نشریه بین‌المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، شماره ۲، جلد ۱۹، تابستان ۱۳۸۷، صفحه ۹۷-۸۹
ویژه‌نامه مهندسی عمـــران

تدوین متدولوژی ارزیابی پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافری هوایی در ایران

شهریار افندی‌زاده و امیرمسعود رحیمی

چکیده: تحلیل رفتار سفرهای بین شهری می‌تواند برای پیش‌بینی تقاضای سفرها، قیمت‌گذاری خدمات و بهبود مطالعات عارضه سنجی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از شیوه‌های مدلسازی تقاضای سفر، همانند آنچه در روش کلاسیک تحلیل تقاضای سفرهای شهری وجود دارد، تحلیل رفتار سفرهای بین شهری را امکان‌پذیر می‌سازد. یک شیوه جایگزین برای مدلهای ۴ مرحله‌ای استفاده از مدلهای مستقیم تقاضا است که شامل زیر مدلهای تولید سفر، توزیع سفر و تفکیک مُد بصورت همزمان است. مشکل اصلی این مدلها در آن است که به تعداد زیادی از پارامترهای مختلف نیاز دارد تا بتوان به همه مزایای مذکور دست یافت. اگر تعداد متغیرها افزایش یابد، کالیبره نمودن مدلهای مستقیم تقاضا دشوار خواهد شد و اگر تعداد متغیرها کم باشد، نتایج حاصل از مدلها از قدرت کافی در پیش‌بینی تقاضای آینده برخوردار نخواهد بود. چنانچه بتوان بر اساس یک روش علمی تعداد بیشتری از متغیرها را در مدل وارد نمود و فرآیند کالیبره نمودن را با موفقیت به پایان رساند می‌توان بر مشکل مدلهای مستقیم تقاضای سفرها فائق آمد. لذا در این مقاله با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی، متدولوژی جدیدی جهت ارزیابی پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی جهت بکارگیری در مدلسازی تقاضای سفرها ارائه شده است.

براساس متدولوژی ارائه شده در این مقاله، ابتدا تعداد متغیرهای زیادی جهت مدلسازی تقاضای سفرها انتخاب می‌شود. سپس با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی یک الگوی جدید از متغیرها ساخته و آزمایش می‌گردد. پس از اتمام فرآیند کاهش ساختار داده‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی و حصول نتایج آن، نسبت به ساخت یک مدل مستقیم تقاضای سفرهای هوایی به شیوه رگرسیون خطی اقدام می‌شود. از مقایسه نتایج حاصل از مدلهای ساخته شده بر اساس داده‌های حاصل از متدولوژی تحلیل عاملی ارائه شده در این مقاله با متغیرهای ساده به روش رگرسیون خطی نتایج بسیار رضایتبخشی حاصل شده است. اعتبارسنجی مدلهای مبتنی بر شیوه ارائه شده در این مقاله در مقایسه با روشهای متداول مدلسازی تقاضای سفرهای هوایی نشاندهنده موفقیت قابل ملاحظه این روش در برآورد تقاضای سفرهای هوایی در ایران است.

واژه‌های کلیدی: تقاضای حمل و نقل هوایی، پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی بین شهری.

۱. مقدمه

تحقیقات در زمینه سفرهای بین شهری نیازمند درک اولویت‌های مورد نظر مسافرین و شرایط بوجود آورنده نارضایتی آنان در زمان انتخاب یک مُد از بین مُدهای موجود یا بالقوه نظیر اتومبیل شخصی، اتوبوس بین شهری، خطوط معمولی راه‌آهن، خطوط سریع‌السیر راه‌آهن، قطارهای مغناطیسی، و خطوط هوایی است[۱].

استفاده از شیوه‌های مدلسازی تقاضای سفر جهت شناخت رفتار مسافرین شبکه حمل و نقل هوایی و برنامه‌ریزی ارائه تسهیلات مناسب‌تر به مسافرین بعنوان یکی از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی حمل و نقل استراتژیک شبکه کشور می‌باشد. فرآیند انتخاب پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفر، یکی از مهمترین اجزای شیوه‌های مدلسازی تقاضای سفرها است. تحلیل رفتار سفرهای بین شهری نیز همانند تحلیل تقاضای سفرهای شهری به دو روش کلاسیک مدلهای ۴ مرحله‌ای و مدلهای مستقیم امکان‌پذیر است. تصمیم‌گیری در مورد سفرهای بین شهری در ۴ زیر تصمیم مورد

این مقاله در تاریخ ۸۵/۶/۱۲ دریافت و در تاریخ ۸۶/۱۰/۱ به تصویب نهایی رسیده است.

دکتر شهریار افندی‌زاده، دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، zargari@iust.ac.ir

امیرمسعود رحیمی، دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، amrahimi2000@yahoo.com

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

بررسی قرار می‌گیرد: ایجاد سفر[۱]، توزیع سفر[۲]، تفکیک سفر[۳] (انتخاب مُد) و تخصیص ترافیک[۴].

مدلهای مستقیم در اصل بسیار جذاب هستند زیرا مراحل تولید سفر، توزیع سفر و تفکیک مُد را به طور همزمان در بر گرفته و شامل رقابت مُدها و دامنه وسیعی از سطح خدمات و متغیرهای سیستم فعالیت می‌باشند. مدلهای مستقیم تقاضا می‌توانند مورد توجه قرار گیرند، بویژه در مواقعی که نواحی مورد مطالعه (نظیر مطالعات بین شهری) بزرگ باشند.

گزینه‌های بسیار متنوعی از مدلهای مستقیم تقاضا بر اساس اصول اکتشافی علمی تا کنون بکار گرفته شده‌اند. از آن جمله شکلهای متنوعی از مدلهای مستقیم تقاضا نظیر انواع خطی، نمایی و حاصلضربی است که توسط دومینک و همکاران[۵] پیشنهاد شدند.

معمولاً تعداد سفرها (یا از لگاریتم آن) و متغیرهای توضیحی برای ساخت مدلهای مستقیم تقاضا بشکل خطی (یا لوگ- خطی) استفاده شده و بنابراین می‌توان انتظار داشت که نرم افزارهای مدلسازی خطی مورد استفاده قرار گیرند.

تیمبرلیک[۶] (۱۹۸۸ میلادی) در خصوص استفاده از مدلهای مستقیم تقاضا در کشورهای در حال توسعه مطالعات زیادی انجام داده است و نتیجه گرفت که مدلهای مستقیم تقاضا برای این کشورها بهتر از شیوه‌های مرسوم مدلسازی تقاضا هستند. بعنوان مثال، در کریدور کارتم- واد مدانی[۷] در کشور سودان، مدل مستقیم تقاضا نتایج مناسب‌تری نسبت به مدلهای جاذبه‌ای داشته است.

