

ارائه مدل تقاضای سفر با هدف شغل

ابلاقل کمروویچ سنگینف^{۱*}، نعمت‌اله رضایی^۲

۱. استاد گروه اقتصاد دانشکده اداری و حمل و نقل، دانشگاه فنی و مهندسی، دوشنبه، تاجیکستان
۲. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه ملی، دوشنبه، تاجیکستان

پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲۷

دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۹

چکیده

ترافیک یکی از موضوعاتی است که امروزه به یکی از اصلی‌ترین مسائل شهرهای بزرگ تبدیل شده است و این موضوع مشکلات دیگری را نیز به همراه خود برای مناطق شهری ایجاد کرده است. از این رو شناخت رفتار ترافیکی مردم از ضرورت‌های مدیریت و برنامه‌ریزی شهری است. یکی از این موضوعات تقاضای سفر از مناطق نزدیک شهرها به مناطق شهری با اهداف مختلف می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده از داده‌های سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ وضعیت سفرهای روزانه به تهران با تفکیک هدف سفر بررسی و برای آن مدل تقاضا و جذب سفر برآورد شود. در این صورت متغیرهای بسیاری ارزیابی شد، سپس با استفاده از نرم‌افزار SAS و به روش Stepwise شروع به برآورد مدل شد، آن‌گاه با استفاده از مفروضات مدل رگرسیونی، تبدیلات باکس کاکس و در نظر گرفتن مواردی همچون فرض نرمالیتی داده‌ها، ناهمگونی واریانس و نبود هم‌خطی بین متغیرهای کمکی به برآورد مدل پرداخته شد و با پردازش مجدد مدل که نشان از نبود داده‌های پرت می‌باشد، بهترین مدل برآورد تعیین گردید. متغیرهای مؤثر در مدل نهایی عبارتند از لگاریتم تعداد خودرو، موتور سیکلت، نرخ باسوادی و لگاریتم تعداد واحد مسکونی که با ضریب تعیین ۸۳/۰۳ درصد مدل برازش شده است.

کلیدواژه‌ها: تولید سفر، جذب سفر، هدف سفر، مدل تقاضای سفر، تبدیلات باکس کاکس و مدل رگرسیونی.



۱- مقدمه

امروزه بسیاری از شهرهای دنیا به‌ویژه کلان‌شهرها با مشکل ترافیک و حجم زیاد خودروها روبه‌رو هستند و مدیران شهری با دو رویکرد افزایش عرضه و مدیریت تقاضا، همواره برای برطرف کردن مشکلات شهری تلاش می‌کنند. از آن‌جا که افزایش عرضه بسیار هزینه‌بر و گاهی غیر ممکن به نظر می‌رسد، بهتر است که جهت‌گیری برنامه‌ریزان و مدیران شهری به سمت مدیریت تقاضا باشد. یکی از مسائل پیش روی مدیران شهری به‌ویژه کلان‌شهرها، سفرهایی است که از مناطق نزدیک کلان‌شهرها به‌صورت روزانه با اهداف مختلف صورت می‌پذیرد. دانستن تعداد، نوع سفر و همچنین عوامل مؤثر بر این سفرها مدیران را کمک می‌کند تا با شناخت کامل از این‌گونه سفرها که عمدتاً به‌دلیل تفاوت شاخص‌های رفاه صورت می‌پذیرد، به ایجاد امکانات لازم در مبدأ سفرها اقدام کرده و از انجام این‌گونه سفرها در حد امکان جلوگیری نمایند و تقاضای سفر در شهر مقصد را کاهش دهند.

در مطالعات حمل‌ونقل شهری و منطقه‌ای، سیستم‌های حمل و نقل به دو قسمت عمده عرضه و تقاضای حمل‌ونقل تقسیم می‌شوند.

۲- عرضه و تقاضای حمل‌ونقل

منظور از عرضه: ساختار شبکه خیابان‌ها / مبادی / مقاصد و انواع وسیله نقلیه در دسترس برای انجام سفر می‌باشد.

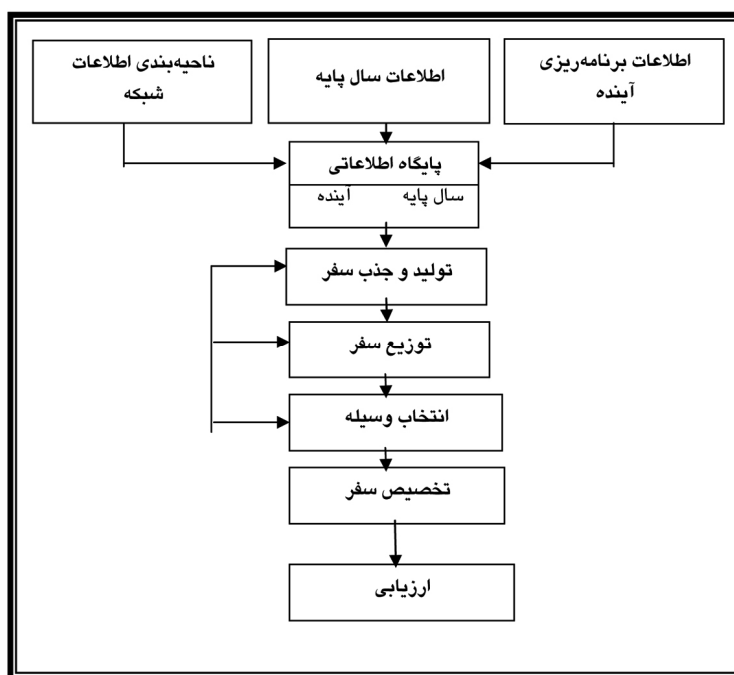
منظور از تقاضا: میزان جابه‌جایی افراد در منطقه مورد نظر است که در زیر شرح مختصر آن ارائه می‌شود.

