Archive of SID

ارزیابی کیفیت خدمات خطوط مترو در تهران با استفاده از یک روش ترکیبی بر مبنای مدل سروکوال و تکنیک تاپسیس فازی

مقاله پژوهشی

سیده ناهید هاشمی، کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نسیم نهاوندی*، دانشیار، مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: n_nahavandi@modares.ac.ir

دریافت: ۹۷/۰۸/۲۸- پذیرش: ۹۸/۰۲/۰٤
صفحه۸٦-۷۳

چکیده

ارزیابی کیفیت خدمات سیستم حمل و نقل شهری برای بهبود بهره‌وری، افزایش سود و افزایش رضایت مشتریان امری حیاتی است. سازمان های حمل و نقل پارامترهای گوناگون مرتبط با کیفیت خدمات مانند کارایی، قابلیت اطمینان، امنیت و راحتی را به طور منظم ارزیابی می‌کنند، که این ارزیابی می‌تواند توسط مشتریان، کارکنان خدمات و متخصصین حمل و نقل انجام شود. با توجه به اینکه ارزیابی کیفیت خدمات ارائه شده به مسافران در خطوط مترو ایران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره کمتر مورد توجه قرار گرفته است، این مقاله تلاش دارد تا کیفیت خدمات ارائه شده توسط خطوط مترو در شهر تهران را با استفاده از یک روش ترکیبی بر مبنای پرسشنامه و تکنیک تاپسیس فازی مورد ارزیابی قرار دهد. روش انجام کار را می‌توان در دو مرحله در نظر گرفت. در مرحله اول استخراج پرسشنامه برای جمع‌آوری داده ها صورت گرفته است. با توجه به اینکه این داده‌ها به صورت ارزیابی زبانی به‌دست آمده‌اند، از روش فازی برای تبدیل مقیاس استفاده شده است. در مرحله دوم تکنیک تاپسیس فازی برای انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. رویکرد تاپسیس فازی یک امتیاز عملکرد کلی برای ارزیابی کیفیت خدمات گزینه‌ها بدست می‌آورد و در نهایت یک رتبه‌بندی از گزینه‌ها انجام می‌دهد. نتایج مطالعه حاکی از آن است که در بین چهار خط مترو در تهران، خط قرمز، که مسیر حرکت آن از تجریش به سوی کهریزک می‌باشد، بهترین و خط آبی، که از فرهنگسرا به سمت صادقیه حرکت می‌کند، پایین‌ترین کیفیت خدمات را، از دید مسافران ارائه می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل، مدل سروکوال، تصمیم‌گیری چند معیاره، تاپسیس فازی، متروی تهران

۱-مقدمه

با گسترش روز افزون شهرها، امروزه حمل و نقل عمومی به عنوان یکی از ضروری‌ترین خدمات شهری و راهگشای بسیاری از مشکلات زندگی در شهر مانند ترافیک و آلودگی هوا می‌باشد. در حقیقت افزایش تعداد وسایط نقلیه و به دنبال آن افزایش سفرهای درون شهری و نیز عدم امکان توسعه و تعریض معابر، ترافیک‌های خیابانی را به همراه داشته و باعث اتلاف انرژی، وقت و همچنین آلودگی وسیع هوا شده است. بنابراین مطلوب‌ترین راه برون‌رفت از این معضل، توسعه و بهره‌گیری از حمل ونقل عمومی است یکی از عوامل اساسی در رشد سطح کیفیت زندگی افراد در جوامع امروزی بی‌شک بهبود خدمات نقل و انتقالات عمومی است. بالا بردن کیفیت ارائه خدمات حمل و نقل نیازمند افزایش میزان هماهنگی در فرآیندها و همچنین برقرار ساختن امکانات دسترسی سریع تر و آسان‌تر افراد به این گونه خدمات است. ارزیابی کیفیت خدمات سیستم حمل و نقل برای بهبود بهره‌وری، افزایش سود و افزایش رضایت مشتریان امری حیاتی است. سازمان‌های

www.SID.ir

Archive of SID

حمل و نقل پارامترهای گوناگون مرتبط با کیفیت خدمات مانند: کارایی، قابلیت اطمینان، امنیت و راحتی را به طور منظم ارزیابی می‌کنند. که این ارزیابی می‌تواند توسط مشتریان، پرسنل خدمات و متخصصین حمل و نقل انجام شود. هدف همه سازمان‌های حمل و نقل دستیابی به سطح بالای رضایت مشتریان با فراهم آوردن کیفیت بالای خدمات برای همه مشتریان است. شرکت‌ها در پی افزایش سهم بازار و به دنبال آن افزایش سود آوری هستند و از این رو دسترسی به خدماتی از قبیل رزرو و خرید بلیط، خدمات زمینی فرودگاه و خدمات پرواز را برای مشتریان فراهم می‌کنند. لذا به طور کلی می‌توان گفت که کیفیت خدمات سیستم حمل و نقل یک عامل کلیدی است که بر تمایل شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی نسبت به خودروهای شخصی موثر است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی رضایت شهروندان از کیفیت خدمات خطوط مترو در تهران و ارزیابی عملکرد این سیستم است که با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان این خطوط را رتبه‌بندی کرده و کیفیت خدمات آن‌ها را بهبود بخشید.

۲- پیشینه تحقیق

مسئله ارزیابی کیفیت خدمات سیستم حمل ونقل شهری توسط محققین زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. رویکردهای عمده‌ای که مورد استفاد این محققین بوده است را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد [Awasthi, et al., 2011] .

- مصاحبه‌ها و پرسشنامه
- تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده
- تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

