ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی و انتخاب اقدامات بهبود با استفاده از رویکرد تلفیقی داده‌کاوی و توسعه عملکرد کیفیت (مطالعه موردی: اتوبوسرانی مشهد)

ابراهیم رضایی‌نیک (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه غیرانتفاعی سجاد، مشهد، ایران

علیرضا کیانیان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه غیرانتفاعی سجاد، مشهد، ایران

Email: rezaeenik@sadjad.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۲۱ پذیرش: ۱۳۹٦/۰٤/۳۱

چکیده

امروزه مدیران دولتی به دنبال هدایت افراد بیشتر به سمت استفاده از حمل و نقل عمومی، با ارائه‌ی خدمات بهتر هستند. این موضوع در مسائلی از قبیل کنترل ترافیک و کاهش آلودگی مؤثر است. یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی، جمع‌آوری نظرات کاربران است. به این صورت می‌توان نقاط قوت و ضعف خدمات را ازنقطه‌نظر کاربران درک نمود و برای بهبود آن‌ها راهکارهایی اندیشید. اما یکی از مسائل مهم پیش رو، تفاوت نیاز مشتریان و ناهمگن بودن آن‌ها است. همچنین عدم ارائه چارچوبی برای پیشنهاد راهکارهای بهبود سیستم از شکاف‌های موجود در مطالعات پیشین است. در این مقاله، ابتدا با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به خوشه‌بندی مشتریان حمل و نقل عمومی (اتوبوسرانی مشهد)، بر اساس خصوصیات مشترک آنان پرداخته‌شده است. با استفاده از این روش، تحلیل دقیق‌تری بر کیفیت حمل و نقل عمومی خواهیم داشت که بر خصوصیات مشتریان و شخصی‌سازی استراتژی بازاریابی استوار خواهد بود. پس‌ازآن، با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ی طراحی‌شده و ابزارهای داده‌کاوی، کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی مورد ارزیابی قرارگرفته و عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت برای هر یک از گروه‌های مشتریان تعیین و وزن آن‌ها مشخص می‌شود. پس‌ازآن با نظر خبرگان، الزامات فنی برای بهبود وضعیت، تعریف و با استفاده از ابزار خانه کیفیت و فرایند تحلیل شبکه‌ای این الزامات رتبه‌بندی و وزن دهی می‌شوند. تلفیق ابزار خانه کیفیت با تحلیل‌های به‌دست‌آمده از بخش داده‌کاوی، می‌تواند به مدیران در ارائه‌ی راهکارهای بهتر یاری دهد. نتایج بخش خانه کیفیت نشان می‌دهد که افزایش تعداد اتوبوس‌ها، بهبود و توسعه نرم‌افزاری و الگوریتم‌های مورد استفاده و آموزش کارکنان، از مهم‌ترین الزامات برای بهبود سطح کیفی موجود می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل خوشه‌ای، خانه کیفیت، داده‌کاوی، درخت تصمیم، کیفیت خدمات اتوبوسرانی.

۱. مقدمه

ارزیابی کیفیت در خدمات حمل و نقل عمومی از اقداماتی است که جدیداً مطرح‌شده است، به‌طوری‌که تمامی مطالعات انجام‌شده در این زمینه به ۱۵ سال اخیر محدودشده است[Redman et al. 2013]. علاوه بر این، بهبود در خدمات حمل و نقل عمومی ممکن است باعث تأثیر در رضایت مشتریان از شرایط سفر و درنتیجه، ارزیابی‌های شخصی در مورد کیفیت زندگی در سطح کلی شود. بسته به دیدگاه در نظر گرفته‌شده برای تحلیل کیفیت خدمات (دیدگاه مدیران در مقابل دیدگاه مسافران)، ممکن است اختلافات قابل‌توجهی درباره‌ی سطح کیفیت ارائه‌شده و اینکه چه عواملی برای خدمت موردنظر بسیار بااهمیت هستند، وجود داشته باشد. نظرسنجی‌های رضایت‌مندی مشتریان، روشی برای جمع‌آوری و پردازش این نظرات برای طراحی مداخلات و استراتژی‌های کافی است.

ماهیت فردی مقیاس‌ها یکی از مسائل اساسی است که در مسیر تحقیق وجود دارد که شامل ارزیابی‌های فازی و ناهمگن مسافران است. علاوه بر این، مسافران بر اساس نیازها و ترجیحات خاص خود، برداشت متفاوتی برای هرکدام از جنبه‌های خدمات دارند. پراکندگی نظرات حاصل، باعث کاهش قابلیت اطمینان ارزیابی کیفیت خدمات می‌شود. ازاین‌رو، در نظر گرفتن ناهمگن بودن مسافران و ارائه روشی برای اندازه‌گیری اثرات ، باعث ارزیابی دقیق‌تر و مؤثرتری خواهد شد [J. de Oña, R. de Oña, and López, 2015]. بنابراین اولین هدف این تحقیق استفاده از روشی است که بتواند با در نظر گرفتن ناهمگنی مسافران، باعث افزایش دقت ارزیابی گردد.

پس از آن، تعیین پارامترهای اساس ارزیابی کیفیت ازنظر مشتریان در مرحله بعد قرار دارد. پس از تعیین این پارامترها، اندازه‌گیری آنها و سپس ارائه راهکارهایی برای بالا بردن سطح پارامترهای اساسی و رتبه بندی این راهکارها اهداف بعدی این تحقیق را شکل خواهند داد

این مقاله به طور خلاصه به دنبال پاسخگویی به سوالات زیر می باشد:

اول آنکه چه پارامترهایی بر ارزیابی کدام دسته از مسافران تاثیرگذار است. دوم اینکه ارزیابی مسافران از این پارامترها چیست و سوم اینکه چگونه می توان سطح کیفی این پارامترها را بالاتر برد.

این مقاله در ۵ بخش تنظیم شده است. در ادامه در بخش ۲ به‌طور خلاصه مطالعات انجام‌شده مورد بررسی قرارگرفته است. پس‌ازآن در بخش ۳ به بررسی ابزارها و روش‌های استفاده شده می‌پردازیم. در بخش بعد مطالعه موردی مورد بررسی قرارگرفته است و درنهایت نتیجه‌گیری و جمع‌بندی ارائه شده است.

۲. مرور ادبیات

در این قسمت به بررسی مطالعات انجام‌گرفته در بخش‌های جداگانه شامل اندازه‌گیری سطح کیفیت، استفاده از داده‌کاوی در حوزه حمل و نقل، استفاده از خوشه‌بندی در حوزه حمل و نقل و استفاده از خانه کیفیت در حوزه حمل و نقل خواهیم پرداخت.

در حوزه اندازه‌گیری سطح کیفیت و معیارهای اندازه‌گیری مقالات بسیاری وجود دارد. برای مثال ابولی و مازولا در مقاله‌ای شاخصی بر اساس نظر مشتریان ، برای اندازه‌گیری کیفیت در حمل و نقل عمومی پیشنهاد کردند [Eboli and Mazzulla, 2009]. فریمن و فلسون به بررسی رابطه‌ی بین معیارهای عملکرد نظری خدمات حمل و نقل عمومی و رضایت درک شده توسط مشتریان پرداخته‌اند [Friman and Fellesson, 2009]. ژی و گائو به تحلیل رضایت مسافران از کیفیت حمل و نقل عمومی در بیجینگ پرداخته‌اند [Ji and Gao, 2010]. اواسثی و همکاران روشی ترکیبی بر اساس سرواکوال[۲] و تاپسیس فازی برای ارزیابی کیفیت حمل و نقل ارائه کردند [Awasthi et al. 2011]. ابولی و مازولا در سال ۲۰۱۱ روشی برای ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی بر اساس معیارهای نظری و عملی از دیدگاه مشتریان ارائه نموده‌اند [Eboli and Mazzulla, 2011]. انتظاری و همکاران با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به ارزیابی کیفیت خدمات شبکه‌های حمل و نقل عمومی در مشهد پرداخته‌اند[Entezari et al. 2012].

فریمن و فلسون در مقاله‌ای دیگر به تحلیل و بررسی کیفیت درک شده توسط مشتریان در ۹ شهر اروپایی

پرداخته‌اند[Fellesson and Friman, 2012]. رضایی و همکاران به ارزیابی میزان عملکرد سیستم B.R.T و میزان رضایت شهروندان از این سیستم پرداخته‌اند [Rezaee, Ahmadi and Heydari, 2013]. حجازی و همکاران سعی نموده‌اند با مطالعه تأثیر اجزای سامانه حمل ونقل عمومی (مسیر، ایستگاه، وسیله نقلیه، سیستم جمع‌آوری کرایه و سامانه‌های هوشمند حمل ونقل ITS) بر معیارهای سنجش کیفیت حمل و نقل عمومی (زمان سفر، قابلیت اطمینان، ظرفیت سیستم و راحتی حین سفر)، اجزاء تشکیل‌دهنده این سامانه را ارزیابی نموده و در راستای طراحی و بهره‌برداری بهتر از این سامانه در سطح کشور پیشنهادهایی را ارائه نمایند[Hejazi, Radkia and Sarkari, 2013]. میر کتولی و همکاران به بررسی میزان رضایت شهروندان از سیستم حمل و نقل عمومی و ارزیابی عملکرد این سیستم در منطقه ۲ شهر گرگان پرداخته‌اند[Mirkatouli et al. 2013]. اولادی و اسعدی با بررسی عوامل مؤثر بر رضایت مشتریان از خدمات آژانس‌های تاکسی‌تلفنی شهر نیشابور، الگویی از رضایت مشتری ارائه کردند [Oladi and Asadi, 2014]. پورمحمد و همکاران [Pourmohammad, Mohammadpour and Manouchehri, 2014] به سنجش رضایت مسافران از سیستم حمل و نقلBRT با بررسی ابعاد چهارگانه میزان کیفیت خدمات ارائه‌شده (ابعاد خدمات، سرعت، رفتار رانندگان، و محیط عامل‌های انسانی) از طرف سازمان اتوبوس‌رانی تبریز، در چهارچوب مدل آماری سنجش کیفیت خدمات شهری(مدل Servqual) پرداخته‌اند.

در سال‌های اخیر استفاده از ابزارهای داده‌کاوی در حوزه کیفیت و حوزه حمل و نقل گسترش یافته است. مطیعیان و همکاران با استفاده از خوشه‌بندی و الگوریتم ژنتیک به بهینه‌سازی مسیرهای تردد سرویس‌های حمل و نقل پرداخته‌اند [Moteian, Mesgari and Naeimi, 2012]. دی اونا و همکاران با استفاده از درخت رگرسیون و دسته‌بندی۳ (CART)، فاکتورهای کلیدی در حوزه کیفیت خدمات حمل و نقل را مشخص کردند [J. de Oña, R. de Oña, and Calvo, 2012]. همچنین در سال ۲۰۱٤ گاریدو و همکاران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی کیفیت خدمات درک شده توسط مشتریان را مورد تحلیل و ارزیابی قراردادند [Garrido, R. de Oña, and J. de Oña, 2014].