متغیرهای مورد استفاده در مدلهای مستقیم تقاضا معمولاً شامل متغیرهای کاربری زمین (جمعیت)، خصوصیات اقتصادی – اجتماعی (سطوح درآمد) و شاخصهای بین ناحیه‌ای برای مُدهای مختلف (هزینه‌ها، زمان‌های سفر، تواتر سرویس) می‌باشد. همچنین از متغیرهای جریان‌های سفر، متغیرهای اقتصادی- اجتماعی، و وضعیت مدلهای حمل و نقل بصورت مجزا یا ترکیبی از آنها نیز مدلهای مستقیم ساخته می‌شود. بطور کلی، مدلهای مستقیم تقاضا بر اساس خصوصیات اقتصادی- اجتماعی نواحی، و یک تابع مطلوبیت کلی (نشاندهنده سطح سرویس و ویژگیهای هزینه‌های هر مُد) استوار هستند[۲].

بنابراین جهت مدلسازی تقاضای سفرهای هوایی در شبکه کشور می‌توان کالیبره نمودن مدلهای مستقیم تقاضا را مناسب دانست که در این خصوص تدوین یک متدولوژی جهت ارزیابی متغیرهای مؤثر بر تقاضا جهت به حداقل رساندن تعداد پارامترهای اولیه و بهبود قدرت پیش‌بینی مدلهای کالیبره شده ضروری است.

1- *Trip Generation*
2- *Trip Distribution*
3- *Modal Split*
4- *Traffic Assignment*
5- *Domencich et al.*
6- *Timberlake*
7 - *Karthoum-Wad Medani Corridor*

۲. عوامل مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافر هوایی بین شهری در کشور

در این مقاله با توجه به این که ارزیابی سفرهای مسافری بین شهری سیستم حمل و نقل هوایی کشور مَد نظر است لذا مبداء و مقصد سفرها در داخل شبکه تعیین شده است و بنابراین مراحل توزیع سفر و تخصیص ترافیک حائز اهمیت نبوده و تنها بررسی عوامل مؤثر بر ایجاد سفر و انتخاب مُد ضروری است.

مهمترین و متداول‌ترین پارامترهای کلاسیک مؤثر بر ایجاد سفرهای بین شهری مسافری را می‌توان در مرحله تولید سفر شامل درآمد، مالکیت اتومبیل، ساختار خانواده، بُعد خانوار (تعداد اعضاء)، ارزش زمین، تراکم محلهای سکونت، قابلیت دسترسی دانست. چهار عامل اول از موارد مذکور در بیشتر مطالعات تولید سفر بکار رفته‌اند. پرکاربردترین عامل در مدلهای جذب سفر، میزان فضای مسقف در دسترس برای فعالیت‌های صنعتی، تجاری و سایر خدمات است. عامل دیگری که در برخی از مطالعات بکار گرفته شده است، میزان اشتغال در هر ناحیه است. در تعداد معدودی از مطالعات نیز سعی شده است که از قابلیت دسترسی استفاده شود.

عوامل مؤثر بر انتخاب مُد سفر را می‌توان به ۳ طبقه اصلی بشرح زیر تقسیم نمود:

۱- خصوصیات فرد سفر کننده نظیر : دسترسی به وسیله نقلیه شخصی یا مالکیت اتومبیل، داشتن گواهینامه راهنمائی و رانندگی، ساختار خانواده، درآمد، تراکم محلهای مسکونی.

۲- خصوصیات سفر : انتخاب مُد بشدت تحت تأثیر هدف از سفر و زمانی از روز که سفر در آن انجام می‌شود، است.

۳- ویژگیهای تسهیلات حمل و نقل را می‌توان به دو بخش کمی و کیفی بشرح زیر تقسیم نمود:

ویژگیهای کمی به سه قسمت قابل تعمیم است : زمان نسبی سفر (زمان داخل وسیله نقلیه، زمان انتظار، زمان پیاده‌روی و ...)، هزینه پولی سفر (کرایه، هزینه سوخت، و سایر هزینه‌های مستقیم)، قابلیت دسترسی و هزینه پارکینگ.

ویژگیهای کیفی هم به سه قسمت قابل تعمیم است : راحتی و آسایش، قابلیت اعتماد و منظم بودن، و حراست و امنیت.

همچنین استابز و همکاران[۸] بیان می‌دارد که انتخاب مُد سفر به عوامل مختلفی همچون هدف از سفر، مسافت پیموده شده، و درآمد سفر کننده بستگی دارد[۳].

بنابراین با در نظر گرفتن عوامل مذکور، بررسی‌های شهودی بعمل آمده در مورد سفرهای مسافری بین شهری در شبکه کشور نشان داد که می‌توان عوامل مؤثر بر ایجاد تقاضای سفر در سیستم حمل و نقل هوایی کشور را جمعیت استانهای مختلف کشور (Popu83)، تعداد دانشجویان دانشگاه‌های آزاد و دولتی شاغل به تحصیل در استانهای ۲۸ گانه کشور (Stu83)، ارزش افزوده فعالیت کارگاه‌های

8- *Stubbs et al*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

صنعتی هر استان (Vadd83)، تعداد مشترکین تلفن همراه هر استان (Mob83)، و تعداد تخت تأسیسات اقامتی استانهای مختلف کشور (Bed83) دانست. همچنین زمان سفر (زمان سفر ورودی Tatt و زمان سفر خروجی Taft) و هزینه سفر (کرایه حمل Ca) بعنوان پارامترهای مؤثر بر انتخاب مُد سفرهای مسافری بین شهری در سیستم حمل و نقل هوایی کشور در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است مقادیر زمان سفر از مجموع زمان دسترسی به ترمینال فرودگاهی مبداء، زمان انتظار در سالن ترانزیت فرودگاه، زمان کنترل بلیط و تحویل کالای همراه مسافر، زمان سفر داخل هواپیما، و زمان دسترسی از ترمینال فرودگاهی مقصد به مقصد نهایی بر اساس اطلاعات موجود برای سیستم حمل و نقل هوایی محاسبه شده است. زمان سفر داخل هواپیما نیز بر اساس فاصله طی شده توسط هواپیما و میانگین سرعت سیر و با در نظر گرفتن زمان ثابت نشست و برخاست هواپیما (بدون وابستگی به مسافت) برآورد شده است.