اولین دسته از این روش‌ها بر مبنای مصاحبه و پرسشنامه است که پاسخ دهندگان نظر خود را درباره معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات بیان می‌کنند. پاراسورامن و همکاران چارچوبی را ارائه دادند که کیفیت خدمات را به عنوان یک میزان و درجه، جهت نشان دادن اختلاف بین آنچه مشتری انتظار دارد و آنچه دریافت می‌کند، تعریف می‌کند. این مدل بعداً توسط نویسندگان توسعه یافت و به عنوان SERVQUAL شناخته شد که بر مبنای۲۲ معیار (ویژگی) برای ارزیابی پنج بعد کیفیت خدمات به نام‌های عوامل محسوس، قابلیت اطمینان، مسئولیت‌پذیری، تضمین و همدلی می‌باشد [Parasuraman et al., 1985]. یکی از ابزارهای رایج که در ارزیابی کیفیت خدمات استفاده می‌شود SERVQUAL است. لاورنس و لو ابزارSERVQUAL را برای ارزیابی کیفیت خدمات سیستم ریلی برای مسافران در شهرهای ولینگتون و نیوزیلند استفاده کردند و با اضافه‌کردن سه بعد دیگر با عناوین راحتی، تسهیلات و برقراری ارتباط آن را بسط دادند [Lawrence and Lo, 2007]. فیک و ریچی از SERVQUAL برای ارزیابی کیفیت خدمات در سیستم توریسم و مسافرت استفاده کردند [Fick and Ritchie, 1991]. دسته دوم از این روش‌ها بر مبنای تجزیه و تحلیل آماری از داده‌های جمع‌آوری شده به منظور ارزیابی کیفیت خدمات است که شامل مدل‌های رگرسیونی، مدل‌های لجیت و مدل‌های معادلات ساختاری می‌باشد. مدل‌های رگرسیونی و لجیت برای مطالعه رابطه علت و معلول میان متغیر وابسته (کیفیت خدمات) و متغیرهای مستقل (ویژگی‌های یا معیارهای کیفیت خدمات مانند راحتی، قابلیت اطمینان و امنیت) استفاده می‌شود. در مدل‌های رگرسیونی فرض بر این است که بین متغیر وابسته و متغیر مستقل ارتباط وجود دارد در حالی‌که در مدل‌های لجیت عدم قطعیت وجود دارد. آگراوال در سال ۲۰۰۸ از تجزیه و تحلیل رگرسیونی برای تعیین تأثیر عوامل گوناگون روی رضایت مشتری از کیفیت خدمات استفاده کردند و نشان دادند که رفتار کارکنان بیشترین تأثیر را روی رضایت مشتریان در خطوط ریلی هند دارد [Agarwal, 2008]. سومین دسته از این روش‌ها شامل تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که رایج‌ترین رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی کیفیت خدمات در سیستم‌های حمل و نقل مبتنی بر روش‌های وزنی است. در تصمیم‌گیری چند معیاره، گزینه‌های موجود با توجه به معیارها که دارای وزن هستند بررسی می‌شوند و امتیاز عملکرد آن‌ها تعیین می‌شود و در نهایت گزینه‌ای با بیشترین امتیاز انتخاب می‌شود. یه، دنگ و چنگ در سال ۲۰۰۰ یک رویکرد تحلیل چندهدفه فازی را برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های اتوبوس‌رانی ارائه دادند [Yeh, Deng and Chang, 2000]. در سال ۲۰۰۸ نیز ناتانائیل یک چارچوب تصمیم گیری چندهدفه را برای ارزیابی کیفیت خدمات حمل ونقل برای مسافران در شبکه راه‌آهن یونان ارائه داد که معیارهای انتخاب شده آنها، صحت و دقت در برنامه سفر،

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم ایمنی، تمیزی، راحتی مسافران، اطلاعات مسافران و خدمات و تعمیرات بود [Nathanail, 2008]. در سال بعد یعنی سال ۲۰۰۹، ابولی و موزولا شاخصی برای ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل بر مبنای نظر مشتریان ارائه دادند [Eboli and Mazzulla, 2009]. لیو و همکاران در سال ۲۰۱۳، بهبود کیفیت خطوط ارتباطی میان مترو و فرودگاه را برای توسعه صنعت توریسم مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور از رویکرد ترکیبی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله دیمتل و DANP و ویکور استفاده کردند [Liu et al., 2013]. در سال ۲۰۱٤ نیز لیو و همکاران بهبود کیفیت حمل و نقل عمومی را بر مبنای اطلاعات فازی به منظور جذب افراد برای استفاده بیشتر از حمل و نقل عمومی نسبت به خودرو های شخصی در نظر گرفتند. نویسندگان در این مقاله اثرات متقابل بین معیارهای مختلف را در نظر گرفتند و نشان دادند که مدل آنها قابلیت اجرا در دنیای واقعی را دارد و بدین منظور سیستم اتوبوس‌رانی شهر تایپه را به عنوان مطالعه موردی در نظر گرفتند [Liou et al., 2014]. تورلاک و همکاران روش تاپسیس فازی را در صنعت هواپیمایی داخلی کشور ترکیه مورد استفاده قرار داده و یک رتبه‌بندی از حمل و نقل هوایی این کشور به همراه متغیرهای کلیدی موفقیت در این صنعت ارائه دادند [Torlak et al., 2011]. کو نیز در سال ۲۰۱۱، یک روش مؤثر بر اساس ترکیب تکنیک‌های GRA و ویکور و نظریه مجموعه‌های فازی برای ارزیابی کیفیت خدمات از نظر مسافران در خطوط هوایی چین با استفاده از پرسشنامه ارائه داد و نشان داد که شرکت‌های هواپیمایی با شناسایی نقاط قوت و ضعف خود در ارائه خدمات به مشتریان، می‌توانند کیفیت ارائه خدمات را بهبود بخشند [Kuo, 2011]. کلیک و همکاران در سال ۲۰۱۳، مسائل و مشکلات مشتریان حمل و نقل عمومی را در استانبول مورد بررسی قرار دادند و سطح رضایت آن‌ها را با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری ارزیابی کردند. آن‌ها یک رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی نوع دو بر مبنای تکنیک تاپسیس و GRA برای ارزیابی و بهبود سطح رضایت مسافران در بخش حمل و نقل عمومی استانبول ارائه دادند [Celik et al., 2013]. در سال ۲۰۱٤، چو ارتباط میان رضایت مشتریان، که توسط تعداد شکایات آن‌ها اندازه-گیری می‌شود، و کیفیت خدمات در خطوط هوایی چین را مورد مطالعه قرار داد و نشان داد که تعداد شکایات مشتریان با افزایش تعداد وسایل آسیب دیده با نرخ کاهشی افزایش می‌یابد، در صورتی که زمان‌بندی دقیق پروازها تأثیر قابل توجهی بر شکایات مشتریان ندارد. علاوه بر این بخش‌های خصوصی(غیر دولتی) در مقابل بخش دولتی تعداد شکایات بیشتری دریافت می‌کنند و همچنین تعداد شکایت‌ها در تعطیلات تابستان افزایش می‌یابد [Chow, 2014]. روحانی و همکاران در سال ۲۰۱۲ به نقش مهمی که حمل و نقل عمومی در برآورده کردن تقاضا برای کسب و کار و زندگی اجتماعی مردم دارد اشاره کردند و نوع خدمات اتوبوس و کیفیت خدمات در اپراتورهای اتوبوسرانی که بر تصمیم مسافران تأثیرگذار است را مورد بررسی قرار دادند. آنها همچنین نقش شرکت‌های اتوبوس‌رانی و رانندگان اتوبوس را به عنوان یک عامل در نظر گرفتند و نشان دادند که حفظ استانداردهای بالای کیفیت در ارائه خدمات و عملکرد شرکت‌های اتوبوس‌رانی برای تشویق مردم به استفاده از حمل و نقل عمومی از اهمیت بالایی برخوردار است [Rohani et al., 2012].سوکی در سال ۲۰۱٤، اثر جنبه‌های کیفیت خدمات هواپیمایی مانند عوامل محسوس در خطوط هوایی، عوامل محسوس در ترمینال‌ها و تأثیر همدلی بر سطح رضایت مشتریان را مورد مطالعه قرار داد. او همچنین رابطه بین این سطح از رضایت و برداشت کلی از کیفیت خدمات را مورد بررسی قرار داد و از طریق مدل معادلات ساختاری نشان داد که ارتباط میان سطح رضایت مشتریان و کیفیت خدمات خطوط هوایی مقدار بار عامل یک را دارد و رضایت مشتریان به طور گسترده‌ای تحت تأثیر همدلی قرار می‌گیرد [Suki, 2014]. آنچه از مطالعه ادبیات موضوع برمی‌آید بیانگر این مسئله است که ارزیابی کیفیت خدمات ارائه شده در خطوط مترو تهران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مورد توجه قرار نگرفته است. لذا در این پژوهش تلاش شده است که کیفیت خدمات ارائه شده در خطوط مترو تهران (خط قرمز، آبی، سبز و زرد) با استفاده از پرسشنامه و تکنیک تاپسیس فازی مورد ارزیابی قرار گیرد. شایان ذکر است که داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از نوع کیفی بوده که از طریق پرسشنامه استخراج شده‌اند، لذا با بکارگیری تکنیک فازی، که برای مدل کردن ابهام و عدم قطعیت ناشی از فقدان اطلاعات کمی در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده می‌شود، تبدیل مقیاس صورت گرفته و داده‌های کیفی به کمی تبدیل شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه این تحقیق به این شرح می‌باشد: در بخش ۳ شرح مختصری از تئوری فازی و روش تاپسیس فازی ارائه می‌شود. در بخش ٤ ارزیابی کیفیت خدمات در خطوط مترو شهر تهران مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت بخش ۵ به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد برای مطالعات آینده می‌پردازد.