خوشه‌بندی مشتریان در حوزه حمل و نقل در برخی از مطالعات مورد بررسی قرارگرفته است. برای مثال، روچیو و خوان دی اونا با استفاده از درخت تصمیم CART و تقسیم‌بندی جنسیتی به تحلیل کیفیت حمل و نقل عمومی با در نظر گرفتن اثر جنسیت پرداخته‌اند [R. de Oña and J. de Oña, 2013]. خوان دی اونا و همکاران با استفاده از خوشه‌بندی کلاس پنهان و شبکه بیزین تصادفات ترافیکی را مورد تحلیل قرار داده‌اند[J. de Oña et al. 2013]. خوان دی اونا و همکاران از تکنیک خوشه‌بندی و درخت تصمیم برای تحلیل کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی استفاده نموده‌اند[J. de Oña ,R. de Oña, and López, 2015]. ریوس و همکاران از روش خوشه‌بندی کلاس پنهان[٤] (LCC) برای دسته‌بندی مسافران راه آهن شهر سویا در اسپانیا براساس سطح رضایت‌مندی آنها از خدمات پرداخته اند [de los Rios, López, & López, 2016]. دی اونا و همکاران نیز در مقاله‌ای دیگر، با استفاده از خوشه‌بندی به سنجش رضایت مسافران از خدمات قطارشهری شهر سویا پرداخته‌اند [De Oña, De Oña, Diez-Mesa, Eboli and Mazzulla, 2016].

ابزار خانه کیفیت و توسعه عملکرد کیفی در حوزه حمل و نقل عمومی در برخی مقالات مورداستفاده قرارگرفته است. پاکدیل با استفاده از ابزار خانه کیفیت، بهترین الزامات فنی برای بهبود کیفیت شناسایی شده‌اند [(Kurtulmuşoğlu, Pakdil, and Atalay, 2016; Pakdil, Kurtulmuşoğlu, & Yolu, 2014)]. همچنین رائو و تاکار با استفاده از ابزار خانه کیفیت، روش‌هایی برای افزایش رضایت مشتریان از سرویس اتوبوس پرداخته‌اند [Rao and Thakar, 2013]. سوکلادیس و همکاران نیز از ابزار خانه کیفیت برای بهبود کیفیت سیستم حمل و نقل شهری برای معلولین استفاده کرده‌اند[Tsoukalidis et al. 2009].

هدف این مقاله ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی و ارائه راهکار برای بهبود آن می‌باشد. اما همان‌طور که گفته شد، یکی از چالش‌های موجود، بحث ناهمگن بودن نظرات است. همان‌طور که در ادبیات موضوع نیز نشان داده شد استفاده از خوشه‌بندی در بحث حمل و نقل گسترش یافته

است و باعث به دست آمدن تحلیل‌های دقیق‌تر شده است. ازاین‌رو، می‌توان با استفاده از خوشه‌بندی کاربران، ناهمگن بودن نظرات را در ارزیابی لحاظ کرد و تحلیل دقیق‌تری به دست آورد.

همچنین از دیگر شکاف‌های موجود در مقالاتی که از داده‌کاوی در حوزه کیفیت حمل و نقل عمومی برای تحلیل و ارزیابی وضعیت استفاده کرده‌اند، ارائه نکردن چارچوبی برای پیشنهاد راهکارهای مناسب و اولویت‌بندی آنها است. در این مقاله، از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) و خانه کیفیت جهت ارزیابی و رتبه‌بندی اقدامات بهبود کیفیت خدمات استفاده شده است. این روش تلفیقی اولین بار توسط کارسک و همکاران در سال ۲۰۰۳ [Karsak, Sozer and Alptekin, 2003]پیشنهاد شد و پس‌ازآن در مقالات بسیاری در حوزه طراحی و بهبود خدمات به کار گرفته شده است. استفاده از رویکرد ANP تعیین و اندازه‌گیری روابط بین خواسته‌های مشتری، ویژگی‌های فنی خدمات و همبستگی داخلی بین ویژگی‌های فنی را تسهیل می‌سازد که تحقیقات پیشین از آن غافل مانده‌اند.به طور خلاصه نکات قابل توجه و نو آوری های این تحقیق به شرح زیر می باشد:

- بررسی همزمان ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی و انتخاب اقدامات بهبود
- جمع آوری داده ها از یک مساله واقعی (اتوبوسرانی مشهد)
- تحلیل داده های خواسته های مشتریان با الگوریتم های مختلف و نوین خوشه بندی و مقایسه آنها
- استفاده از رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه ای و گسترش عملکرد کیفیت به منظور انطباق بیشتر با دنیای واقعی در انتخاب اقدامات بهبود کیفیت خدمات

۳. روش تحقیق

همان‌طور که گفته شد هدف از این مقاله، ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی و ارائه راهکارهای بهبود است که این کار در چند مرحله انجام خواهد شد. برای تأیید چارچوب مفهومی طراحی‌شده بر اساس پیشینه و ادبیات موضوع در مرحله‌ی اول پرسشنامه‌ای تهیه شده و در اختیار مسافران قرار گرفته است. در مرحله‌ی دوم به تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه‌ها پرداخته می‌شود. این کار با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی انجام خواهد گرفت. در ابتدا با استفاده از یکی از ابزارهای تحلیل خوشه‌ای مشتریان سیستم حمل و نقل عمومی که در این مقاله به‌طور خاص مشتریان اتوبوسرانی مشهد می‌باشند بر اساس خصوصیات کلی دسته‌بندی خواهند شد.

شکل ۱.چارچوب کلی تحقیق

پس‌ازآن به تحلیل ارزیابی‌های به‌دست‌آمده از این مشتریان با استفاده از چهار ابزار از ابزارهای درخت تصمیم خواهد شد. در مرحله بعد با استفاده از ابزار خانه کیفیت و نظرات خبرگان، راهکارهایی برای بهبود وضعیت کیفی معرفی و از طریق ANP رتبه‌بندی شده‌اند.

در شکل (۱)، چارچوب کلی روش پیشنهادی نشان داده‌شده است. در ادامه به توضیح روش‌ها و ابزارهای مورداستفاده در تحلیل‌ها خواهیم پرداخت.

۳-۱ تحلیل خوشه‌ای

هدف اصلی تحلیل خوشه‌ای، کلاسه‌بندی داده‌ها در گروه‌هایی (خوشه‌ها) با ویژگی‌های مشابه، و سعی بر بیشینه کردن تشابه بین عناصر درون خوشه‌ها و تفاوت عناصر بین خوشه‌ها است. روش خوشه‌بندی کلاس پنهان روشی است که دارای برخی برتری‌های مهم نسبت به سایر روش‌های تحلیل خوشه‌ای مثل K-means، روش وارد و یا روش تک اتصالی است. دو برتری عمده‌ی این روش، یکی قابلیت استفاده از انواع مختلف متغیر (تناوب، قطعی، متغیرهای متریک) بدون نیاز به هیچ‌گونه پیش استانداردسازی است و دیگری وجود چند معیار آماری است که کمک می‌کند مناسب‌ترین تعداد خوشه را انتخاب کنیم.

در ابتدا، تعداد خوشه‌ها مشخص نیست، به این معنی که هدف یافتن مدلی است که بتواند به بهترین شکل داده‌های موردنظر را توضیح دهد و یا به آنها انطباق یابد. LCC انتخاب مدل را با آزمایش مدل‌های مختلف و محاسبه معیارهای مختلف مانند معیار اطلاعاتی بیزین[۵] (BIC)، آکائیک[۶] (AIC) و آکائیک پایدار[۷] (CAIC)، انجام می‌دهد. تعداد خوشه‌ی مناسب آن است که میزان امتیاز این معیارها را حداقل نماید زیرا چنین مدلی دقیق‌تر است و به داده‌ها بهتر انطباق می‌یابد [J. de Oña ,R. de Oña, and López, 2015].

۳-۲ درخت کلاسه‌بندی و رگرسیون (CART)

پیش‌ازاین، ارزیابی کیفیت خدمات با استفاده از مدل‌های رگرسیون، مانند مدل لوجیت یا پرابیت یا مدل‌های معادلات ساختاری انجام می‌شد[J. de Oña ,R. de Oña, and López, 2015]. بااین‌حال، بیشتر این مدل‌ها محدودیت‌هایی به دلیل وجود برخی فرضیات از پیش تعریف‌شده و روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته، دارند. بنابراین، وقتی این فرضیات نقض شوند، تخمین‌های نادرستی از حدود کیفیت خدمات به دست می‌آید. برای دچار نشدن به این مشکلات، می‌توان از تکنیک‌های داده‌کاوی، برای مثال شبکه‌های عصبی مصنوعی[۸] (ANN) یا درخت دسته‌بندی و رگرسیون (CART) برای ارزیابی کیفیت خدمات استفاده کرد. این روش‌ها برخی از محدودیت‌های مدل‌های سنتی را به دلیل ناپارامتری بودن این تکنیک‌ها که نیاز به دانش اولیه در مورد خصوصیات احتمالاتی پدیدهی موردنظر ندارند، برطرف می‌کنند. این روش به‌طور گسترده‌ای در مدیریت کسب‌وکار، کشاورزی، صنعت و مهندسی به کار گرفته‌شده است. کاربرد این روش در تحلیل ایمنی راه نیز توسط نویسندگان مختلف مورد بررسی قرارگرفته است [J. de Oña , R. de Oña and Calvo, 2012]. روش CART تعاملات شرطی بین داده‌ها را در نظر می‌گیرد که باعث ایجاد قوانین "اگر- آنگاه" می‌شود که در سیاستگذاری بسیار مفید است، همچنین میزان اهمیت (وزن) استانداردشده‌ی متغیرهای مستقل را مشخص می‌کند که نشان‌دهنده‌ی اثر آن متغیرهای پیش‌بینی کننده بر مدل است. افزون بر این، روش CART به دلیل آسان بودن و نمایش گرافیکی نتایج آن ممکن است توسط مدیران حمل و نقل عمومی بر روش شبکه‌های عصبی مصنوعی ترجیح داده شود[J. de Oña , R. de Oña, and López, 2015]. به همین دلیل در این مقاله از روش CART برای تحلیل ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی استفاده می‌شود.

۳-۳ الگوریتم SVM

الگوریتم SVM از دقیق‌ترین و نیرومندترین الگوریتم‌های داده‌کاوی به شمار می‌رود. این شیوه‌ی جدید می‌تواند برای طبقه‌بندی داده‌های خطی و غیرخطی استفاده شود. در سال‌های اخیر به دلیل ارائه نتایج خوب، این الگوریتم‌ها به یک تکنیک متداول برای طبقه‌بندی تبدیل‌شده‌اند. همچنین استفاده از الگوریتم‌های SVM در مقایسه با برخی از روش‌های دیگر مثل شبکه‌های عصبی راحت‌تر است. الگوریتم‌های SVM با کمک یک نگاشت غیرخطی فضای داده‌های آموزشی را به یک

بُعد بالاتر تبدیل می‌کند و سپس در این بُعد جدید به دنبال اَبرصفحه‌ای است که نمونه‌های یک کلاس را از کلاس‌های دیگر جدا کند. با یک نگاشت غیرخطی مناسب، مجموعه داده‌های دو کلاسی می‌توانند توسط یک اَبرصفحه جدا شوند. الگوریتم‌های SVM جهت یافتن این اَبرصفحه[9] از مفاهیمی چون بردارهای پشتیبان[10] و حاشیه‌ها [11] استفاده می‌کنند. الگوریتم‌های SVM به محاسبات پیچیده نیاز دارند و به همین دلیل سریع‌ترین آن‌ها بسیار کند عمل می‌کنند. اما پیچیدگی محاسباتی این الگوریتم‌ها به ابعاد فضای ورودی بستگی ندارد و نتیجه نهایی از دقت بسیار زیادی برخوردار است. از کاربردهای عملی این الگوریتم‌ها می‌توان به تشخیص الگو، پردازش تصویر، متن‌کاوی و کاربردهای پزشکی اشاره نمود [Ghazanfari, Alizade and Teymourpour, 2014].