روش چهارمرحله‌ای: متداول‌ترین روش مدل‌سازی تقاضای سفر، این روش است که برای پیش‌بینی تعداد سفرهای درون شهری به تفکیک ساعت، روز، هدف سفر، زوج مبدأ و مقصد و وسیله نقلیه و مسیر منتخب به‌کار می‌رود.

۳- مدل‌های تولید و جذب سفر

در تنظیم مدل‌های متوالی تقاضای سفر، به این صورت عمل می‌شود که در هر یک از مراحل، خروجی هر مدل به عنوان ورودی مدل مرحله بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه بر روی این فرایند از چهار مرحله اصلی تشکیل می‌شود که عبارتند از:

- ایجاد سفر، برآورد سفرهای تولید شده و جذب شده به نواحی ترافیکی می‌باشد؛
- توزیع سفر، تخصیص وسایل نقلیه موجود به سفرهای توزیع شده در نواحی ترافیکی؛
- انتخاب وسیله نقلیه، انتخاب وسیله نقلیه برای سفر؛
- تخصیص سفر، انتخاب مسیر در شبکه حمل‌ونقل؛



شکل ۱ ساختار مدل‌های حمل و نقل چهار مرحله‌ای

در این فرایند انواع مدل‌های ایجاد سفر بررسی می‌شود، همچنین برای هر روش،

متغیرهای مناسب که ممکن است مستقل یا وابسته باشند، تعریف و روش‌های پرداخت مدل‌ها نیز شرح داده می‌شود [۱].

۴- مروری بر تحقیقات انجام شده

تخمین تابع تقاضای حمل و نقل معمولاً به پنج روش صورت می‌گیرد:

۴-۱- روش برآورد به صورت مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی [۲]

در این روش بیش‌تر به مطالعه مبدأ - مقصد پرداخته شده و در آن فقط به ویژگی‌های مبادی و مقاصد انتخاب شده توجه می‌شود.

۴-۲- مدل‌های بدون مبنای تئوریک

در این روش برآورد براساس آمار و اطلاعات موجود صورت می‌گیرد.

۴-۳- مدل‌های انتخاب: الف - مدل‌های انتخاب کلان (جمعی) ب - مدل‌های انتخاب غیر

جمعی

۴-۴- مدل‌های بر مبنای تئوری‌های اقتصاد

۴-۴-۱- مدل تقاضای خرد براساس دیدگاه مارشالی

مطالعات دوانی (۱۹۷۴)، ندرسون و کراش (۱۹۷۸)، آپیولیو (۱۹۸۱)، آبراهام (۱۹۸۳)

۴-۴-۲- مدل‌های کلان

براون و اتکسین (۱۹۶۸)، یانگ (۱۹۷۵)، لائو (۱۹۷۵)، اوریل (۱۹۸۱)، کانافانی (۱۹۸۳)

۴-۵- مدل‌های جاذبه

ساختار کلی بیش‌تر مدل‌های زوج شهری از نوع جاذبه‌ای است. مدل جاذبه‌ای نسخه بدل قانون جاذبه‌ای نیوتن است. قانون نیوتن می‌گوید: >> دو جرم در جهان یکدیگر را به نسبت

حاصل ضرب جرمشان و معکوس مجذور فاصله‌اشان از یکدیگر جذب می‌نمایند>>؛ یعنی براساس فرمول داریم که:

$$F_{ij} = \delta \frac{M_i M_j}{d_{ij}^2}$$

M_i و M_j جرم اجسام، d_{ij} مسافت بین اجسام و δ کشش یا نیروی جاذبه‌ای است. در مد جاذبه‌ای تقاضای سفر، فرض می‌شود که سفر بین دو شهر به‌طور مستقیم متناسب با جمعیت آن‌ها و به‌طور معکوس متناسب با مجذور مسافت بین آن‌هاست؛ به عبارتی اگر P_i و P_j را به‌ترتیب جمعیت شهرهای i و j در نظر گیریم، همانند فرمول جاذبه‌ای نیوتن داریم:

$$T_{ij} = a \frac{P_i P_j}{d_{ij}^2}$$

در رابطه فوق: T_{ij} = حجم ترافیک بین دو شهر می‌باشد.

دو روش تحلیل تقاضای سفر بین شهری عموماً به‌کار گرفته می‌شود بر مبنای این روش‌ها مدل‌های مختلف برآورد تقاضا با ساختارهای گوناگون و عوامل مؤثر در جابه‌جایی مسافر بین منطقه‌ای در شکل‌های متنوع پیشنهاد شده‌اند که در ذیل دو نوع از آن‌ها آورده شده است [۳].

الف - مدل‌های چند طریقه‌ای برآورد تقاضای سفر بین شهری

ب - مدل‌های طریقه‌گرایی برآورد تقاضای سفر بین شهری

در زیر مطالعات انجام شده در داخل و خارج کشور در قالب دو جدول همراه با خصوصیات مدل‌ها آورده شده است



جدول ۱ مقایسه بین مدل‌های گذشته برآورد تقاضای حمل‌ونقل در خارج از کشور

موضوع پژوهش	شاخص	متغیرهای به‌کار رفته	حساسیت متغیرهای بکار رفته	مدل و روش حل	پیچیدگی مدل	در نظر گرفتن سایر شقوق
میشل برلایر	جابه‌جایی سفر، هزینه سفر	متوسط	جاذبه	×	×	
تیوپاس	درآمد، جمعیت، تولید ناخالص داخلی	زیاد، زیاد، متوسط	جاذبه - حداقل مربعات وزنی	×	×	
کلدهنیگ	تولید ناخالص داخلی، مسافت	زیاد، زیاد	جاذبه	×	×	
آلکالی	مسافت، جمعیت	زیاد، زیاد	جاذبه لگاریتمی	√	√	
فیشر	کرایه، زمان سفر، میزان مالکیت اتومبیل شخصی	کم، زیاد، متوسط	جاذبه	×	√	
فام و جیم	مسافت	زیاد	جاذبه	×	×	
دارگی و هانلی	هزینه سفر	کرایه بالا حساس	جاذبه - اقتصادسنجی	×	×	
لی و همکاران	هزینه سفر، هزینه سوخت، هزینه پارکینگ	زیاد، متوسط، زیاد	جاذبه - الگوی ترجیحات	×	×	
مدل اسلاس	حجم بار، متوسط درآمد کامیون، قطار، بخش ساختمان و بخش کشاورزی			×	×	