۳. مقدمه‌ای بر نظریه مجموعه فازی و تکنیک تاپسیس فازی

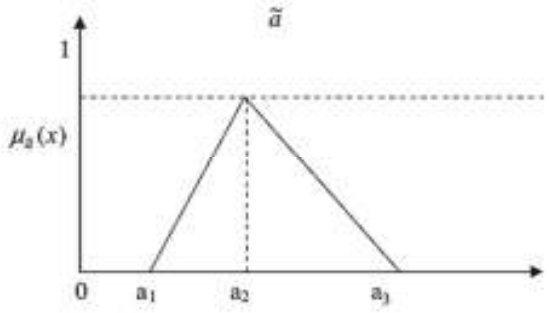
با توجه به اینکه در پژوهش حاضر از رویکرد تاپسیس فازی استفاده شده است، در این بخش شرح مختصری از نظریه فازی و روش تاپسیس فازی ارائه می‌شود.

۳-۱-نظریه فازی

تئوری فازی توسط اولین بار توسط پروفسور زاده در سال ۱۹٦۵ ارائه شده‌است [Zadeh, 1965]. از تئوری فازی می‌توان برای حالات شک و فازی در شرایط واقعی استفاده کرد. مجموعه فازی براساس تابع عضویت تعریف می‌شود. هر یک از اعضا درجه عضویت دارند. مجموعه فازی از تعمیم و عمومیت دادن تئوری مجموعه‌های کلاسیک ایجاد شد. در تئوری مجموعه‌های کلاسیک، عضویت اعضا در یک مجموعه به صورت جملات صفر و یک بر اساس شرط دودوئی تعیین می‌شوند که یک عضو یا به مجموعه تعلق دارد یا ندارد. در حالی که در تئوری فازی درجات نسبی عضویت اعضا در مجموعه مجاز است.نظریه فازی در ابتدا با توجه به این فرضیه بنیادی پیشنهاد شد که عضو اصلی در فکر و اندیشه انسان، متغیرهای زبانی (مجموعه فازی) هستند نه اعداد حقیقی. نظریه فازی یک روش مناسب برای به تصویر کشیدن و ارزیابی مدیریت انسانی در مسائل مبهم، غیرقطعی و هدفمند است که می‌تواند به وسیله‌ی اعداد فازی سه‌گانه بیان شوند.

تابع عضویت یک مجموعه‌فازی، تعمیم یافته تابع مشخصه در مجموعه‌های کلاسیک است. توابع عضویت مثلثی به دلیل راحتی در محاسبات بیشتر از توابع انواع دیگر توابع عضویت مورد استفاده قرار می‌گیرند. عدد فازی مثلثی: عدد فازی مثلثی یک مجموعه فازی است (شکل ۱) که توسط سه‌تایی $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ نشان داده می‌شود. تابع عضویت این عدد فازی مثلثی به صورت زیر نشان داده می‌شود. (رابطه ۱).

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1} & a_1 \le x \le a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2} & a_2 \le x \le a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \qquad (۱)$$



شکل ۱. عدد فازی مثلثی $\tilde{a}$

که در این رابطه a_1, a_2, a_3 اعداد حقیقی هستند و $a_1 < a_2 < a_3$. مقدار x در a_2 بیشترین مقدار تابع عضویت یعنی $\mu_{\tilde{a}}(x)$=1 و در a_1 کمترین مقدار تابع عضویت یعنی $\mu_{\tilde{a}}(x)$=0 را می‌دهد. در واقع ثابت‌های a_1 و a_3 حدود پایین و بالا برای ناحیه موجه در ارزیابی هستند.

۳-۲- تاپسیس فازی

www.SID.ir

Archive of SID

تاپسیس یکی از تکنیک های رایج تصمیم گیری چند شاخصه است که m گزینه را با توجه به n معیار، رتبه‌بندی می‌کند. مبنای این روش، انتخاب گزینه‌ای است که کم‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل مطلوب و بیشترین فاصله را از جواب ایده‌آل نامطلوب دارد[Ataei,2010] . در دنیای واقعی، به دلیل مبهم بودن اطلاعات و عدم اطمینان کافی در تصمیم‌گیری، استفاده از الگوریتم تاپسیس کلاسیک ناکارآمد می‌باشد. در واقع در تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان نمی‌توان ارزیابی تصمیم‌گیرندگان را با یک عدد کلاسیک نشان داد. این از آن‌روست که افراد دارای دیدگاه‌های گوناگون بوده و ارزیابی آن‌ها مبهم می‌باشد. به دلیل ناکارآمدی الگوریتم‌های تاپسیس کلاسیک برای حل این‌گونه مسائل، توسعه الگوریتم تاپسیس در محیط فازی مورد توجه دانشمندان قرار گرفت. [Salimifard and Jouibar, 2001] نخستین بار این الگوریتم توسط چن و هوانگ در سال ۱۹۹۲ بر اساس متغیرهای زبانی و عدد فازی مثلثی معرفی شد [Chen and Hwang, 1992]. تاپسیس فازی روشی متفاوت از روش تاپسیس دارد، در این حالت عناصر ماتریس تصمیم‌گیری یا وزن معیارها و یا هر دو آن‌ها توسط متغیرهای زبانی که توسط اعداد فازی ارائه شده‌اند، ارزیابی شده و بدین ترتیب بر مشکلات روش تاپسیس کلاسیک غلبه شده است.