۳-٤ الگوریتم CHAID

پس از سال ۱۹۷٤ محققان آمار کاربردی الگوریتم‌هایی را جهت تولید و ساخت درخت و تصمیم توسعه دادند. از میان این الگوریتم‌ها می‌توان به AID ، MAID، THAID و CHAIDاشاره کرد. الگوریتم CHAID در ابتدا برای متغیرهای اسمی طراحی شده بود. این الگوریتم با توجه به نوع برچسب کلاس از آزمون‌های مختلف آماری استفاده می‌کند. این الگوریتم هرگاه به حداکثر عمق تعریف‌شده‌ای برسد و یا تعداد نمونه‌ها در گره جاری از مقدار تعریف‌شده‌ای کمتر باشد، متوقف می‌شود. الگوریتمCHAID هیچ‌گونه روش هرسی را اجرا نمی‌کند و می‌تواند مقادیر ناقص را نیز کنترل کند [Esmaeili, 2014].

۳-۵ الگوریتم C5.0

الگوریتم C5.0 یک نوع درخت تصمیم‌گیری تک متغیره و بهبودیافته الگوریتم C4.5 است که توسط محقق استرالیایی کوینلن در سال ۱۹۹۳ طراحی شد. این الگوریتم مشابه با الگوریتم CART، ابتدا درختی تقریباً پر ایجاد می‌کند. ولی استراتژی هرس آن کاملاً متفاوت است. این الگوریتم، کلاسه‌بندی را با تقسیم داده‌ها به زیرمجموعه‌هایی که شامل رکوردهای همگن‌تر از والد خود هستند، انجام می‌دهد. در C5.0 تقسیم کردن نمونه‌ها بر اساس فیلدی که بیشترین بهره اطلاعات را دارد، صورت می‌گیرد. هر زیر نمونه توسط اولین انشعاب تعیین می‌شود. سپس معمولاً بر اساس فیلدی دیگر مجدداً تقسیم‌بندی انجام می‌گیرد و این فرایند به‌دفعات تکرار می‌شود تا اینکه زیر نمونه‌ها قابلیت تقسیم شدن را نداشته باشند. سرانجام، انشعاب‌های پایین‌ترین سطح از نو آزموده می‌شوند و آن انشعاب‌هایی که ارزش چشمگیری ندارند از مدل حذف می‌شوند. لازم به ذکر است که C5.0 تنها فیلد خروجی از نوع categorical را می‌پذیرد، اما فیلدهای دیگر می‌توانند از هر نوعی باشند[Esmaeili, 2014].

۳-٦ تلفیق گسترش عملکرد کیفیت(QFD) و تحلیل شبکه‌ای

در این مقاله از روشی تلفیقی که اولین بار توسط کارسک و همکاران[Karsak ,Sozer, and Alptekin, 2003] پیشنهاد شد، برای رتبه‌بندی ویژگی‌های فنی خدمات حمل و نقل عمومی (اتوبوسرانی) استفاده می‌شود. از این روش در مقاله مهرالحسنی و همکاران برای رتبه‌بندی فنون آموزش نیز استفاده شده است [Mehrolhasani , Jadidi and Amini, 2016].

اولین مرحله این الگوریتم، شناسایی نیازهای مشتری و الزامات فنی است. سپس، اهمیت نیازهای مشتری تعیین می‌شود. در مرحله‌ی بعد، بدنه خانه کیفیت، با وزن‌هایی که از طریق مقایسه الزامات فنی با در نظر گرفتن نیازهای مشتری به‌دست‌آمده است، پر می‌شود. به دست آوردن اولویت‌های وابسته‌ی الزامات فنی با تحلیل وابستگی‌ها بین نیازهای مشتری و الزامات فنی، در مرحله‌ی بعد انجام می‌شود. سوپر ماتریسی که مدل QFD این تحقیق را نشان می‌دهد به‌صورت زیر است:

$$\mathbf{W} = \begin{array}{c} \\ \text{Goal}(G) \\ \text{Customer Needs(CNs)} \\ \text{PTRs} \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} G & \text{CNs} & \text{PTRs} \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_1 & W_3 & 0 \\ 0 & W_2 & W_4 \end{pmatrix} \end{array} \quad (1)$$

که W_1 بردار نشان‌دهنده تأثیر هدف (ارائه خدمتی که مشتری را ارضا کند) بر خواسته‌های مشتری است. به‌عبارت‌دیگر اهمیت خواسته‌های مشتری را نشان می‌دهد. W_2 ماتریسی است که تأثیر خواسته‌های مشتری بر هریک از مشخصه‌های فنی خدمات را نشان می‌دهد. W_3 ماتریس

نشان‌دهنده روابط داخلی خواسته‌های مشتری و $W_{٤}$ ماتریس نشان‌دهنده روابط داخلی ویژگی‌های فنی خدمات را نشان می‌دهد.

با توجه به توضیحات ذکرشده در بالا، اولویت‌های همبستگی خواسته‌های مشتری W_{CNs} با ضرب ماتریس روابط داخلی خواسته‌های مشتری $W_{CNs} = W_{٣} * W_{١}$ به دست می‌آید. به طریق مشابه اولویت‌های همبستگی ویژگی‌های فنی محصول یعنی W_{PTRs} با ضرب ماتریس روابط داخلی ویژگی‌های فنی محصول $W_{٤}$ در ماتریس ارتباط خواسته‌های مشتری با هریک از ویژگی‌های فنی $W_{٢}$ به دست می‌آید. پس از محاسبه W_{CNs} و W_{PTRs}، اولویت‌های کلی ویژگی‌های فنی را که با W^{ANP} نشان می‌دهیم را با ضرب W_{PTRs} و W_{CNs} محاسبه می‌کنیم. W^{ANP} نشان‌دهنده روابط کلی در خانه کیفیت است.

٤. مطالعه موردی(اتوبوسرانی مشهد)

داده‌های استفاده‌شده در این مقاله از طریق توزیع پرسشنامه به دست آمده است. در مشهد روزانه به‌طور متوسط یک‌میلیون نفر با استفاده از اتوبوس تردد می‌کنند. در این تحقیق بر اساس فرمول کوکران در سطح خطای ٥درصد، حجم نمونه باید ٣٨٤ نفر باشد. در این پژوهش ٤٧٦ نفر از طریق پرسشنامه به‌صورت حضوری و اینترنتی مورد بررسی قرارگرفته‌اند.

پرسشنامه طراحی‌شده شامل ٢ قسمت کلی است. قسمت اول شامل سؤالاتی مرتبط با اطلاعات کلی و اجتماعی-اقتصادی مسافر مانند سن و جنس، عادت‌های سفر مانند دلیل استفاده از اتوبوس، تناوب استفاده و داشتن وسیله نقلیه شخصی است.

قسمت دوم پرسشنامه، به‌طور خاص مربوط به کیفیت درک شده توسط مسافر است. در ابتدا نظر مسافران نسبت به میزان رضایتشان از ١٨ عامل تأثیرگذار بر کیفیت با مقیاس ٠ تا ١٠ مورد پرسش قرار گرفته است. درنهایت از آنها در مورد رضایت از سطح کلی کیفیت با مقیاس ١ تا ٥ سؤال شده است. در قسمت درخت تصمیم این مقیاس‌های عددی به ٣ مقیاس ضعیف، متوسط و خوب تقسیم شدند. ١٨ عامل در نظر گرفته‌شده به این صورت است: مسیر و پوشش، محل ایستگاه و دسترسی به آنها، فرکانس، مدت انتظار، طول زمان سفر، سروقت بودن اتوبوس و نظم فاصله زمانی، راحتی داخل اتوبوس، راحتی داخل ایستگاه، دمای داخل اتوبوس، وجود فضا داخل اتوبوس، تمیزی داخل اتوبوس، تمیزی داخل ایستگاه، ایمنی از حوادث ترافیکی، امنیت فیزیکی، ادب و دانش کارکنان، آسان بودن خرید و شارژ من‌کارت، میزان کرایه، اطلاع‌رسانی.

خصوصیات نمونه در جدول ١ آمده است. در ادامه با استفاده از پارامترهای این بخش، به خوشه‌بندی نمونه پرداخته شده است.

جدول ١. خصوصیات نمونه

مشخصات	فراوانی	
جنسیت	زن	٦٤٪
	مرد	٣٦٪
رده سنی	جوان (١٨-٣١ سال)	٦٦٪
	میان‌سال (٣١-٦٠ سال)	٣٠٪
	مسن (بالای ٦٠ سال)	٤٪
دلیل استفاده	تحصیل	٤٠٪
	کار	٢٧٪
	سایر	٣٣٪
فرکانس استفاده	مکرر	٥٤٪
	پراکنده	٤٦٪
ماشین شخصی	دارد	٣٧٪
	ندارد	٦٣٪

٤-١ خوشه‌بندی

در این مقاله، خوشه‌بندی با استفاده از روش LCC انجام شده است. برای انتخاب بهترین تعداد خوشه، خوشه‌بندی با ١ تا ١٠ خوشه انجام شد و بر اساس معیارهای AIC، BIC، CAIC بهترین تعداد ارزیابی شد. در مدل ٤ خوشه، این معیارها حداقل شدند که نشان‌دهنده‌ی بهترین تعداد خوشه است.

هر خوشه بر اساس مهم‌ترین پارامترها نام‌گذاری می‌شود و نشان‌دهنده آن گروه از نمونه خواهد بود. برای مثال اگر خوشه‌ای احتمال معیار دلیل استفاده را برای تحصیل ۹۵درصد ارزیابی کند، آن خوشه بیانگر افرادی است که از اتوبوس برای رفت‌وآمد باهدف تحصیل خود استفاده می‌کنند. متغیرها، دسته‌بندی‌ها و احتمالات عضویت در خوشه‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ متغیرها، دسته‌بندی‌ها و احتمال عضویت در هر خوشه

مشخصات	دسته	خوشه۱	خوشه۲	خوشه۳	خوشه٤
جنسیت	زن	٦٨	٦٠	٦٩	٢٣
	مرد	٣١	٣٩	٣١	٧٧
رده سنی	جوان (۱۸-۳۱ سال)	۰٫۸۹	۵۰٫۵۸	۳٤٫۹۹	٢٤
	میان‌سال (۳۱-٦۰ سال)	۰٫۰۱	٤۹٫۳۸	٦٤٫۹۹	٣
	مسن (بالای ٦۰ سال)	۹۹٫۱	۰٫۰٤	۰٫۰۲	٧٢
دلیل استفاده	تحصیل	٨٤	١٢	١٦	١
	کار	٧	٢٠	٧٧	٧
	سایر	٩	٦٨	٧	٩٢
فرکانس استفاده	مکرر	٦٦	٤	٩٥	٥٥
	پراکنده	٣٤	٩٦	٥	٤٥
ماشین شخصی	دارد	١٧	٧٤	٢٤	٥٠
	ندارد	٨٢	٢٦	٧٦	٥٠

بر اساس این جدول خوشه‌ها به این صورت خواهند بود:

خوشه ۱: اعضای این خوشه زنان و مردانی هستند که عموماً جوان هستند (با ۹۹درصد احتمال) و اکثراً (۸٤درصد احتمال) به‌منظور تحصیل از اتوبوس استفاده می‌کنند و اکثراً خودروی شخصی ندارند به همین دلیل این خوشه بیانگر "دانشجویان جوان" خواهد بود

خوشه ۲: این خوشه اکثراً افرادی هستند که به‌صورت پراکنده از اتوبوس استفاده می‌کنند و دلیل استفاده‌ی آنها چیزی به‌غیراز کار و تحصیل است. این گروه "مسافران غیر مکرر" نامیده می‌شود.