۳. متدولوژی ارزیابی عوامل مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافر هوایی در ایران

در این مقاله با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی[1] یک متدولوژی جهت ارزیابی متغیرها و کاهش داده‌ها از ۷ متغیر اولیه به ۲ متغیر جدید ارائه خواهد شد. تحلیل عاملی را می‌توان اصطلاحی کلی برای مجموعه‌ای از تکنیک‌های ریاضی و آماری مختلف ولی مرتبط با هم دانست که به منظور تحقیق درباره ماهیت روابط بین متغیرهای یک مجموعه معین بکار می‌رود[۷]. معمولاً ضرایب همبستگی در این روش ضرایب همبستگی گشتاوری هستند، هر چند از سایر شاخص‌های همبستگی مانند کوواریانس نیز می‌توان استفاده نمود. توجه محققین در روش رگرسیون چند متغیری معمولاً معطوف به پیش‌بینی متغیر وابسته است و بین متغیر وابسته و مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل تمایز به عمل می‌آید. با توجه به این نکته که هدف از تکنیک تحلیل عاملی معطوف توصیف و تفسیر همبستگی‌های درونی مجموعه واحدی از متغیرها است لذا از آن می‌توان در تفسیر روابط بین متغیرها در روش رگرسیون چند متغیری استفاده نمود. مسأله اصلی آن است که: «آیا یک مجموعه متغیر را می‌توان بر حسب تعدادی از ابعاد یا عامل‌های کوچکتر نسبت به متغیرهای اولیه توصیف نمود؟ همچنین هر یک از این ابعاد (عامل‌ها) معرف چه صفت یا ویژگی است؟» فرآیند کاهش تعداد متغیرها و همچنین توصیف و تفسیر مفاهیم ساختاری در شناخت تکنیک تحلیل عاملی از اهمیت بسزایی برخوردار است[۸]. به همین دلیل است که برخی از محققین، تحلیل عاملی را اساساً روشی ریاضی برای کاهش داده‌ها یا شناسایی ساختار می‌دانند[۴]. این تکنیک بیشتر در علوم تربیتی و روان شناسی ریشه دارد ولی از آن در تفسیر همبستگی‌های بین متغیرهای علم اقتصاد، مردم شناسی، هواشناسی، فیزیک، فیزیولوژی و مهندسی کامپیوتر (بویژه در شاخه هوش مصنوعی) نیز استفاده شده است.

اسپیرمن در مقاله‌ای درباره نظریه هوش، جداول همبستگی درونی بین آزمون‌های روان شناختی را مورد تحلیل قرار داد و در یک فرآیند هدفمند توانست نشان دهد که همبستگی‌های درونی را می‌توان بر اساس عاملی که بین تمام آزمون‌ها، مشترک است و بر اساس عاملی که برای هر آزمون، اختصاصی و منحصر بفرد می‌باشد، تبیین نمود. چنین بیانی را نظریه دو عاملی[2] نامیده‌اند[۸]. تئوری هولزینگر در سال ۱۹۳۷ میلادی بر این مبنا ایجاد شده است که یک عامل عمومی توسط همه متغیرهای مجموعه، چندین عامل گروهی که هر یک توسط زیرمجموعه‌ای از متغیرها، و تعدادی عامل اختصاصی که تعداد آنها برابر با تعداد متغیرهای مجموعه است، اندازه گرفته می‌شود. ل.ل.ترستون در سال ۱۹۴۷ میلادی تئوری چند عاملی را ارائه نمود که با تئوری‌های اسپیرمن، هولزینگر و تامسون تفاوت داشت. تفاوت تئوری چند عاملی با تئوری‌های قبلی از این جهت بود که بر پایه تئوری ل.ل.ترستون یک عامل کلی وجود ندارد و به عکس بر این اعتقاد است که در حقیقت چندین عامل گروهی وجود دارد. اگرچه این مدل (مانند مدل ای.ال. ثراندیک) بر اساس چندین عامل اختصاصی بوجود آمده است اما ترستون هرگز نتوانست به گونه تجربی تفاوت‌های آن را نشان دهد[۷]. محققان دیگری از جمله د.ن.لاولی[3] ، ج.ب.کارول[4] ، ل.گاتمن[5] ، ک.ج.جورسکاگ[6] ، ل.ر.توکر[7] ، و ه.ف.کایزر[8] نیز در مبانی تکنیک تحلیل عاملی کارهای جدیدتری انجام داده‌اند[۸].

در طی دهه ۱۹۵۰ میلادی و با توسعه کامپیوتر، حرکتی از تئوری‌گرائی در تکنیک تحلیل عاملی بسمت آنچه امروزه تحلیل عاملی اکتشافی[9] نامیده می‌شود، ایجاد گردید. در طی این دوره روشهای جدیدی از تکنیک تحلیل عاملی با ابداع تحلیل تصویر توسط گاتمن[10] در سال ۱۹۵۳ میلادی، تحلیل عاملی بنیادی[11] (توسط رائو[12] در سال ۱۹۵۵ میلادی و در ادامه هریس[13] در سال ۱۹۶۶ میلادی)، تحلیل عاملی آلفا (توسط کیسر و کافری[14] در سال ۱۹۶۵)، و روش کمترین پس ماند[15] (توسط هارمن و جونز[16] در سال ۱۹۶۶ میلادی) توسعه قابل توجهی یافتند. به طور کلی،

1- *Factor Analysis*

2 - *Theory of Two Factor*
3- *D.N.lawley*
4 - *J.B.Carroll*
5- *L.Guttman*
6- *K.G.Joreskog*
7 - *L.R.Tucker*
8 - *H.F.Kaiser*
9 - *Exploratory Factor Analysis*
10 - *Guttman*
11 - *Canonical*
12 - *Rao*
13 - *Harris*
14 - *Kaiser & Caffrey*
15 - *Minimum Residual*
16 - *Harman & Jones*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

تحلیل عاملی تکنیکی است که هدف اصلی آن کاربرد کوچکترین مفاهیم تبیین کننده به منظور تبیین حداکثر مقدار واریانس مشترک در ماتریس همبستگی است. بنابراین هدف اصلی تکنیک تحلیل عاملی، تشخیص عوامل مشاهده ناپذیر بر پایه مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده پذیر است. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی متغیرهای مشاهد شده بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود [۷]:

$$F_J = W_{J1}.X_1 + W_{J2}.X_2 + ... + W_{JP}.X_P = \sum_{1}^{P} W_{Jii}.X_i \quad (۱)$$

