروشخصی در مسیر میدان شهدا- میدان امام حسین(ع) پرداخته شد.

۳. معرفی و مدل‌سازی ADIS

یکی از روش‌های برآورد معادلات تقاضا، سیستم معادلات تقاضای تقریبا ایده آل است. در این روش، با استفاده از الگوهای

رفتار مصرف کننده، معادلات تقاضا ایجاد و با اعمال قیود بر متغیرهای مدل، معادلات برآورد می‌گردد.

سیستم معادلات تقاضا تقریبا ایده آل در سال ۱۹۸۰ توسط دیتون و مولبایر در انگلستان جهت ارزیابی رفتار مصرف کننده و چگونگی تاثیر قیمت کالاهای مختلف بر سهم تقاضا کالاها در بودجه خانوار پیشنهاد شد. این سیستم از توابع هزینه‌ای تعمیم یافته (PIGLOG)[۲] استخراج می‌شود. فرم کلی این تابع به صورت زیر است:

$$ln\, C(u,p) = (1-u)\, ln\, f(p) + u\ ln\, h(p) \qquad (۱)$$

در این رابطه u، تابع مطلوبیت، $C(u,p)$ ، تابع مخارج، $f(p)$ و $h(p)$، توابعی از سطح قیمت‌ها است. در حقیقت رابطه (۱) تابع مخارج مصرف کننده، است که به صورت تابعی از مطلوبیت و قیمت تعریف شده است. از ویژگی‌های مهم این تابع، به دست آوردن مخارج در سطح حداکثر رفاه و حداقل معاش است. بنابراین u مقادیر بین صفر و یک را اختیار می‌کند. لذا چانچه $u = 1$ مطلوبیت در سطح حداکثر رفاه و تابع مخارج برابربا $h(p)$ و چنانچه $u = 0$ باشد مطلوبیت در سطح حداقل معاش و تابع مخارج برابر با $f(p)$ است.

دیتون و مولبایر توابع $f(p)$ و $h(p)$ را به شکل زیر معرفی کرده‌اند (Deaton and Muellbauer, 1980).

$$ln\, f(p) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{n} \alpha_k\ ln\, p_k\ + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} \gamma_{kj}^{*}\, ln\, p_k\, ln\, p_j \qquad (۲)$$

$$ln\, h(p) = ln\, f(p) + \beta_0 \prod_{k=1}^{n} p_k^{\beta_k} \qquad (۳)$$

در این روابط، $f(p)$ تابع مخارج برای رسیدن به سطح مطلوبیت $u = 0$ و $h(p)$ تابع مخارج برای رسیدن به سطح مطلوبیت $u=1$ ، p_k شاخص قیمت کالای kام، n تعداد کالاهای موجود، α_0، α_k، γ_{kj}^{*}، β_0، β_k ضرایب ثابت، k, j نماینده کالای مشخص، p_k , p_j شاخص قیمت کالای kام و jام است.

با درنظر گرفتن این دو تابع در رابطه (۱)، تابع هزینه سیستم معادلات تقاضا ایده آل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\ln c(u,p) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{n} \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{kj}^{*} \log p_k \log p_j + u\beta_0 \prod_{k=1}^{n} p_k^{\beta_k} \qquad (٤)$$

با توجه به لم شفارد در اقتصاد خرد تابع تقاضای جبران شده از طریق مشتق رابطه (۳) نسبت به $ln\, p_i$ بدست می‌آید بنابراین:

$$\frac{\partial\, ln\, c(u,p)}{\partial\, ln\, p_i} = w_i = \alpha_i + \frac{1}{2}\left(2\sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij}\, ln\, p_j\right) + U\beta_0\beta_1 \prod_{k=1}^{n} p_k^{\beta_{0k}} \qquad (۵)$$

$$(\gamma_{kj} = \frac{1}{2}\,(\gamma_{ij}^{*} + \gamma_{ji}^{*})$$

در این معادله w_i بیانگر تابع سهم استخراج شده است. از آنجا که مصرف‌کننده به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت خود با توجه به قید درآمد است. بنابراین هنگامی که تابع مطلوبیت فرد برخط بودجه مماس شود نقطه تعادل مصرف کننده به دست می‌آید. به عبارت دیگر مصرف کننده برای رسیدن به حداکثر مطلوبیت کل درآمد خود را خرج کرده لذا:

$$c(u,p) = M$$

لذا با ا ستخراج نمودن تابع مطلوبیت (U)، برحسب p (قیمت) و درآمد (M) تابع مطلوبیت غیرمستقیم یا تابع تقا ضای جبران نشده حاصل می‌شود.

به منظور دستیابی به تابع سهم جبران نشده، ابتدا تابع مطلوبیت را برحسب قیمت و درآمد به د ست آورده سپس درتابع لحاظ می‌شود. این معادله به صورت زیر است:

$$u\beta_0 \prod_{k=1}^{n} p_k^{\beta_k} = \ln M - \alpha_0 - \sum_{k=1}^{n} \alpha_k \ln p_k - 1/2 \sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \gamma_{kj}^{*} \ln p_k \ln p_j \qquad (٦)$$

در این معادله M (درآمد) مصـــرف کننده اســـت.، α_0، α_k ، γ^*_{kj}، β_k، β_0، ضـرایب ثابت، p_k شـاخص قیمت کالای kام، p_j قیمت کالای jام، u تابع مطلوبیت است.

