فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۱۳، شماره ۱، پاییز ۱٤۰۰، ص. ۱۲٦۰-۱۲۳۵
مقاله علمی-پژوهشی

بررسی و تحلیل نیازهای مشتری براساس ویژگی‌های کیفیت مترو تهران با رویکرد چرخه عمر

منصور جنگی‌زهی (مسئول مکاتبات)، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، ایران
E-mail: jangizehi@pnu.ac.ir
علی محمد احمدوند، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ایوانکی، سمنان، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۰٤/۲۹ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۲/۲۵

چکیده

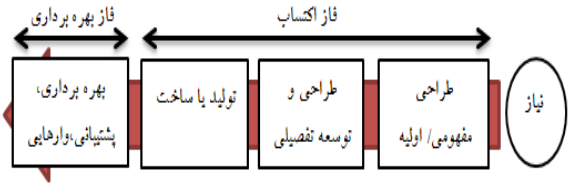
هدف اصلی این پژوهش، کاهش هزینه‌ها و افزایش اثربخشی پروژه مترو تهران است. رویکرد این تحقیق استفاده از روش مهندسی سیستم و چرخه عمر است. فازهای چرخه عمر از تحلیل نیاز شروع می شود و با طراحی، ساخت، بهره برداری، پشتیبانی و در نهایت وارهایی و از رده خارج می‌شود. تحلیل نیاز که اولین و مهمترین فاز چرخه عمر است در این تحقیق انجام شده است. بدین منظور پرسشنامه ٤۲ سوالی متغیرهای نیاز مشتریان بین ۲۲۰ نفر ازمشتریان مترو تهران، توزیع و جمع آوری شد. ۱۰ عامل که بیش از ۷۰ درصد واریانس نیازهای مشتریان را شامل می شوند از طریق روش تحلیل عاملی اکتشافی ،کشف شدند و به عنوان ویژگیهای کیفیت مترو نامگذاری شدند. همچنین ۳۹ نیاز مشتری که دارای مقادیر ویژه بزرگتر از یک و بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵ را داشتند، شناسایی وبه عنوان نیازهای مشتریان انتخاب شدند. سپس از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی و با نرم افزار متلب، میزان اهمیت هر یک از ویژگی‌های کیفیت مترو و میزان اهمیت شاخص‌های نیازمندی‌های مشتریان بدست آمد و در نهایت رتبه‌بندی شدند. براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، در اجرای فاز طراحی چرخه عمر مترو تهران، باید تمام ۱۰ویژگی کیفیت مترو مورد توجه باشند، اما در دسترس بودن وسیله نقلیه و امکانات ایستگاه‌ها، نیاز به توجه بیشتری دارند. همچنین تمام ۳۹ شاخص نیازمندی‌های مشتریان مترو در طراحی در نظر گرفته شوند، لیکن ۱۰ شاخص برتر نیازمندی‌ها از اهمیت بسیار بیشتری نسبت به ۲۹ شاخص دیگر برخوردار می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل شبکه‌ای، تحلیل عاملی، چرخه عمر، کیفیت مترو، نیازهای مشتری

۱. مقدمه

همه سیستم‌های موجود در جهان، چه به صورت طبیعی و چه به صورت ساخته دست بشر، همگی دارای نظام‌های خاصی هستند. عوامل موجود در طبیعت و نظم‌های شکل‌گیری آن و در نتیجه تکامل یافتن آن در خصوص بقای این سیستم‌ها دارای یک چرخه عمر می‌باشد. سیستم‌های ساخت بشر نیز از این قوانین مستثنی نیستند. این سیستمها طوری هستند که در ابتدا مفهوم اولیه آن را شروع می‌کنند و سپس با گذر از مراحل طراحی، توسعه و تولید، به مرحله بهره برداری رسیده و پس از آن مرحله وارهایی مدنظر قرار می‌گیرد. گردش این تکامل، به چرخه عمر معروف است و بر اساس نیاز و الزامات مشتریان شروع می‌شود، توسط سازمان طراحی و توسعه داده می‌شود و سپس مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد و پس از طی یک مراحل دیگر، تحت عنوان الزامات و استانداردها و فرآیندها به مرحله پایانی می‌رسد[Hossein, 2019]. فرآیند چرخه عمر در شکل۱ نشان داده شده‌است [Asadi and Neyavarani, 2015]. در دنیای رقابتی امروز توجه به نیازهای مشتریان و درک درست از آنها به عنوان اولین فاز از توسعه و طراحی مفهومی در چرخه عمر موفقیت نهادهای اقتصادی را تضمین می‌کند[Karbasian, Yousefi and Hajhedari, 2018]. هدف اصلی استفاده از چرخه عمر سیستم در طراحی و توسعه آن، تکامل تدریجی و گام به گام سیستم به شمار می‌رود. اعتماد و اعتقاد به این چهارچوب، باعث اطمینان از حرکت در مسیر تحقق سیستم منطبق بر الزامات تعریف شده می‌شود و به تبع آن، مدیریت بهینه بر هزینه‌های طراحی، تولید، تست و بهره برداری را موجب می‌شود. چرخه‌های عمر متفاوت، به اشکال مختلف گویای تعریف الزامات درخواست کننده یا همان مشتری بوده تا بتوانند بر اساس این نیاز، چرخه حیات سازمان را تثبیت کنند. فاز تحلیل نیاز به عنوان نقطه آغاز چرخه عمر یک سیستم جدید به بررسی نیاز مشتری یا ذینفع سیستم و امکان سنجی فنی و اقتصادی تحقق آن می‌پردازد. طراحی یک سیستم می‌بایست بیش از هر چیز با شناخت کامل نیازهای مشتری آغاز شود [Hossein, 2019].

در این پژوهش از فرآیند تحلیل شبکه‌ای[1]، نیازهای مشتری بر اساس ویژگی‌های کیفیت مترو به عنوان اولین و مهمترین فاز چرخه عمر مترو تهران بدست آمده‌است. در این روش سه مرحله اقدام صورت گرفته؛ شناسایی و طبقه بندی نیاز مشتری، تولید ویژگی‌های کیفیت مترو و بهینه‌سازی و تلفیق ویژگی های کیفیت با نیازهای مشتریان. نتایج بدست آمده ازاین تحقیق شامل نیازهای مشتریان و ویژگی‌های کیفیتی مترو، می‌تواند به عنوان اولین گام چرخه عمر مهندسی سیستم مترو تهران مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱. چرخه عمر محصول

۲. پیشینه تحقیق

امروزه مهمترین نگرانی در حمل و نقل عمومی، بهبود مستمر سطح خدمات و کیفیت و جذابیت این کیفیت برای مشتریان است[Shen and Li, 2014]. بنابراین، انتظارات مشتریان باید توسط شرکت‌های حمل و نقل برآورده شود، بررسی رضایت مشتری بیشترین وجهی است که می‌توان درک مشتریان از خدمات را تشخیص داد[De Ona et al, 2013]. الیور، کیفیت خدمات را به عنوان یک قضاوت شناختی تعریف کرد، در حالیکه رضایت مشتری یک قضاوت عاطفی (دوست داشتن/ لذت)، صرفاً تجربی است [Oliver, 2010]. بنابراین، درک شناختی از کیفیت خدمات بر قضاوت عاطفی رضایتمندی

مقدم است. در سال‌های اخیر، در مورد کیفیت خدمات، رضایت مشتری و وفاداری مشتری بسیار تحقیق شده است [Jen, Tu and Lu, 2011].

بر اساس تعریف سازمان ملی هوانوردی و فضایی امریکا، مهندسی سیستمها یک رویکرد سیستمی و کلان برای مدیریت پروژه‌های پیچیده است که با به تصویر کشیدن چرخه عمر یک محصول، تمامی مراحل رشد و تحقق محصول را (قبل از شروع انجام پروژه) به مدیران، برنامه‌ریزان و طراحان پروژه می نمایاند و با بکارگیری ابزارها و راه کارهای قوی این تضمین را می‌دهد که تمامی نیازها، خواسته‌ها و الزامات مشتری و همه ذینفعان، در متن تمامی مراحل طراحی یک محصول از خلق یک ایده و تعریف یک مسأله تا طراحی، تولید و تست، به صورت اصولی و سیستمی تأمین شود [NASA, 2007].

مهندسی سیستمها یکی از قدرتمندترین ابزارها در مدیریت یکپارچه پروژه می‌باشد. فرآیند مهندسی سیستمها از مجموع فرآیندهای مدیریتی و فرآیندهای مهندسی تشکیل شده، در مهندسی سیستمها اولین گام، تعیین مسیر اکتساب سیستم یا همان تعیین چرخه عمر سیستم می‌باشد[Asadi, 2016]. اساس استفاده از مهندسی سیستمها درک فرآیند چرخه عمر سیستم می‌باشد. چرخه عمر با شناسایی نیاز آغاز و در طول طراحی مفهومی و اولیه، طراحی تفصیلی و توسعه، تولید و یا ساخت، به کارگیری محصول، خروج، و از رده خارج کردن ادامه پیدا می‌کند. مراحل برنامه جهت درک فعالیت‌های مشتری و تولید کننده به اکتساب و بهره برداری دسته بندی می شود [Blanchard and Fabrycky, 2006]. نقش مهندسی سیستم ها، تحقق یک سیستم موفق و پاسخگو به نیاز مشتری است[Blanchard, 2006].