جدول ۲ مقایسه بین مدل‌های گذشته برآورد تقاضای حمل‌ونقل در خارج از کشور

شاخص / موضوع پژوهش	متغیرهای به‌کار رفته	همبستگی بین متغیرها	حساسیت متغیرهای به‌کار رفته	مدل انتخابی	روش پرداخت مدل	پیچیدگی مدل	در نظر گرفتن سایر شقوق
مطالعه طرح جامع حمل و نقل و ترافیک ایران (مدل پیش‌بینی جریان اتومبیل سواری)	جمعیت، مسافت	۰/۸۳		جاذبه	روندگرایی خطی	×	×
مطالعه شبکه حمل‌ونقل حاشیه زاینده‌رود (مدل توزیع بین منطقه‌ای جریان مسافر)	جمعیت، تعداد شاغلان، فاصله هوایی	۰/۸۹		جاذبه کاب - داگلاس	روندگرایی غیر خطی	×	×
برآورد کشش‌های تقاضای مسافر و بار در راه‌آهن	نرخ کرایه، فاصله، جمعیت		زیاد، زیاد، متوسط	جاذبه لگاریتمی	حداقل مربعات معمولی	×	√
برآورد تقاضای بار و مسافر از طریق راه‌آهن	تولید ناخالص داخلی، جمعیت، قیمت بلیط اتوبوس و هواپیما		کم، زیاد	فراتر		×	×
برآورد تابع تقاضای سفر جاده‌ای در مسیرهای موردی	قیمت بلیط اتوبوس و هواپیما، جمعیت، درآمد، قیمت بلیط قطار		کم، کم، زیاد، زیاد	بامول - کوانت	حداقل مربعات تعمیم یافته	√	√
برآورد تابع تقاضای سفر جاده‌ای مسافر از مبدأ تهران به مقصد مراکز استان‌ها	جمعیت، مسافت، بلیط قطار با بقیه متغیرها همبستگی ندارد		زیاد، زیاد، کم، کم	جاذبه	حداقل مربعات تعمیم یافته	×	√
برآورد تابع تقاضای حمل و نقل جاده‌ای بار و مسافر	درآمد سرانه، قیمت حمل مسافر، قیمت گازوئیل، روند زمانی، قیمت حمل مسافر با قطار		زیاد، زیاد، متوسط، کم، بی‌اثر	جاذبه تعمیم یافته	هم‌جمعی	×	√



۵- روش تحقیق و داده‌های آماری

۵-۱- روش‌های اصلی استفاده شده در برآورد مدل‌های تولید و جذب سفر به

چهار گروه تقسیم می‌شوند:

- مدل‌های فرموله شده ساده
- روش‌های فاکتور رشد
- روش‌های آنالیز رگرسیون
- طبقه‌بندی عرضی

روش آنالیز رگرسیون (روندگرای خطی چندگانه): یکی از روش‌های متداول در تهیه مدل‌های تولید سفر است. با استفاده از این روش می‌توان تغییرات یک متغیر را به وسیله تعدادی متغیر دیگر توصیف کرد. ساختار ریاضی مدل به صورت زیر است:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

که در آن:

Y = متغیر وابسته

X_i = متغیر مستقل

\mathcal{E} = خطای تصادفی در مدل

در این مدل زیرنویس i به مشاهده i ام اشاره دارد و زیرنویس دوم، k شناسایی متغیر مستقل را انجام می‌دهد. β ها ضرایب مدل‌اند که میزان تأثیر متغیر مستقل نظیر را در توصیف تغییرات Y نشان می‌دهند.

به طور کلی، مبانی نظری استفاده از روش آنالیز رگرسیون بر فرضیه‌های زیر استوار

است:

۱- \mathcal{E}_i ها دارای توزیع نرمال‌اند.

$$E(\mathcal{E}_i) = 0 \quad 2-$$

$$E(\mathcal{E}_i^2) = \delta^2 \quad 3-$$

$$E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad \text{برای } i \neq j$$

هریک از X ها غیر تصادفی‌اند با مقادیر ثابت در نمونه‌های تکراری به نحوی که برای هر اندازه نمونه رابطه زیر محدود و مخالف صفر است.

$$\sum_{i=1}^n \frac{(X_{ik} - \bar{X}_k)^2}{n} \neq 0 \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

(n تعداد مشاهدات و k تعداد متغیرهای مستقل است)

۱- تعداد مشاهدات از تعداد ضرایب بیش‌تر است.

۲- هیچ‌گونه رابطه خطی دقیقی بین متغیرهای توصیفی وجود ندارد.

میزان ارتباط میان متغیرهای مستقل و وابسته به وسیله ضریب همبستگی R تعریف می‌شود.

این ضریب مقداری بین ۱ و -۱ دارد. هر چه قدر که به ۱ یا -۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده ارتباط خطی قوی‌تری بین متغیرهای مستقل و وابسته خواهد بود.

توان دوم R ضریب برازندگی یا ضریب تعیین نام دارد. این ضریب نمایانگر قسمتی از تأثیرپذیری متغیر وابسته از متغیرهای مستقل می‌باشد.