با جایگزینی عبارت فوق در معادله (۳)، رابطه زیر به دســـت می‌آید:

$$w_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln M - \beta_i (\alpha + \sum_{k=1}^{n} \alpha_i \ln p_k - \frac{1}{2 \sum_{k=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma^*_{ij} \ln p_k \ln p_j}) \quad (۷)$$

بنابراین الگوی تقاضای تقریبا ایده آل به فرم معادله سهم بودجه ای کالای i ام به صورت زیر است:

$$w_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln \left(\frac{M}{p}\right) \quad (۸)$$

در رابطه (۷)، α_0، γ_{ij}، β_i، پارامتر، w_i، سهم تقاضا کالاها در بودجه افراد، p_j قیمت کالای j ام، M کل مخارج فراد و P شاخص ترانسلوگ است. این شاخص از طریق رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Log\ P = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{n} \alpha_k \log P_k + 1/2 \sum_{k=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma^*_{kj} \ln p_k \ln p_j \quad (۹)$$

با در نظر گرفتن شاخص قیمت ترانسلوگ، الگوی تقاضای تقریبا ایده‌آل (۷) به فرم غیرخطی آن تبدیل می‌شود که در مطالعات تجربی به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Buse.1994). لذا غالبا از شاخص استون که توسط دیتون و مولبایر پیشنهاد شده استفاده می‌شود. این شاخص به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln p^* = \sum_{k=1}^{n} w_k \ln p_{kt} \quad (۱۰)$$

در این رابطه، w_{kt} سهم بودجه ای کالای k ام و p_{kt} قیمت کالای k ام در زمان t است.

با جایگذاری این شاخص در معادله (۷) تقریب خطی الگوی تقاضای تقریبا ایده آال (LA-AIDS) به صورت رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$w_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln \left(\frac{M}{p^*}\right) \quad (۱۱)$$

در معادله (۱۱)، w_i سهم بودجه ای کالای iام، p_j قیمت کالای j، M (کل مخارج خانوار)، $ln\ p^*$ شاخص استون است که از طریق رابطه (۹) بدست می‌آید. به این ترتیب معادله سهم بودجه ای هیکس و مارشالی با استفاده از قضیه لم شفارد و انجام عملیات جبری به دست می‌آید. همچنین شاخص قیمت خطی و توابع سهم هزینه‌ای باعث ایجاد مدل خطی تقریبی سیستم معادلات تقاضای ایده آل می‌شود (zhou.2015).

۳-۱ برآورد کشش در مدل تقاضای تقریبا ایده‌آل

ازآنجا که که در الگوی سیستم تقاضای ایده آل معادلات به صورت سهمی تعریف شده است، لذا به صورت مستقیم نمی توان تفسیر مناسبی از ضرایب برآوردی داشت. بنابراین تفسیر نتایج و بررسی رفتار مصرف‌کننده از طریق محاسبه کشش‌های این الگو انجام می‌شود. این کشش‌ها براساس یافته‌های گرین و آلستون به دست می‌آید.

الف) کشش قیمت خودی

منظور از کشش قیمت خودی درصد تغییرات تقاضا نسبت به یک درصد تغییر در قیمت همان کالا است. در الگوی تقاضای تقریبا ایده آل این کشش از طریق رابطه زیر استخراج می‌شود: (کالفنت ۱۹۸۸).

$$\varepsilon_{ii} = -1 + \left(\frac{\gamma_{ii}}{w_i}\right) + w_i \quad i=1,2,3 \quad (۱۲)$$

در این رابطه، γ_{ii} ضریب لگاریتم قیمت هریک از شیوه های حمل و نقل در معادله (۱۱) و w_i سهم تقاضای وسیله نقلیه i در مخارج فرد است.

ب) کشش درآمدی

کشش درآمدی بیانگر درصد تغییرات تقاضا به ازای یک درصد تغیر در میزان درآمد است .این معیار در الگوی تقاضای تقریبا

ایده آل از رابطه زیر به دست می‌آید : (Cylan. 2019). در این معادله، β_i ضریب لگاریتم درآمد افراد و w_i سهم تقاضای کالای اول در مخارج افراد است.

$$E_{iM} = 1 + \left(\frac{\beta_i}{w_i}\right) \qquad i=1,2,3 \qquad (۱۳)$$

ج) کشش متقاطع

کشش متقاطع به معنای آن است که به ازای یک درصد تغییر در قیمت یک کالا میزان تقاضا سایر کالاها چند درصد تغییر می‌کند. در صورتی که این کشش مثبت باشد دو کالا جانشین یکدیگر است. اگر این کشش منفی باشد دو کالا مکمل است. این کشش از طریق رابطه زیر تعیین می‌شود: (Cylan. 2019).

$$\varepsilon_{ij} = \left(\frac{\gamma_{ii}}{w_i}\right) + w_j \qquad (۱٤)$$

در رابطه (۱٤)، γ_{ii} ضریب لگاریتم قیمت هریک از شیوه های حمل و نقل، w_i سهم تقاضای کالای اول در مخارج افراد، w_j سهم تقاضای کالای دوم در مخارج افراد است.