توسعه محصول مشتری مدار بر نقش هایی که توسط نیاز مشتری در مراحل مختلف چرخه حیات یک محصول بازی می شود تأکید می کند. نیازهای مشتری باید به صورت سیستماتیک مدلسازی شده و در فرایندهای طراحی و توسعه محصول یکپارچه شوند. برای انجام این کار، در مرحله اول، نیازهای مشتری باید در مشخصات کیفیت محصول ترجمه و ترسیم شود. ثانیا، ویژگی‌های کیفیت محصول باید تجزیه و تحلیل شوند و به فرآیندهای طراحی محصول پیاده سازی می شوند. مسئله اصلی در چگونگی ترجمه و نقشه برداری خواسته ها و سلیقه‌های مشتری، یعنی نیازهای مشتری، به ویژگی‌های کیفیتی بصورت سیستماتیک است. برای دستیابی به این هدف در توسعه محصول، سه فرآیند درگیر است. اولویت بندی و طبقه بندی نیاز مشتری، تولید و تحول ویژگی کیفیت محصول و بهینه سازی ویژگی های کیفیت محصول، بطور معمول از خانه کیفیت تحت گسترش عملکرد کیفیت استفاده می شود [Ulrich and Eppinger, 1995]. اما فقدان یک روش رسمی برای تفسیر معنایی الزامات مشتری، که معمولاً متناقض هستند، تشخیص اینکه آیا تحقق محصول پاسخگوی نیاز مشتری است، اجرای روش خانه کیفیت را دشوار می کند.

از تکنیک شبیه سازی مصاحبه ساختار یافته برای استخراج نیاز مشتری و الگوریتم شبکه عصبی سازمان یافته می توان استفاده کرد[Chen, Khoo and Yan, 2002]. با استفاده از بکارگیری یک الگوریتم طبقه بندی شده ساختار درختی می توان روابط متقابل پیچیده بین نیاز مشتری را شناسایی و بررسی کرد [Du, Jiao and Tseng, 2003].

از طرف دیگر، مشخصات محصول یا ویژگی‌های کیفیت باید به طور واضح برای طراحی ماژولار مشخص شود [McAdams, Stone and Wood, 1999]. برنامه ریزی گروهی محصول مشخص شود [Jiao and Tseng, 2000]. و همچنین باید سفارش سازی انبوه محصول مشخص شود [Jiao and Tseng, 2004]. از نظر تئوری، هر یک از الزامات عملکردی محصول یا خصوصیات کیفیت تا حد امکان مستقل باشند[McAdams, Stone and Wood, 1999].

اما در بیشتر موارد، آنها با یکدیگر ارتباط دارند. برای چنین توابع محصول وابسته به یکدیگر یا ویژگی های کیفیت، یک فرآیند تحلیل شبکه‌ای ترکیبی انجام شود[Saaty, 1996]. و رویکرد برنامه نویسی هدف از روش انتخاب پروژه سیستم اطلاعات، پیشنهاد می‌شود [Lee and Kim, 2000]. با تأکید بر نمرات اهمیت نسبی عناصر عضو این دو مجموعه، از همان روش برای استخراج نیاز مشتری تا مشخصات محصول استفاده کرد. این روش از مزیت ساده بودن و کاربردی بودن برخوردار است[McAdams, Stone and Wood, 1999].در حالی که بسیاری از راه حل‌های پیشنهادی در مورد شناسایی نیازهای مشتری و مشخصات محصول پیشنهاد شده، لیکن روش کاملی بین این دو گروه از ویژگی‌های محصول هنوز به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته[Jiao and Zhang, 2005]. اگر یک شرکت بتواند صحیح و اصولی نیاز مشتری را به ویژگی‌های محصول، از جمله ویژگی های کیفیت و ویژگی‌های مربوطه تبدیل کند، از مزیت برتر رقابتی برخوردار خواهد شد. روابط بین نیاز مشتری و ویژگی های محصول با عبارات عددی بیان شوند [Fung, Popplewell and Xie, 1998].

شهر تهران، به همراه شهرهای اطراف، در حال حاضر پذیرای سیزده میلیون جمعیت می‌باشد که مساوی با حدود یک ششم از جمعیت کل کشور است. شهر تهران در بازه ۱۰ ساله، منتهی به سال ۱۳۹۵، پذیرای ۹۸۸ هزار جمعیت جدید بوده، یعنی در طول ۱۰ سال جمعیتی در حدود شهرهای کرمانشاه یا اهواز به شهرتهران افزوده شده‌است. پرواضح است که قابلیت‌ها و ظرفیت‌های موجود در تهران و عکس آن و فقدان امکانات و تسهیلات، در دیگر مناطق کشور، سبب سرازیر شدن و انباشت توأمان جمعیت، امکانات، ثروت و مشکلات کشور در تهران شده است. جمعیت زیاد و تراکم بالای انسانی و مادی در آن مشکلات عدیده ای در زمینه های زیرساختی، شبکه حمل و نقل شهری، تأمین مسکن مناسب، تأمین نیازهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و غیره به وجود آورده است.

بر اساس پژوهش انجام شده با استفاده از روش تاپسیس فازی، از ٤ خط مترو (خط قرمز، خط آبی، خط زرد و خط سبز) در شهر تهران نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن است خط قرمز که مسیر آن از تجریش به سوی کهریزک است به عنوان بهترین خط، سپس خط سبز که از صادقیه به سوی کرج است به عنوان گزینه دوم با بهترین کیفیت خدمات و پس از آن خط زرد که از شهید کلاهدوز به سمت اکباتان می‌باشد و در نهایت خط آبی که از فرهنگسرا به سوی صادقیه می‌باشد به عنوان گزینه های بعدی انتخاب می‌شوند. این خط عموماً قدیمی است[Hashemi and Nahavandi, 2019]. اولویت های حمل و نقل عمومی در شهر تهران به ترتیب عبارتند از: مترو، BRT، اتوبوس، ون، تاکسی، دوچرخه، موتور و سواری شخصی است. این نتایج براساس ۱۰ معیار آلودگی زیست محیطی، ایمنی، رضایتمندی، دسترسی آسان، زمان سفر، بازدهی سرمایه، مصرف سوخت، هزینه سفر، کارایی در شرایط بد جوی و ظرفیت جابجایی به دست آمده‌اند.

بر اساس تحلیل داده های آماری سهم هریک از گروه های تأثیرگذار در حمل ونقل و سفرهای درون شهری پایتخت عبارتند از مترو ١٦/٤درصد، اتوبوس ۲۰درصد، انواع تاکسی۲۱/۸درصد، شخصی و سایر٤١/٨ درصد می باشد. بنابراین درحالی که سهم مترو و اتوبوس درحمل ونقل شهری تهران جمعا کمتر از ۳۷ درصد است، سهم تاکسی در تهران ۲۲درصد و۱۰برابر نرم رایج شهرهای دنیا می‌باشد، چرا که تاکسی در معادلات حمل ونقل درون شهری جزو وسائط نقلیه نیمه عمومی محسوب می‌شود و براساس قانون توسعه حمل ونقل عمومی باید سهم مترو به ۳۰ درصد و سهم اتوبوس و BRT به ۲۵ درصد افزایش پیدا کند.

آمار نشان می‌دهد بودجه اختصاص یافته به هر یک از شیوه‌های حمل ونقل عمومی شهرتهران، در ۱۰ سال گذشته، که در تمامی سالها، بیشترین میزان اعتبار به مترو تخصیص داده شده، همچنین مترو و خطوط ریلی به جهت عدم

حضور در سطح خیابان، ایجاد بار ترافیکی نمی کند و توسعه آن بهترین راهکار برای معضل ترافیکی تهران خصوصا درایام بارش می باشد[Hedari and Shojaei , 2017].

مترو می‌تواند با اقداماتی که بخشی از آن تنها عملیاتی است کیفیت خدمات خود از دید مسافران را افزایش دهد برای مثال با بهبود برنامه تعمیر و نگهداری قطارها و ایجاد ایمنی بیشتر در ایستگاهها برای مسافران و ایجاد حس ایمنی و امنیت در مسافران و یا بهبود اطلاع‌رسانی درباره زمان حرکت و مقصد، کیفیت خدمت خدمات خود را از دید مسافران بهبود دهد و ارزش درک شده و رضایتمندی مسافران را بهبود دهند. بهبود تواتر قطارها و یا گسترش شبکه مترو که می توانند هزینه هایی مانند زمان انتظار و یا عدم احساس آرامش و شلوغی را کاهش و ارزش درک شده و رضایتمندی را بهبود دهند [Shahangian and Soorati, 2020].

عوامل اصلی تبیین کننده رضایتمندی از ایستگاههای مترو شامل «دسترسی»، «زیبایی -شناسی»، «تسهیلات رفاهی اولیه»، «موقعیت استقرار»، «تسهیلات رفاهی ثانویه» و «نگهداری و مراقبت» است، که دو عامل دسترسی و زیبایی شناسی در مجموع بیش از پنجاه درصد کیفیت ایستگاههای مترو را تبیین می کنند[Haghi, Poorali and Sedaghatnia , 2019].