در مدل‌های تولید سفر ارتباطی خطی بین تعداد سفرهای تولید شده و متغیرهای مستقل مربوط برقرار می‌شود. به منظور در نظر گرفتن متغیرهای غیر خطی می‌توان از متغیرهای کمکی بهره گرفت. این متغیرها همواره ۱ یا صفر می‌باشند [۴].

روش آنالیز رگرسیون در گذشته براساس طبقه‌بندی نواحی ترافیکی بوده است ولی امروزه این روش براساس طبقه‌بندی‌های مربوط به خانوارها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش رگرسیون در سطح نواحی ترافیکی سعی بر این است تا ارتباطی خطی میان تعداد سفرهای تولید و یا جذب شده و میانگین خصوصیات اقتصادی- اجتماعی خانوارها در هر یک از نواحی ترافیک برقرار شود.

مدل‌های ساخته شده در سطح نواحی ترافیکی توانایی توصیف تفاوت‌های رفتار سفر میان نواحی مختلف را دارا می‌باشند. به همین دلیل فقط زمانی قادرند نتایج مناسبی را ارائه کنند که نواحی ترافیکی از نظر مشخصات اقتصادی - اجتماعی همگن باشند.



روش اول استفاده از میانگین داده‌ها در سطح ناحیه مثل تعداد اتومبیل یا تعداد سفر در هر یک از نواحی ترافیکی و روش دوم استفاده از نرخ‌هایی مثل مالکیت وسیله نقلیه بر خانوار در نواحی ترافیکی می‌باشد.

روابط این دو روش به‌ترتیب در ذکر شده است:

$$Y_i = \theta_0 + \theta_1 X_{1i} + \theta_2 X_{2i} + \dots + \theta_k X_{ki} + E_i \quad (3)$$

$$y_i = \theta_0 + \theta_1 x_{1i} + \theta_2 x_{2i} + \dots + \theta_k x_{ki} + e_i \quad (4)$$

که در آن‌ها:

$$y_i = \frac{Y_i}{H_i}, \quad x_i = \frac{X_i}{H_i}, \quad e_i = \frac{E_i}{H_i} \quad (5)$$

و H_i تعداد خانوار در ناحیه ترافیکی i می‌باشد.

هر دو روش فوق در واقع یکسان بوده و به دنبال توصیف رفتار سفر در نواحی مختلف است و تنها تفاوت این دو روش در نحوه توزیع خطای می‌باشد. با این حال استفاده از ضرایبی مثل $\frac{1}{H_i}$ باعث یکسان‌سازی خطا در نواحی با ابعاد مختلف شده و مدل را از نواحی ترافیکی، مستقل می‌سازد.

در روش رگرسیون در سطح خانوار، کاهش ابعاد نواحی ترافیکی پیش‌بینی دقیق‌تری را در رابطه با تولید سفر در سطح نواحی ترافیکی به همراه می‌آورد. با این حال مخارج و خطا در آمارگیری را نیز به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. به همین منظور بهتر است از مدل‌هایی کاملاً مستقل از نواحی ترافیکی استفاده شود. در اوایل دهه ۷۰ میلادی، خانوار به عنوان بهترین واحد مدل‌سازی تولید سفر به وسیله روش رگرسیون شناخته شد که حتی بسیاری از افراد اعتقاد داشتند برخی از تعاملات بین افراد خانوار به طور مناسب قابل توصیف با مدل‌های فردی نبوده‌است، در این صورت رگرسیون در سطح خانوار را به

عنوان رویه‌ای مناسب‌تر قلمداد می‌نمودند.

در روش رگرسیون در سطح خانوار هر واحد مسکونی به عنوان یک داده ورودی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین خصوصیات رفتار تمامی خانوار وارد مدل می‌شود. نقطه ضعف اصلی رگرسیون طراحی مدل در سطح نواحی ترافیکی است که به واسطه آن پارامترها و در نتیجه جواب‌های به دست آمده تابعی از سیستم طبقه‌بندی نواحی ترافیکی می‌باشد و با تغییر این سیستم ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود.

بنابراین روش رگرسیون براساس طبقه‌بندی خانوار معمولاً نتایج بهتری را در بر دارد. استفاده از این روش در سطح افراد یک جامعه امکان‌پذیر است. البته در مورد برخی از اهداف سفر، یک سفر انجام شده می‌تواند از جانب کل خانوار صورت پذیرد. هم‌چنین استفاده از متغیر مالکیت اتومبیل در خانوار نیز از پیچیدگی‌هایی برخوردار است که در نظر گرفتن آن‌ها در این سطح از رگرسیون چندان ساده نخواهد بود.

یک رگرسیون خطی برای فرض استوار است که میان متغیرهای مستقل و وابسته ارتباطی خطی موجود است. این فرض در مورد بسیاری از متغیرها منطقی به نظر می‌رسد. به عنوان مثال، تعداد سفرهای تولید شده در یک خانوار می‌تواند ارتباطی خطی با تعداد افراد شاغل داشته باشد ولی با این حال در مورد برخی از متغیرها این فرض کاملاً صادق نیست. به عنوان نمونه، تعداد سفرهای یک خانوار با یک وسیله نقلیه بسیار بیش‌تر از خانواری است که دارای وسیله نقلیه نمی‌باشد و تعداد سفرهای خانواری با دو وسیله نقلیه بسیار بیش‌تر از خانواری با یک وسیله نقلیه می‌باشد. هر چند این افزایش به اندازه مرد قبل نخواهد بود.

یکی از روش‌های بهره‌گیری از متغیرهای غیر خطی و وارد نمودن آن در رگرسیون خطی تغییر فرم در ساختار آن‌ها مثل گرفتن لگاریتم می‌باشد. با این حال باید در انجام این عمل دقت کافی مبذول شود، زیرا ممکن است این عملکرد در برخی موارد نتایج مناسبی را در بر نداشته باشد.