خوشه ۳: این گروه اکثراً زنانی هستند که به‌منظور کار و به‌طور مکرر از اتوبوس استفاده می‌کنند. این گروه "زنان کارمند" نامیده می‌شوند.

خوشه ٤: این گروه را اکثراً افراد مسن که برای مواردی جز کار و تحصیل از اتوبوس استفاده می‌کنند، تشکیل می‌دهند و گروه "مسافران مسن" نام‌گذاری می‌شوند.

٤-۲ درخت تصمیم

هدف از این مقاله ارزیابی کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی و ارائه راهکارهای بهبود با دسته‌بندی مشتریان و شخصی‌سازی بازاریابی است تا بتوانیم نیازهای هر گروه از مشتریان را بهتر درک کرده و سیاست‌گذاری را بر اساس تحلیل‌های به‌دست‌آمده برای هر گروه انجام دهیم. مقالات بسیاری از روش‌های داده‌کاوی برای کشف دانش در حوزه کیفیت استفاده کرده‌اند. برای مثال روش CART پیش‌ازاین در بحث کیفیت خدمات حمل و نقل استفاده شده است [Alizade ,Soleymani ,and Safi, 2012] [J. de Oña ,R. de Oña, and López, 2015]. سایر روش‌ها مانند SVM نیز در بحث‌های تشخیص الگو و غیره استفاده شده است. در این قسمت داده‌های ٤ خوشه با روش‌های CART، SVM، C5.0 و CHAID مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند و درنهایت بهترین روش بر اساس میزان دقت انتخاب می‌شود. در این قسمت خروجی موردنیاز، وزن عوامل مؤثر بر ارزیابی کیفیت است تا در ادامه مسیر در خانه کیفیت از آن استفاده کنیم. وزن‌های به‌دست‌آمده در جدول ۳ نشان داده‌شده است. هر الگوریتم ۱ بار برای کل داده‌ها و سپس برای هر خوشه اجراشده است و نتایج آن ثبت شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نرخ دقت در الگوریتم SVM بیشتر از سایر الگوریتم است، به همین دلیل وزن‌های نسبی به‌دست‌آمده از این الگوریتم را مبنای کار

جدول ۳. نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم‌های درخت تصمیم و دقت آنها

معیارها	الگوریتم مورداستفاده									
	SVM					C5.0				
خوشه	کل	۱	۲	۳	٤	کل	۱	۲	۳	٤
دقت(٪) train	۹۹،۷٦	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۰،۲٤	۸۲،٦٤	۸۸،۳۷	۸۹،۳۹	۹۱،۳۸
Test	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۵،۸۱	۸۹،۲۹	۸۵،۷۱	۹۲،۸٦	۸۰،۷۷
پوشش مسیر	۰،۰۵۱	۰،۰٤۹	۰،۰۹۱	۰،۰۵٦		۰،۱۸۷				
محل ایستگاه و دسترسی	۵،۵۵۱	٤،۷۰۹	۳،۸۷۵	٤،۱۱۲	٦،۳۷			۱۵،۱٦۰		
فرکانس	۵،۰۲۱	۸،۲۵۸	۰،۰۹۱	۷،۰۲۷		۰،۰۰۲	٦،٦٤۰	۲۲،۸۰۰		
مدت انتظار	۵،۰۵۱	۷،۰٤۹	۱۲،٦٤٤	٤،۷٦۸		۸،۱٦۷	۱۰،۳۱۲		٦،۷٦۰	۲۹،۰۳
طول زمان سفر	۷،۳۷۱	۷،۷۳۸	٦،٦٦۰	٦،٦۳۱		۱،۱۱۲	۱۱،۲۰٤		۱۰،۳۵۰	۸،٤۰
سروقت بودن	٦،٦۹۱	۸،۷۰۸	٦،۲۵۷	۷،۹۳۳	۱۰،٦۰	۱۲،۲۵۵	۰،۰۰۳		۲۲،۲۰۰	
راحتی اتوبوس	۱۱،۳٤۱	۳،۲۰۹	۷،۳۳٦	۸،۱۵۱	۷،۵٤	۱۱،۸۹۵	۱۹،۵۳۰		۲۲،۷۲۰	
راحتی ایستگاه	۳،۵۳۰	۸،۱۰۸	۱،۱۰۰				۱۱،۱۳٤			
دمای اتوبوس	٦،۹۷۱	۲،٤٤۰	۵،۷٦۲	٦،٤٤٤	۷،۲٤			۲۰،٤۹۰		۱۲،۹۹
فضا	٦،۵۳۱	٤،٤۰۹	٦،٦۳۰	٦،۱۲۱	۲۲،۰۳	۲،۷۷٦		۱۲،۲۳۰		۳۳،۳۰
تمیزی اتوبوس	۷،۹۸۱	٤،٦۷۹	۸،۵٤۷	۵،۳۸۲		۱۲،۱۳۵		۲۳،۷۳۰	۲٤،۲۸۰	
تمیزی ایستگاه	۳،٦۳۰	۵،۸۸۹	۰،۰۰٦	٦،۷٤٦	۱۰،٤۲	۱٦،۲۱٤	۸،٤٤٦			۱۱،٦۱
ایمنی از حوادث ترافیکی		۱،۵۱۰	۱،۱۹۱	۳،۵۵۰					۱۳،٦۹۰	٦٤،۷۸
امنیت فیزیکی	٦،۲۱۱	۳،۸۷۹	٤،٤۷۰	۵،۹۰۳	٦،۷٤	۱،۳٤۳		۵،۵۹۰		
ادب و دانش کارکنان	۱،۹۸۰	۱۳،۳۰۷	۷،٦۵۹	۳،۸۳۱			۳۲،۷۳۰			
سهولت خرید و شارژ من‌کارت	٤،۹۵۰	۱،۰۷۰	٤،۰٦۷	۵،۲٤۷	۱۱،۷٤					۹،۰۷
میزان کرایه	٦،٦۸۱	٤،۵۸۹	٦،۹۳۳	٤،۵۲۸	٦،٦۱	۱۲،۵٦٦				
اطلاع‌رسانی	۵،٤۵۱	۵،۵۷۹	۷،٦٤۹	۸،۰۰۵	۱۰،٦٦	۲،۸٦٦				۷،۷۹

خود قرار می‌دهیم. نتایج حاصل از SVM و C5.0 در جدول ۳ و نتایج سایر روش‌ها در پیوست ارائه‌شده است.

٤-۳ خانه کیفیت

در این مرحله، پس از بررسی و تحلیل داده‌ها با استفاده از داده‌کاوی و کشف پارامترهای مؤثر در ارزیابی کیفیت و وزن آنها برای هر خوشه، می‌خواهیم با استفاده از ابزار خانه کیفیت، الزامات فنی قابل‌اجرا را وزن دهی و رتبه‌بندی کنیم. نتایج مقایسات زوجی انجام‌گرفته در این مرحله، حاصل نظرات گروهی کارشناسان و خبرگان اتوبوسرانی است.

گام اول) فرایند طرح‌ریزی یا بهبود خدمات در تکنیک QFD با تعیین نیازها و خواسته‌های مشتری و ویژگی فنی مرتبط با آن خواسته‌ها آغاز می‌شود. خواسته‌های مشتری پس از شناسایی و طبقه‌بندی در سمت چپ خانه کیفیت و ویژگی‌های فنی مربوط به این خواسته‌ها در بخش بالای خانه کیفیت قرار می‌گیرند.

در مطالعه موردی انجام‌شده، پس از مرور مطالعات پیشین، معیارهای اندازه‌گیری کیفیت خدمات در حوزه اتوبوسرانی و حمل و نقل عمومی به دست آمد. سپس با تحلیل پاسخ‌های مسافران در پرسشنامه و مشورت با خبرگان سیستم، ۲۰ الزام فنی برای بهبود وضعیت تعریف شدند که عبارت‌اند از: افزایش تعداد اتوبوس‌ها (dr_1)، توسعه و بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های جدید برنامه‌ریزی(dr_2)، افزایش خطوط(dr_3)، ایجاد مسیرهای مستقیم در زمان‌های اوج ترافیک(dr_4)، احترام به سقف تعداد مسافران(dr_5)، بهبود طراحی صندلی‌ها(dr_6)، بهبود برنامه‌های نگهداری تعمیرات(dr_7)، تنظیف روزانه اتوبوس‌ها(dr_8)، اجرای حد مجاز سرعت(dr_9)، برنامه‌ریزی آموزش کارکنان(dr_{10})، بهبود تهویه و سیستم گرمایش و سرمایش(dr_{11})، سرپوشیده کردن ایستگاه‌ها(dr_{12})، خدمات آنلاین و سایت(dr_{13})، بهبود وضعیت تابلوهای اطلاع‌رسانی(dr_{14})، افزایش تعداد دستگاه‌های شارژ من‌کارت(dr_{15})، ایجاد طرح‌های تخفیفی(dr_{16})، طراحی نرم‌افزار برای موبایل برای شارژ و اطلاع‌رسانی(dr_{17})، نصب و بهبود وضعیت GPS برروی اتوبوس‌ها(dr_{18})، نصب دستگاه‌های کنترل ورود به ایستگاه(dr_{19})، نصب سطل آشغال، بهبود صندلی در ایستگاه‌ها(dr_{20}).

گام دوم) پس از شناسایی خواسته‌های مشتری و استخراج ویژگی‌های فنی، نوبت به تعیین میزان اهمیت و روابط بین این خواسته‌ها و ویژگی‌های فنی می‌رسد. در این مرحله با استفاده از اطلاعات مرحله قبلی و مصاحبه با کارشناسان، روابط داخلی بین خواسته‌های مشتری و نیز روابط داخلی بین ویژگی‌های فنی مشخص می‌شود. این مرحله خود به ٤ قسمت تقسیم می‌شود [Momeni and Atashsooz, 2001]:

الف) تعیین اهمیت نسبی خواسته‌های مشتری: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بهترین عملکرد با استفاده از الگوریتم SVM حاصل شد که بیشترین دقت را در بین ٤ الگوریتم استفاده‌شده برای محاسبه وزن الزامات کیفی را دارد. اولین مرحله از تکمیل خانه کیفیت تلفیق‌شده با تحلیل شبکه‌ای، W_1 یا بردار نشان‌دهنده تأثیر هدف (ارائه خدمتی که مشتری را ارضا کند) بر خواسته‌های مشتری است. به‌عبارت‌دیگر W_1 اهمیت خواسته‌های مشتری را نشان می‌دهد که در فاز قبل و با استفاده از الگوریتم SVM محاسبه شدند.

ب) تعیین اوزان نسبی ویژگی‌های فنی: پس از تعیین اهمیت نسبی خواسته‌های مسافران، با فرض استقلال بین الزامات فنی، به‌منظور تعیین اهمیت نسبی ویژگی‌های فنی، شدت و میزان رابطه هر خواسته مشتری با ویژگی‌های فنی مربوط به آن، با مشورت خبرگان، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال برای تعیین میزان رابطه خواسته مشتری "سروقت بودن اتوبوس‌ها" با الزامات فنی مربوط به آن، می‌توان این سؤال را پرسید: با توجه به خواسته مشتری "سروقت بودن اتوبوس‌ها"، کدام مشخصه‌های فنی اهمیت بیشتری دارد؟ با توجه به این خواسته، از بین الزامات موجود، تنها الزاماتی در جدول ٤ قرار می‌گیرند که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر این خواسته تأثیرگذار باشند. افزایش تعداد اتوبوس‌ها باعث کاهش زمان انتظار در ایستگاه می‌شود. در صورت احترام به سقف مسافران، سرعت مسافر گیری در ایستگاه و خروج از ایستگاه‌ها بالا رفته و درنتیجه سرعت خدمات افزایش می‌یابد که باعث بهبود وضعیت زمان‌بندی می‌شود. این تحلیل در مقاله‌ی ردهارنامان و همکاران نیز مورد تأیید می‌باشد [Radharamanan, Juang and Felix, 2008]. نتایج مقایسات زوجی مربوط به خواسته‌ی "سروقت بودن اتوبوس‌ها" در جدول ٤ آمده است.