٤- ارزیابی کیفیت خدمات در خطوط مترو شهر تهران

متروی تهران با طول شبکه ۱۵۲ کیلومتر رتبه ۲۱ را در بین قطارهای شهری کشورهای جهان دارد. و طبق آمار منتشر شده توسط معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، تعداد سفرهای صورت گرفته توسط متروی تهران در سال ۱۳۹۱ به بیش از ٦۳۳ میلیون سفر و از ابتدای راه‌اندازی تا پایان سال ۹۲ به ۵ میلیارد سفر رسیده‌است. تا اوایل سال ۱۳۹٤ متروی تهران با چهار خط درون شهری و یک خط برون شهری به شرح ذیل در حال سرویس‌دهی می‌باشد.

۱- خط یک به طول ۳۹ کیلومتر با۲۹ ایستگاه از ایستگاه تجریش واقع در ابتدای خیابان شریعتی تا ایستگاه کهریزک واقع در ضلع جنوب شرقی بهشت زهرا .

۲- خط دو به طول ٢٤ کیلومتر با ۲۲ ایستگاه از ایستگاه فرهنگسرا واقع در خیابان جشنواره جنب فرهنگسرای اشراق تا ایستگاه تهران (صادقیه) واقع در ضلع جنوب غربی فلکه دوم صادقیه. ۳- بخش میانی و جنوبی خط سه به طول ۱۹ کیلومتر با ٦ ایستگاه از شهید بهشتی تا ایستگاه آزادگان. این خط در حال حاضر به طور کامل راه‌اندازی نشده و لذا در این مطالعه در نظر گرفته نشده است.

٤- خط چهار به طول ۲۱ کیلومتر با ۱۷ ایستگاه از ایستگاه شهید کلاهدوز واقع در انتهای خیابان پیروزی بزرگراه اسب‌دوانی تا ایستگاه اکباتان(ارم سبز)

۵- خط پنج (خط برون شهری) به طول ٤۲ کیلومتر با ۱۱ ایستگاه از ایستگاه تهران (صادقیه(واقع در ضلع جنوب غربی فلکه دوم صادقیه) تا ایستگاه گلشهر واقع در مهرشهر کرج.

با توجه به اینکه خط سه هنوز به صورت کامل برنامه‌ریزی و احداث نشده و فقط چند ایستگاه کوتاه را می‌پیماید از وجود آن صرف‌نظر می‌شود و ٤ خط دیگر مورد بررسی قرار می-گیرد. یعنی در واقع این پژوهش خط‌های یک(خط قرمز) دو (خط آبی) چهار (خط زرد) و پنج (خط سبز) را به عنوان گزینه‌ها (آلترناتیوها)در نظر می‌گیرد. نقشه خطوط مترو در شهر تهران در شکل ۱ قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. خطوط و ایستگاه‌های مترو فعال در تهران

لازم به ذکر است که شروع ساعت کاری قطارها از ۵:۳۰ صبح بوده و اتمام ساعت کاری ۱۰:۳۰ شب می‌باشد. همچنین قیمت بلیط تک‌سفره ٦۰۰۰ ریال و دو سفره ۱۰۰۰۰ ریال می‌باشد که در صورتی که از بلیط‌های اعتباری استفاده شود این هزینه کاهش می‌یابد.

٤-۱- تعیین معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات و استخراج پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌ها

این بخش شامل ارائه پرسشنامه بر مبنای SERVQUAL برای اندازه‌گیری معیارهای کیفیت خدمات است. پرسشنامه طراحی شده شامل ۵ بعد تحت عناوین : عوامل ملموس، قابلیت اطمینان، پاسخگویی، تضمین و همدلی است که هر کدام از این ابعاد دارای معیارهایی هستند که در مجموع شامل ۱۲ معیار می‌باشد. برای مثال عوامل ملموس خود شامل زیر معیارهای تجهیزات، پرسنل می‌باشد. لازم به ذکر است که معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی کیفیت خدمات از مقاله [Awasthi, et al., 2011] گرفته شده که روایی آن‌ها به تأیید رسیده است. تعداد سوالات پرسشنامه برابر تعداد معیارهای مورد ارزیابی یعنی۱۲ عدد می‌باشد و ٤۰ پرسشنامه جمع آوری گردید. این پرسشنامه‌ها میان مسافران در خطوط مختلف توزیع شده که همه پرسشنامه‌ها به‌طور کامل پر شدند و نرخ بازگشت آن ۱۰۰٪ بوده است.در میان پاسخ‌دهندگان ۳۵٪ مرد و ٦۵٪ زن بوده و از ۱٦ تا ٤۵ سال سن داشتند. معیارهایی که برای ارزیابی این خطوط مورد استفاده قرار گرفته‌اند در جدول ۱ آمده است.و گزینه ها خطوط A۲ (خط قرمز)، A۱(خط آبی)، A۳ (خط زرد) وA٤ (خط سبز) میباشد.. پس از اینکه نتایج نظر سنجی و داده‌های حاصل از پرسشنامه به فرم اعداد فازی مثلثی تبدیل شد، از رویکرد تاپسیس فازی برای انتخاب بهترین خط استفاده می‌شود.

٤-۲- ارزیابی متغیرهای زبانی از طریق اعداد فازی مثلثی

متغیرهایی که مقادیرشان عبارات کیفی هستند، متغیرهای زبانی نامیده می‌شوند. مقادیر متغیرهای زبانی عدد نیستند; آن‌ها عبارات، جملات و اصطلاحات کیفی هستند. در این مقاله برای ارزیابی گزینه‌ها و معیارهای کیفیت خدمات از متغیرهای زبانی استفاده شده است وبا استفاده از روش فازی این متغیرها به اعداد فازی مثلثی تبدیل شده اند. برای این منظور از مقیاس۱-۹ برای ارزیابی زبانی معیارها و گزینه‌ها استفاده شده است. متغیرهای زبانی مورد استفاده برای ارزیابی گزینه‌ها و تعیین وزن معیارها و نیز اعداد فازی مثلثی اختصاص داده شده به آن‌ها به ترتیب در جدول ۲ و جدول ۳ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات حمل ونقل [Awasthi, et al., 2011]