د) کشش جانشینی آلن

کشش جانشینی آلن شدت جانشینی کالاها را بیان می‌کند. بنابراین اگر این کشش بیشتر از صفر باشد، بیانگر جانشینی (مکملی) قوی بین دوکالا است و اگر کوچکتر از صفر باشد، بیاگر جانشینی (مکملی) ضعیف بین دو کالا است. این کشش از رابطه زیر به دست می آید(Cylan. 2019):

$$\sigma_{ij} = 1 + \frac{\gamma_{ij}}{w_i w_j} \qquad (۱۵)$$

در رابطه (۱۵)، γ_{ii} ضریب لگاریتم قیمت هریک از شیوه های حمل و نقل، w_i سهم تقاضای کالای اول در مخارج افراد، w_j سهم تقاضای کالای دوم در مخارج افراد است.

٤. مدل تجربی

برای تخمین کشش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای سفر در مسیر میدان شهدا- میدان امام حسین (ع) با استفاده از روش تقاضای تقریبا ایده آل، ابتدا با استفاده از روش کوکران حجم نمونه مورد نیاز در این مطالعه استخراج شد. جامعه آماری در این پژوهش براساس داده های موجود در معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری اصفهان برابر ۳۳۳۳۵ نفر استفاده کننده از وسایل نقلیه تاکسی، اتوبوس، مترو و اتومبیل شخصی است.

در مرحله بعد با استفاده از داده‌های بدست آمده از طریق توزیع تصادفی پرسشنامه بین استفاده‌کنندگان وسایل نقلیه در مسیر مورد نظر، اطلاعات مورد نیاز برای تخمین مدل مورد نظر استخراج شد. در نهایت نیز نتایج تخمین تجربی مدل ارائه می‌شود.

٤-۱ حجم نمونه

جامعه آماری این مطالعه استفاده کنندگان وسایل نقلیه تاکسی، اتوبوس، مترو و اتومبیل شخصی در مسیر میدان شهدا (ع)- میدان امام حسین (ع) است. حجم جامعه آماری مورد مطالعه از طریق اطلاعات موجود در معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری اصفهان استخراج شد. براساس اطلاعات بدست آمده از این مرکز تعداد کل سفرکنندگان با اتوبوس در یک روز کاری دراین مسیر ۱٥٤٤٤ نفر و تعداد کل استفاده‌کنندگان از مترو در مسیر مورد نظر ۱۷۸۹۱ است. از آنجا که هیچ آماری از تعداد سفرها با تاکسی و خودروشخصی در مسیر مورد نظر وجود نداشت لذا برای محاسبه آمار تعداد سفر با این دو وسیله از آمار تعداد سفرها با با وسایل نقلیه مختلف در شهر اصفهان استفاده شد، به این صورت که ابتدا نسبت کل سفرها با خودروشخصی به تعداد سفرها با اتوبوس و نسبت کل سفرها با تاکسی به تعداد سفرها با اتوبوس در شهر اصفهان را استخراج نموده سپس از این نسبت‌ها برای محاسبه تعداد سفرها با تاکسی و خودروشخصی در مسیر میدان امام حسین- میدان شهدا استفاده شد. به این ترتیب تعداد سفرها با خودوشخصی و تاکسی در مسیر مورد نظر به ترتیب برابر با ۲٥۷۸۹ نفر و۱۱۰۱۷ نفر محاسبه شد. داده‌های مورد نیاز دراین مطالعه از طریق توزیع تصادفی پرسش‌نامه بین افراد سفرکننده با هر یک از وسایل نقلیه و متناسب با تعداد استفاده‌کنندگان از هر وسیله در روزهای کاری در فصل پاییز استخراج شد.

برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شد. در مدل کوکران تعداد نمونه مورد نیاز از طریق رابطه زیر استخراج می‌شود:

$$n = \frac{Nz^2pq}{Nd^2 + z^2pq}$$

در این رابطه N جامعه آماری، Z برابر 1/96، $p=q=0/5$ و d مقدار خطا برابر 0/05 است. بر اساس این مدل، حجم نمونه مورد نظر در سطح اطمینان ۹۵٪ برابر با ۳۸۰ پرسشنامه است.

٤-۲ تحلیل داده‌ها

داده‌های مورد نیاز به منظور برآورد تجربی مدل در محدوده میدان شهدا- میدان امام حسین (ع) شامل قیمت پولی هر یک از شیوه های حمل و نقل شهری اتوبوس، تاکسی، مترو و اتومبیل شخصی در محدوده مورد نظر ، سهم تقاضای اتوبوس، مترو، تاکسی و خودرو شخصی در مخارج افراد و کل مخارج واقعی افراد است.

قیمت پولی، هریک از این وسایل شامل دو بخش هزینه پولی و هزینه زمانی سفر است. هزینه پولی استفاده از وسایل نقلیه عمومی(اتوبوس، تاکسی و مترو) کرایه وسیله نقلیه است و برای وسیله نقلیه شخصی از طریق هزینه استفاده از وسیله نقلیه شخصی محاسبه می‌شود.

برای محاسبه هزینه زمانی سفر ابتدا مجموع زمان سفر هر فرد مشخص، سپس در ارزش زمان سفر ضرب شود. این زمان برای وسیله نقلیه عمومی شامل زمان پیاده‌روی فرد تا ایستگاه، زمان انتظار فرد در ایستگاه، زمان سفر فرد با وسیله نقلیه و زمان پیاده‌روی تا مقصد و برای وسیله نقلیه شخصی شامل زمان سفر با وسیله نقلیه است. ارزش زمان سفر مورد استفاده در این مطالعه معادل با نرخ حقوق یک کارگر به ازای یک ساعت کاری است.