تخمین زده شده است که ۵۰ تا ۷۵ درصد از هزینه‌های چرخه عمر برای یک سیستم بر پایه طراحی مهندسی و تصمیم های مدیریتی در طی مراحل ابتدایی و طراحی مفهومی و اولیه قرار گرفته است. بنابراین در این مرحله است که استقلال مفاهیم مهندسی سیستم و اصول آن حیاتی است. ضروری است که کار از درک درست نیاز مشتری و تعریف نیازمند سیستم آغاز شود[Asadi and Neyavarani, 2015].

۳. چارچوب مفهومی فرآیند تحقیق

شکل۲، چهارچوب فرآیند این پژوهش را نشان می‌دهد. اولین گام برای اجرای پروژه مترو تهران، بکار گیری روش مهندسی سیستم به عنوان ابزار اصلی مطرح شده است. گام دوم؛ تعیین چرخه عمر مناسب و اجرای فازهای چرخه عمر است. گام سوم؛ اجرای اولین فاز چرخه عمر است، شامل؛ شناسایی نیازها و الزامات مشتری است. (تمام محاسبات و تحلیل های این پژوهش برای به سرانجام رساندن این فاز است). در گام بعدی با روش تحلیل عاملی، این نیازها کشف و تحلیل شده‌اند و در نهایت با روش تحلیل شبکه‌ای فازی، طبقه بندی و اولویت بندی نیازها و الزامات مشتری صورت گرفته‌است.

مهندسان، متخصصان و مدیران پروژه می توانند از نتایج این تحقیق جهت ادامه فازهای دیگر چرخه عمر مترو استفاده نمایند. از آنجائیکه تحلیل عاملی یکی از روشهایی است که هم کاهش متغیرها را انجام می دهد و هم عوامل پنهان نیازها را می تواند کشف نماید و از طرف دیگر، روش فرآیند تحلیل شبکه ای، برای وزن‌دهی و اولویت بندی نیازها مناسب است. بنابراین استفاده از این دو روش با رویکرد چرخه عمر یکی از نوآوری‌های این پژوهش است.

شکل ۲. چهارچوب فرآیند پژوهش

٤. مدل تحقیق

مدل بکار رفته شده در این تحقیق مدل فرآیند تحلیل شبکه ای عاملی است. این مدل در سال ۲۰۱۳ برای ساخت شاخص مرکب تعیین میزان آسیب پذیری اجتماعی در مقابل زلزله و در راستای به حداقل رساندن کاستیهای روش های مرسوم ساخت شاخص‌های مرکب ارایه شده‌است. در این مدل تلاش شده است تا با بکارگیری مزیتهای ذاتی روش تحلیل عاملی[۲]، ابتدا موضوع مورد بررسی به ابعاد تشکیل دهنده آن تجزیه شوند و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای ، این ابعاد (خوشه ها) و عناصر آنها، و ارتباط و وابستگی‌های بین عناصر و خوشه ها به شکل شبکه ای مشخص شوند تا بتوان اهمیت نسبی عناصر تشکیل دهنده موضوع مورد بررسی را محاسبه کرد [Zebardast, 2013].

٤-١- تعریف تحلیل عاملی

تحلیل عاملی یکی از روشهای آماری چند متغیره است، که بین مجموعه فراوانی از متغیرهای به ظاهر بی‌ارتباط، رابطه‌ای خاص تحت یک مدل فرضی برقرار می‌کند. این روش مختص موضوعاتی با داده‌های انبوه است، زیرا تحلیل جداول عددی بزرگ با روش آمار کلاسیک که تا کنون مورد مطالعه قرار می‌گرفت، ساده نیست، برای تحلیل چنین داده‌هایی روش تحلیل عاملی را به کار می‌برند که توان کافی برای تجزیه و تحلیل داده های انبوه را دارد [Mansoor far, 2008].

٤-٢- فرایند تحلیل شبکه‌ای

نتایج بدست آمده از تحلیل عاملی، به یک مدل شبکه‌ای تبدیل می‌شوند تا با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای، ضریب اهمیت نسبی شاخص‌های تبیین کننده مورد بررسی و ارتباط بین شاخص‌های تبیین کننده موضوع، محاسبه می‌شوند. این روش توسط ساعتی در سال ۱۹۷۵ ارائه شد. که توسعه فرآیند سلسله مراتب تحلیلی[۳] است[Wang, 2005].

علیرغم کاربرد گسترده روش سلسله مراتب تحلیلی، یکی از محدودیتهای جدی این روش این است که وابستگی متقابل بین عناصرتصمیم، یعنی وابستگی معیارها، زیرمعیارها و گزینه ها را در نظر نگرفته و ارتباط بین عناصر تصمیم را یکطرفه فرض می‌کند. این محدودیت باعث شد تا ساعتی، روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای را ارائه دهد که در آن ارتباطات پیچیده بین و میان عناصر تصمیم، از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه‌ای، در نظر گرفته می‌شود. روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای، سیستم را به دو بخش تقسیم می کند. در بخش اول معیارهای مسئله و در بخش دوم، گزینه های مسئله رتبه بندی خواهند شد[Aria and Majnooni, 2019]. فرآیند تحلیل شبکه ای نه تنها رابطه شبکه نشان می‌دهد، بلکه رابطه بین قواعد را نیز محاسبه می‌کند. وزن (بردارهای مشخصه) هر شاخص که در نتیجه محاسبات یک ماتریس فوق العاده را تشکیل می دهد. سرانجام بعد از محاسبه از رابطه ماتریس فوق العاده و جامع ارزیابیها، می توان وابستگی متقابل هرکدام را استخراج کرد. معیارها و گزینه های ارزیابی وزن اولویتها به این صورت است که هرچه وزن بیشتر باشد، در اولویت قرار داده خواهد شد. از این طریق می‌توان مناسب ترین گزینه را انتخاب کرد[Saaty, 2003]. کاربرد ماتریس برای حل ساختار شبکه از روش تحلیل شبکه ای، به روشی مشابه با روش تحلیل سلسله مراتبی است. با این حال، رویکرد آنها وابستگی متقابل بین شاخصها و گزینه‌ها را در نظر می‌گیرد.

٤-٢-١- نمودار تصمیم گیری تحلیل شبکه‌ای

٤-٢-١-١- تعریف مساله

باید تمام عواملی که ممکن است روی موضوعات مورد بحث تأثیرگذار باشند، در تعریف دامنه بحث گنجانیده شوند.

٤-٢-١-٢- ساخت ساختار سطح سلسله مراتب شبکه

پس از شناسایی، تلفیق و طبقه بندی اطلاعات موضوعات اصلی که بر تصمیمات تأثیر میگذارند، مدل ارزیابی لایه سلسله مراتب شبکه که در شکل۳، نشان داده شده، بوجود می آید.

٤-٢-١-٣- نظرسنجی پرسشنامه و یکپارچگی اولویت

طبق مدل ارزیابی سطح سلسله مراتبی شبکه که برای مسائل تصمیم گیری ساخته شده است، وزن با توجه به عناصر بالایی مربوط به آنها از طریق پرسشنامه‌هایی که به متخصصان داده می‌شود برای جمع آوری نظرات در مورد اهمیت نسبی عناصر مختلف، به هر عنصر داده می‌شود.

٤-٢-١-٤- ایجاد ماتریس‌های مقایسه زوجی

پس از تلفیق نظرات و اولویت بندی حرفه‌ای، امکان ساخت ماتریس مقایسه‌ای از شاخصها و گزینه‌های ارزیابی چندگانه وجود دارد. مقادیر اندازه گیری ۱ تا ۹ اعمال می‌شود و بر اساس این اندازه گیری، وزن نسبی حاصل می‌شود.

٤-٢-١-٥- آزمون سازگاری

متخصصانی که تصمیم می‌گیرند عقاید یا ترجیحات باید از طریق آزمون سازگاری که براساس نسبتهای سازگاری ماتریسهای مقایسه بررسی می‌شوند [Saaty, 2003].

٤-٢-١-٦- محاسبات ماتریسهای فوق العاده

یک ماتریس فوق العاده تمام زیر ماتریسهای متشکل از همه خوشه‌ها و عناصر لازم را به ترتیب در سمت چپ و بالایی ماتریس لیست می‌کند. اگر مجموع بردارهای ستون یک ماتریس فوق العاده برابر با یک نباشد، به آن یک ماتریس سوپر گفته می‌شود که ممکن است با روشهای خاصی تبدیل شود تا آن را به یک ماتریس سوپر وزن تبدیل کند. پس از آن، ماتریس محدود خواهد شد، و به تدریج ادغام وابستگی متقابل و وزنهای نسبی حاصل می‌شود [Saaty, 1996].

٤-٢-١-٧- انتخاب گزینه‌های بهینه

از شاخص مطلوب برای تعیین بهینه‌ترین گزینه‌ها استفاده می‌شود. فرمول بشرح زیر است:

$$\mathbf{DI}_i = \sum_{j=1}^{r} S_{ij} = \sum_{j=1}^{r} R_j W_{ij} \quad \forall i, j = 1, 2, 3, ..., r \qquad (1)$$

(DI_i) شاخص مطلوبیت مورد انتظار از گزینه شماره i ام

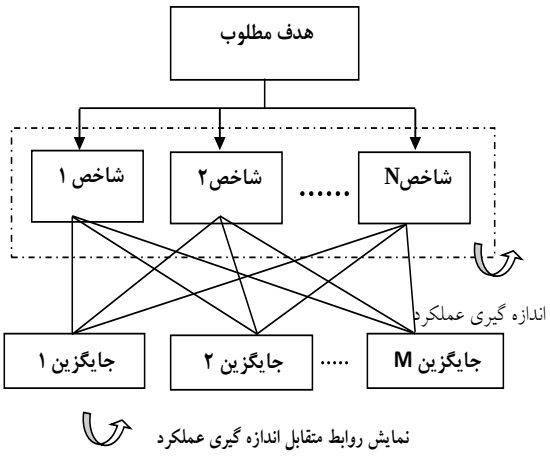
(S_{ij}) معیار وزن گزینه شماره i تحت معیارشماره j

(R_j) معادل وزن نسبی معیارها زیر شاخص های j است

(W_{ij}) وزن نسبی گزینه شماره i در زیرشاخص های j است

$$DI_i = \text{maximum} \qquad (\text{A}^*)$$

گزینه‌ای که بالاترین مقدار شاخصهای مورد انتظار را دارد، گزینه مطلوب*A است.