جدول ٤. نتایج مقایسات زوجی مربوط به خواسته "سروقت بودن اتوبوس‌ها"

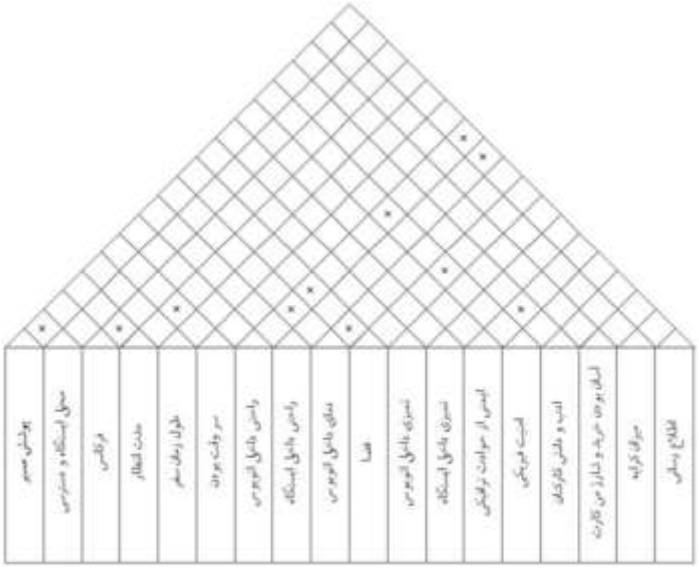
		dr_1	dr_2	dr_5	dr_9	dr_{19}	W_{j6}
افزایش تعداد اتوبوس‌ها	dr_1	١	٤	٥	٣	٦	٠،٤٧٩
توسعه و بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های جدید برنامه‌ریزی	dr_2	٠،٢٥	١	٤	٣	٥	٠،٢٥
احترام به سقف تعداد مسافران	dr_5	٠،٢	٠،٢٥	١	٠،٣٣٣	٣	٠،٠٧٨
اجرای حد مجاز سرعت	dr_9	٠،٣٣٣	٠،٣٣٣	٣	١	٤	٠،١٤٩
نصب دستگاه‌های کنترل ورود به ایستگاه	dr_{19}	٠،١٦٦	٠،٢	٠،٣٣٣	٠،٢٥	١	٠،٠٤٤

برخی روابط بین نیازها و الزامات فنی بر اساس مقالات این حوزه نیز قابل تأیید است. برای مثال در مورد نیاز ادب و دانش کارکنان، رابطه قوی بین آموزش برای رفتار مناسب با مشتری و نیاز کارکنان مؤدب، در مقاله‌ی پاکدل نشان داده‌شده است [Pakdil and Kurtulmuşoğlu, 2015]. همچنین رابطه‌ی سایت و خدمات آنلاین با سهولت خرید و شارژ من‌کارت و رابطه بهبود طراحی صندلی‌ها با فضا و راحتی نیز با توجه به این مقاله تأیید می‌گردد. چنانچه به طریق مشابه در مورد دیگر خواسته‌ها و ویژگی‌های فنی عمل شود، ماتریس نهایی که اوزان نسبی ویژگی‌های فنی را با توجه به هر یک از خواسته‌های مشتری نشان می‌دهد (W_2) به دست می‌آید که در پیوست قابل‌مشاهده است.

ج) محاسبه همبستگی داخلی خواسته‌های مشتری: برای محاسبه میزان همبستگی خواسته‌های مشتری، میزان تأثیر هر خواسته بر دیگر خواسته‌های مشتری به‌وسیله مقایسات زوجی سنجیده می‌شود. برای مثال می‌توان این سؤال را مطرح کرد که با توجه به عامل "راحتی داخل اتوبوس"، کدام خواسته‌های مشتری اهمیت بیشتری دارد؟ در این قسمت نیز تنها نیازهای مرتبط و تأثیرگذار بر نیاز راحتی داخل اتوبوس در جدول قرار داده می‌شوند. در صورت وجود فضای بیشتر، دمای اتوبوس با استفاده از سیستم گرمایشی/سرمایشی بهتر کنترل شده و درنتیجه راحتی بیشتر خواهد بود. امنیت فیزیکی باعث راحتی خیال و راحت‌تر بودن در اتوبوس خواهد شد. در صورت وجود اطلاع‌رسانی مناسب، مسافران از موقعیت و ایستگاه بعدی مطلع شده و علاوه بر راحتی خیال، در زمان مناسب اقدام به جابجا شدن می‌کنند که باعث افزایش راحتی خود و سایر مسافران می‌شود.

چنانچه به طریق مشابه در مورد دیگر خواسته‌ها عمل شود، ماتریس نهایی که همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری را نشان می‌دهد (W_3)، به دست می‌آید که در پیوست قابل‌مشاهده است. همچنین روابط داخلی بین خواسته‌های مشتری در جدول٥ و نتایج مقایسات زوجی مربوط به خواسته‌ی "راحتی داخل اتوبوس" در جدول ٦ نشان داده‌شده است.

جدول ۵. روابط داخلی بین خواسته‌های مشتری



جدول ٦. نتایج مقایسات زوجی مربوط به خواسته‌ی "راحتی داخل اتوبوس"

		CN_7	CN_9	CN_{10}	CN_{14}	CN_{18}	W_{j7}
راحتی اتوبوس	$CN_۷$	۱	٤	۲	۲	۵	۰٫۳۸۵
دمای اتوبوس	$CN_۹$	۰٫۲۵	۱	۰٫۲۵	۰٫۳۳۳	۲	۰٫۰۸٦
فضا	$CN_{۱۰}$	۰٫۵	٤	۱	۱	۳	۰٫۲۱۵
امنیت فیزیکی	$CN_{۱٤}$	۰٫۵	۳	۱	۱	۵	۰٫۲۵۵
اطلاع‌رسانی	$CN_{۱۸}$	۰٫۲	۰٫۵	۰٫۳۳۳	۰٫۲	۱	۰٫۰۵۹

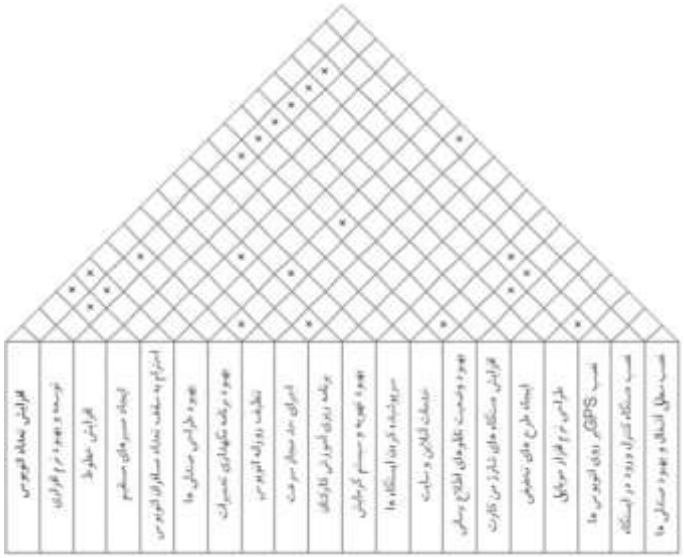
د) محاسبه همبستگی داخلی الزامات فنی: به‌مانند محاسبه همبستگی داخلی خواسته‌های مشتری، برای محاسبه همبستگی داخلی ویژگی‌های فنی، می‌توان با توجه به روابط هر ویژگی فنی با دیگر ویژگی‌های فنی سؤالاتی شبیه به آنچه در قسمت پیش پرسیده شد، مطرح شود.

نتایج مقایسات زوجی همبستگی داخلی الزامات فنی با توجه به خواسته‌ی "احترام به سقف تعداد مسافران" در جدول ۸ آمده است. چنانچه به طریق مشابه در مورد دیگر ویژگی‌های فنی عمل شود، ماتریس نهایی که همبستگی داخلی بین ویژگی‌های فنی را با توجه به هر یک از خواسته‌های مشتری نشان می‌دهد ($W_٤$) به دست می‌آید که در پیوست قابل‌مشاهده است. همچنین روابط داخلی بین الزامات فنی در نمودار ۷ نشان داده‌شده است.

حال به‌عنوان آخرین بخش گام دوم، باید اوزان نسبی خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی با توجه به همبستگی‌های داخلی بین هر گروه از این عوامل محاسبه شوند. اوزان نسبی خواسته‌های مشتری با در نظر گرفتن همبستگی‌های داخلی به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$$W_{CNs} = W_۳ \times W_۱ \qquad (۲)$$

جدول ۷. روابط داخلی بین الزامات فنی



جدول ۸. نتایج مقایسات زوجی همبستگی داخلی الزامات فنی با توجه به خواسته‌ی "احترام به سقف تعداد مسافران"

		dr_1	dr_2	dr_5	dr_{10}	W_{j5}
افزایش تعداد اتوبوس‌ها	$dr_۱$	۱	۵	۰٫۵	۵	۰٫۳۸٤
توسعه و بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های جدید برنامه‌ریزی	$dr_۲$	۰٫۲۵	۱	٤	۰٫۳۳	۰٫۰٦۸
احترام به سقف تعداد مسافران	$dr_۵$	۲	٤	۱	۲	۰٫٤۰۲
برنامه‌ریزی آموزش کارکنان	$dr_{۱۰}$	۰٫۲	۳	۰٫۵	۱	۰٫۱٤٦

و اوزان نسبی ویژگی‌های فنی با در نظر گرفت همبستگی‌های داخلی (W_{PTRs}) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W_{PTRs} = W_{٤} \times W_{۲} \qquad (۳)$$

و درنهایت اولویت‌های کلی ویژگی‌های فنی با توجه به اوزان نسبی کلی خواسته‌های مشتری (W^{ANP}) که منعکس‌کننده روابط کلی داخل خانه کیفیت است، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$W^{ANP} = W_{PTRs} \times W_{CNs} \qquad (٤)$$

پس از انجام محاسبات بالا برای همه‌ی خوشه‌ها، اوزان کلی ویژگی‌های فنی برای هر خوشه به‌صورت جدول ۹ خواهد بود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، با توجه به نتایج و وزن‌های به‌دست آمده، وزن الزامات با توجه به خوشه مشتریان متفاوت است. بااین‌حال افزایش تعداد اتوبوس‌ها در تمامی خوشه‌ها بیشترین اهمیت و وزن را دارا است و پس‌ازآن بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌های جدید در جایگاه دوم اهمیت قرار دارد. دو ستون آخر جدول ۹، نشان‌دهنده‌ی میانگین رتبه و حداکثر اختلاف رتبه است. با بررسی و تحلیل رتبه‌ها نیز می‌توان نتایج کارآمدی به دست آورد. برای مثال عدم وجود اختلاف رتبه بین خوشه‌ها برای الزام افزایش تعداد اتوبوس‌ها، نشان‌دهنده‌ی اهمیت این الزام برای تمام خوشه‌ها است. در مثالی دیگر می‌توان به اختلاف بالای رتبه‌ی الزام ایجاد مسیرهای مستقیم در زمان اوج ترافیک، بین خوشه‌ی ٤ یعنی مسافران مسن و سایر خوشه‌ها اشاره کرد. این موضوع را می‌توان با در نظر گرفتن اهمیت پایین زمان سفر و سایر نیازهای سرعت خدمات برای افراد مسن تحلیل کرد.