ابعاد	معیار	نوع معیار	شماره معیار
مسئولیت پذیری	خدمات کارکنان در جهت پاسخگویی به درخواست مشتریان	مثبت	C۱
	دسترسی به کارکنان مترو در مواقع نیاز	مثبت	C۲
قابلیت اعتماد	زمان رسیدن مترو با توجه به برنامه زمانی	مثبت	C۳
	هزینه بلیط مترو در خطوط	منفی	C٤
	مدت زمان منتظر ماندن برای مترو قبل از حرکت	مثبت	C٥
	امنیت در ایستگاه‌های مترو (در ایستگاه‌ها نه در داخل قطار)	مثبت	C٦
	امنیت مسافران در داخل واگن‌ها	مثبت	C۷
عوامل محسوس	استفاده از تجهیزات مدرن در مترو (قطارهای جدید، اعلام برنامه زمان‌بندی روزانه، نمایشگرها و...)	مثبت	C۸
	نظافت ایستگاه‌ها در خطوط مترو	مثبت	C۹
	امکانات در داخل ایستگاه‌های خطوط (مانند دستشویی، فروشگاه، تلفن عمومی و...)	مثبت	C۱۰
تضمین	پیروی از استاندارد کیفیت (فضای نشستن، فضای ایستادن، سیستم سرمایشی و گرمایشی و ...) در خطوط	مثبت	C۱۱
همدلی	درک نیازهای مسافران و همدلی با آن‌ها از طرف	مثبت	C۱۲

جدول۲. عبارت های زبانی برای ارزیابی اهمیت معیارها [Awasthi, et al., 2011]

عبارت زبانی	تابع عضویت فازی
خیلی کم	(۳و۱و۱)
کم	(۵و۳و۱)
متوسط	(۷و۵و۳)
زیاد	(۹و۷و۵)
خیلی زیاد	(۹و۹و۷)

جدول ۳. عبارت های زبانی برای ارزیابی گزینه ها [Awasthi, et al., 2011]

عبارت زبانی	تابع عضویت فازی
خیلی ضعیف	(۳و۱و۱)
ضعیف	(۵و۳و۱)
متوسط	(۷و۵و۳)
خوب	(۹و۷و۵)
خیلی خوب	(۹و۹و۷)

٤-۳- ارزیابی گزینه‌ها و انتخاب گزینه با بهترین عملکرد با استفاده از رویکرد تاپسیس فازی

در این قسمت از تکنیک تاپسیس فازی برای ارزیابی گزینه‌های موجود استفاده می‌شود و در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام و گزینه با بهترین عملکرد مشخص خواهد شد. چنانچه قبلا گفته شد گزینه ها عبارتند از: A۲ (خط قرمز)، A۱ (خط آبی)، A۳ (خط زرد) وA٤ (خط سبز) و معیارها به شرح جدول ۱ می باشد. مراحل کار به شرح زیر است:

مرحله ۱: تشکیل ماتریس تصمیم

با توجه تعداد معیارها، تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به صورت زیر تشکیل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\widetilde{D} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, i = 1,2,\dots,m; j = 1,2,\dots,n \quad (۲)$$

از آنجایی که در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است، لذا عملکرد گزینه i (i=1,2,…m) در رابطه با معیار j (j=1,2,…,n) با $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ نشان داده می‌شود. اگر کمیته تصمیم‌گیرنده دارای k عضو باشد و رتبه‌بندی فازی k امین تصمیم گیرنده $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ (عدد فازی مثلثی) به ازای i=1,2,…,m و j=1,2,…n باشد، با توجه به معیارها رتبه‌بندی فازی ترکیبی $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ گزینه‌ها را می‌توان بر اساس روابط زیر به دست آورد:

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ijk}\}$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{k} b_{ijk}}{k} \quad (۳)$$

$$c_{ij} = \max_k \{c_{ijk}\}$$

با استفاده از معادلات ذکر شده، ماتریس تصمیم فازی را بدست می‌آوریم که در جدول٤ نشان داده شده است.

جدول ٤. ماتریس تصمیم فازی

معیارها	گزینه ها				
	A۱	A۲	A۳	A٤	Cj*
C۱	(۹و۵و۱)	(۹و۵/٤و۱)	(۹و٦/۲و۱)	(۹و۵و۱)	۹
C۲	(۹و۵و۱)	(۹و۵/۸و۱)	(۹و۵/۸و۱)	(۹و۵و۱)	۹
C۳	(۹و٤/٤و۱)	(۹و۵/٦و۱)	(۹و۵/٤و۱)	(۹و٤/٤و۱)	۹
C٤	(۹و۵/٤و۱)	(۹و۵/۲و۱)	(۹و٦/۲و۳)	(۹و۵/۸و۳)	۱
C۵	(۹و۵و۱)	(۹و۵/٦و۱)	(۹و۵و۱)	(۹و۳/۸و۱)	۹
C٦	(۹و٤/۸و۱)	(۹و٤/٤و۱)	(۹و٤/۸و۱)	(۹و۵/٤و۱)	۹
C۷	(۹و٤/٤و۱)	(۹و٤/۸و۱)	(۹و۳/۸و۱)	(۹و٤/۸و۱)	۹
C۸	(۹و٤و۱)	(۹و٦/٤و۳)	(۹و٤/۲و۱)	(۹و٤/٦و۱)	۹
C۹	(۹و۵/٤و۱)	(۹و٦/۸و۳)	(۹و۵/۸و۱)	(۹و٦/٤و۳)	۹
C۱۰	(۹و۵و۱)	(۹و۵/٦و۱)	(۹و٤/٦و۱)	(۹و٤/٦و۱)	۹
C۱۱	(۹و٤/٤و۱)	(۹و٦/۲و۱)	(۹و٤/٤و۱)	(۹و٤/٦و۱)	۹
C۱۲	(۹و۵/٤و۱)	(۹و٦/۲و۱)	(۹و۵/۲و۱)	(۸و٤/٤و۱)	۹

مرحله ۲: تعیین ماتریس وزن معیارها

در این مرحله ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، به صورت زیر تعریف می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

$$\widetilde{W} = [\widetilde{w}_1, \widetilde{w}_2, \dots, \widetilde{w}_n] \qquad (٤)$$

که هر یک از مؤلفه‌های $\widetilde{w}_j$ (وزن هر معیار) به صورت $\widetilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ تعریف می‌شود.

اگر کمیته تصمیم‌گیرنده دارای k عضو باشد و ضریب اهمیت k امین تصمیم‌گیرنده$\widetilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ به ازای j=1,2,...,n باشد، رتبه‌بندی فازی ترکیبی$\widetilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ را می‌توان از روابط زیر به‌دست آورد:

$$w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}$$

$$w_{j2} = \frac{\sum_{k=1}^{k} w_{jk2}}{k} \qquad (٥)$$

$$w_{j3} = \max_k \{c_{jk3}\}$$

با استفاده از روابط بالا وزن معیارها بر مبنای داده‌هایی که از طریق پرسشنامه جمع آوری شده‌اند محاسبه می‌شود(جدول ۵).