روش دیگر استفاده از متغیرهای کمکی می‌باشد. استفاده از این روش مخصوصاً در مورد متغیرهایی که تعداد محدودی از مقادیر را به خود اختصاص می‌دهند (مثل تعداد اتومبیل در تملک خانوار) مناسب است.



۵-۲- داده‌های آماری استفاده شده در پژوهش

از آن جایی که فرض بر این است که علت اصلی سفرهای شغلی، تحصیلی، بهداشتی و ... تفاوت بین شاخص‌های رفاه در مناطق مختلف می‌باشد و طبیعی است که وضعیت این شاخص‌ها در کلان‌شهرها مطلوب‌تر باشد، در این صورت اولین سری داده‌ها مربوط به شاخص‌های رفاهی منتج از امکانات موجود در کلان‌شهرها از قبیل مراکز آموزشی (دبستان، مدرسه راهنمایی، دبیرستان و دانشگاه)، مراکز بهداشتی (مرکز بهداشت و درمان، خانه‌بهداشت، بیمارستان، تعداد تخت بیمارستانی فعال، تعداد پزشک عمومی و متخصص و ...) خواهد بود.

همچنین می‌توان سایر اطلاعات مورد نیاز را که عموماً متناسب به افراد و خانوارهای آن‌هاست از اطلاعات و داده‌های سرشماری‌ها و طرح‌های آماری استفاده نمود. از طرفی با توجه به این‌که در سال ۱۳۸۵ سرشماری عمومی نفوس و مسکن در ایران به اجرا درآمد و خوشبختانه اجرای این سرشماری توأم با نمونه‌گیری نیز بود به طوری که برای تمام خانوارهای کشور پرسشنامه‌ای با ۲۷ سؤال و برای ۱۰ درصد جامعه پرسشنامه‌ای با ۵۶ سؤال تکمیل شده است، از این رو داده‌های آماری مورد نیاز شامل تعداد خانوار، جمعیت، بعد خانوار، جمعیت به تفکیک رده‌های سنی، محل کار یا تحصیل (همین شهر یا آبادی، آبادی دیگر، اظهار نشده) وضع فعالیت، (شاغل، بیکار، محصل، دارای درآمد بدون کار، خانه‌دار و سایر) مساحت زیربنا، با رده‌بندی مترها، متفاوت، تعداد واحد مسکونی، تعداد خانوار دارای موتور سیکلت، تعداد خانوار دارای وسیله نقلیه شخصی (سواری، وانت و ...) و ... در اختیار می‌باشد.

همچنین علاوه بر سؤال‌های فوق، سؤال‌هایی به صورت ریزتر با اطلاعات جزئی‌تر از خانوارهای نمونه شامل نوع شغل، سطح تحصیلات و مقطع تحصیلی برای محصلان و دانشجویان در اختیار است.

از سوی دیگر با توجه به این‌که واحد آماری در این تحقیق، دهستان است؛ فاصله تمام دهستان‌ها از تهران نیز به‌عنوان یکی دیگر از داده‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت و برای کلیه آبادی‌ها پرسشنامه‌هایی با عنوان پرسشنامه آبادی تکمیل شده است که کلیه امکانات موجود در آبادی در آن آمده و نتایج نیز در اختیار می‌باشد که به کمک آن‌ها

امکانات موجود در دهستان محاسبه شد. البته امکانات شهرها نیز به تفکیک وجود دارد.

۶- مدل اولیه سفر با هدف شغل

با توجه به این‌که در سال ۱۳۸۵ روزانه تعداد ۴۰۰,۰۰۰ نفر با هدف اشتغال به تهران سفر می‌کرده‌اند و برای مشخص کردن مدل تولید سفر با هدف شغل، متغیرهایی هم‌چون نوع اشتغال در محل شغل (صنعت، کشاورزی، خدمات) سطح درآمد و دستمزد در محل شغل، جمعیت محل شغل، تعداد واحد مسکونی، تعداد خودرو و موتورسیکلت در اختیار خانوار، نرخ باسوادی و... مورد استفاده قرار گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SAS به روش wise Step مدل مربوطه برآورد شد.

با توجه به این‌که پراکندگی داده‌ها زیاد بود و احتمال وجود هم‌خطی یا همگونی واریانس وجود داشت، از این رو با استفاده از تبدیلات باکس - کاکس، متغیرهای پاسخ مناسب انتخاب شد.

۶-۱- بررسی مفروضات مدل رگرسیونی پیش از انجام تحلیل

۶-۱-۱- تبدیلات باکس- کاکس

فرض کنیم (y_1, y_2, \dots, y_n) مشاهداتی از متغیر پاسخ Y باشند، اگر نسبت بزرگ‌ترین مشاهده به کوچک‌ترین آن‌ها مقداری قابل ملاحظه باشد (۱۰ یا بیش‌تر) می‌توان امکان تبدیل روی Y را مد نظر قرار داد. باکس و کاکس (۱۹۶۴) تبدیلاتی را به صورت توان‌هایی از متغیر پاسخ ارائه دادند.

در این روش هدف یافتن بهترین مقدار λ برای تبدیل می‌باشد. باکس و کاکس برای پاسخ‌های مثبت تبدیلات زیر را در نظر گرفتند.