با انجام آزمون ضریب همبستگی پیرسون نتایج جدول ۱۰ حاصل شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار معیار تصمیم (Sig.) تقریباً در بین همه خوشه‌ها کمتر از ۰٫۰۵ و ۰٫۰۱ می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی

معنی‌دار بودن ضریب همبستگی و وجود ارتباط معنادار بین خوشه‌ها می‌باشد. البته تنها خوشه ۲ و ٤ مقدار معیار تصمیم بیشتر از ۰٫۰۵ شده است که نشان‌دهنده عدم وجود ارتباط بین این ۲ خوشه، یعنی خوشه‌های مسافران غیر مکرر و مسافران مسن می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی تفاوت زیاد در خواسته‌های آنان و درنتیجه تفاوت در راهکارهای افزایش کیفیت خدمات برای آنان می‌باشد که تأییدی بر نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۹ است. مسافران غیر مکرر به دلیل استفاده‌ی گاه‌به‌گاه ممکن است بسیاری از مشکلات و نیازهای موجود را درک نکنند. همچنین تفاوت در خواسته‌هایی مانند زمان سفر که برای افراد مسن اهمیت بالایی ندارد، ممکن است علت به وجود آمدن این تفاوت باشد.

برای مثال در رتبه الزام "ایجاد مسیرهای مستقیم در زمان اوج ترافیک"، برای مسافران غیر مکرر، ۱۰ و برای افراد مسن ۱۹ است. این الزام برای بهبود سرعت سرویس و کاهش زمان سفر است که همان‌طور که گفته شد، اهمیت پایین‌تری برای افراد مسن دارد. در مقابل، الزام "سرپوشیده کردن ایستگاه‌ها"، برای مسافران غیر مکرر، رتبه ۲۰، و برای افراد مسن رتبه ۳ دارد. این امر به‌واسطه اهمیت بالای گرم بودن و راحت بودن ایستگاه برای افراد مسن است، درحالی‌که برای مسافران غیر مکرر، به دلیل استفاده‌ی کم از اتوبوس، ممکن است اهمیت پایینی داشته باشد.

جدول ۹. رتبه‌بندی و وزن الزامات برای هر خوشه

الزامات فنی	وزن الزامات در هر خوشه										
	کل	رتبه	خوشه۱	رتبه	خوشه۲	رتبه	خوشه۳	رتبه	خوشه٤	رتبه	میانگین رتبه	حداکثر اختلاف رتبه‌ها
افزایش تعداد اتوبوس‌ها	۰٫۲۹٦٤	۱	۰٫۲۵۲۱	۱	۰٫۲۷۸۱	۱	۰٫۲۹۱۲	۱	۰٫۳۱۹۷	۱	۱	۰
توسعه و بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های جدید برنامه‌ریزی	۰٫۱۱٦۵	۲	۰٫۱۱۰۵	۳	۰٫۱۱۸۹	۲	۰٫۱۱۰۱	۲	۰٫۱۰۷۸	۲	۲٫۲	۱
افزایش خطوط	۰٫۰۰۹۸	۱۹	۰٫۰۰۸۳	۱۷	۰٫۰۰۷۲	۱۹	۰٫۰۰۷۳	۲۰	۰٫۰۱۰٦	۱۷	۱۸٫٤	۳
ایجاد مسیرهای مستقیم در زمان‌های اوج ترافیک	۰٫۰۳٤۳	۱۱	۰٫۰٤۲۳	۷	۰٫۰۳۳۹	۱۰	۰٫۰۳۵۱	۹	۰٫۰۰۰۰	۱۹	۱۱٫۲	۱۲
احترام به سقف تعداد مسافران	۰٫۰٦۱۳	۳	۰٫۰۳۸٤	۹	۰٫۰۵۱۹	۷	۰٫۰۵٤۹	۵	۰٫۰٦۵۵	٦	٦	٦
بهبود طراحی صندلی‌ها	۰٫۰۱۸۱	۱۵	۰٫۰۰۸۰	۱۹	۰٫۰۱٤۷	۱٤	۰٫۰۱۵۰	۱٦	۰٫۰۲٦۹	۱۰	۱٤٫۸	۹
بهبود برنامه‌های نگهداری تعمیرات	۰٫۰٤۱۸	۸	۰٫۰۲۳۵	۱۲	۰٫۰٤۳۵	۸	۰٫۰۳۲۳	۱۱	۰٫۰۱۱۸	۱٦	۱۱	۸
تنظیف روزانه اتوبوس‌ها	۰٫۰٤۸۵	٦	۰٫۰۲۸٤	۱۰	۰٫۰۵٤۲	٦	۰٫۰۳۲۹	۱۰	۰٫۰۰۰۰	۱۹	۱۰٫۲	۱۳
اجرای حد مجاز سرعت	۰٫۰۰۷۵	۲۰	۰٫۰۱۲۰	۱۵	۰٫۰۱۰۰	۱۷	۰٫۰۱٤۰	۱۷	۰٫۰۱۰۵	۱۸	۱۷٫٤	۵
برنامه‌ریزی آموزش کارکنان	۰٫۰٤٦۹	۷	۰٫۱٦٦۹	۲	۰٫۱۱٤۰	۳	۰٫۰۸٤۵	۳	۰٫۰۲۹۰	۹	٤٫۸	۷
بهبود تهویه و سیستم گرمایش و سرمایش	۰٫۰۳۳۱	۱۲	۰٫۰۱۱۲	۱٦	۰٫۰۲۷۷	۱۱	۰٫۰۲۹۸	۱۲	۰٫۰۳۰۹	۸	۱۱٫۸	۸
سرپوشیده کردن ایستگاه‌ها	۰٫۰۳۷۹	۱۰	۰٫۰٦۷۷	٤	۰٫۰۰۳۱	۲۰	۰٫۰۵۳٦	٦	۰٫۰۷۸۲	۳	۸٫٦	۱۷
خدمات آنلاین و سایت	۰٫۰۱۰۱	۱۸	۰٫۰۰۸۲	۱۸	۰٫۰۱۱۳	۱٦	۰٫۰۱۱۸	۱۹	۰٫۰۱۷۸	۱٤	۱۷	۵
بهبود وضعیت تابلوهای اطلاع‌رسانی	۰٫۰۱٤٦	۱٦	۰٫۰۱٦۵	۱٤	۰٫۰۱۵۷	۱۳	۰٫۰۱۵۲	۱۵	۰٫۰۲۰۸	۱۳	۱٤٫۲	۳
افزایش تعداد دستگاه‌های	۰٫۰۱۱۲	۱۷	۰٫۰۰۲٤	۲۰	۰٫۰۰۹٦	۱۸	۰٫۰۱۱۹	۱۸	۰٫۰۲۵۲	۱۲	۱۷٫۲	۸

شارژ من‌کارت											
ایجاد طرح‌های تخفیفی	۰٫۰۵۸۶	۵	۰٫۰۴۰۲	۸	۰٫۰۶۳۵	۵	۰٫۰۳۹۹	۸	۰٫۰۵۵۱	۷	۶٫۶	۳
طراحی نرم‌افزار برای موبایل برای شارژ و اطلاع‌رسانی	۰٫۰۴۰۱	۹	۰٫۰۲۸۳	۱۱	۰٫۰۴۲۹	۹	۰٫۰۴۶۱	۷	۰٫۰۷۴۰	۵	۸٫۲	۶
نصب GPS بر روی اتوبوس‌ها	۰٫۰۶۰۲	۴	۰٫۰۶۲۲	۵	۰٫۰۶۷۷	۴	۰٫۰۷۰۷	۴	۰٫۰۷۷۶	۴	۴٫۲	۱
نصب دستگاه‌های کنترل ورود به ایستگاه	۰٫۰۲۲۱	۱۴	۰٫۰۱۹۸	۱۳	۰٫۰۱۹۸	۱۲	۰٫۰۲۱۲	۱۴	۰٫۰۱۲۵	۱۵	۱۳٫۶	۳
نصب سطل آشغال، بهبود صندلی در ایستگاه‌ها	۰٫۰۳۱۰	۱۳	۰٫۰۵۳۱	۶	۰٫۰۱۲۴	۱۵	۰٫۰۲۲۵	۱۳	۰٫۰۲۶۱	۱۱	۱۱٫۶	۹

جدول ۱۰. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون

		خوشه کل	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ۴
خوشه کل	Pearson Correlation	۱	۰٫۷۸۶**	۰٫۸۷۵**	۰٫۹۳۱**	۰٫۶۳۲**
	Sig. (۲-tailed)		۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۳
	N	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
خوشه ۱	Pearson Correlation	۰٫۷۸۶**	۱	۰/۶۵۰**	۰٫۸۹۶**	۰٫۵۴۰*
	Sig. (۲-tailed)	۰٫۰۰۰		۰٫۰۰۲	۰٫۰۰۰	۰٫۰۱۴
	N	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
خوشه ۲	Pearson Correlation	۰٫۸۷۵**	۰٫۶۵۰**	۱	۰٫۸۰۰**	۰٫۴۲۵
	Sig. (۲-tailed)	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۲		۰٫۰۰۰	۰٫۰۶۲
	N	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
خوشه ۳	Pearson Correlation	۰٫۹۳۱**	۰٫۸۹۶**	۰٫۸۰۰**	۱	۰٫۷۰۴**
	Sig. (۲-tailed)	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰	۰٫۰۰۰		۰٫۰۰۱
	N	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
خوشه ۴	Pearson Correlation	,۶۳۲**	,۵۴۰*	۰٫۴۲۵	۰٫۷۰۴**	۱
	Sig. (۲-tailed)	۰٫۰۰۳	۰٫۰۱۴	۰٫۰۶۲	۰٫۰۰۱	
	N	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰

** ،Correlation is significant at the ۰٫۰۱level (۲-tailed)،

* ،Correlation is significant at the ۰٫۰۵level (۲-tailed)،

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از روش‌های داده‌کاوی به ارزیابی و تحلیل کیفیت خدمات حمل و نقل عمومی(اتوبوس‌های شهری در مشهد) پرداختیم. همان‌طور که نشان داده شد، مسافران اتوبوس در مشهد بر اساس خصوصیات اولیه با استفاده از خوشه‌بندی به ٤ خوشه‌ی دانشجویان جوان، مسافران غیرمکرر، زنان کارمند و مسافران مسن تقسیم شدند. تحلیل انجام‌شده بر روی داده‌ها با استفاده از الگوریتم‌های مختلف درخت تصمیم، اهمیت عوامل تأثیرگذار بر ارزیابی کیفیت را نشان دادند. برای دانشجویان جوان به ترتیب ادب و دانش کارکنان، سروقت بودن اتوبوس‌ها و فرکانس از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ارزیابی کیفیت شناسایی شدند. برای مسافران غیر مکرر، مدت انتظار، تمیزی داخل اتوبوس، و راحتی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ارزیابی کیفیت شناسایی گردید. برای زنان کارمند، راحتی داخل اتوبوس، فرکانس و اطلاع‌رسانی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ارزیابی کیفیت تعیین شدند. برای مسافران مسن نیز، وجود فضا، آسان بودن خرید و شارژ من‌کارت و اطلاع‌رسانی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ارزیابی کیفیت شناسایی شدند. پس‌ازاین قسمت، با استفاده از ابزار خانه کیفیت و نظرات خبرگان به تعیین و اولویت‌بندی برخی راهکارها برای بهبود وضعیت پرداخته شد که بر اساس نظر خبرگان و روابط بین عوامل و الزامات، بیشترین وزن به افزایش تعداد اتوبوس‌ها و توسعه و بهبود نرم‌افزاری و استفاده از الگوریتم‌های جدید اختصاص یافته است. همچنین با بررسی و تحلیل رتبه‌ها با استفاده از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن، به نتایج جالبی می‌توان دست پیدا کرد که به برخی از آنها در قسمت قبل اشاره شد.