جدول ۵. وزن فازی معیارها

معیارها	وزن فازی
C۱	(۹و۸/۵و۱)
C۲	(۹و۶/۶و۱)
C۳	(۹و۷/۲و۱)
C٤	(۹و۶و۱)
C٥	(۹و۷/٤و۱)
C٦	(۹و۸/٤و٥)
C۷	(۹و۸/۶و٥)
C۸	(۹و۶/۸و۳)
C۹	(۹و۶و۱)
C۱۰	(۹و۸/۵و۱)
C۱۱	(۹و۶/۲و۱)
C۱۲	(۹و۶و۱)

مرحله ۳: نرمال سازی ماتریس تصمیم فازی

در مرحله بعد باید این اعداد بی‌مقیاس‌سازی شوند. زمانی‌که x_{ij} ها به صورت فازی هستند مسلما r_{ij} نیز فازی خواهند بود. برای بی‌مقیاس کردن به جای محاسبات پیچیده در روش تاپسیس کلاسیک، در این مرحله از تغییر مقیاس خطی برای تبدیل مقیاس معیارهای مختلف به مقیاس قابل مقایسه استفاده می‌شود. برای اعداد فازی به اگر صورت مثلثی باشند، درایه‌های ماتریس تصمیم بی‌مقیاس برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right) \qquad (٦)$$

www.SID.ir

Archive of SID

معیارهای مثبت

معیارهای منفی $\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right)$ (٦)

که در این روابط:

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad , \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \tag{٨}$$

ماتریس تصمیم فازی بی‌مقیاس شده ($\tilde{R}$) را می‌توان به صورت زیر بدست آمده است:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}, \quad i = 1,2,\dots,m; \quad j = 1,2,\dots,n \tag{٧}$$

جدول ٦. ماتریس تصمیم فازی نرمال شده

معیارها	گزینه ها			
	A۱	A۲	A۳	A٤
C۱	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥٦و۱/۰۰)
C۲	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦٤و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦٤و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥٦و۱/۰۰)
C۳	(۰/۱۱و۰/٤۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۲و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۹و۱/۰۰)
C٤	(۰/۱۱و۰/۱۷و۰/۳۳)	(۰/۱۱و۰/۱۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/۱٦و۰/۳۳)	(۰/۱۱و۰/۱۹و۱/۰۰)
C٥	(۰/۱۱و۰/٤۲و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۲و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥٦و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥٦و۱/۰۰)
C٦	(۰/۱۱و۰/٥۳و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۳و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)
C۷	(۰/۱۱و۰/٤۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۳و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۲و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۳و۱/۰۰)
C۸	(۰/۱۱و۰/٤٤و۱/۰۰)	(۰/۳۳و۰/۷۱و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۷و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۱و۱/۰۰)
C۹	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۳۳و۰/۷٦و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦٤و۱/۰۰)	(۰/۳۳و۰/۷۱و۱/۰۰)
C۱۰	(۰/۱۱و۰/٥٦و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۲و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۱و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۱و۱/۰۰)
C۱۱	(۰/۱۱و۰/۷۸و۰/٤۹)	(۰/۱۱و۰/٦۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۱و۱/۰۰)
C۱۲	(۰/۱۱و۰/٦۰و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٦۹و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٥۸و۱/۰۰)	(۰/۱۱و۰/٤۹و۰/۸۹)

مرحله ٤: تعیین ماتریس تصمیم فازی بی‌مقیاس وزن‌دار

به توجه به وزن معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار از ضرب کردن ضریب اهمیت مربوط به هر معیار در ماتریس بی‌مقیاس شده فازی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}.\tilde{w}_j \tag{٨}$$

که $\tilde{w}_j$ بیان کننده ضریب اهمیت معیار C_j می‌باشد. بنابراین ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار به صورت زیر خواهد بود که این ماتریس در واقع از ضرب کردن ضریب اهمیت مربوط به هر معیار در ماتریس بی‌مقیاس شده فازی به دست می‌آید:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷. ماتریس تصمیم فازی نرمال شده وزن‌دار

معیارها	گزینه ها A۱	A۲	A۳	A٤	FNIS (A-)	FPIS (A*)
C۱	(۰/۱۱و۳/۴۸و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۴۸و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۰۰و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۲۲و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۲	(۰/۱۱و۳/۶۷و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۲۵و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۲۵و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۶۷و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۳	(۰/۱۱و۳/۵۲و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۴۸و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۳۲و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۵۲و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C٤	(۰/۱۱و۱/۰۳و۳/۰۰)	(۰/۱۱و۱/۱۵و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۰/۹۷و۲/۹۷)	(۰/۱۱و۱/۱۱و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۵	(۰/۱۱و۳/۱۲و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۶۰و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۱۱و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۱۱و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۶	(۰/۵۶و٤/۴۸و۹/۰۰)	(۰/۵۶و٤/۱۱و۹/۰۰)	(۰/۵۶و٤/۴۸و۹/۰۰)	(۰/۵۶و۵/۰٤و۹/۰۰)	۰/۵۶	۹
C۷	(۰/۵۶و٤/۲۰و۹/۰۰)	(۰/۵۶و٤/۵۹و۹/۰۰)	(۰/۵۶و۳/۶۳و۹/۰۰)	(۰/۵۶و٤/۵۹و۹/۰۰)	۰/۵۶	۹
C۸	(۰/۳۳و۳/۰۲و۹/۰۰)	(۱/۰۰و٤/۸٤و۹/۰۰)	(۰/۳۳و۳/۱۷و۹/۰۰)	(۰/۳۳و۳/۴۸و۹/۰۰)	۰/۳۳	۹
C۹	(۰/۱۱و۳/۶۰و۹/۰۰)	(۰/۳۳و٤/۵۳و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۸۷و۹/۰۰)	(۰/۳۳و٤/۲۷و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۱۰	(۰/۱۱و۳/۲۲و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۶۱و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۲/۹۶و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۲/۹۶و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۱۱	(۰/۱۱و۳/۰۳و۷/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۲۷و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۲/۰۳و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۱۷و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹
C۱۲	(۰/۱۱و۳/۶۰و۹/۰۰)	(۰/۱۱و٤/۱۳و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۳/۴۷و۹/۰۰)	(۰/۱۱و۲/۹۳و۹/۰۰)	۰/۱۱	۹

مرحله ۵: یافتن حل ایده آل فازی $(FPIS, A^*)$ و حل ضد ایده آل فازی $(FNIS, A^-)$

حل ایده آل فازی و حل ضد ایده‌آل فازی به ترتیب به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*)\ \ i = 1,2,\dots,m;\ \ \ j = 1,2,\dots,n \quad (۹)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1, \tilde{v}_2, \dots, \tilde{v}_n)\ \ i = 1,2,\dots,m;\ \ \ j = 1,2,\dots,n \quad (۱۰)$$

که $\tilde{v}_i^*$ بهترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه‌ها و $\tilde{v}_i^-$ بدترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه‌ها می‌باشد. این مقادیر از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$\tilde{v}_j^* = \max_i\{\tilde{v}_{ij3}\} \quad i = 1,2,\dots,m\ , j = 1,2,\dots,n \quad (۱۱)$$

$$\tilde{v}_j^- = \min_i\{\tilde{v}_{ij1}\} \quad i = 1,2,\dots,m\ , j = 1,2,\dots,n \quad (۱۲)$$

گزینه‌هایی که در A^* و A^- قرار می‌گیرند به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌های کاملا بهتر و کاملا بدتر هستند که این مقادیر در دو ستون آخر جدول ۷ آمده است.