٤-۳ تحلیل داده‌های پرسشنامه

برمبنای آمار توصیفی، بررسی جنسیت نمونه نشان می‌دهد که ٥٤ درصد حجم نمونه از۳۸۰ نفر زن و ٤٦ درصد مرد هستند. همچنین بررسی تحصیلات نمونه نیز نشان می‌دهد که ٥٩ درصد تحصیلات پاسخ دهندگان کارشناسی، ۲۰ درصد دیپلم، ۳ درصد زیردیپلم و ۱ درصد دکتری می باشد. تفکیک سنی پاسخ دهندگان نشان می‌دهد که ۱٥٥ نفر از پاسخ دهندگان در رده سنی (۳۰-۲۰) ، ۱٦۱ نفر در رده سنی (۳۰-٤۰)، ٥۱ نفر در رده سنی(٥۰-٦۰) و ۱۳ نفر در رده سنی ٦۰ به بالاهستند.

همچنین با توجه به قرار گرفتن ضریب چولگی متغیرهای مدل در بازه ۰/۰٥- تا ۱، توزیع داده‌ها تقریبا متقارن و نزدیک به توزیع نرمال است.

جدول ۱. ضریب چولگی متغیرهای (p_4, p_3, p_2, p_1) و M

متغیر	p_1	p_2	p_3	p_4	M
ضریب چولگی	۰/۲۲	۰/٦۱	-۰/۱۷٥	-۰/۰۷	۰/۲۱

این نتیجه با توجه به آزمون نرمالیتی توزیع داده‌ها بر حسب ضریب چولگی در نرم افزار استاتا نیز تایید شد.

نتایج این آزمون در جدول نشان می‌دهد که آماره این آزمون برای متغیرهای مدل بالاتراز ۰/۰٥ است. لذا فرض نرمال بودن داده-های پذیرفته می‌شود.

جدول ۲. آزمون نرمالیتی برحسب ضریب چولگی متغیرها

آماره آزمون نرمالیتی	متغیرها
۰/۰٤٥	قیمت اتوبوس (p_1)
۰/۰٥۷۸	قیمت مترو (p_2)
۰/۰٦٦۱	قیمت تاکسی (p_3)
۰/۰٤٤٤	قیمت اتومبیل شخصی (p_4)
۰/۰۸۲۷	مخارج ماهانه(M)

٤-٤ نتایج تخمین مدل

فرم کلی مدل مورد استفاده در این مطالعه برای تخمین کشش‌های مورد نظر به صورت زیر است:

$$w_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{4} \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \ln\left(\frac{M}{p^*}\right) \quad i=1,2,3,4 \qquad (۱٦)$$

$$\ln p^* = \sum_{i=1}^{n} w_i \ln p_i \qquad (۱۷)$$

در این مدل قیمت استفاده از وسایل نقلیه p_i ،w_i سهم تقاضا هریک از شیوه‌های حمل و نقل، M مخارج کل استفاده کنندگان از وسایل نقلیه موردنظرو p^* شاخص استون که با استفاده از رابطه (۲۱) محاسبه می‌شود. همچنین i بیانگر چهار شیوه حمل و نقل شهری مورد استفاده در مسیر مورد نظر به صورت ۱) اتوبوس، ۲) مترو، ۳) تاکسی و ٤) اتومبیل شخصی است. با توجه به معادله (۱٦) معادلات مربوط به هریک از وسایل نقلیه در این مطالعه به صورت زیراست:

نتایج حاصل از تخمین ضرایب مدل به شرح جدول زیر است:

$$w_{\text{اتوبوس}} = \alpha_1 + \gamma_{11} \ln p_1 + \gamma_{12} \ln p_2 + \gamma_{13} \ln p_3 + \gamma_{14} \ln p_4 + \beta_1 \ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$$

$$w_{\text{مترو}} = \alpha_2 + \gamma_{21} \ln p_1 + \gamma_{22} \ln p_2 + \gamma_{23} \ln p_3 + \gamma_{24} \ln p_4 + \beta_2 \ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$$

$$w_{\text{تاکسی}} = \alpha_3 + \gamma_{31} \ln p_1 + \gamma_{32} \ln p_2 + \gamma_{33} \ln p_3 + \gamma_{34} \ln p_4 + \beta_3 \ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$$

$$w_{\text{اتومبیل}} = \alpha_4 + \gamma_{41} \ln p_1 + \gamma_{42} \ln p_2 + \gamma_{43} \ln p_3 + \gamma_{44} \ln p_4 + \beta_4 \ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$$

جدول ۳. نتایج تخمین ضرایب مدل اتوبوس

متغییر	نماد	ضریب	آماره t	p >|t|	سطح معناداری
عرض از مبدا	α_1	۱/۱٦	۳/٦۰	۰/۰۰۰	٪۹۹
لگاریتم قیمت اتوبوس	lnp_1	۰/۰٦٦	۷/٤۳	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم قیمت مترو	lnp_2	-۰/۰۲۱	-۲/۱٤	۰/۰۳۳	٪۹۵
لگاریتم قیمت تاکسی	lnp_3	-۰/۰۳۵	-۵/۷۷	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم قیمت خودروشخصی	lnp_4	-۰/۰٤۵	-٤/۵۷	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم مخارج واقعی	$ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$	-۰/۰۳۷	-۱/۹۹	۰/۰٤۷	٪۹۵