با توجه به پژوهش حاضر و بررسی‌های صورت گرفته در زمینه کیفیت حمل و نقل عمومی حوزه‌ها و زمینه‌های ذیل برای پژوهش‌ها و مطالعات آتی در دو حوزه نظری و کاربردی پیشنهاد می‌گردد:

حوزه نظری:

- افزایش تعداد نمونه و بهبود و جامع‌تر کردن پرسشنامه و معیارهای مورد بررسی.
- استفاده از روش های جدید تر و ترکیبی داده کاوی و مقایسه با تحقیق فعلی
- در نظر گرفتن همبستگی‌های بودجه‌ای راهکارهای بهبود.
- در نظر گرفتن محدودیت‌های بیشتر در مدل برای نزدیکتر شدن به دنیای واقعی (برای مثال، نیروی انسانی، قابلیت توسعه و...).

حوزه کاربردی

- بازه های زمانی و جغرافیایی مختلف با توجه به ویژگی های شهر مشهد
- تحلیل خواسته‌ها به صورت جداگانه برای زائران وشهروندان
- بررسی نظرات مشتریان در ارائه راهکارهای بهبود.

٦. پی‌نوشت‌ها

1. Stated preference
2. Servaqual
3. Classification and Regression Tree
4. Latent Class Clustering
5. Bayesian information criteria
6. Akaike information criterion
7. Consistent Akaike information criterion
8. Artificial neural network
9. Hyperplane
10. Support Vectors
11. Margin

۷. مراجع

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 and Industrial Engineering, Vol. 61, No. 3, pp. 637-646.

de Oña, J., de Oña, R. and Calvo, F. J. (2012) "A classification tree approach to identify key factors of transit service quality", Expert Systems with Applications, Vol. 39, No. 12, pp. 11164-11171.

de Oña, J., de Oña, R., and López, G. (2015). "Transit service quality analysis using cluster

in public transportation", Expert Systems with Applications, Vol. 41, No.15, pp. 6830-6838.

-Ji, J. and Gao, X. (2010) "Analysis of people's satisfaction with public transportation in Beijing", Habitat International, Vol. 34, No. 4, pp. 464-470.

-Karsak, E. E., Sozer, S. and Alptekin, S. E. (2003) "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.

-Pakdil, F. and Kurtulmuşoğlu, F. B. (2014) "Improving service quality in highway passenger transportation: a case study using quality function deployment", EJTIR, Vol. 14, No. 4, pp. 375-393.

-Kurtulmuşoğlu, F. B., Pakdil, F. and Atalay, K. D. (2016) "Quality improvement strategies of highway bus service based on a fuzzy quality function deployment approach", Transportmetrica A: Transport Science, Vol. 12, No. 2, pp. 175-202.

-Pourahmad, A., Mohammadpour, S. and Manouchehri, A. (2014) "Analysis of passenger satisfaction of the establishment of urban rapid transportation (BRT) system, using Statistical Models Measuring the Quality of Urban Services (Servqual), Case Study: Tabriz BRT Lines". 2, Vol. 25, No.3 , pp. 137-156.

-Radharamanan, R., Juang, J.-N. and Felix, C. (2008) "Service quality in a collective urban transportation system", Paper presented at the Service-Oriented System Engineering, 2008. SOSE'08. IEEE International Symposium, pp. 227-232.

-Rao, K. C. A. and Thakar, G. (2013) "Enhancement of customer satisfaction by QFD in bus service", International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering, Vol. 2, No. 5, pp. 2319 – 2526.

-Redman, L., Friman, M., Gärling, T. and Hartig, T. (2013) "Quality attributes of public transport that attract car users: A research review", Transport Policy, Vol. 25, pp. 119-127.

-Tsoukalidis, I., Karasavvoglou, A., Mandilas, A. and Valsamidis, S. (2009) "Application of analysis and decision trees: a step forward to personalized marketing in public transportation", Transportation, Vol. 43, No. 5, pp. 1-23.

-de Oña, J., López, G., Mujalli, R., and Calvo, F. J. (2013). "Analysis of traffic accidents on rural highways using Latent Class Clustering and Bayesian Networks", Accident Analysis and Prevention, Vol. 51, pp. 1-10.

-De Oña, R., and de Oña, J. (2013). "Analyzing transit service quality evolution using decision trees and gender segmentation", WIT Trans Built Environ, Vol. 130, pp. 611-621.

-De los Rios, F. J. D., López, R. D. O., & López, J. D. O. (2016) "The effect of service attributes' hierarchy on passengers' segmentation, A light rail transit service case study", Transportation Resea*rch* Procedia, Vol.18, pp. 234-241.

-De Oña, J., De Oña, R., Diez-Mesa, F., Eboli, L. and Mazzulla, G. (2016) "A composite index for evaluating transit service quality across different user profiles", Journal of Public Transportation, Vol. 19, No. 2 , pp. 128-153.

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

-Eboli, L. and Mazzulla, G. (2011) "A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view", Transport Policy, Vol. 18, No. 1, pp. 172-181.

-Fellesson, M. and Friman, M. (2012) "Perceived satisfaction with public transport service in nine European cities", Journal of the Transportation Research Forum, Vol. 47, No. 3, pp. 93-103.

Friman, M. and Fellesson, M. (2009) "Service supply and customer satisfaction in public transportation: the quality paradox", Journal of Public Transportation, Vol. 12, No. 4, pp. 57-69.

Garrido, C., De Oña, R. and De Oña, J. (2014) "Neural networks for analyzing service quality

quality function deployment on an alternative transportation system (paratransit system) ", European Research Studies, Vol. 12, No. 2, pp. 131-148.

-Barabino, B., Deiana, E. and Tilocca, P. (2012) "Measuring service quality in urban bus transport: a modified SERVQUAL approach". International Journal of Quality and Service Sciences, Vol. 4, No. 3, pp. 238-252.

-Beirão, G. and Cabral, J. S. (2007) "Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study". Transport Policy, Vol. 14, No. 6, pp. 478-489.

-Eboli, L. and Mazzulla, G. (2012) "Performance indicators for an objective measure of public transport service quality", European Transport \ Trasporti Europei, Vol. 51, p. 4.

-Fellesson, M. and Friman, M. (2012) "Perceived satisfaction with public transport service in nine European cities", Paper presented at the Journal of the Transportation Research Forum, Vol. 48, No. 3, pp. 93-103.

-LTA. (2014) "Public transport customer satisfaction survey", Singapore.

-RTA. (2014) "Public transport customer satisfaction survey", Chicago.

-Queensland Government Data (2014) " Monthly measure of customer satisfaction across all TransLink Division urban bus services in SEQ ", Queensland.

-Stradling, S., Carreno, M., Rye, T. and Noble, A. (2007) "Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience", Transport Policy, Vol. 14, No. 4, pp. 283-292.

-اسماعیلی، مهدی (۱۳۹۳). "مفاهیم و تکنیک‌های داده‌کاوی". دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کاشان.

-انتظاری، ابوالفضل، گلریز ضیائی، زهرا، صادقی حصار، حمید و فاطمی، جواد (۱۳۹۱) "ارزیابی کیفیت خدمات رسانی شبکه های حمل و نقل عمومی مشهد، چهارمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری.

-اولادی، مریم و اسعدی، عبدالرضا (۱۳۹۳) "عوامل موثر بر سطح رضایتمندی مشتریان از خدمات حمل و نقل عمومی در شهر نیشابور(مطالعه موردی: آژانس های تاکسی تلفنی)"، سومین همایش ملی سالیانه علوم مدیریت نوین.

-حجازی، سیدجعفر، رادکیا، سیروس و سرکاری، مصطفی (۱۳۹۲) "اثرسنجی اجزای سامانه اتوبوس تندور BRT بر معیارهای کیفیت حمل و نقل عمومی"، همایش ملی مهندسی عمران کاربردی و دستاوردهای نوین.

-رضایی، محمدرضا ، احمدی، نسرین و حیدری، یاسر (۱۳۹۲) "بررسی و ارزیابی میزان رضایت شهروندان از استفاده از حمل و نقل عمومی مطالعه موردی (خط BRT1 شهر اصفهان)"، سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-سلیمانی، مینا، علیزاده، سمیه و صفی، مهسا (۱۳۹۱) "استفاده از درخت تصمیم در بهبود خدمت رسانی در مدیریت شهری موردکاوی دفاتر خدمات الکترونیک شهر"، ششمین کنفرانس داده‌کاوی ایران, تهران .

-غضنفری، مهدی، علیزاده، سمیه و تیمورپور، بابک (۱۳۹۳). "داده‌کاوی و کشف دانش"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

-مطیعیان، حمید، مسگری، محمدسعدی و نعیمی، احمد (۱۳۹۱) "بهینه سازی مسیر تردد سرویسهای حمل و نقل یک شرکت، با استفاده از خوشه بندی و الگوریتم ژنتیک". فصلنامه علمی - پژوهشی مهندسی حمل و نقل, دوره ۳، شماره ٤,ص ۳۷٤-۳٦۱ .

-مومنی، منصور و آتش‌سوز، علی (۱۳۸۳) "طراحی مدل جهت برنامه ریزی محصول با استفاده از QFD و به کارگیری ANP و برنامه ریزی آرمانی"، فصلنامه مدیریت صنعتی، شماره ٤، ص. ٤۱-۷٤

-میرکتولی، جعفر، محمدی، فاطمه، نگاری، اعظم و شکری، اعظم (۱۳۹۲) " بررسی رضایت مردم از کیفیت خدمات‌رسانی حمل ونقل عمومی (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهرگرگان)"، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، دوره ۱، شماره ۱،ص ۱۵۱-۱۳۳ .

-تقی زاده کاشانی، رضا و اشتری نژاد، عماد (۱۳۹۲)، " پایش مستمر کیفیت خدمات اتوبوسرانی در قالب نظر سنجی از کاربران "، مرکز پژوهش‌های شورای شهر مشهد.