مرحله ٦: محاسبه فاصله از حل ایده‌آل و حل ضد ایده‌آل

فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل و حل ضد ایده‌آل فازی به ترتیب با استفاده از روابط زیر بدست می‌آید.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*)\,, \quad i = 1,2,\dots,m \quad (۱۳)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)\,, \quad i = 1,2,\dots,m \quad (۱٤)$$

که در آن d_i^- فاصله گزینه (آلترناتیو)i از حل ضد ایده‌آل و d_i^* فاصله گزینه i از حل ایده‌آل می‌باشد. و برای محاسبه آن به این صورت عمل می‌شود که اگر (a_1, b_1, c_1) و (a_2, b_2, c_2) دو عدد فازی مثلثی باشد، فاصله بین دو عدد برابر است با رابطه:

www.SID.ir

Archive of SID

$$d_v(\tilde{a},\tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1-b_1)^2+(a_2-b_2)^2+(a_3-b_3)^2]} \qquad (۱۵)$$

شایان ذکر است که $d_v(\tilde{v}_{ij},\tilde{v}_j^*)$ و $d_v(\tilde{v}_{ij},\tilde{v}_j^-)$ اعداد قطعی هستند.

جدول ۹. فاصله از حل ایده‌آل و حل ضد ایده‌آل

	dv(Ai,A-)				dv(Ai,A*)			
معیارها	A۱	A۲	A۳	A٤	A۱	A۲	A۳	A٤
C۱	٥/٤٨٩	٥/٤٨٩	٥/٦٠١	٥/٤٣٨	٦/٠٤١	٦/٠٤١	٥/٨٨٩	٦/١٢١
C۲	٥/٥٢٨	٥/٦٦٣	٥/٦٦٣	٥/٥٢٨	٥/٩٨٥	٥/٨١٨	٥/٨١٨	٥/٩٨٥
C۳	٥/٤٩٧	٥/٧١٩	٥/٦٧٩	٥/٤٩٧	٦/٠٢٩	٥/٧٥٧	٥/٨٠٠	٦/٠٢٩
C٤	١/٧٥٢	٥/١٦٨	١/٧٢٤	٥/١٦٥	٧/٧١٣	٦/٨٤٦	٧/٧٤٤	٦/٨٦٢
C٥	٥/٤٢٠	٥/٧٥١	٥/٦٢٩	٥/٦٢٩	٦/١٥٢	٥/٧٢٥	٥/٨٥٧	٥/٨٥٧
C٦	٥/٣٧٣	٥/٢٨٦	٥/٣٧٣	٥/٥١٧	٥/٥٣٠	٥/٦٣٥	٥/٥٣٠	٥/٣٨٥
C۷	٥/٣٠٨	٥/٣٩٩	٥/١٨٥	٥/٣٩٩	٥/٦٠٧	٥/٥٠١	٥/٧٧٧	٥/٥٠١
C۸	٥/٢٤١	٥/٦٥٤	٥/٢٦٨	٥/٣٢٥	٦/٠٧٩	٥/٢٠٧	٦/٠٢٩	٥/٩٣٤
C۹	٥/٥١٤	٥/٧٣٤	٥/٥٧٢	٥/٦٦٧	٦/٠٠٥	٥/٦٢٩	٥/٩٢٦	٥/٧٠١
C۱۰	٥/٤٣٨	٥/٥١٦	٥/٣٩١	٥/٣٩١	٦/١٢١	٦/٠٠٢	٦/٢٠٣	٦/٢٠٣
C۱۱	٤/٣٢١	٥/٦٦٧	٥/٤٠٣	٥/٤٢٨	٦/٢٨٩	٥/٨١٣	٦/١٨٢	٦/١٣٨
C۱۲	٥/٥١٤	٥/٦٣٤	٥/٤٨٦	٤/٨٣٨	٦/٠٠٥	٥/٨٥١	٦/٠٤٥	٦/٢٤٠

مرحله ۷ . محاسبه شاخص شباهت

شاخص شباهت برای هر آلترناتیو از رابطه زیر محاسبه می‌شود و همزمان نشان دهنده فاصله آلترناتیو از راه حل ایده‌آل و راه حل ضد ایده‌آل است.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \qquad (۱۶)$$

جدول ۱۰. شاخص شباهت آلترناتیوها

	گزینه ها			
	A۱	A۲	A۳	A٤
d-	٦٠/٣٩	٦٦/٦٨	٦١/٩٧	٦٤/٨٢
d*	٧٣/٥٥	٦٩/٨٣	٧٢/٨٠	٧١/٩٦
cci	٠/٤٥١	٠/٤٨٨	٠/٤٦٠	٠/٤٧٤

مرحله ۸: رتبه‌بندی گزینه‌ها

در این مرحله با توجه به میزان شاخص شباهت، گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند به طوری که گزینه‌های با شاخص شباهت بیشتر در اولویت قرار دارند. با مقایسه مقادیر CCi برای چهار گزینه که خطوط مترو در شهر تهران هستند مشخص می‌شود که گزینهA۲ (خط قرمز که مسیر آن از تجریش به سوی کهریزک است) به عنوان بهترین خط، سپس گزینه A٤ (خط سبز که از صادقیه به سوی کرج است) به عنوان گزینه دوم با بهترین کیفیت خدمات و پس از آن گزینهA۳ (خط زرد که از

www.SID.ir

Archive of SID

شهید کلاهدوز به سمت اکباتان می‌باشد) و در نهایت گزینهA۱ (خط آبی که از فرهنگسرا به سوی صادقیه می‌باشد) به عنوان گزینه‌های بعدی انتخاب می‌شوند. و بنابراین خط قرمز (خط ۱) که از تجریش به سمت کهریزک می‌باشد با توجه به