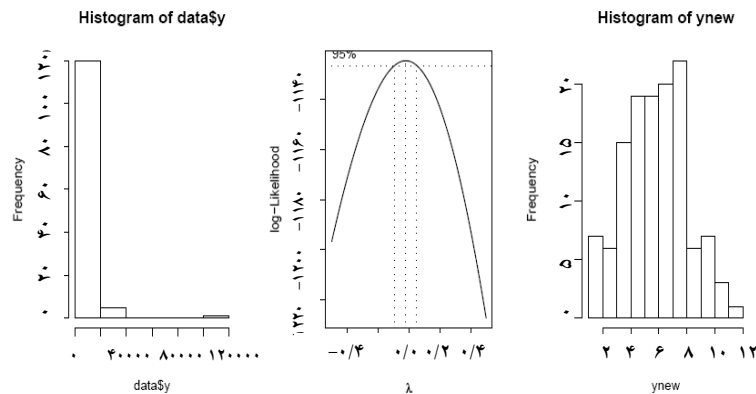
$$y^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \log y & \lambda = 0 \end{cases} \quad (۶)$$

در واقع فرض می‌شود که می‌توان y را متغیری نرمال فرض کرد که رابطه رگرسیون

خطی با متغیرهای کمکی مدل دارد. از روی نمودار تبدیل باکس و کاکس، مقدار λ که تابع درست‌نمایی را ماکسیمم می‌نماید، به دست آورده می‌شود و براساس آن می‌توان تبدیلی را که برای متغیر پاسخ مناسب است، پیدا کرد [۵].

۲-۶- فرض نرمالیتی داده‌ها

همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود هیستوگرام متغیر پاسخ نشان‌دهنده دامنه تغییرات بالای متغیر پاسخ و دور بودن از فرض نرمالیتی می‌باشد که برای رفع این مشکل با رسم نمودار تبدیل باکس و کاکس استنباط می‌شود که برابر صفر است و از تبدیل لگاریتم برای پاسخ استفاده شد. همان‌طور که در نمودار هیستوگرام لگاریتم پاسخ دیده می‌شود، فرض نرمالیتی برای این متغیر پاسخ جدید برقرار است.

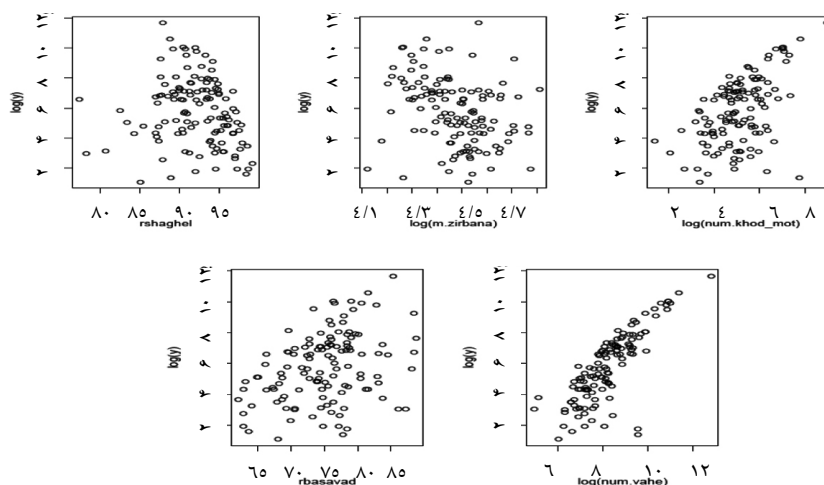


شکل ۲ فرض نرمالیتی

۳-۶- ناهمگونی واریانس

یکی دیگر از مفروضات مدل رگرسیونی که پیش از انجام تحلیل باید بررسی شود، بررسی توصیفی وجود ناهمگونی واریانس است. برای بررسی این مسأله می‌توان از طریق رسم نمودار جعبه‌ای متغیر پاسخ تبدیل یافته را در سطوح مختلف متغیرهای کمکی رده‌بندی شده و

یا نمودار پراکنش پاسخ در مقابل متغیرهای کمکی پیوسته را رسم نمود.



شکل ۳ ناهمگونی واریانس

۶-۴- نبود هم خطی بین متغیرهای کمکی

مسئله دیگری که قبل از مدل‌بندی باید بررسی شود، بحث نبود هم‌خطی است. برای بررسی این مسئله لازم است تا ماتریس همبستگی بین متغیر پاسخ و متغیرهای کمکی ارائه شود. شایان ذکر است که سه مسئله مورد بررسی که جزو فرضیه‌های مدل است، هم قبل از مدل‌بندی و هم پس از مدل‌بندی بررسی شود.

جدول ۳ همبستگی بین متغیرها

Correlation

Variable	r_shaghel	x ₄	x ₆	x ₁₀	lognvah	ynew
r_shaghel	۱/۰۰۰۰	-۰/۰۲۳۲	۰/۰۲۱۷	-۰/۲۵۰۶	-۰/۰۸۰۵	-۰/۱۶۰۳
x ₄	-۰/۰۲۳۲	۱/۰۰۰۰	-۰/۰۱۵۸	۰/۱۸۹۹	-۰/۲۵۵۴	-۰/۳۰۸۰
x ₆	۰/۰۲۱۷	-۰/۰۱۵۸	۱/۰۰۰۰	۰/۲۶۱۱	۰/۸۲۸۴	۰/۵۲۴۱
x ₁₀	-۰/۲۵۰۶	۰/۱۸۹۹	۰/۲۶۱۱	۱/۰۰۰۰	-۰/۳۲۷۱	۰/۳۵۸۲
lognvah	-۰/۰۸۰۵	-۰/۲۵۵۴	۰/۸۲۸۴	-۰/۳۲۷۱	۱/۰۰۰۰	-۰/۵۰۳۶
ynew	-۰/۱۶۰۳	-۰/۳۰۸۰	۰/۵۲۴۱	-۰/۳۵۸۲	۰/۸۰۳۶	۱/۰۰۰۰



۶-۵- مدل‌بندی داده‌ها

پس از بررسی آمار توصیفی از داده‌ها لازم است تا به مدل‌بندی داده‌ها پرداخته شود که به کمک نرم‌افزار SAS و از روش Stepwise استفاده شده است.