ماخذ: محاسبات محقق

جدول ٤. نتایج تخمین ضرایب مدل مترو

متغییر	نماد	ضریب	آماره t	p >|t|	سطح معنی داری
عرض از مبدا	α_2	۱/٤۰	۳/۰۰	۰/۰۰۳	٪۹۵
لگاریتم قیمت اتوبوس	lnp_1	-۰/۰۵۸	-٤/۵۰	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم قیمت مترو	lnp_2	۰/۰۸۲	۵/۷۹	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم قیمت تاکسی	lnp_3	-۰/۰۱۸	-۲/۱۰	۰/۰۳۷	٪۹۵
لگاریتم قیمت خودروشخصی	lnp_4	-۰/۰٤۲	-۲/۹۰	۰/۰۰٤	٪۹۵
لگاریتم مخارج واقعی	$ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$	-۰/۰٤۲	-۱/۵٤	۰/۰۱۲٤	٪۹۵

ماخذ: محاسبات محقق

جدول ۵. نتایج تخمین ضرایب مدل تاکسی

متغییر	نماد	ضریب	آماره t	p >|t|	سطح معنی داری
عرض از مبدا	α_3	-۱/۳٦	-۳/۲٦	۰/۰۰۱	٪۹۵

متغیر	نماد	ضریب	آماره t	p >|t|	سطح معنی داری
لگاریتم قیمت اتوبوس	lnp_1	۰/۰۱۷	۱/۵۳	۰/۱۲۸	۹۵٪
لگاریتم قیمت مترو	lnp_2	-۰/۰۳۲	۲/۵۱	۰/۰۱۲	٪۹۵
لگاریتم قیمت تاکسی	lnp_3	۰/۰۶۳	۸/۰۶	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم قیمت خودروشخصی	lnp_4	۰/۰۱۶	۱/۲۹	۰/۰۲۱	٪۹۵
لگاریتم مخارج واقعی	$ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$	۰/۰۵۲	۲/۱۴	۰/۰۳۳	٪۹۵

ماخذ: محاسبات محقق

جدول ٦. نتایج تخمین ضرایب مدل خودرو شخصی

متغیر	نماد	ضریب	آماره t	p >|t|	سطح معناداری
عرض از مبدا	α_3	-۰/۲۰۵	-۰/۷۵	۰/۴۵۵	٪۹۵
لگاریتم قیمت اتوبوس	lnp_1	-۰/۰۲۶	-۳/۴۴	۰/۰۰۱	٪۹۵
لگاریتم قیمت مترو	lnp_2	-۰/۰۲۹	-۳/۴۹	۰/۰۰۱	٪۹۵
لگاریتم قیمت تاکسی	lnp_3	-۰/۰۱۰	۱/۹۳	۰/۰۵۴	٪۹۵
لگاریتم قیمت خودروشخصی	lnp_4	۰/۰۷۱	۸/۴۳	۰/۰۰۰	٪۹۵
لگاریتم مخارج واقعی	$ln\left(\frac{M}{P^*}\right)$	۰/۰۲۷۳	۱/۷۱	۰/۰۸۸	٪۹۵

ماخذ: محاسبات محقق

با توجه به نتایج بدست آمده، از میان ۲۴ ضریب برآوردی، ۲۱ ضریب در سطح ۹۵ درصد و ۳ ضریب در سطح ۹۰ درصد، از لحاظ آماری معنادار است. همچنین همه ضرایب لگاریتم درآمد برآوردی در الگوی نامقید تقاضای تقریبا ایده آل (β_i) نیز در سطح ۹۵ و ۹۰ درصد معنادار هستند.

در ادبیات اقتصاد، کالای لوکس کالایی است که درصد افزایش تقاضای آن بیش از درصد افزایش درآمد است، لذا با افزایش درآمد، مصرف کننده از این کالا بیشتر استفاده کرده و تقاضای آن افزایش می یابد. در مدل سیستم تقاضای تقریبا ایده‌آل ضریب لگاریتم درآمد کالاهای لوکس مثبت است این در حالی است که ضریب لگاریتم درآمد کالای ضروری که در جهت تامین نیازهای اولیه مصرف کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد، منفی است (Salmela Zernova.2010).

با توجه به این مطالب و نتایج بدست آمده توسط ضرایب درآمدی برآوردی در مدل، اتوبوس و مترو در محدوده مورد نظر کالای ضروری و تاکسی و اتومبیل شخصی کالای لوکس هستند. این نتایج با استفاده از کشش‌های درآمدی بدست آمده در بخش بعدی نیز تایید می‌شود.