شکل ۳. معماری مدل ارزیابی سلسله مراتب تحلیل شبکه‌ای

۵. روش تحقیق

برای کسب اهداف تحقیق با توجه مطالعات و مبانی نظری و پیشینه تحقیق و استفاده از نظرات خبرگان، ٤٢ شاخص جهت ارزیابی و سنجش درک نیازهای مشتریان مترو استخراج شد. که بعنوان متغیرهای پرسشنامه انتخاب شدند. عدد آلفای کرونباخ بدست آمده نشاندهنده پایایی پرسشنامه است. جامعه آماری را مشتریان مترو تشکیل می‌دهند. تعداد ۲۲۰ نفر نمونه آماری به پرسشنامه پاسخ دادند. اطلاعات پرسشنامه‌های تکمیل شده از طریق نرم افزار SPSS 24 و از روش تحلیل عاملی اکتشافی مورد تحلیل قرار گرفتند. همچنین از روش مولفه‌های اصلی در تحلیل عاملی استفاده شده است. نوع چرخش مورد استفاده در تحلیل عاملی، چرخش واریماکس است. و بارهای عاملی بیشتر از ۰/۳ و مقادیر ویژه بزرگتر از یک استخراج شده اند که در نهایت؛ عوامل پنهان و بارهای عاملی که میزان

واریانس را تبیین می کنند بدست آمدند. سپس از طریق نرم افزار متلب کدنویسی برای عامل ها و شاخص ها انجام شد که محاسبات تمام بردارها و تشکیل ماتریسهای اولیه، ماتریسهای موزون، ماتریس حدی و محاسبه ضریب اهمیت نسبی از طریق نرم افزار متلب انجام شده است.

٦. تحلیل داده‌ها

٦-١- تحلیل کفایت نمونه

کایزر و رایس، کفایت نمونه را برای مقدار کی ام او، بیشتر از ۰/۵ قابل قبول و بیشتر از ۰/۷ را مناسب ارزیابی می‌کنند [Bashiri and Kamran, 2015]. مطابق جدول۱، ضریب کی ام او در این پژوهش برابر با ۰/۷۲۱ بدست آمده است، که نشان می‌دهد اندازه نمونه مناسب است.

جدول ۱. ضریب کی ام او و آزمون بارتلت

آزمون کفایت نمونه کایزر میبر		.721
آزمون بارتلت	کای اسکوئر	5374.426
	درجه آزادی	861
	سطح معنی داری	.000

٦-٢- تحلیل عاملی داده‌ها

برای بدست آوردن همبستگی درونی بین متغیرها و ارتباط آن به عوامل پنهان و کشف این عوامل و نیز پیدا کردن متغیرهایی که بیشترین همبستگی و واریانس را دارند، داده‌ها وارد نرم افزار شده‌اند. از روش تحلیل عاملی،۱۱ عامل پنهان استخراج گردید، که این عوامل ۷۰ درصد کل واریانس را تبیین می‌کنند.

٦-٢-١- نیازهای مشتریان

بمنظور شناسایی و تشخیص بهتر عاملها و تخصیص بارهای عاملی، چرخش واریماکس انجام شده است. براساس تعداد نمونه، بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵ در سطح خطای ۵ درصد معنی دار است.

بنابراین در جدول واریماکس متغیرهایی که بیشترین واریانس را با عامل دارند و بزرگتر از ۰/۵ هستند انتخاب می‌شوند. ۳۹ شاخص دارای بار عاملی مناسب بعنوان نیازهای مشتریان بدست آمده که در جدول۲، نشان داده شده و سه نیاز، دسترسی به صندلی برای کودکان، کوتاه بودن فاصله بین دو ایستگاه و کابین ویژه معلولین که دارای بار عاملی مناسب نبوده، حذف می‌شوند.

٦-٢-٢- ویژگیهای کیفیت مترو

به هر کدام از متغیرها به عاملی اختصاص می یابد، همچنین برای هر عامل نامگذاری براساس ارتباطی که بین متغیرها و عاملها بوجود آمده انجام می‌شود. با توجه به اینکه از یازده عامل پنهان کشف شده، تعداد ۱۰ عامل دارای متغیر با بارهای عاملی بزرگتر از ۰/۵ هستند در تحلیل پژوهش استفاده می شوند و یک عامل که دارای متغیرهای کمتر از ۰/۵ است حذف می شود. این ۱۰ عامل بعنوان ویژگیهای کیفیت مترو تعریف شده و هر عامل نامگذاری می‌شود که در جدول۲، نشان داده شده‌اند.

جدول ۲. ویژگیهای کیفیت مترو و نیازهای مشتریان

نام عامل	ویژگیهای کیفیت	درصد واریانس	نام شاخص	شرح نیازمندیهای مشتری	بار عاملی
F1	در دسترس بودن وسیله نقلیه	11.102	x7	عدم وقفه وسیله نقلیه در اثر وقوع خرابی یا حوادث	.905
			x16	تعداد وسیله نقلیه در روز	.857
			x22	سرعت سفر وسیله نقلیه	.899
			x32	زمان انتظار در سکو	.923
			x41	ساعت کار وسیله نقلیه	.896

نام عامل	نام ویژگیهای کیفیت	درصد واریانس	نام شاخص	شرح نیازمندیهای مشتری	بار عاملی
F2	امکانات ایستگاهها	10.444	x1	تعداد آسانسور، پله برقی	.899
			x4	شارژ کارت بلیط واستفاده آسان از دستگاه‌های فروش بلیط	.815
			x21	تعداد باجه‌های تهیه بلیط	.925
			x27	تعداد گیت‌های ورودی به سمت سکوی انتظار سوار شدن	.894
			x37	تعداد صندلی در ایستگاه‌ها و سکوها	.689
F3	کارکنان	7.031	x3	پاسخگویی کارکنان در برابر مشکلات	.863
			x6	رفتار کارکنان در ایستگاه‌ها و وسیله نقلیه	.902
			x19	خدمات به مشتری (دفاتر، وب سایت، تماس تلفنی و پیگیری شکایات)	.833
			x23	ظاهر و پوشش کارمندان	.510
F4	آلودگی محیطی	6.704	x9	سر و صدای فروشندگان داخل وسیله نقلیه	.898
			x13	سر و صدا ناشی از وسیله نقلیه	.748
			x31	سر و صدا در ایستگاه ها	.754
			x39	سطح لرزش در وسیله نقلیه	.701
F5	امنیت	6.508	x8	احساس امنیت در برابر سرقت و تجاوز در وسایل نقلیه و ایستگاه	.898
			x26	احساس امنیت در برابر لغزش، افتادن در وسایل نقلیه و پله برقی	.748
			x29	احساس امنیت در برابر رانندگی وسیله نقلیه	.754
			x36	علائم و امکانات خروج اضطراری و اعلان حریق در زمان حوادث	.701
F6	خدمات ایستگاه ها	5.875	x5	تهویه مطبوع ایستگاه‌ها	.732
			x15	پاکیزگی و روشنایی ایستگاه‌ها	.586
			x25	تعداد و تنوع فروشگاه در ایستگاه	.510
			x35	دسترسی به اینترنت ایستگاه‌ها	.678
			X42	دسترسی به دستگاه خودپرداز	.761
F7	دسترسی	5.438	x10	دسترسی آسان خروج از ایستگاه	.855
			x20	دسترسی آسان برای معلولین	.632
			x33	دسترسی آسان به ایستگاه‌ها از خیابان	.727
			X40	دسترسی آسان به تاکسی و اتوبوس از ایستگاه	.664
F8	خدمات وسیله نقلیه	4.917	x2	تهویه مناسب، پاکیزگی و روشنایی وسیله نقلیه	.751
			x17	کابین مجزا برای بانوان	.724
			x24	دسترسی به اینترنت داخل وسیله نقلیه	.556
F9	رفاه وسیله نقلیه	4.102	x11	در دسترس بودن صندلی داخل وسیله نقلیه	.679
			x28	احساس راحتی نسبت به سایر ناوگان حمل و نقل شهری	.591
			x38	صرفه اقتصادی سفر نسبت به سایر ناوگان حمل و نقل شهری	.520
F10	اطلاعات	4.020	x30	تابلو راهنمای نقشه سفر در ایستگاه و وسایل نقلیه	.829
			x34	اطلاعات دقیق در ایستگاه و وسایل نقلیه (قیمت، ساعت کار، توقف و ...)	.787

۷. فرآیند تحلیل شبکه

براساس ساختار مدل شبکه‌ای، سوپر ماتریس اولیه بصورت زیر تشکیل می‌شود.