$$R^2 = 0.7189$$

متغیرها:

X_1 : لگاریتم تعداد خودرو و موتورسیکلت

X_2 : نرخ باسواد

X_3 : لگاریتم تعداد واحد مسکونی

$$Y = -9/0.8285 - 0/1184 X_1 + 0/3813 X_2 + 1/96403 X_3$$

پس از مدل‌بندی از نتایج جدول زیر و نمودارها می‌توان به خوب بودن برازش مدل پی برد. آماره‌های تورم واریانس^۱ و شاخص شرطی^۲ از جمله شاخص‌های ارزیابی همخطی است. با توجه به این‌که معیار کمتر از ۱۰ برای تورم واریانس و شاخص کمتر از ۳۰ به معنی نبود همخطی در یک مدل رگرسیونی است، می‌توان به نبود همخطی براساس نتایج زیر دست پیدا کرد.

جدول ۴ تورم واریانس

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter		t Value	Pr > t	Tolerance
		Estimate	Standard Error			
Intercept	1	-9/0.8285	1/39077	-7/51	<0/0001	.
x6	1	-0/1184	0/10717	-5/21	<0/0001	3/18860
x10	1	0/3813	0/1911	2/00	0/0483	1/12020
lognvah	1	0/96413	0/10126	12/99	<0/0001	3/32723

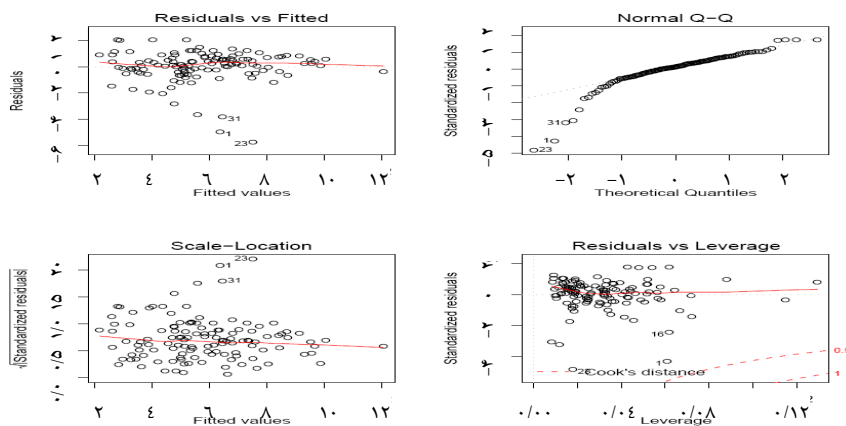
جدول ۵ تشخیص همخطی

Collinearity Diagnostics

Condition -----Proportion of Variation-----

Number	Eigenvalue	Index	Intercept	x _۱	x _{۱۰}	lognvah
۱	۳/۹۵۶۱۵	۱/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳۶۹۷۸	۰/۰۰۰۱۰۵	۰/۰۰۰۳۴۸۲۷	۰/۰۰۰۴۵۴۹۹
۲	۰/۰۳۵۷۱	۱۰/۵۲۵۷۲	۰/۰۳۸۷۷	۰/۳۴۶۰۶	۰/۰۳۰۱۲	۰/۰۰۰۸۷۰
۳	۰/۰۰۵۰۹	۲۷/۸۶۶۷۷	۰/۰۳۲۷۳	۰/۷۴۶۹۵	۰/۰۴۲۵۹	۰/۹۹۰۵۶
۴	۰/۰۰۳۰۵	۳۶/۰۰۶۶۹	۰/۹۲۸۱۲	۰/۰۰۵۹۴	۰/۹۲۶۹۴	۰/۰۰۰۲۸۴

شکل‌های زیر که به ترتیب نمودار مقادیر برازش شده و مقادیر مشاهده شده و همچنین نمودار مقادیر برازش شده و مانده‌ها را نشان می‌دهد، بیانگر برازش خوب مدل و وجود تنها 3 مانده خارج از باند ۳ و ۳- می‌باشد.



شکل ۴ مقادیر برازش شده و مانده

با حذف آن‌ها و مدل‌بندی مجدد داده‌ها، با توجه به نتایج زیر، ضریب تعیین مدل از ۰/۷۱۸۹ به ۰/۸۳۰۳ تبدیل می‌شود. نمودارهای حاصل از برازش مجدد مدل نیز نشان از نبود



داده‌های پرت می‌باشد.

پس مدل نهایی به شرح ذیل خواهد بود:

$$R^y = 0/1303$$

$$Y = -9/73063 - 0/67265X_1 + 0/4336X_2 + 1/91974X_3$$

۷- نتیجه‌گیری

یکی از مسائل عمده در کلان شهرها ترافیک می‌باشد. ترافیک شهری دارای ابعاد متفاوتی است که ولی می‌توان آن را ناشی از دو نوع سفر دانست.

الف- سفرهای روزانه ساکنان داخل محدوده شهر

ب - سفرهای روزانه افراد ساکن در مناطق نزدیک کلان شهر

این تحقیق بر آن است تا برای سفرهایی که با هدف شغل به صورت روزانه به محدوده کلان شهر صورت می‌پذیرد، مدل سفر ارائه کند.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد ضریب تعیین در مدل نهایی ۸۳/۰۳ درصد می‌باشد که ضریب مطلوبی است. ضرایب متغیرها در مدل نیز نشان می‌دهد که نرخ باسوادی و لگاریتم تعداد واحد مسکونی نقش بسیار بالایی در سفرهای شغلی دارند؛ به عبارتی هرچه نرخ با سوادی جمعیت مناطق نزدیک کلان شهرها بالا رود یا وضعیت واحد مسکونی ملکی آن‌ها بهتر باشد، رغبت بیشتری برای انتخاب شغل در تهران وجود دارد و یا می‌توان گفت این افراد بیشترین مسافران روزانه به تهران برای شغل را تشکیل می‌دهند و البته داشتن موتور سیکلت یا خودروی شخصی با ضریب منفی در این مدل حکایت از این دارد که با تأمین وسیله نقلیه برای خانوارها امکان امرارمعاش آن‌ها در محل سکونت ایجاد می‌شود و تمایل آن‌ها برای سفر به تهران برای شغل کاهش پیدا می‌کند.