٤-٥ برآورد کشش‌های خودی قیمت و کشش درآمدی

پس از تخمین ضرایب قیمت‌ها و درآمد، با توجه به میانگین سهم تقاضا هریک از شیوه‌های حمل و نقلی مورد استفاده در این محدوده، کشش‌های درآمدی، کشش‌های خودقیمتی و کشش متقاطع با استفاده از رابطه(۸)، (۹) محاسبه می‌شود. نتایج حاصل از برآورد کشش‌های مورد نظر به صورت زیراست:

جدول ۷. کشش خود قیمتی برای وسایل نقلیه با توجه به میانگین سهم تقاضا هریک

کشش خودی قیمتی اتومبیل	کشش خودی قیمتی تاکسی	کشش خودی قیمتی مترو	کشش خودی قیمتی اتوبوس
-۰/۳۷	-۰/٤۸	-۰/٤۲	-۰/۷۰

ماخذ: محاسبات محقق

جدول ۸. کشش درآمدی با توجه به سهم تقاضا شیوه‌های حمل و نقلی

کشش درآمدی اتومبیل	کشش درآمدی تاکسی	کشش درآمدی مترو	کشش درآمدی اتوبوس
۱/۱۸	۱/۱۷	۰,۸۷	۰/۸۳

ماخذ: محاسبات محقق

مقادیر منفی بدست‌آمده برای کشش تقاضا بیانگر مطابقت مطابقت آن با قانون تقاضا است. لذا با افزایش کرایه اتوبوس، مترو، تاکسی و خودرو شخصی سهم تقاضای هریک از این شیوه‌ها به ترتیب به میزان ۰/۷۰-، ۰/٤۲-، ۰/٤۸- و ۰/۳۷ - کاهش می‌یابد. کوچکتر از یک بودن مقادیر بدست آمده برای کشش‌های خودی قیمت نشان می‌دهد که این وسایل نقلیه در محدوده مورد نظر کالای بی‌کشش هستند و مصرف کنندگان آن (به ویژه استفاده کنندگان از خودوشخصی، مترو و تاکسی) نسبت به تغییرات قیمت این وسایل حساسیت زیادی از خود نشان نمی‌دهند. از بین این مقادیر میزان کشش قیمتی بالاتر اتوبوس نیز نشان می‌دهد که تقاضا برای اتوبوس حساسیت بالاتری نسبت به قیمت در مقایسه با سه وسیله نقلیه دیگر دارد. همچنین از آنجا که کشش درآمدی تاکسی و خودروشخصی بزرگتر از یک است تاکسی وخودروشخصی کالای لوکس است.

٤-٦ کشش متقاطع وکشش جانشینی آلن

چون کشش درآمدی بدست آمده برای اتوبوس و متروکوچکتر از یک است، اتوبوس و مترو کالای ضروری برای مصرف کنندگان است.

این نتایج بیانگر این مطلب است که تاکسی و اتومبیل شخصی به علت قیمت بالای خود، استفاده کنندگان معدودی در حد فاصل میدان شهدا- میدان امام حسین(ع) دارند و برای استفاده روزمره عموم مردم در این مسیر مناسب نیست. به عبارت دیگر افرادی که از توانایی مالی بیشتری برخوردار هستند و هزینه زمانی برای آن ها مهم است از اتومبیل و تاکسی در این محدوده استفاده می‌کنند. میزان کشش‌های متقاطع و جانشینی آلن به صورت زیر است:

جدول ۹. کشش متقاطع شیوه های حمل و نقل شهری در مسیر میدان شهدا- میدان امام حسین(ع)

اتومبیل شخصی	تاکسی	مترو	اتوبوس	کشش متقاطع
-۰/۰۵۳	۰/۱۳۷	۰/۲۳	-۰/۷۰	اتوبوس
۰/۰۲۳	۰/۲۳	-۰/٤۲	۰/۰٤۵	مترو
۰/۱۵	-۰/٤۸	۰/۲۱	۰/۲۸	تاکسی
-۰/۳۷	۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۰۵۱	اتومبیل شخصی

جدول ۱۰. کشش جانشینی آلن برای وسایل نقلیه شامل اتوبوس، مترو، تاکسی و اتومبیل شخصی

کشش جانشینی آلن	اتوبوس	مترو	تاکسی	اتومبیل شخصی
اتوبوس	–	۰/۷۱	۰/٤٦	–
مترو	۰/۲۰	–	۰/۸۰	۰/۱۵
تاکسی	۱/۰۱	۰/۹٦	–	۱/۰۰۸
اتومبیل شخصی	۰/۹٦	۰/۹۳	۰/۹۸	–

ماخذ: محاسبات محقق

نتایج حاصل از جدول‌های (۱۰) نشان می‌دهد کشش متقاطع اتوبوس برای مترو به میزان ۰/۲۳و برای تاکسی ۰/۱۳است. بدین معنی که یک درصد افزایش قیمت اتوبوس، تقاضای تاکسی و مترو را به ترتیب به میزان ۰/۱۳ و۰/۲۳ افزایش می‌یابد. لذا با توجه به مثبت بودن هردو کشش، مترو و تاکسی هردو جانشین اتوبوس هستند ولی با توجه به مقادیر کشش بدست آمده مترو جانشین مناسب‌تری برای اتوبوس است. این نتایج توسط برآورد کشش جانشینی آلن نیز تایید می‌شود . نتایج بدست آمده برای کشش جانشینی آلن بیانگر این مطلب هستند که شدت جانشینی اتوبوس– مترو تقریبا ۱/ ۵ برابر شدت جانشینی اتوبوس– تاکسی است. این نتایج نشان می‌دهد با افزایش کرایه اتوبوس افراد تا اندازه‌ای به استفاده از مترو ترغیب می‌شوند.