۷-۱- تشکیل سوپر ماتریس اولیه

$$W = \begin{array}{c} \\ Goal \\ Criteria \\ Sub-criteria \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} Goal & Criteria & Sub-criteria \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} \end{pmatrix} \end{array} \quad (۲)$$

۷-۲- ماتریس ویژگیهای کیفیت مترو

بر اساس همبستگی درونی بین ۱۰ ویژگی کیفیت مترو، بردار $[w_{21}]$ بدست می‌آید. براساس روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای باید مقایسه دو دویی بین این ۱۰ عامل انجام می‌شود، لیکن در این تحقیق براساس درصد واریانس تبیین شده هر یک از عامل ها معیار محاسبه است. توسط نرم افزار متلب در ابتدا ماتریس مقایسه دو دویی $[A_{21}]$ بدست آورده و بعد میانگین هندسی عناصر ماتریس $[A_{21}]$ محاسبه می شوند و با نرمالیزه کردن آنها، بردار $[w_{21}]$ مطابق جدول پیوست۱، بدست می‌آید. که این مقادیر بردار بدست آمده، اهمیت ویژگی کیفیت موزون شده هر عامل را نشان می‌دهد. سهم اهمیت ویژگی‌های کیفیت مترو در شکل٤، نشان داده شده است.

۷-۳- ماتریس نیازهای مشتری باویژگیهای کیفیت مترو

با تشکیل ماتریس که از ارتباط بین نیاز مشتری و ویژگی‌های کیفیت مترو و با نرمالیزه کردن آنها ماتریس $[w_{32}]$ بدست می‌آید (جدول پیوست۲)، این ماتریس همبستگی بین نیازهای مشتریان و ویژگی‌های کیفیت مترو را نشان می دهد.

۷-٤- ماتریس همبستگی نیازهای مشتری

۳۹ شاخص نیاز مشتری دارای همبستگی درونی می‌باشند، ابتدا همبستگی بین این شاخصها را از طریق نرم افزار spss بدست آورده و سپس اعداد همبستگی بین شاخص‌ها را با نرم افزار متلب، نرمالیزه کرده (جدول پیوست۳)، ماتریس $[w_{33}]$ بدست می‌آید. این ماتریس همبستگی نرمالیزه شده بین نیازهای مشتریان به تفکیک هر عامل را نشان می‌دهد.

۷-۵- سوپر ماتریس

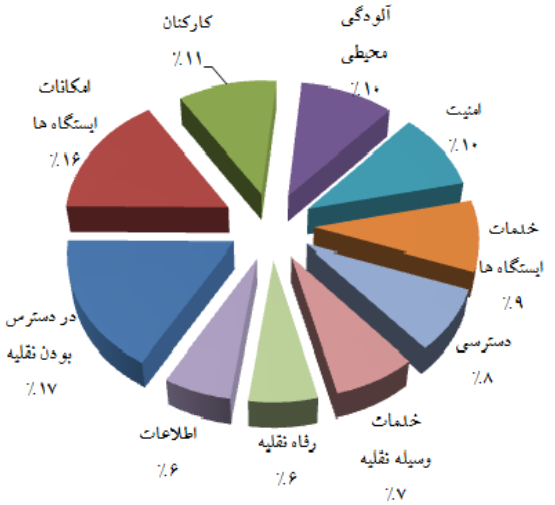
سه ماتریس $[w_{21}]$، $[w_{32}]$، $[w_{33}]$ براساس ارتباط و همبستگی بین اهداف، عامل ها و شاخص ها که قبلا محاسبه شده، در این ماتریس قرار گرفته‌اند. این ماتریس، سوپر ماتریس موزون است (جدول پیوست٤).

۷-٦- سوپر ماتریس حدی

سوپر ماتریس موزون را با استفاده از نرم افزار متلب به توان ۲۰ می‌رسانیم تا سوپر ماتریس حدی بدست آید(جدول پیوست۵).

۷-۷- ضرایب اهمیت نسبی نیازهای مشتریان

با موزون کردن ضرایب اهمیت شاخص ها از ستون هدف سوپر ماتریس حدی ضرایب اهمیت نسبی بدست می‌آید [zebardast, 2014]. بنابراین ضرایب اهمیت نسبی نیازهای مشتریان بر اساس ویژگی کیفیت مترو بدست می‌آید که در جدول٤، این ضرایب براساس رتبه بندی از بیشترین به کمترین اهمیت نشان داده شده‌اند.



شکل ٤. سهم ویژگی‌های کیفیت مترو

جدول ۳. رتبه‌بندی ضریب اهمیت نسبی شاخص‌ها

نام شاخص	شاخص	ضریب اهمیت نسبی	رتبه
x28	احساس راحتی نسبت به سایر ناوگان حمل و نقل شهری	0.1174	1

نام شاخص	شاخص	ضریب اهمیت نسبی	رتبه
x38	صرفه اقتصادی سفر نسبت به سایر ناوگان حمل و نقل شهری	0.1069	2
x11	در دسترس بودن صندلی داخل وسیله نقلیه	0.0924	3
x32	زمان انتظار در سکو	0.0615	4
x41	ساعت کار وسیله نقلیه	0.0602	5
x22	سرعت سفر وسیله نقلیه	0.0588	6
x7	عدم وقفه وسیله نقلیه در اثر وقوع خرابی یا حوادث	0.0586	7
x16	تعداد وسیله نقلیه در روز	0.0577	8
x30	تابلو راهنمای نقشه سفر در ایستگاه و وسایل نقلیه	0.0433	9
x34	اطلاعات دقیق در ایستگاه‌ها و وسایل نقلیه (قیمت، ساعت کار، توقف سرویس)	0.0433	10
x21	تعداد باجه‌های تهیه بلیط	0.0249	11
x1	تعداد آسانسور، پله برقی	0.0241	12
x27	تعداد گیت‌های ورودی به سمت سکوی انتظار سوار شدن	0.0240	13
x4	شارژ کارت بلیط واستفاده آسان از دستگاه های فروش بلیط	0.0221	14
x17	کابین مجزا برای بانوان	0.0206	15
x2	تهویه مناسب، پاکیزگی و روشنایی وسیله نقلیه	0.0203	16
x37	تعداد صندلی در ایستگاه‌ها و سکوها	0.0187	17
X42	دسترسی به دستگاه خودپرداز	0.0138	18
x24	دسترسی به اینترنت داخل وسیله نقلیه	0.0136	19
x5	تهویه مطبوع ایستگاه‌ها	0.0126	20
x15	پاکیزگی و روشنایی ایستگاه‌ها	0.0118	21
x35	دسترسی به اینترنت ایستگاه‌ها	0.0114	22
x25	تعداد و تنوع فروشگاه در ایستگاه	0.0110	23
x6	رفتار کارکنان در ایستگاه‌ها و وسیله نقلیه	0.0085	24
x3	پاسخگویی کارکنان در برابر مشکلات	0.0084	25
x19	خدمات به مشتری (دفاتر، وب سایت، تماس از طریق تلفن و پیگیری شکایات)	0.0077	26
x8	احساس امنیت در برابر سرقت و تجاوز در وسایل نقلیه و ایستگاه	0.0062	27
x26	احساس امنیت در برابر لغزش، افتادن و تصادفات در دربهای وسایل نقلیه و پله برقی	0.0060	28
x29	احساس امنیت در برابر رانندگی وسیله نقلیه	0.0052	29
x23	ظاهرو پوشش کارمندان	0.0051	30
x36	علائم و امکانات خروج اضطراری و امکانات اعلان حریق در زمان حوادث	0.0042	31
x9	سر و صدای فروشندگان داخل وسیله نقلیه	0.0040	32
x13	سر و صدا ناشی از وسیله نقلیه	0.0034	33
x31	سر و صدا در ایستگاه‌ها	0.0034	34
x39	سطح لرزش در وسیله نقلیه	0.0029	35
x10	دسترسی آسان خروج از ایستگاه	0.0017	36
x33	دسترسی آسان به ایستگاه‌ها از خیابان	0.0015	37
x20	دسترسی آسان برای معلولین	0.0013	38
X40	دسترسی آسان به تاکسی و اتوبوس از ایستگاه	0.0012	39

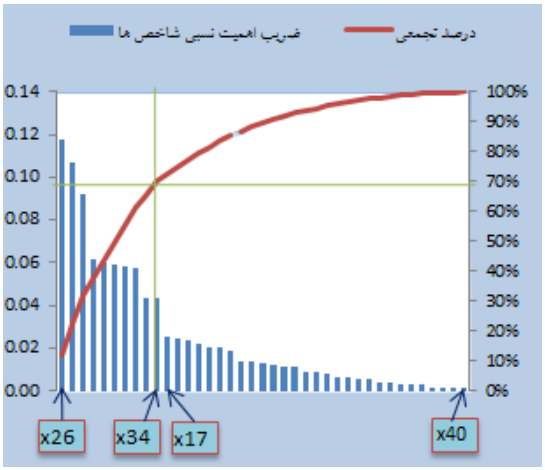
۸. یافته های تحقیق

۸-۱- کیفیت مترو تهران

از ۱۰عامل تاثیرگذار در کیفت مترو تهران (شکل٤)؛ در دسترس بودن وسیله نقلیه با ۱۷ درصد و امکانات ایستگاه‌ها با ۱٦درصد، دارای بیشترین اهمیت هستند. بقیه ویژگی‌ها: شامل؛ کارکنان، آلودگی محیطی، امنیت، خدمات ایستگاه‌ها، دسترسی، خدمات وسیله نقلیه، رفاه وسیله نقلیه و اطلاعات، برای مشتری تقریباً دارای اهمیت نزدیک بهم را دارا هستند. اختلاف بین این ۸ عامل؛ یعنی از بیشترین (کارکنان) تا کمترین (اطلاعات)، فقط ۵ درصد است.