که در آن Wها بیانگر ضرایب نمره عوامل، و P معرف تعداد متغیرها می‌باشد. این عوامل، سازه‌های فرضی یا نظری هستند که به تفسیر ثبات و هماهنگی در مجموعه داده‌ها کمک می‌کند. بنابراین ارزش تکنیک تحلیل عاملی در این است که طرح سازمانی مفیدی ارائه می‌دهد که می‌توان از آن برای تفسیر انبوهی از رفتارها با بیشترین صرفه جوئی در سازه‌های تبیین کننده استفاده نمود. همچنین امید است که با استفاده از این تکنیک و با توسعه صحیح عاملها، متغیرهائی بوجود آید که دلالت بر یک سازه روشن داشته به گونه‌ای که توصیف ما را نه فقط ساده‌تر بلکه روشن‌تر و قاطع‌تر نیز بنماید. به طور کلی در تحلیل عاملی، تعداد عوامل کمتر از تعداد اندازه‌گیری‌ها است. از این دیدگاه، تحلیل عاملی را می‌توان به عنوان یک تکنیک کاهش دهنده داده‌ها با لحاظ نمودن تأثیر بخش قابل توجهی از آنها تلقی نمود. زیرا تعداد زیادی از متغیرهای اندازه‌گیری شده همپوش[۱] را به مجموعه‌ای کوچکتر از عوامل کاهش می‌دهد. بهترین شرایط متغیرها برای استفاده از تکنیک تحلیل عاملی این است که داده‌ها بصورت کمّی باشند، دامنه مقادیر آنها بزرگ باشد، دارای توزیع متقارن و تک نمایی[۲] باشند.

بررسی ساختاری متغیرهای تعیین شده برای ارزیابی در این تحقیق نشان دهنده آن است که دارای همه این خصوصیات هستند و بخوبی می‌توان از تکنیک تحلیل عاملی برای ارزیابی آنها استفاده نمود. متدولوژی تکنیک تحلیل عاملی بکار گرفته شده در این مقاله شامل دو مرحله استخراج و چرخش عامل است. هدف اصلی از مرحله اول، اتخاذ تصمیم درباره تعداد عوامل اصلی در یک مجموعه از متغیرهای اندازه گیری شده است. هدف مرحله دوم، دستکاری نتایج آماری (چرخش عاملها) بمنظور قابل تفسیر نمودن عوامل و همچنین اتخاذ تصمیم درباره عوامل اصلی از مجموعه متغیرهای اندازه گیری شده است.

در مرحله اول، استخراج عوامل از ماتریس همبستگی با استفاده از یکی از شیوه‌های انجام تحلیل عاملی (مثلاً در این مقاله شیوه تحلیل مؤلفه‌های اصلی[۳]) صورت می‌پذیرد[۵]. نخستین عامل استخراج شده از یک تحلیل برای بیشترین میزان تغییرپذیری بین متغیرهای اندازه‌گیری شده، در نظر گرفته می‌شود. دومین عامل استخراج شده، حداکثر تغییرپذیری بعدی، و به همین ترتیب تا آخرین عامل مورد نظر برای استخراج، عملیات ادامه می‌یابد. تغییرپذیری یک عامل را ارزش ویژه[۴] می‌نامند. در این مرحله به منظور استخراج عوامل می‌توان از میزان مطلق ارزشهای ویژه عوامل (عوامل دارای مقدار ارزش ویژه بزرگتر دارای ارجحیت بیشتری هستند) یا از میزان نسبی ارزش ویژه (مثلاً با استفاده از آزمون سنگریزه کُتل[۵]) استفاده می‌شود. البته نحوه استخراج عوامل به توانمندی محقق بر اساس باورهای مفهومی قبلی متغیرها نیز بستگی خواهد داشت. مرحله دوم با چرخش عاملها سر و کار دارد. معمولاً عوامل چرخش نیافته، خیلی قابل تفسیر نمی‌باشند. برای بیشتر معنی‌دار کردن عاملها، آنها را چرخش می‌دهند. عوامل چرخش یافته ممکن است بدون همبستگی (متعامد) یا دارای همبستگی (مایل) باشند. استیونس در سال ۱۹۹۶ میلادی بیان می‌دارد که شیوه کوارتیماکس[۶] در حقیقت «متغیرها را تمیز می‌کند» یعنی پیچیدگی یک متغیر را کمینه می‌نماید. چرخش عوامل از این طریق سبب می‌شود که یک متغیر بار بالائی روی یک عامل اصلی و بار ضعیفی نزدیک به صفر روی بقیه عوامل داشته باشد. این روش با ساده سازی الگوی عاملی یک متغیر بر تفسیر ساده متغیرها تأکید دارد زیرا بدین ترتیب تعداد عواملی که برای تبیین یک متغیر لازم است، کمینه می‌شود[۴].

شیوه واریماکس[۷] که در سال ۱۹۵۸ میلادی توسط کیسر توسعه داده شده، مسلماً متداول‌ترین شیوه چرخش عوامل است[۸]. شیوه واریماکس در حقیقت « عوامل را تمیز می‌کند» یعنی عواملی تولید می‌کند که با مجموعه کوچکتری از متغیرها دارای همبستگی قوی و با مجموعه دیگری از متغیرها دارای همبستگی ضعیف باشد. این روش به ساده سازی ستونهای ماتریس عاملی می‌پردازد و در آن فرآیند ساده‌سازی معادل با حداکثر نمودن واریانس مجذور بارهای عاملی هر ستون است. چون در این روش، تعداد متغیرهائی که دارای بارهای قوی در یک عامل هستند حداقل می‌گردد در نتیجه تفسیر عوامل نسبت به شیوه کوارتیماکس ساده‌تر است.

به همین دلیل است که شیوه واریماکس پرکاربردتر است. شیوه اکواماکس[۸] از هر دو استدلال شیوه کوارتیماکس و شیوه واریماکس پیروی می‌کند و در واقع ترکیبی است از شیوه واریماکس که عوامل را ساده می‌سازد و شیوه کوارتیماکس که متغیرها را ساده می‌نماید. بدین ترتیب در شیوه اکواماکس بجای تمرکز بر ساده سازی فقط ردیفها و ستونها، هر دو روش به طور همزمان بکار می‌رود. ملاحظه شده است که چرخشهای مایل بدلیل مشکلات در خلاصه سازی

1- *Overlapping*
2- *Unimodally*
3- *Principal Components Analysis*

4- *Eignvalue*
5- *Scree*
6- *Quartimax*
7- *Variamax*
8- *Equamax*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

نتایج آنها کمتر کاربرد دارند و رایج‌ترین روش چرخش، شیوه واریماکس است که عوامل بدون همبستگی (متعامد) ارائه می‌کند. به منظور ارزیابی ۷ پارامتر اصلی تعیین شده در این تحقیق وضعیت مقادیر و تغییرات هر یک از این پارامترها برای سال ۱۳۸۳ از منابع اطلاعاتی مربوطه استخراج گردیده و در پایگاه اطلاعاتی این تحقیق[۱] ثبت شده است[۹و۱۰]. شایان ذکر است، با توجه به این که اطلاعات مربوط به اکثر عوامل در نظر گرفته شده بعنوان پارامترهای مؤثر بر مدلسازی تقاضای سفر هوایی در این تحقیق تنها بر حسب استانهای کشور و به طور کلان قابل دسترس هستند لذا مبنای انتخاب زوج شهرها برای این تحقیق مراکز استانها بوده است.