توضیح این نکته ضروری است که تقاضای سفر با هدف شغل به متغیرهای تعداد آموزشگاه (دبستان - مدرسه راهنمایی و دبیرستان)، مسافت و تعداد مکان ورزشی وابسته نمی‌باشد.

به این ترتیب می‌توان برای سفر با اهداف مختلف نیز این رویه را ادامه داد و برای هر یک به تحلیل مشخصی رسید. از این رو برای سفرهای با هدف تحصیل، چه تحصیل در مقاطع

سه گانه ابتدایی، راهنمایی و متوسطه باشد یا تحصیل در مقاطع دانشگاهی و یا سفرهای با اهداف تفریح، خرید، دید و بازدید اقوام، امور اداری، درمان و ... نیز می‌توان مدل مناسب به‌دست آورد و به تحلیل رسید و این موضوع صرفاً برای مدل‌های تولید سفر کاربردی نیست بلکه برای مدل‌های جذب سفر نیز قابل اعمال است؛ یعنی می‌توان با مشخص کردن مدل‌های جذب سفر دانست که در چه زمینه مردم به مناطق نزدیک شهرهای بزرگ سفر می‌کنند و قابلیت‌های آن مناطق چیست تا با تقویت آن‌ها امکان شکوفایی مناطق را افزایش داد. البته برای سفرهایی با اهداف تحصیل دستیابی به داده‌های آماری مورد نیاز امکان‌پذیر است ولی برای سایر سفرها با اهداف متفاوت امکان یافتن داده‌های آماری قابل اتکا کمی مشکل می‌باشد.

۸- پی‌نوشت‌ها

1. Variance Inflation
2. Condition Index

۹- منابع

- [۱] طرح جامع حمل‌ونقل ترافیک تهران؛ مدل‌های چهارمرحله‌ای - تابستان ۱۳۸۷.
- [۲] قلی‌زاده ه.؛ برآورد تابع تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای بار و مسافر - پایان‌نامه دانشجویی - شهریور ۱۳۸۵.
- [۳] مدل‌سازی در حمل‌ونقل؛ مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه؛ اسفند سال ۱۳۷۱.
- [4] Juan de Dies O., Lurs G. W.; Modeling Transport, John Wiley & San: New York, John Wiley & Sons ,2008.
- [5] Bax j.e.p, Kok d.r; An analysis of transformation; *Journal of the Royal statistical society*, B. 20 (211.234), 1964.
- [6] Ronald F. K., Robert E. G.; Regional mobility and accessibility study; National Capital Region Transportation Planning Board, Washington DC, 2006.
- [۷] انجمن مهندسی حمل‌ونقل ریلی ایران، هندبوک مهندسی حمل‌ونقل، ج. ۲، ۱۳۸۵.
- [۸] افندی‌زاده ش.، رحیمی ا. م.؛ مهندسی ترابری، اصول برنامه‌ریزی و مدل‌سازی حمل‌ونقل؛



انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۰.

[۹] بنکس جیمز؛ مهندسی ترابری ج.اچ.یانکز؛ ترجمه علی خدایی، تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۱.

[۱۰] پژوهشکده حمل و نقل شریف، (ممتحن) مطالعات جامع حمل و نقل شیراز: ۱۳۷۹

[۱۱] آذر، ع.، ربیعہ م.، مدرس یزدی م.، فطانت فرد حقیقی م.؛ مدل ریاضی منبع‌یابی چند هدفه استوار- فازی، رویکرد مدیریت ریسک زنجیره تأمین ایران خودرو، تهران: دانشگاه تربیت مدرس، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران - مدرس علوم انسانی، دوره ۱۵، بهار ۱۳۹۰.

[۱۲] متقی ه.، حبیبی‌راد ا.؛ "پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از شبکه‌های عصبی؛" مطالعه موردی ایران، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران - مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، تهران: دانشگاه تربیت مدرس، تابستان ۱۳۸۹.

[۱۳] آذر ع.، تیزرو ع.، مقبل باعرض ع.، انواری رستمی ع. ا.؛ "طراحی مدل چابکی زنجیره تأمین، رویکرد مدل‌سازی تفسیری- ساختاری؛" تهران: فصلنامه پژوهش‌های مدیریت در ایران - مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، دانشگاه تربیت مدرس، زمستان ۱۳۸۹

[14] May - Britt Kallenrode Osnabruck 2006, Modeling transport, Universidad - osnabruck , 2006.

[15] Abraham H., Kavanagh C.; Modeling public transport in - vehicle congestion using EMME/2 Release 5. Proceedings Ist European EMME/2 Users Conference, London, April 1992, England, 1992.

[16] Sungwon Lee, Yeong H.L, Hyung P. J. ;Estimating price and service elasticities of -25 urban Transportation demand with stated preference technique: a case in Korea, n:www.koti.re/project/coop.nsf//urban.pdf ,2002.

[17] Paas, Tiiu ;The gravity model approach for modeling international trade patterns for Economics transition international advances in economic research ; Nov 2000.

[18] Henning K.;"Bardr effect in passenger Air traffic kiel working papar";8-Peir Addendum ,Regional Transportation Plan, Southern California Association Garmments,2008.