۸-۲- نمودار پارتو نیازهای مشتریان مترو تهران

نمودار پارتو، توزیع فراوانی برای داده‌های وصفی می‌باشد که بر اساس گروه، طبقه‌بندی شده‌اند. با این نمودار، محدوده‌ای که بیشترین درصد تجمع فراوانی در آن قرار دارند مشخص می‌شود [Hajizadeh et al, 2015]. نمودار پارتو (شکل۵) نشان می‌دهد که از ۳۹ شاخص نیازمندی‌های مشتریان مترو (جدول۳)، ۱۰ شاخص دارای رتبه بالاتر (x26 تا x34)؛ ۷۰ درصد نیازمندی‌های مشتریان مترو را شامل می‌شوند و ۲۹ شاخص دیگر (x17 تا x40)، فقط ۳۰ درصد نیازمندی‌های مشتریان را در بر می‌گیرد.



شکل۵. نمودار پارتو نیازهای مشتریان مترو

۹. نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، در فاز طراحی چرخه عمر مترو تهران موارد مشروحه ذیل اقدام شود:

۱. ۱۰ویژگی کیفیت مترو در فاز طراحی مورد توجه باشند، اما در دسترس بودن وسیله نقلیه و امکانات ایستگاه‌ها، نیاز به توجه بیشتری دارند.

۲. ۳۹ شاخص نیازمندی‌های مشتریان مترو در فاز طراحی مورد توجه باشند، اما ۱۰ شاخص برتر اولیه (نمودار پارتو)، باید توجه بسیار بیشتری نسبت به ۲۹ شاخص دیگر شود.

۳. برای اولویت بندی استفاده از شاخص‌ها در ویژگی کیفیت مترو در فاز طراحی چرخه عمر مترو، باید براساس رتبه بندی شاخص‌ها (جدول۳)، اقدام شود. به عنوان مثال؛ در ویژگی کیفیت در دسترس بودن وسیله نقلیه، شاخص‌های؛ زمان انتظار در سکو، ساعت کار وسیله نقلیه، سرعت سفر، عدم وقفه وسیله نقلیه، تعداد وسیله نقلیه به ترتیب دارای اهمیت هستند.

فرآیند طراحی و توسعه سیستم‌ها به طور ذاتی از نبود برنامه‌ریزی مناسب اولیه و تعریف و تخصیص نیازمندی‌ها به روشی متدولوژیک و کامل رنج برده است. مرحله ابتدایی چرخه عمر است که تصمیم‌هایی گرفته می‌شود تا آثار بزرگی بر اثربخشی و هزینه سیستم خواهد داشت. به برنامه‌ریزان، مهندسان و مدیران پیشنهاد می‌گردد؛ اولاً از روش مهندسی سیستم جهت اجرای پرژه مترو تهران استفاده نمایند، ثانیاً در اجرای چرخه عمر سیستم، از یافته های این تحقیق به عنوان داده های اصلی و اولیه فازهای طراحی و توسعه استفاده شود تا کاهش هزینه‌ها در اجرای فازهای چرخه عمر و نیز افزایش اثربخشی پروژه مترو تهران را منجر شود.

۱۰. پی‌نوشت‌ها

1. Analytical Network Process (ANP)

3. Analytical Hierarchy process (AHP) 2. Factor analysis (FA)

۱۱. پیوست‌ها

پیوست۱. جدول ماتریس ویژگیهای کیفیت مترو

درصد واریانس		عامل	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	GM	$[w_{21}]$
11.1020		F1	1.0000	1.0630	1.5790	1.6560	1.7059	1.8897	2.0416	2.2579	2.7065	2.7617	1.7740	0.1679
10.4440		F2	0.9407	1.0000	1.4854	1.5579	1.6048	1.7777	1.9206	2.1241	2.5461	2.5980	1.6689	0.1579
7.0310		F3	0.6333	0.6732	1.0000	1.0488	1.0804	1.1968	1.2929	1.4299	1.7140	1.7490	1.1235	0.1063
6.7040		F4	0.6039	0.6419	0.9535	1.0000	1.0301	1.1411	1.2328	1.3634	1.6343	1.6677	1.0712	0.1014
6.5080	$[A_{21}]$	F5	0.5862	0.6231	0.9256	0.9708	1.0000	1.1077	1.1968	1.3236	1.5865	1.6189	1.0399	0.0984
5.8750		F6	0.5292	0.5625	0.8356	0.8763	0.9027	1.0000	1.0804	1.1948	1.4322	1.4614	0.9388	0.0888
5.4380		F7	0.4898	0.5207	0.7734	0.8112	0.8356	0.9256	1.0000	1.1060	1.3257	1.3527	0.8690	0.0822
4.9170		F8	0.4429	0.4708	0.6993	0.7334	0.7555	0.8369	0.9042	1.0000	1.1987	1.2231	0.7857	0.0743
4.1020		F9	0.3695	0.3928	0.5834	0.6119	0.6303	0.6982	0.7543	0.8342	1.0000	1.0204	0.6555	0.0620
4.0200		F10	0.3621	0.3849	0.5718	0.5996	0.6177	0.6843	0.7392	0.8176	0.9800	1.0000	0.6424	0.0608
		کل											6.2581	

پیوست۲. جدول ماتریس همبستگی نیازهای مشتری با ویژگی کیفیت مترو

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
x7	0.202	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x16	0.191	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x22	0.201	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x32	0.206	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x41	0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x1	0	0.213	0	0	0	0	0	0	0	0
x4	0	0.193	0	0	0	0	0	0	0	0
x21	0	0.219	0	0	0	0	0	0	0	0
x27	0	0.212	0	0	0	0	0	0	0	0
x37	0	0.163	0	0	0	0	0	0	0	0
x3	0	0	0.270	0	0	0	0	0	0	0
x6	0	0	0.281	0	0	0	0	0	0	0
x19	0	0	0.259	0	0	0	0	0	0	0
x23	0	0	0.190	0	0	0	0	0	0	0
x9	0	0	0	0.290	0	0	0	0	0	0
x13	0	0	0	0.241	0	0	0	0	0	0
x31	0	0	0	0.243	0	0	0	0	0	0
x39	0	0	0	0.226	0	0	0	0	0	0
x8	0	0	0	0	0.287	0	0	0	0	0
x26	0	0	0	0	0.278	0	0	0	0	0
x29	0	0	0	0	0.250	0	0	0	0	0
x36	0	0	0	0	0.186	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0.222	0	0	0	0
x15	0	0	0	0	0	0.180	0	0	0	0
x25	0	0	0	0	0	0.157	0	0	0	0
x35	0	0	0	0	0	0.208	0	0	0	0
X42	0	0	0	0	0	0.234	0	0	0	0
x10	0	0	0	0	0	0	0.297	0	0	0
x20	0	0	0	0	0	0	0.220	0	0	0
x33	0	0	0	0	0	0	0.253	0	0	0
X40	0	0	0	0	0	0	0.231	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	0	0	0.370	0	0

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
x17	0	0	0	0	0	0	0	0.356	0	0
x24	0	0	0	0	0	0	0	0.274	0	0
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0.379	0
x28	0	0	0	0	0	0	0	0	0.330	0
x38	0	0	0	0	0	0	0	0	0.291	0
x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.513
x34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.487

پیوست۳. جدول ماتریس نرمالیز شده همبستگی نیازهای مشتری

	X7	X16	X22	X32	X41	X1	X4	X21	X27	X37	X3	X6	X19	X23	X9	X13	X31	X39	X8	X26
x7	0.2469	0.1708	0.2066	0.1893	0.1864	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x16	0.1708	0.2469	0.1706	0.2009	0.1945	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x22	0.2066	0.1706	0.2469	0.1960	0.1829	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x32	0.1893	0.2009	0.1960	0.2469	0.2138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x41	0.1864	0.1945	0.1829	0.2138	0.2469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x1	0	0	0	0	0	0.2564	0.1695	0.2336	0.2118	0.1287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x4	0	0	0	0	0	0.1695	0.2564	0.1759	0.1659	0.1697	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x21	0	0	0	0	0	0.2336	0.1759	0.2564	0.2315	0.1331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x27	0	0	0	0	0	0.2118	0.1659	0.2315	0.2564	0.1279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x37	0	0	0	0	0	0.1287	0.1697	0.1331	0.1279	0.2564	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3418	0.2652	0.2122	0.1808	0	0	0	0	0	0
x6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2652	0.3418	0.2703	0.1114	0	0	0	0	0	0
x19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2122	0.2703	0.3418	0.0595	0	0	0	0	0	0
x23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1808	0.1114	0.0595	0.3418	0	0	0	0	0	0
x9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3416	0.2368	0.2409	0.1807	0	0
x13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2368	0.3416	0.1548	0.1291	0	0
x31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2409	0.1548	0.3416	0.1097	0	0
x39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1807	0.1291	0.1097	0.3416	0	0
x8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3471	0.2617
x26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2617	0.3471
x29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1951	0.2277
x36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1961	0.1239