٦- نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شد تا کیفیت خدمات ارائه شده توسط خطوط مترو در شهر تهران با استفاده از یک روش ترکیبی بر مبنای پرسشنامه و تکنیک تاپسیس فازی مورد ارزیابی قرار گیرد. روش انجام کار را می‌توان در دو مرحله در نظر گرفت. در مرحله اول استخراج و توزیع پرسشنامه برای جمع آوری داده ها صورت گرفته است. این پرسشنامه‌ها میان مسافران در خطوط مختلف مترو توزیع شد و داده‌های حاصل از آن‌ها جمع‌آوری گردید. با توجه به اینکه این داده‌ها به صورت ارزیابی زبانی به‌دست آمده بودند، از روش فازی برای تبدیل مقیاس استفاده شد. در مرحله دوم تکنیک تاپسیس فازی برای انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق گزینه‌ها شامل ٤ خط مترو (خط قرمز، خط آبی، خط زرد و خط سبز) در شهر تهران می‌باشد که با استفاده از روش تاپسیس فازی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه بیان‌گر آن است که خط قرمز (آلترناتیو A۲) بهترین کیفیت ارائه خدمات را دارد و خطوط سبز و زرد و آبی به ترتیب در اولویت‌های بعد قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که مسیر حرکت خط قرمز(بهترین خط) از تجریش به سمت کهریزک می‌باشد و خط آبی (بدترین خط) از فرهنگسرا به سوی صادقیه حرکت می‌کند. با توجه به این مسئله که ارزیابی کیفیت خدمات در سیستم حمل و نقل شهری در ایران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره زیاد مورد توجه قرار نگرفته، امید است که نتایج به دست آمده بتواند از این پژوهش زمینه‌ای برای مطالعات آتی قرار گیرد. همچنین می‌توان از روش ارائه شده برای ارزیابی کیفیت خدمات در بخش‌های دیگر حمل و نقل مانند خطوط هوایی کشور، حمل و نقل شهری (اتوبوس، BRT و تاکسی) استفاده کرد. همان‌گونه که نتایج این مقاله نشان داد خط مترو آبی، که مسیر حرکت آن از فرهنگسرا به سوی صادقیه می‌باشد، نسبت به سایر خطوط مورد بررسی، عملکرد ضعیف‌تری از لحاظ کیفیت ارائه خدمات از دیدگاه مسافران دارد. از این رو توصیه می‌شود که مسئولان این خط را بیشتر مورد توجه قرار دهند و کیفیت خدمات آن را بهبود بخشند. با توجه به اینکه متروهای نتایج حاصل از ٤٠ پرسشنامه به عنوان بهترین خط انتخاب می‌شود. اولویت برتری خطوط را می‌توان به صورت زیر نیز نشان داد:

خط آبی< خط زرد < خط سبز < خط قرمز

این خط عموما قدیمی و فاقد تجهیزات کافی هستند، یکی از راه‌های بهبود کیفیت خدمات در این خط خرید متروهای جدید با تجهیزات مدرن از جمله صفحه نمایشگر ایستگاه‌ها، سیستم تهویه مناسب، ارائه برنامه زمان‌بندی حرکت به صورت روزانه می‌باشد. همچنین از نظر مسافران در ایستگاه‌های این خط امنیت کافی وجود ندارد که توصیه می‌شود که مسئولان از مأموران امنیتی بیشتری در این ایستگاه‌ها استفاده کنند و یا از سیستم دوربین مدار بسته پیشرفته استفاده شود.

۷- مراجع

-غضنفری، م. (۱۳۸۹)، "نظریه مجموعه‌های فازی"، دانشگاه علم و صنعت ایران.

-عطایی، م. (۱۳۸۹)،"تصمیم‌گیری چند معیاره فازی"، دانشگاه صنعتی شاهرود.

-Awasthi, A., Chauhan, S. S., Omrani, H., and Panahi, A. (2011), "A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality". Computers & Industrial Engineering, 61(3), pp. 637-646.

-Celik, E., Bilisik, O. N., Erdogan, M., Gumus, A. T., and Baracli, H. (2013), "An integrated novel interval type-2 fuzzy MCDM method to improve customer satisfaction in public transportation for Istanbul", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 58, pp. 28-51.

-Chow, C. K. W. (2014). "Customer satisfaction and service quality in the Chinese airline industr", Journal of Air Transport Management, 35, pp. 102-107.

-Eboli, L., andMazzulla, G. (2009), "A new customer satisfaction index for evaluating transit service quality", Journal of Public Transportation, Vol. 12, NO. 3, pp. 21-37.

www.SID.ir

Archive of SID

-Shi, Y., & Yang, X. (2013), “The public transportation system of high quality in Taiwan.”, In Autonomous Decentralized Systems (ISADS), 2013 IEEE Eleventh International Symposium on pp. 1-6. IEEE.

-Suki, N. M. (2014), “Passenger satisfaction with airline service quality in Malaysia: “A structural equation modeling approach”, Research in Transportation Business & Management, 10, pp. 26-32.

-Torlak, G., Sevkli, M., Sanal, M., & Zaim, S. (2011), “Analyzing business competition by using fuzzy TOPSIS method: An example of Turkish domestic airline industry.” Expert Systems with Applications, Vol.38, No.4, pp. 3396-3406.

-Tsaur, S. H., Chang, T. Y., and Yen, C. H. (2002), "The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM". Tourism management, Vol. 23, No.2, pp. 107-115.

-Yeh, C. H., Deng, H., & Chang, Y. H. (2000), "Fuzzy multicriteria analysis for performance evaluation of bus companies", European Journal of Operational Research, Vol. 126, NO. 3, pp. 459-473.

-Zadeh, L. A. (1965), nxZ. “Information and Control”, 8, pp.338-353.

-Fick, G. R., & Ritchie, J. B. (1991), "-Measuring service quality in the travel and tourism industry", Journal of Travel Research, Vol. 30, NO.2, pp. 2-9.

-Kuo, M. S. (2011), “A novel interval-valued fuzzy MCDM method for improving airlines’ service quality in Chinese cross-strait airlines”. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 47, No.6,
pp. 1177-1193.

-Liou, J. J., Hsu, C. C., & Chen, Y. S. (2014). “Improving transportation service quality based on information fusion.” Transportation Research Part A: Policy and Practice, 67, pp. 225-239.

-Liu, C. H., Tzeng, G. H., Lee, M. H., & Lee, P. Y. (2013), “Improving metro–airport connection service for tourism development: Using hybrid MCDM models”. Tourism Management Perspectives, 6, pp. 95-107.

-Liu, C. H., Tzeng, G. H., Lee, M. H., and Lee, P. Y. (2013), "Improving metro–airport connection service for tourism development: Using hybrid MCDM models" Tourism Management Perspectives, 6, pp. 95-107.

-Munzilah, M. R., Wijeyesekera, D. C., and Ahmad Tarmizi, A. K. (2012), “Bus operation, quality service and the role of bus provider and driver”.

-Nathanail, E. (2008), “Measuring the quality of service for passengers on the hellenic railways”. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 42, No.1, pp. 48-66.

-Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., and Berry, L. L. (1994), " Alternative scales for measuring service quality: a comparative assessment based on psychometric and diagnostic criteria". Journal of retailing, Vol. 70, No.3, pp. 201-230.

www.SID.ir