در مرحله بعد با استفاده از تکنیک تحلیل عاملی به ارزیابی متغیرها و کاهش داده‌ها از ۷ متغیر به ۲ متغیر جدید (عامل) پرداخته خواهد شد. سپس با استفاده از روش رگرسیون خطی نسبت به کالیبره نمودن مدلهای مستقیم تقاضای سفرهای هوایی با استفاده از متغیرهای جدید نتیجه شده از تکنیک تحلیل عاملی اقدام می‌گردد. فلوچارت گام به گام شیوه پیشنهادی ارزیابی عوامل اصلی مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافر هوایی در ایران در شکل ۱ ارائه گردیده است.

۴. اعتبارسنجی متدولوژی پیشنهادی ارزیابی عوامل مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی در ایران

با توجه به پیچیدگی‌های محاسبات تکنیک تحلیل عاملی ضروری است که از نرم افزارهای آماری جهت انجام این محاسبات استفاده شود. به منظور بکارگیری داده‌ها و با هدف سهولت کاربرد آنها، ابتدا پایگاه اطلاعاتی داده‌ها با نرم افزار صفحه گسترده Excel XP ایجاد گردیده و سپس در محیط Data Editor نرم افزار SPSS 13 فراخوانی شده و مورد آنالیز قرار گرفته است. در این مقاله جهت انجام تکنیک تحلیل عاملی از نرم افزار SPSS 13 با شیوه اجرائی تحلیل مؤلفه‌های اصلی و روش چرخش واریماکس استفاده گردیده است. شایان ذکر است با توجه به تفاوت مقادیر پارامتر وابسته و مقادیر پارامترهای مستقل در مسیرهای رفت و برگشت بین استانهای مختلف کشور لذا آنها به طور جداگانه مورد تحلیل قرار گرفته است.

قبل از استخراج عوامل اصلی از بین ۷ متغیر مؤثر بر تقاضای مسافر هوایی باید با استفاده از آزمون کفایت اندازه نمونه کیزر- میر- اولکین[۲] نسبت به تعیین تناسب متغیرها برای بکارگیری تکنیک تحلیل عاملی اقدام نمود. شاخص کفایت نمونه‌برداری KMO را می‌توان از رابطه ۲ محاسبه نمود:

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_j r_{ij}^2}{\sum_i \sum_j r_{ij}^2 + \sum_i \sum_j a_{ij}^2} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، r_{ij} ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای i و j بوده و a_{ij} ضریب همبستگی جزئی بین آنها و KMO شاخص کفایت نمونه‌برداری است. همچنین بایستی آزمون کرویت بارتلت[۳] جهت سنجش همانی بودن ماتریس همبستگی داده‌ها انجام گردد. انجام این آزمون، وجود یا عدم وجود رابطه بین داده‌ها و همچنین سطح معنی داری رابطه آنها را نشان می‌دهد. آزمون کرویت بارتلت بر اساس رابطه ۳ انجام می‌شود :

$$\chi^2 = -(n-1-\frac{2p+5}{6})Ln|R| \qquad (۳)$$

در رابطه ۳، n بیانگر تعداد آزمودنیها، p تعیین کننده تعداد متغیرها، $|R|$ نیز بیانگر قدرمطلق دترمینان ماتریس همبستگی می‌باشد. این مشخصه دارای توزیع χ^2 با $0/5p(p-1)$ درجه آزادی است و احتمال خطا برای رد فرضیه صفر « عدم وجود تفاوت از ماتریس همانی » را می‌آزماید[۷]. نتایج انجام آزمونهای مذکور برای ۷ عامل مؤثر بر تقاضای مسافر هوایی مسیرهای منتهی به تهران از کلیه مراکز استانها (ورودی) و مسیرهای منتهی به کلیه مراکز استانها از تهران (خروجی) در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. نتایج آزمونهای کیزر- میر- اولکین و کرویت بارتلت در مسیرهای هوایی ورودی و خروجی از تهران

نوع آزمون	ملاک ارزیابی	مسیرهای ورودی	مسیرهای خروجی
کیزر- میر- اولکین	کفایت نمونه	۰/۷۷۲	۰/۷۷۱
کرویت بارتلت	تقریب کای‌اسکور	۱۹۹/۳۰۹	۱۹۹/۹۶۷
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪

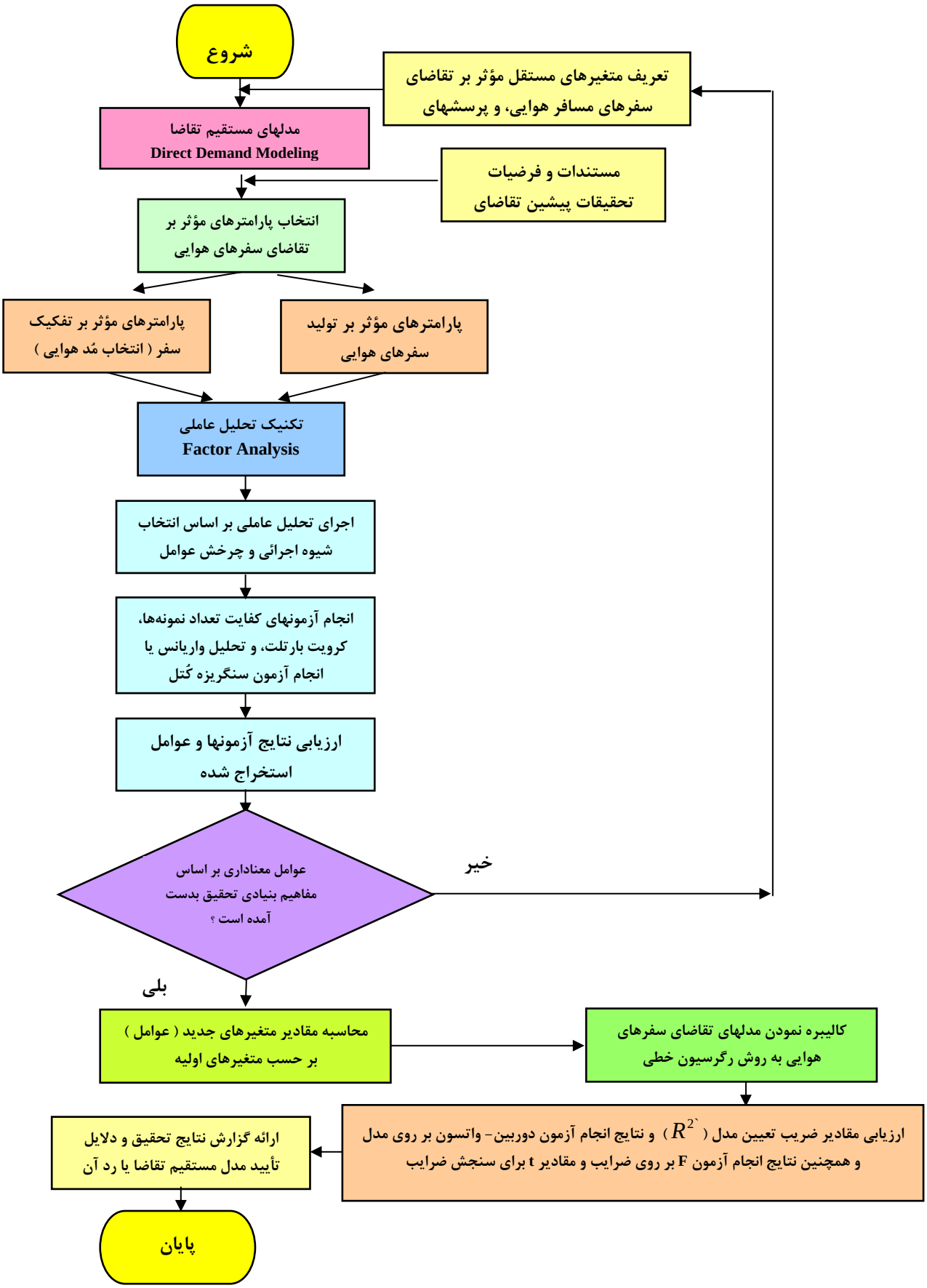
با توجه به مقادیر جدول ۱، ملاحظه می‌گردد که مقادیر کفایت نمونه هم در مسیرهای ورودی و هم در مسیرهای خروجی از تهران بیش از ۰/۵ است و در نتیجه آزمون تأیید می‌گردد. همچنین سطح معنی‌داری آزمون کرویت بارتلت نیز با مقدار اطمینان بیش از ۹۹ درصد انجام تحلیل عاملی را روی داده‌های تقاضای سفرهای هوایی تأیید می‌نماید.

۱. در زمان جمع‌آوری داده‌های این مقاله (در زمستان ۱۳۸۵)، هنوز کلیه آمار و اطلاعات مربوط به سال ۱۳۸۴ منتشر نشده بود، لذا از داده‌های مربوط به سال ۱۳۸۳ استفاده شده است.

2- *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy*

3- *Bartlett's Test of Sphericity*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]



شکل ۱. فلوچارت پیشنهادی جهت ارزیابی عوامل مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافری هوایی در ایران

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

تحلیل واریانس اولیه و مقادیر بسط داده شده آن برای ۷ پارامتر مؤثر بر تقاضای مسافر هوایی مسیرهای منتهی به تهران از کلیه مراکز استانها (ورودی) بیانگر وجود ۲ عامل اصلی از بین ۷ پارامتر بررسی شده می‌باشد به طوری که این ۲ عامل مجموعاً ۸۸/۰۵ درصد از مجموع اثرات ۷ پارامتر اولیه را در بر خواهند داشت. همچنین تحلیل واریانس اولیه و مقادیر بسط داده شده آن برای ۷ پارامتر مؤثر بر تقاضای مسافر هوایی مسیرهای منتهی به کلیه مراکز استانها از تهران (خروجی) بیانگر وجود ۲ عامل اصلی از بین ۷ پارامتر بررسی شده می‌باشد به طوری که این ۲ عامل مجموعاً ۸۸/۰۸ درصد از مجموع اثرات ۷ پارامتر اولیه را در بر خواهند داشت.

جدول ۲ نتایج ماتریس ۲ عامل مذکور در فضای چرخش یافته را برای مسیرهای ورودی به تهران از مراکز استانها و مسیرهای خروجی از تهران به کلیه مراکز استانها نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج ماتریس چرخش یافته عوامل در مسیرهای هوایی ورودی و خروجی از تهران

نوع متغیر	مسیرهای ورودی		مسیرهای خروجی	
	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۱	عامل ۲
Ca	۰/۰۷۶	۰/۹۶۷	۰/۰۷۶	۰/۹۶۸
Ta(tt-ft)	۰/۹۷۶	-۰/۰۴۴	۰/۹۷۶	-۰/۰۴۵
Stu	۰/۹۳۱	۰/۱۶۵	۰/۹۳۱	۰/۱۶۵
Popu	۰/۷۹۵	-۰/۱۶۲	۰/۹۷۵	-۰/۱۶۱
Vadd	۰/۹۶۸	۰/۰۲۱	۰/۰۷۶	۰/۰۲۱
Mob	۰/۸۵۰	۰/۳۱۸	۰/۸۵۰	۰/۳۱۸
Bed	-۰/۰۰۴	۰/۹۷۷	-۰/۰۰۴	۰/۹۷۷

بررسی ماتریس عوامل چرخش یافته بر اساس جدول ۲، نشاندهنده آن است که می‌توان ۲ عامل را از بین ۷ متغیر مورد بررسی واقع شده استخراج نمود. تفسیر مفهومی این ۲ عامل را می‌توان به صورت عامل اول با عنوان « خصوصیات زیربنائی و جمعیتی » و عامل دوم با عنوان « خصوصیات مُد حمل و نقل » بیان نمود. این تفسیر عوامل اصلی بدست آمده از مدل تحلیل عاملی با مفاهیم بنیادی پارامترهای تأثیرگذار بر تقاضای سفر در مباحث تئوریک مهندسی حمل و نقل نیز سازگاری دارد. بنابراین اجرای مدل تحلیل عاملی پیشنهادی جهت انتخاب فرآیند پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی در کشور معتبر می‌باشد.

در مرحله بعد، مدلهای مستقیم تقاضای سفرهای هوایی بر اساس ۲ عامل استخراج شده از نتایج اجرای تکنیک تحلیل عاملی (یعنی خصوصیات زیربنائی و جمعیتی (SE) و خصوصیات مُد حمل و نقل (MC)) به روش رگرسیون خطی کالیبره می‌گردد و مدل حاصله با مدل رگرسیون خطی کالیبره شده روی پارامترهای اولیه مقایسه می‌گردد.