ادامه پیوست۳. جدول ماتریس نرمالیز شده همبستگی نیازهای مشتری

	X29	X36	X5	X15	X25	X35	X42	X10	X20	X33	X40	X2	X17	X24	X11	X28	X38	X30	X34
x8	0.1951	0.1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x26	0.2277	0.1239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x29	0.3471	0.0757	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x36	0.0757	0.3471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0.4044	0.1229	0.1055	0.1650	0.1799	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x15	0	0	0.1229	0.4044	0.1549	0.1063	0.1533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x25	0	0	0.1055	0.1549	0.4044	0.0712	0.1561	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x35	0	0	0.1650	0.1063	0.0712	0.4044	0.1617	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X42	0	0	0.1799	0.1533	0.1561	0.1617	0.4044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x10	0	0	0	0	0	0	0	0.3896	0.1734	0.2423	0.1527	0	0	0	0	0	0	0	0
x20	0	0	0	0	0	0	0	0.1734	0.3896	0.1052	0.1157	0	0	0	0	0	0	0	0
x33	0	0	0	0	0	0	0	0.2423	0.1052	0.3896	0.1032	0	0	0	0	0	0	0	0
X40	0	0	0	0	0	0	0	0.1527	0.1157	0.1032	0.3896	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5650	0.3113	0.1237	0	0	0	0	0
x17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3113	0.5650	0.1412	0	0	0	0	0
x24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1237	0.1412	0.5650	0	0	0	0	0
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6711	0.2027	0.1262	0	0
x28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2027	0.6711	0.2678	0	0
x38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1262	0.2678	0.6711	0	0
x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6680	0.3320
x34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3320	0.6680

پیوست٤. جدول سوپر ماتریس وزنی

	Goal	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	X7	X16	X22	X32	X41	X1	X4	X21	X27	X37	X3	X6	X19	X23
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F1	0.168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2	0.158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F3	0.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F4	0.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F5	0.098	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F6	0.089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F7	0.082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F8	0.074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F9	0.062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F10	0.061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x7	0	0.202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.246	0.171	0.207	0.189	0.186	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x16	0	0.191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.170	0.247	0.171	0.201	0.195	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x22	0	0.201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.206	0.171	0.247	0.196	0.183	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x32	0	0.206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.189	0.201	0.196	0.247	0.214	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x41	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.186	0.195	0.183	0.214	0.247	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x1	0	0	0.213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.256	0.169	0.234	0.212	0.129	0	0	0	0
x4	0	0	0.193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.169	0.256	0.176	0.166	0.17	0	0	0	0
x21	0	0	0.219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.234	0.176	0.256	0.232	0.133	0	0	0	0
x27	0	0	0.212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.212	0.166	0.232	0.256	0.128	0	0	0	0
x37	0	0	0.163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.129	0.17	0.133	0.128	0.256	0	0	0	0
x3	0	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.342	0.265	0.212	0.181
x6	0	0	0.281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.265	0.342	0.27	0.111
x19	0	0	0.259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.212	0.27	0.342	0.059
x23	0	0	0.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.181	0.111	0.059	0.342

ادامه پیوست٤. جدول سوپر ماتریس وزنی

	Goal	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	X7	X16	X22	X32	X41	X1	X4	X21	X27	X37	X3	X6	X19	X23
x9	0	0	0	0	0.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x13	0	0	0	0	0.241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x31	0	0	0	0	0.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x39	0	0	0	0	0.226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x8	0	0	0	0	0	0.287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x26	0	0	0	0	0	0.278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x29	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x36	0	0	0	0	0	0.186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0	0.222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x15	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x25	0	0	0	0	0	0	0.157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x35	0	0	0	0	0	0	0.208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X42	0	0	0	0	0	0	0.234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x10	0	0	0	0	0	0	0	0.297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x20	0	0	0	0	0	0	0	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x33	0	0	0	0	0	0	0	0.253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X40	0	0	0	0	0	0	0	0.231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x17	0	0	0	0	0	0	0	0	0.356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x24	0	0	0	0	0	0	0	0.274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0.379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x28	0	0	0	0	0	0	0	0	0.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ادامه پیوست٤. جدول سوپر ماتریس وزنی

	X9	X13	X31	X39	X8	X26	X29	X36	X5	X15	X25	X35	X42	X10	X20	X33	X40	X2	X17	X24	X11	X28	X38	X30	X34
x9	0.342	0.237	0.241	0.181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x13	0.237	0.342	0.155	0.129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x31	0.241	0.155	0.342	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x39	0.181	0.129	0.11	0.342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x8	0	0	0	0	0.347	0.262	0.195	0.196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x26	0	0	0	0	0.262	0.347	0.228	0.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x29	0	0	0	0	0.195	0.228	0.347	0.076	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x36	0	0	0	0	0.196	0.124	0.076	0.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.404	0.123	0.106	0.165	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.123	0.404	0.155	0.106	0.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.106	0.155	0.404	0.071	0.156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.165	0.106	0.071	0.404	0.162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X42	0	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0.153	0.156	0.162	0.404	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.39	0.173	0.242	0.153	0	0	0	0	0	0	0	0
x20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.173	0.39	0.105	0.116	0	0	0	0	0	0	0	0
x33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.242	0.105	0.39	0.103	0	0	0	0	0	0	0	0
X40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.153	0.116	0.103	0.39	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.565	0.311	0.124	0	0	0	0	0
x17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.311	0.565	0.141	0	0	0	0	0
x24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.124	0.141	0.565	0	0	0	0	0
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.671	0.203	0.126	0	0
x28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.203	0.671	0.268	0	0
x38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.126	0.268	0.671	0	0
x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.668	0.332
x34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.332	0.668

پیوست۵. جدول سوپر ماتریس حدی

	Goal	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	X7	X16	X22	X32	X41	X1	X4	X21	X27	X37	X3	X6	X19	X23
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x7	0.0412	0.248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x16	0.0405	0.244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x22	0.0413	0.249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.248	0.244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x32	0.0432	0.260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.260	0.255	0.261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x41	0.0423	0.254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.254	0.250	0.255	0.267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x1	0.0169	0	0.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.104	0.095	0.107	0.103	0.081	0	0	0	0	0
x4	0.0155	0	0.094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.095	0.087	0.098	0.095	0.074	0	0	0	0	0
x21	0.0175	0	0.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.107	0.098	0.110	0.106	0.083	0	0	0	0	0
x27	0.0168	0	0.102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.103	0.095	0.106	0.103	0.080	0	0	0	0	0
x37	0.0132	0	0.080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.081	0.074	0.083	0.080	0.063	0	0	0	0	0
x3	0.0059	0	0	0.050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.051	0.052	0.052	0.047	0.031
x6	0.0060	0	0	0.051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	0.047	0.042	0.028
x19	0.0054	0	0.046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.046	0.047	0.042	0.028	0.019
x23	0.0036	0	0	0.030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.031	0.031	0.028	0.019	0

ادامه پیوست۵. جدول سوپر ماتریس حدی

	Goal	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	X7	X16	X22	X32	X41	X1	X4	X21	X27	X37	X3	X6	X19	X23
x9	0.0028	0	0	0	0.024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x13	0.0024	0	0	0	0.021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x31	0.0024	0	0	0	0.021	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x39	0.0020	0	0	0	0.017	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x8	0.0043	0	0	0	0	0.040	0	0.010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x26	0.0042	0	0	0	0	0.039	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x29	0.0037	0	0	0	0	0.034	0	0	0.184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x36	0.0030	0	0	0	0	0.027	0	0	0.187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0.0088	0	0	0	0	0	0.095	0	0.123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x15	0.0083	0	0	0	0	0	0.090	0	0	1.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x25	0.0077	0	0	0	0	0	0.084	0	0	1.428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x35	0.0080	0	0	0	0	0	0.087	0	0	1.299	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X42	0.0097	0	0	0	0	0	0.104	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x10	0.0012	0	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x20	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x33	0.0010	0	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X40	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	0.0142	0	0	0	0	0	0	0	0.185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x17	0.0145	0	0	0	0	0	0	0	0.188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x24	0.0095	0	0	0	0	0	0	0	0.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x11	0.0649	0	0	0	0	0	0	0	0	1.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x28	0.0824	0	0	0	0	0	0	0	0	1.428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x38	0.0750	0	0	0	0	0	0	0	0	1.300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x30	0.0304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X34	0.0304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ادامه پیوست۵. جدول سوپر ماتریس حدی

	X9	X13	X31	X39	X8	X26	X29	X36	X5	X15	X25	X35	X42	X10	X20	X33	X40	X2	X17	X24	X11	X28	X38	X30	X34
x9	0.024	0.021	0.020	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x13	0.021	0.018	0.018	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x31	0.020	0.018	0.017	0.015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x39	0.017	0.015	0.015	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x8	0	0	0	0	0.040	0.039	0.034	0.027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x26	0	0	0	0	0.039	0.038	0.033	0.027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x29	0	0	0	0	0.034	0.033	0.029	0.023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x36	0	0	0	0	0.027	0.027	0.023	0.019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.094	0.088	0.082	0.085	0.103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x15	0	0	0	0	0	0	0	0	0.088	0.083	0.078	0.080	0.097	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.082	0.078	0.072	0.075	0.090	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x35	0	0	0	0	0	0	0	0	0.085	0.080	0.075	0.078	0.093	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X42	0	0	0	0	0	0	0	0	0.103	0.097	0.090	0.093	0.113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012	0.009	0.011	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0
x20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0.007	0.008	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0
x33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011	0.008	0.009	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0
X40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0.007	0.008	0.006	0	0	0	0	0	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.195	0.198	0.130	0	0	0	0	0
x17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.198	0.201	0.132	0	0	0	0	0
x24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.130	0.132	0.087	0	0	0	0	0
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.065	1.352	1.231	0	0
x28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.352	1.718	1.564	0	0
x38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.231	1.564	1.423	0	0
x30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500	0.500
x34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500	0.500

۱۲. منابع

– اسدی، ع. و نیاورانی، ع. (۱۳۹٤) " مهندسی و تحلیل سیستم ها"، تهران، شرکت پیشرو فناوری قائد.