علت قابل توجه بودن کشش متقاطع اتوبوس و مترو افرادی است که به علت شرایط اقتصادی نمی‌توانند از تاکسی و اتومبیل شخصی برای عبور و مرور روزانه استفاده کنند. همچنین مترو از نظر هزینه، قابل رقابت با شیوه اتوبوس است. میزان کشش متقاطع مترو برای وسایل نقلیه اتوبوس، تاکسی و خودرو شخصی به ترتیب به میزان ۰/۰٤، ۰/۲۳ و ۰/۰۲ است. این نتایج نشان می‌دهد که هر سه وسیله نقلیه جانشین مترو هستند. همچنین مقدار ضرایب نشان می‌دهد که تاکسی جانشین مناسب‌تری برای مترو است و با افزایش کرایه مترو، سهم تاکسی از سفرهای روزانه بیشتر افزایش می‌یابد.

کشش جانشینی آلن نیز نشان می‌دهد که شدت جانشینی تاکسی به جای مترو بیش از ٤ برابر دو وسیله دیگر است. میزان کشش متقاطع وسایل نقلیه تاکسی برای اتوبوس، مترو و خودرو شخصی به ترتیب برابر با ۰/۲۸، ۰/۲و ۰/۱۵است.

این نتایج نشان می‌دهد با افزایش قیمت تاکسی سهم، تقلضا برای هر سه وسیله نقلیه افزایش می‌یابد همچنین شدت جانشینی با هر سه وسیله نقلیه تقریبا یکسان است که با توجه به نوع وسیله نقلیه تاکسی منطقی است. کشش متقاطع خودرو شخصی برای اتوبوس، مترو و تاکسی به ترتیب به میزان ۰/۰۰۵، ۰/۱۳ و ۰/۲۳ است که نشان می‌دهد تاکسی جانشین مناسبی برای خودروشخصی است. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش هزینه استفاده از خودروشخصی، سهم تاکسی از سفرهای روزانه افزایش می‌یابد.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه برآورد کشش‌های تقاضای وسایل نقلیه اتوبوس، تاکسی، مترو، خودروشخصی با استفاده از مدل سیستم تقاضای تقریبا ایده آل در مسیر میدان شهدا– میدان امام حسین (ع) به منظوراستفاده در سیاست‌گذاری های مدیریت تقاضای سفر در محدوده مورد نظر است. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که کشش‌های خودی تقاضا منفی و مطابق با تئوری اقتصاد است. همچنین مقادیر کشش بیانگر بی‌کشش بودن تقاضای این وسایل نقلیه و عدم حساسیت افراد نسبت به تغییرات قیمت است. کشش‌های مثبت درآمدی نشان می‌دهد که وسایل نقلیه مورد نظر کالای نرمال است. مقادیر کشش درآمدی نیز بیانگر این مطلب است که اتوبوس و مترو کالای ضروری ولی تاکسی وخودروشخصی کالای لوکس هستند. نتایج

بدست آمده از کشش جانشینی نیز نشان می‌دهد که فقط مترو وتاکسی جانشین اتوبوس بوده و خودرو شخصی جانشین اتوبوس محسوب نمی‌شود که می‌تواند به علت عدم مالکیت خودوشخصی و یا بالا بودن قیمت اتومبیل شخصی نسبت به سایر وسایل نقلیه می باشد.

با توجه به مقادیر بدست آمده، هر سه وسیله نقلیه دیگر جانشین مترو بوده ولی از بین این سه وسیله کشش جانشینی تاکسی به طور قابل توجه بیشتر است.همچنین میزان کشش متقاطع وسیله نقلیه تاکسی نیز نشان می‌دهد که هر سه وسیله نقلیه جانشین تاکسی بوده ولی میزان کشش جانشینی تاکسی برای این سه وسیله به طور قابل توجهی با یکدیگر متفاوت نیست.

کشش متقاطع خودرو شخصی و سایر سایل نقلیه بیانگر این مطلب است که تاکسی جانشین مناسبی برای خودوشخصی بوده در حالیکه کشش جانشینی خودروشخصی نسبت به اتوبوس بسیار ناچیز است.

از آنجا که نتایج بدست آمده در این مطالعه مربوط به مسیر میدان شهدا – میدان امام حسین (ع) است، لذا در پژوهش‌های آتی می‌توان از این روش برای محاسبه میزان کشش متقاطع و مستقیم در مسیرهای مختلف در شهر اصفهان و یا کل شهر اصفهان استفاده نموده همچنین می‌توان از نتایج این مدل برای بررسی تاثیر تغییرات قیمت وسایل نقلیه بر رفاه اجتماعی استفاده‌کنندگان از شیوه‌های سفر استفاده کرد.

٦. پی‌نوشت‌ها

1. Sary &wen
2. An almost Ideal demand system
3. Nolan

۷. مراجع

– گنجی زهرایی، ه. (١٣٩٤). " برآورد تقاضای سفر گردشگری با حمل و نقل عمومی با استفاده از سیستم معائلات تقاضای تقربا ایده‌آل و داده‌های مقطعی". فصلنامه جاده، سال بیست و سوم، شماره ٤. ص. ٢٨٧.

– ژیلایی، ج. (١٣٨٠)." تحلیل رفتار مصرفی مناطق شهری استان اصفهان با کاربرد یک مدل تقاضای تقریبا ایده آل طی دوره ی ٧٨-١٣٥٠"، پایان نامه کارشناسی ارشد، اصفهان. دانشکده علوم اداری و اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

– سالم، ع، ونیازی، م. (١٣٩٥). "تخمین تابع تقاضای سفرهای مذهبی با روش سیستم تقاضای تقریبا ایده‌آل خطی پویا". فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ٢٨.