۵. مقایسه مدل مستقیم تقاضای سفرهای هوایی کالیبره شده بر اساس متدولوژی پیشنهادی با مدل کالیبره شده بر اساس متغیرهای اولیه

در این بخش از مقاله ۳ نوع مدل رگرسیون خطی چند متغیری با استفاده از پارامترهای اولیه و عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی بشرح ذیل کالیبره شده است:

الف: مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (رگرسیون خطی چند متغیری به روش همه متغیرها [1])

$$PATT = -1168629 - .008Ca + 94447Tatt - 1.372Stu + .075Popu + 2.202Vadd + 10.367Mob + 1.928Bed$$

$$PAFT = -1440013 - .009Ca + 107817Taft - 1.299Stu + .076Popu + 2.178Vadd + 8.706Mob + 2.156Bed$$

در معادلات مذکور PATT بیانگر تعداد سفرهای هوایی ورودی به تهران از سایر استانها و PAFT نشاندهنده تعداد سفرهای هوایی خروجی از تهران به سایر استانها می‌باشد. همچنین Popu83 جمعیت استانهای مختلف کشور، Stu83 تعداد دانشجویان دانشگاه‌های آزاد و دولتی شاغل به تحصیل در استانهای ۲۸ گانه کشور، Vadd83 ارزش افزوده فعالیت کارگاه‌های صنعتی هر استان، Mob83 تعداد مشترکین تلفن همراه هر استان، Bed83 تعداد تخت تأسیسات اقامتی استانهای مختلف کشور، Ta زمان سفر (زمان سفر ورودی Tatt و زمان سفر خروجی Taft) و Ca هزینه سفر (کرایه حمل) می‌باشند. تحلیل واریانس و ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده برای کنترل ضرایب رگرسیون خطی و دقت مدلها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده بر مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (روش همه متغیرها)

نوع آزمون	ملاک ارزیابی	مسیرهای ورودی	مسیرهای خروجی
قدرت پیش‌بینی کلی متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل (F)	آماره F	۱۵/۹۷۹	۱۵/۴۹۹
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪
معنی‌داری هر یک از ضرایب معادله (t)	آماره t	غالباً کوچکتر از ۲	غالباً کوچکتر از ۲
	سطح معنی‌داری	حداکثر ۹۸٪	حداکثر ۹۸٪
ضریب تعیین (R^2)		۰/۸۸۹	۰/۸۸۶
دوربین - واتسون		۱/۸۳۳	۱/۸۰۰

1- *Enter*

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

بررسی مقادیر جدول ۳ نشان می‌دهد که ضرایب مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (رگرسیون خطی چند متغیری به روش همه متغیرها) در برخی از موارد معنی‌دار نبوده ضمن آن که نتیجه آزمون دوربین–واتسون نیز نشاندهنده مقادیر کمتر از ۲ است که بیانگر وجود روابط داخلی بین متغیرها است و مدلهای کالیبره شده نمی‌تواند بطور قابل قبولی تبیین کننده متغیر وابسته باشند.

ب: مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (رگرسیون خطی چند متغیری به روش گام به گام [1])

در این قسمت، مدلهائی مبتنی بر پارامترهای اولیه ولی به روش رگرسیون گام به گام بشرح ذیل کالیبره شده است:

$$PATT = -799.061 + 0.096\,Popu + 58.303\,Tatt$$
$$PAFT = -945.512 + 0.097\,Popu + 63.859\,Taft$$

در معادلات مذکور PATT بیانگر تعداد سفرهای هوایی ورودی به تهران از سایر استانها و PAFT نشاندهنده تعداد سفرهای هوایی خروجی از تهران به سایر استانها می‌باشد. همچنین Popu83 جمعیت استانهای مختلف کشور و Ta زمان سفر (زمان سفر ورودی Tatt و زمان سفر خروجی Taft) پارامترهای اصلی معادلات هستند. همانگونه که در مدلهای فوق الذکر ملاحظه می‌شود، تنها پارامترهای جمعیت استانهای کشور و زمان سفر (ورودی یا خروجی) در مدلها باقیمانده است و بقیه پارامترها حذف شده‌اند. تحلیل واریانس و ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده برای کنترل ضرایب رگرسیون خطی و دقت مدلها در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده بر مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (روش گام به گام)

نوع آزمون	ملاک ارزیابی	مسیرهای ورودی	مسیرهای خروجی
قدرت پیش‌بینی کلی متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل (F)	آماره F	۵۴/۲۷۴	۵۲/۹۴۶
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪
معنی‌داری هر یک از ضرایب معادله (t)	آماره t	همه بزرگتر از ۲	همه بزرگتر از ۲
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪
ضریب تعیین (R^2)		۰/۷۲۱	۰/۷۲۱
دوربین - واتسون		۲/۳۷۷	۲/۲۹۵

بررسی مقادیر جدول ۴ نشان می‌دهد که ضرایب مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (بروش رگرسیون خطی چند متغیری گام به گام) در همه موارد معنی‌دار بوده ضمن آن که نتیجه آزمون دوربین–واتسون نیز نشاندهنده مقادیر بزرگتر از ۲ است که بیانگر عدم وجود روابط داخلی بین متغیرها است و معادلات کالیبره شده می‌تواند بطور قابل قبولی تبیین کننده متغیر وابسته باشند.

1- *Stepwise*

ج: مدلهای مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی

در این قسمت، مدلهائی مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی به روش رگرسیون گام به گام بشرح ذیل کالیبره شده است:

$$PATT = 109.057 + 132.373SE + 73.316MC$$
$$PAFT = 108.903 + 133.962SE + 73.592MC$$

در معادلات مذکور PATT بیانگر تعداد سفرهای هوایی ورودی به تهران از سایر استانها و PAFT نشاندهنده تعداد سفرهای هوایی خروجی از تهران به سایر استانها، SE خصوصیات زیربنائی و جمعیتی و MC خصوصیات مُد حمل و نقل می‌باشد. تحلیل واریانس و ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده برای کنترل ضرایب رگرسیون خطی و دقت مدلها در جدول ۵ ارائه شده است. همانگونه که در جدول ۵ نیز ملاحظه می‌شود، ضرایب مدلهای مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی در همه موارد معنی‌دار بوده ضمن آن که نتیجه آزمون دوربین – واتسون نیز نشاندهنده مقادیر بزرگتر از ۲ است که بیانگر عدم وجود روابط داخلی بین متغیرها است و معادلات کالیبره شده می‌تواند بطور قابل قبولی تبیین کننده متغیر وابسته باشند.