– اسدی، م. (۱۳۹۵) " ارائه مدل طراحی و توسعه سامانه های هوایی پیچیده مورد خاص پهپاد بلند پرواز با رویکرد مهندسی سیستم"، پایان نامه دکتری، استاد راهنما: مسعود موحدی، تهران: دانشکده فنی مهندسی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه امام حسین (ع).

– آریا آذر، ن.، و مجنونی هریس، ا. (۱۳۹۸) " الویت بندی کاربرد سامانه های آبیاری با روش فرایند تحلیل شبکه ای در حوضه رودخانه آجی چای"، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۳، شماره ۱، ص ۱۲۰–۱۱۰.

– آریا آذر، ن.، وم جنونی هریس، ا. (۱۳۹۸) " الویت بندی کاربرد سامانه های آبیاری با روش فرایند تحلیل شبکه ای در حوضه رودخانه آجی چای"، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۳، شماره ۱، ص ۱۲۰–۱۱۰.

– بشیری، م. و کامران راد، ر. (۱۳۹٤) " روش های تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره با رویکرد کاربردی"، تهران، دانشگاه شاهد.

–حاجی زاده، ر. ملکوتی، ج. مهری، ا. بهشتی، م. خداپرست، ا. طالبی، س.و پارسامنش، ا. (۱۳۹٤) " بررسی حوادث کارگاه های ساختمانی استان قم بر اساس نمودار پارتو"، فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، جلد ۵، شماره ۲، ص ۸۵–۷۵.

– حسینی، س. و کیا، ع. (۱۳۹۸) " مهندسی سیستم ها"، تهران، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

– حقی، م.، پورعلیخانی، م. و صداقت نیا، س. (۱۳۹۸) "ارزیابی رضایتمندی شهروندان از طراحی و جانمایی ایستگاه های مترو، نمونه مطالعه: ایستگاه دانشگاه علم و صنعت خط ۲ مترو تهران"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، سال یازدهم، شماره دوم، ص ٤٦١–٤٧٤.

– حیدری اناری،ع. و شجاعی، ا. (۱۳۹٦) "رتبه بندی مدهای مختلف حمل و نقل مسافری درون شهری به کمک روش تاپسیس"، فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، دوره دوم، شماره ۵۲، ص۱۵۹–۱٦۷.

– زبردست، الف. (۱۳۹۳) " کاربرد F'ANP در شهرسازی"، نشریه هترهای زیبا(معماری و شهرسازی)، دوره ۱۹، شماره۲.ص۲۳–۳۸.

– شاهنگیان، ر. و صورتی جابلو، م. (۱۳۹۹) "بررسی اثر کیفیت خدمت و ارزش درک شده بر رضایتمندی مسافران مترو و نقش ناهمگونی جنسیتی، با استفاده از مدلسازی معادالت ساختاری"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، سال یازدهم، شماره سوم، ص ٦۱۱–٦۳۷.

– کرباسیان، م.، یوسفی، ا. و حاج حیدری، ن. (۱۳۹۷) "انتخاب طرح مفهومی اثربخش براساس الزامات کارکردی و غیرکارکردی در مرحله طراحی مفهومی برای یک زیردریایی کلاسH"، نشریه مهندسی ومدیریت کیفیت، جلد۸– شماره۳.

– منصور فر، ک. (۱۳۸۷) "روش های پیشرفته آماری"، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

– هاشمی،س. و نهاوندی،ن. (۱۳۹۸) "ارزیابی کیفیت خدمات خطوط مترو در تهران با استفاده از یک روش ترکیبی بر مبنای مدل سروکوال و تکنیک تاپسیس فازی"، فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۵۸، ص۷۳-۸۶.

- Blanchard, B.S. and Fabrycky, W.J. (2006) “Systems Engineering and Analysis”. Fourth. Englewood : Prentice-Hall, 2006.

- Chen, C-H., Khoo, L.P. and Yan, W. (2002) “A strategy for acquiring customer requirement patterns using laddering technique and ART2 neural network”, Advanced Engineering Informatics, Vol. 16, No. 3, pp.229–240.

- De Ona, J., Eboli , L. and Mazzulla ,G. (2013) “Perceived Service Quality in Bus Transit Service: A Structural Equation Approach”, Transport Policy, Vol. 29, pp. 219–226.

- Du, X., Jiao, J. and Tseng, M.M. (2003) “Identifying customer need patterns for customization and personalization”, Integrated Manufacturing Systems, Vol. 14, No. 5, pp.387–396.

- Fung, R.Y.K., Popplewell, K. and Xie, J. (1998) “An intelligent hybrid system for customer requirements analysis and product attribute targets determination”, Int. J. Production Research, Vol. 36, No. 1, pp.13–34.

- Jen, W., Tu , R, and Lu, T. (2011) “Managing Passenger Behavioral Intention: An Integrated Framework for Service Quality”, Satisfaction Perceived Value, and Switching Barriers. Transportation, Vol. 38, No. 2, pp. 321–342.

- Jiao, J. and Zhang, Y. (2005) “Product portfolio identification based on association rule mining”, Computer-Aided Design,Vol. 37, No. 2, pp.149–172.

- Jiao, J. and Tseng, M.M. (2000) “Fundamentals of product family architecture”, Integrated Manufacturing Systems, Vol. 11, No. 7, pp.469–483.

- Jiao, J. and Tseng, M.M. (2004) “Customizability analysis in design for mass customization”, Computer-Aided Design, Vol. 36, No. 8, pp.745–757.

- Karsak, E.E., Sozer, S. and Alptekin, S.E. (2002) “Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach”, Computers and Industrial Engineering, Vol. 44, No. 1, pp.171–190.

- Lee, J.W. and Kim, S.H. (2000) “Using analytic network process & goal programming for interdependent information system project selection”, Computer and Operation Research, Vol. 27, No. 4, pp.367–382.

- McAdams, D.A., Stone, R.B. and Wood, K.L. (1999) “Functional interdependence and product similarity based on customer needs”, Research in Engineering Design, Vol. 11, No. 1, pp.1–19.

- NASA-SP 5016. (2007) “NASA Systems Engineering Handbook. s.l” : National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2007.

- Oliver, R. L. (2010). “Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer” . M. E. Sharpe, Armonk, N.Y.

- Saaty, T. L. (2003). “Decision making in complex environments”. Super Decisions.

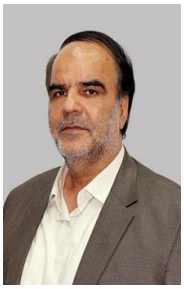
- Saaty, T. L. (1996) “Decision making with dependence and feedback”, The analytic network process. RWS Publications.
- Saaty, T.L. (1996) “The Analytic Network Process, RWS Publications”, University of Pittsburgh, Pittsburgh.

- Shen, J., and W. Li. (2014) “Discrete Hopfield Neural Networks for Evaluating Service Quality of Public Transit”. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, Vol. 9, No. 2, pp. 331–340.

- Wang, Z. (2005) “ Business intelligence”. Taiwan: DrMaster Culture Limited Company.
-Ulrich, K.T. and Eppinger, S.D. (1995) “Product Design and Development”, McGraw-Hill, New York.

- Zebardast, E. (2013) “Constructing a Social Vulnerability Index to Earthquake Hazards using a Hybrid Factor Analysis and Analytic Network Process (F’ANP) Model”. Natural Hazards, Vol., 65, pp. 1331-1359.

منصور جنگی‌زهی، درجه کارشناسی از مهندسی مکانیک (حرارت و سیالات) را در سال ۱۳۸۱ از دانشگاه سیستان و بلوچستان و درجه کارشناسی ارشد را در رشته مهندسی صنایع در سال ۱۳۸٦ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان اخذ نمود. در حال حاضر دانشجوی دکتری مهندسی صنایع در دانشگاه ایوان‌کی است. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های حمل و نقل است و در حال حاضر عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور است.



علی محمد احمدوند، درجه کارشناسی از مهندسی برق را در سال ۱۳٦٤ از دانشگاه شهید چمران اهواز و درجه کارشناسی ارشد را در رشته مدیریت سیستم‌ها در سال ۱۳۷۱ از دانشگاه تهران اخذ نمود. در سال ۱۳۷۸ موفق به کسب درجه دکتری در رشته مدیریت سیستم‌ها از دانشگاه تهران گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدیریت و تفکر راهبردی و پویایی شناسی سیستم‌ها بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استاد تمام دانشگاه ایوان‌کی است.