– عطایی سلوط، ک، و محمدی، ح. (١٣٩٧). تعیین کشش تقاضای محصولات منتخب در استان مازندران با استفاده از الگوی سیستم معادلات تقاضای تقریبا ایده‌آل مطالعه موردی گوشت سفید، آبزیان و قرمز. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. جلد ١٠. شماره ٣. صفحه ١١٧٣-١٨٦.

– واعظ مهدوی، ز، راغفر، ح، امامی جزه، ک، وحاجی نبی، ک. (١٤٠٠). اثر ناپایدار قیمت نان بر امنیت غذایی و سلامت روان خانوار با رویکرد شبیه‌سازی مبتنی بر عامل. نشریه پژوهشی پایه و بالینی. دوره ٢٩، شماره ٦، صفحه ١٤.

– Buse, A. (1994). "Evaluating the Linearized Almost Ideal Demand System". American Jornal of Agricultural Economics, Vol.76.No, pp.781-793.

– Ceylan, F. (2019)." Economic crisis and consumption: an almost ideal demand system estimation for Turkey with time varying parameters". Development Studies Research, VOL. 6. NO.1. pp.13–29.

– Dargay, J. Hanly, M. (2002). "the Demand for local Bus Servies in England". Journal of Transport Economics and Policy,Vol .36. No.1. pp. 73-91.

– Deaton, A.S. Muellbauer, J. (1980). "An Almost Ideal Demand System. American Economic Review".

– Eakins, J.M. Gallagher, L.A.(2003). “Dynamic Almost Ideal Demand Systems: An Empirical Analysis of Alcohol Expenditure in Ireland". Ireland Applied Economics, Vol. 35(9). pp.1025-1036.

– Furno, M., Caracciolo F. (2017).”Beyond the mean: Estimating consumer demand systems in the tails”. the jornal of Agric. Econ. –Czech. Vol. 6. pp. 449–460.

– Kanemoto, Y. (2008). "Urban transport economic theory". Victoria: Blackwell Publishing Ltd.

– LIU, L, and Ling- Yun,HE. (2016)."The demand for road transport in china: imposing theoretical regularity and flexible functional form selection".Vol 24. No. 15ZDA054. PP. 1-24.

– lopez, A .(1993)." the demand for private transport in Spain" .A micro econometric Approach economic working ,p.22.

– Nolan,A.(2003)."The Determinants of Urban Households Transport Decision: A micro econometric Study using Irish Data". International Journal of Transport Economics.vol.3,No.1,pp.103-132.

– Nygard, V. M. (2013). "An Almost Ideal Demand System Analysis of non-Durable Consumption Categories". Revised Version Thesis for the Degree Master of Economic Theory and Econometrics, Department of Economics University of Oslo.

– Salmela Z.M.(2010)." Motives for consumption of luxury goods". DEGREE THESIS for Degree Programme in Internatinal Businness.

– Sary, s., shiwei, x., wen,Y. (2019).” Houshold food consumption in rural, Cambodia almost ideal demand system analysis. The journal of physics. Ser 11760420770.

– Seattle Urban Mobility Plan. (2008)." Best Practices Transportation Demand Management (TDM)".

– Vigiani, M., Dudu, H. (2021).“demand analysis of multiple goods and services in Vietnam”. The journal of the world bank.

– Young, K.H. (1972). "A Synthesis Of Time-Series And Cross-Section Analysis Demand For Air Transportation Service". Journal Of American Statistical Association, Vol. 67 . No. 339. pp. 56-66.

– Zhou, X. (2015). "Using Almost Ideal Demand System To Analyze Demand For Shrimp In Us Food Market". Department of Agricultural and Resource Economics, The University of Tennessee,vol.3,NO.3.PP.31-46.

ناصر یارمحمدیان، درجه کارشناسی در رشته اقتصاد را در سال ۱۳۸۷ از دانشگاه شهید بهشتی، درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی علوم اقتصادی را در سال ۱۳۸۹ را از دانشگاه اصفهان اخذ نمود. در سال ۱۳۹۳ موفق به کسب درجه دکتری در رشته اقتصاد از دانشگاه اصفهان گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان اقتصاد فضایی، اقتصاد حمل و نقل و اقتصاد و تامین مالی شهری بوده و در حال حاضر استادیار دانشگاه هنر اصفهان است.

مرضیه گوگردچیان درجه کارشناسی در رشته ریاضیات کاربردی را در سال ۱۳۸۰۱ از دانشگاه اصفهان و درجه کارشناسی ارشد در رشته اقتصاد را در سال ۱۳۸٦ از دانشگاه آزاد واحد خوراسگان اخذ نمود. در سال ۱۳۹۵ موفق به کسب مدرک دکتری در رشته اقتصاد از دانشگاه اصفهان گردید. زمینه مورد علاقه ایشان اقتصاد خرد، اقتصاد منابع طبیعی، اقتصاد حمل و نقل و اقتصاد شهری است

بهناز شکری‌پور، درجه کارشناسی در رشته مهندسی پزشکی (بیوالکتریک) را در سال ۱۳۹۵ از موسسه آموزش عالی راغب اصفهانی، درجه کارشناسی ارشد در رشته اقتصاد شهری در سال ۱۳۹۹ را از دانشگاه هنر اصفهان اخذ نمود. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان اقتصادشهری و اقتصاد حمل و نقل بوده است.