جدول ۵. ارزیابی نتایج آزمونهای انجام شده بر مدلهای مبتنی عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی

نوع آزمون	ملاک ارزیابی	مسیرهای ورودی	مسیرهای خروجی
قدرت پیش‌بینی کلی متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل (F)	آماره F	۴۵/۷۸۸	۴۳/۳۹۲
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪
معنی‌داری هر یک از ضرایب معادله (t)	آماره t	همه بزرگتر از ۲	همه بزرگتر از ۲
	سطح معنی‌داری	بیش از ۹۹٪	بیش از ۹۹٪
ضریب تعیین (R^2)		۰/۸۲۸	۰/۸۲۰
دوربین - واتسون		۲/۰۸۲	۲/۰۲۰

د: ارزیابی ۳ نوع مدل رگرسیون خطی چند متغیری کالیبره شده برای تقاضای سفرهای هوایی ایران

همچنانکه در جدول ۳ نیز ملاحظه شد، مدلهای کالیبره شده مبتنی بر پارامترهای اولیه (به روش رگرسیون خطی چند متغیری با استفاده از همه متغیرها) نمی‌تواند بطور قابل قبولی تبیین کننده متغیر وابسته باشند و مدلها رد می‌شوند. از جدول ۴ نیز ملاحظه شد، مدلهای کالیبره شده مبتنی بر پارامترهای اولیه (به روش رگرسیون خطی چند متغیری گام به گام) می‌تواند بطور قابل قبولی تبیین‌کننده متغیر وابسته باشند. از جدول ۵ نیز ملاحظه شد، مدلهای کالیبره شده مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]

تحلیل عاملی (به روش رگرسیون خطی چند متغیری گام به گام) می‌تواند بطور قابل قبولی تبیین کننده متغیر وابسته باشند. مقایسه مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه (به روش رگرسیون خطی چند متغیری گام به گام) با مدلهای مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی نشان‌دهنده قدرت کمتر آنها در پیش‌بینی متغیر وابسته است زیرا در مدلهای مبتنی بر پارامترهای اولیه تنها با استفاده از دو متغیر ساده به پیش‌بینی متغیر وابسته پرداخته شده حال آنکه در مدلهای مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی با ۲ عاملی که خود ترکیبی از ۷ پارامتر اولیه هستند، به پیش‌بینی متغیر وابسته پرداخته شده است. در نتیجه مدلهای مبتنی بر عوامل استخراج شده از تکنیک تحلیل عاملی بعنوان بهترین مدلها در تبیین تعداد سفرهای هوایی ورودی و خروجی از استانهای مختلف کشور به تهران برگزیده می‌شود. بنابراین اجرای روش گام به گام تکنیک تحلیل عاملی روی تعداد زیادی از پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی و استخراج عوامل اصلی آنها جهت بکارگیری در توسعه مدلهای مستقیم تقاضا بسیار رضایتبخش است.

۶. نتیجه گیری

با استفاده از متدولوژی پیشنهادی در این مقاله برای ارزیابی انتخاب پارامترهای مؤثر در مدلسازی تقاضای سفرهای هوایی می‌توان با بررسی تأثیر پارامترهای بیشتری و نهایتاً گزینش تعداد محدودی عامل اصلی از آنها به نتایج مناسبتری جهت مدلسازی تقاضای سفرهای هوایی در شبکه کریدورهای هوایی کشور دست یافت.

در این مقاله در ابتدا ۷ پارامتر مؤثر بر تقاضای سفرهای هوایی تعیین شده و نهایتاً پس از بکارگیری متدولوژی پیشنهادی تنها ۲ عامل از بین آنها گزینش شده تا در مرحله مدلسازی مورد استفاده قرار بگیرند. ضمن آن که عواملی که از این شیوه تعیین شده‌اند با حدود اطمینان بالای ۸۵ درصد در تبیین پارامتر وابسته تأثیرگذار بوده‌اند. از بین ۳ نوع مدل مستقیم تقاضای سفرهای هوایی کالیبره شده به روش رگرسیون خطی بر اساس پارامترهای اولیه و همچنین عوامل منتج از متدولوژی پیشنهادی نیز مدلهای منتج از شیوه پیشنهادی در این مقاله بعنوان بهترین مدلها در تبیین متغیر وابسته برگزیده شده‌اند. بنابراین ملاحظه می‌شود که متدولوژی پیشنهادی امکان کنترل پارامترهای بیشتری را در اختیار مدلساز قرار می‌دهد و نهایتاً بر قابلیت اطمینان نتایج حاصل از پیش‌بینی مدلهای منتج از این پارامترها می‌افزاید.

بدین ترتیب می‌توان بکارگیری متدولوژی پیشنهادی این مقاله را برای ارزیابی عوامل مؤثر بر تقاضای سفرهای مسافر هوایی در کریدورهای کشور (قبل از انجام مدلسازی تقاضای سفرها) به منظور ایجاد امکان بررسی تأثیر پارامترهای بیشتری در مدلسازی سفرها بسیار مناسب دانست.

مراجع

[1] Li, Guilin., *"Intercity Travel Demand : A Utility Consistent Simultaneous Trip Generation and Mode Choice Model"* Interdiciplinary Program in Transportation, New Jersey Institute of Technology, 2004.

[2] Ortuzar, Juan de Dios, Willumsen, Luis G., Modelling Transport, John Wiley and Sons Ltd. ,England, 2001.

[3] Khisty, C., Jotin, Lall, B.Kent *"Transportation Engineering (An Introduction)"* Second Edition-Prentice-Hall International, Inc, 1998.

[4] Wunesch, Karl L., Factor Analysis, East Carolina University, Departmant of Psychology, Statistical Help Page, 2006.

[5] Wunesch, Karl L., Principal components Analysis, SPSS, East Carolina University, Departmant of Psychology, Statistical Help Page, 2005.

[6] Abdi, Hervé, Factor Rotations in Factor Analysis, Encyclopedia of Social Sciences Research Methods, In: Lewis-Beck M., Bryman, A., Futing T. (Eds.), Thousand Oaks (CA): Sage, 2003.

[۷] هومن، حیدرعلی.، "تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش رفتاری"، نشر پارسا، چاپ اول، ۱۳۸۰.

[۸] فرگوسن، جرج ا.، تاکانه، یوشیو.، "تحلیل آماری در روان‌شناسی و علوم رفتاری" چاپ پنجم، نشر ارسباران، ۱۳۸۶.

[۹] سالنامه آماری کشور، مرکز آمار ایران، ۱۳۸۳.

[۱۰] سالنامه آماری هواپیمایی کشور، سازمان هواپیمایی کشوری، ۱۳۸۳.

[Downloaded from ijiepm.iust.ac.ir on 2024-11-28]