-مهرالحسنی، محمدحسین و جدیدی، رحمت‌الله و امینی، سعید (۱۳۹٤)، "اولویت‌بندی فنون آموزش سلامت مرکز بهداشت استان مرکزی با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی. فصلنامه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت ایران ". فصلنامه آموزش بهداشت و ارتقا سلامت, دوره ۳، شماره ٤، ص ۳۲۸

۸. پیوست‌ها

جدول ۱. بررسی عوامل موثر بر ارزیابی کیفیت ذکر شده در تحقیقات پیشین

دسته	منابع/فاکتورها	[Eboli & Mazzulla, 2012]	[Fellesson and Friman, 2012]	[Kashani and Ashtari nezhad, 1392]	[J. de Oña , R. de Oña, and López, 2015]	[Barabino, Deiana, & Tilocca, 2012]
دسترسی	مسیر و پوشش (نزدیکی ایستگاه‌ها به مبدأ و مقصد)	●		●	●	●
	تعداد ایستگاه	●	●			
	فاصله بین ایستگاه‌ها	●	●			
	محل ایستگاه‌ها و دسترسی به آن‌ها	●	●	●	●	
	فرکانس	●	●		●	●
قابلیت اعتماد	مدت انتظار	●	●	●		●
	زمان سفر	●	●			●
	سرعت خدمات	●			●	●
	سر وقت بودن اتوبوس‌ها	●	●	●	●	●
	نظم در فاصله‌ی زمانی بین اتوبوس‌ها	●	●	●		●
	پیوستگی زمان اجرا	●				
راحتی	راحتی درون وسیله	●		●		●
	راحتی ایستگاه	●		●		●
	دمای اتوبوس	●	●	●	●	
	وجود فضا داخل کابین		●	●	●	●
تمیزی	تمیزی (ایستگاه و اتوبوس)	●	●	●	●	●
کرایه	کرایه	●		●	●	
اطلاع‌رسانی	اطلاع‌رسانی	●	●	●	●	●
مشتری‌مداری	ادب و دانش کارکنان	●	●	●	●	
	آسان بودن خرید بلیط	●		●		●
اثرات زیست‌محیطی	اثرات زیست‌محیطی	●				●
امنیت و ایمنی	مهارت راننده		●	●		●
	امنیت فیزیکی	●	●			
	ایمنی از حوادث ترافیکی	●	●		●	●

ادامه جدول ۱. بررسی عوامل موثر بر ارزیابی کیفیت ذکر شده در تحقیقات پیشین

دسته	منابع/فاکتورها	[Stradling, Carreno, Rye, & Noble, 2007]	[Qeensland governmentdata,2014]	[Beirão & Cabral, 2007]	[Land Transport Authority of Singapore ,2014]	[Regional Transportation Authority of chicago ,2014]
دسترسی	مسیر و پوشش (نزدیکی ایستگاه‌ها به مبدأ و مقصد)	●	●	●		
	تعداد ایستگاه					
	فاصله بین ایستگاه‌ها					
	محل ایستگاه‌ها و دسترسی به آن‌ها		●	●	●	
	فرکانس		●			
قابلیت اعتماد	مدت انتظار		●	●	●	●
	زمان سفر				●	●
	سرعت خدمات		●	●		
	سر وقت بودن اتوبوس‌ها		●	●	●	●
	نظم در فاصله‌ی زمانی بین اتوبوس‌ها		●	●	●	●
	پیوستگی زمان اجرا			●		
راحتی	راحتی درون وسیله	●	●	●	●	
	راحتی ایستگاه		●	●	●	
	دمای اتوبوس					●
	وجود فضا داخل کابین	●		●		●
تمیزی	تمیزی (ایستگاه و اتوبوس)					●
کرایه	کرایه	●	●			
اطلاع‌رسانی	اطلاع‌رسانی		●		●	●
مشتری‌مداری	ادب و دانش کارکنان		●		●	●
	آسان بودن خرید بلیط		●		●	
اثرات زیست محیطی	اثرات زیست‌محیطی					
ایمنی و امنیت	مهارت راننده					
	امنیت فیزیکی	●			●	●
	ایمنی از حوادث ترافیکی		●		●	●

جدول ۲. نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم‌های درخت تصمیم و دقت آنها

معیارها		الگوریتم مورداستفاده									
		CART					CHAID				
خوشه		کل	۱	۲	۳	٤	کل	۱	۲	۳	٤
دقت(٪)	Train	۷۵	۷٦،۰۳	۷٦،۷٤	٦۳،٦٤	۸۲،۷٦	۷۹،۲۷	۷۵،۲۱	۸۸،۳۷	۸٤،۸۵	۸٤،٤۸
	Test	٦۰،۱٤	٦٦،۰۷	٦۰	۵۷،۱٤	۵۱،۵٤	٦٤،۸٦	۵۷،۱٤	۷٤،۲۹	٦۷،۸٦	٦۱،۵٤
پوشش مسیر		۰،۰٤٤	۰،٤۷۷	۰،۳٤۰		۵،۰۷	۰،۲۳۵		۰،۲٤۲		
محل ایستگاه و دسترسی		۱،۱۲۰		۳،۳۲۱		۱،٤۲		۱،۳۲۰		۵،۸۲۱	
فرکانس		۸،۱۸۰		۱۰،۱۵۳	۱۹،۰۷۸	۱،٤۲	۷،۸٤٤	۱۰،۲۵۰			
مدت انتظار		۱،۱۲۰		۳،۳۲۱	۷،۷۱۹	۱،٤۲		۱٦،۳۸۰			٤۱،٤٦
طول زمان سفر		۱،۱۲۰	٤،٤۹۰	۳،۳۲۱	۷،۷۱۹		۹،۳۵۱	۱۵،۵۹۰		۳،۹۸۰	۱٤،۰۱
سروقت بودن		۳۱،٤۷۰	۱۷،۳۰۰	۳،۳۲۱	۷،۷۱۹	۳٤،۰۱		۹،۰۲۰	٤،۷۷۰		
راحتی اتوبوس		۱٦،۹۹۰		۳،۳۲۱		۷،۸	۱٤،۲٤۵		۱۸،۲٤۲	۲۵،۳٦۳	۱۸،۸
راحتی ایستگاه		۱،۱۲۰		۳،۳۲۱		۱،٤۲		٤،۸۲۰			
دمای اتوبوس		۱،۱۲۰		۱،۵٤۰		۱،٤۲			۷،۳٤۱	۱۳،۰۵۱	
فضا		۸،۵۸۰			۷،۷۱۹	۱،٤۲	۷،۱٤۸				
تمیزی اتوبوس		٦،۱۵۰		۳،۳۲۱	۷،۷۱۹	۱۹،۷۷	۹،۸۹۲		۱۹،۳۷۲	۱٤،۰۸۱	۱۲،٦۲
تمیزی ایستگاه		۱،۱۲۰			۷،۷۱۹	۱،٤۲	۱٤،۳۱۰	۲،۰۵۰	۱۰،۵۲۱	۱٤،۹۹۱	
ایمنی از حوادث ترافیکی				۱٤،٤۸٤	۷،۷۱۹	۱٤،۹۸			۱۵،۵۷۲	۲۲،۷۱۲	
امنیت فیزیکی		۱،۱۲۰		۳،۳۲۱	۷،۷۱۹	۱،٤۲	۷،٤۳۲				
ادب و دانش کارکنان		۱،۱۲۰	۲۵،۹۹۰	۳،۳۲۱		۱،٤۲	۳،۵٦۸	۳٤،٦۰۰			
سهولت خرید و شارژ من‌کارت		۱،۱۲۰		۳،۳۲۱							
میزان کرایه		۱،۱۲۰	٤،٤۹۰	۳،۳۲۱	۷،۷۱۹	٤،۱۲		۳،۷۸۰			
اطلاع‌رسانی		۱۳،۰۷۰		۳،۳۲۱	۱۱،٤٤۹	۱،٤۲	۲،۷۱۸	۲،۱۹۰			۱۲،۹۱

جدول۳. اوزان نسبی ویژگی‌های فنی

	CN۱	CN۲	CN۳	CN٤	CN٥	CN٦	CN۷	CN۸	CN۹	CN۱۰	CN۱۱	CN۱۲	CN۱۳	CN۱٤	CN۱٥	CN۱٦	CN۱۷	CN۱۸
DR۱	۰	۰	۰٫٦٥٤	۰٫٥	۰٫۰۹۱	۰٫٤۷۹	۰٫۳۰۷	۰	۰٫۲	۰٫٥۷۷	۰	۰	۰	۰٫۳۳۳	۰	۰	۰	۰
DR۲	۰٫۸	۰٫۷٥	۰	۰٫۲۸۲	۰٫۱۷۷	۰٫۲٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR۳	۰٫۲	۰٫۲٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR٤	۰	۰	۰٫۲۱۹	۰٫۱۲٤	۰٫٤۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR٥	۰	۰	۰٫۰۸۹	۰٫۰٦٥	۰٫۲٤۸	۰٫۰۷۸	۰٫۳۹۹	۰	۰٫۲	۰٫۳٤۲	۰	۰	۰	۰٫٥۷	۰	۰	۰	۰
DR٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۱٦۳	۰	۰	۰٫۰۸۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰٦٦	۰	۰	۰	۰	۰
DR۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۱٤۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۳۰۸	۰	۰	۰	۰	۰
DR۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۱۷۹	۰	۱	۰	۰	۰
DR۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۳۳۳	۰	۰	۰	۰٫۷٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۱۱۸	۰	۰٫۱٦۳
DR۱٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۱٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۲۱۷
DR۱٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۲٦۸	۰	۰
DR۱٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
DR۱۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫٦۱٤	۰	۰٫۰٥۲۷
DR۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫٤٤۷	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۹۳
DR۱۹	۰	۰	۰٫۰۳۸	۰٫۰۲۹	۰٫۰۷۱	۰٫۰٤٤	۰٫۰٥٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۹۷	۰	۰	۰	۰
DR۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰٥۲۷	۰	۰	۰	۰٫۲٥	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول٤. همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری

	cn1	cn10	cn11	cn12	cn13	cn14	cn15	cn16	cn17	cn18	cn2	cn3	cn4	cn5	cn6	cn7	cn8	cn9
cn1	۰,٦٦٧	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn2	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۳٦٤	۰,۵۳۷	۰	۰,۰۹۹	۰	۰	۰
cn5	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
cn6	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
cn7	۰	۰,۲۱۵	۰	۰	۰	۰,۲۵۵	۰	۰	۰	۰,۰۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۳۸۵	۰	۰,۰۸٦
cn8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۷۵	۰
cn9	۰	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۸
cn10	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn11	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn12	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn13	۰	۰	۰	۰	۰,٦٦٧	۰	۰,۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn14	۰	۰,۳۳۳	۰	۰	۰	۰,٦٦٧	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn15	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn16	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn17	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
cn18	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول۵. همبستگی داخلی بین ویژگی‌های فنی

	dr1	dr2	dr3	dr4	dr5	dr6	dr7	dr8	dr9	dr10	dr11	dr12	dr13	dr14	dr15	dr16	dr17	dr18	dr19	dr20
DR1	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR2	۰	۰٫٦٦٧	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۳۳۳	۰	۰
DR3	۰٫۳۳۳	۰	۰٫٦٦٧	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR4	۰	۰٫۳۳۳	۰	۰٫٦٦٧	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR5	۰٫۳۸٤	۰٫۰٦۸	۰	۰	۰٫٤۰۲	۰	۰	۰	۰	۰٫۱٤٦	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR7	۰	۰٫۱٦۷	۰	۰	۰	۰	۰٫۸۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۳٤۲	۰٫۵۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۸۱
DR9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫٦٦٧	۰٫۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR11	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۲	۰	۰	۰	۰٫۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR12	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
DR13	۰	۰٫۱۱٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۵۵٦	۰٫۰۷۱	۰	۰	۰	۰٫۲۵۹	۰	۰
DR14	۰	۰٫۱۳٦	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۹۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫٤۸۱	۰	۰	۰	۰٫۲۹	۰	۰
DR15	۰	۰٫۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۸	۰	۰	۰	۰	۰
DR16	۰	۰٫۱٦۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۸۳۳	۰	۰	۰	۰
DR17	۰	۰٫۱۵۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۰۵۳	۰	۰	۰٫۵٦٦	۰٫۲۲۲	۰	۰
DR18	۰	۰٫۱٦۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰٫۸۳۳	۰	۰
DR19	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
DR20	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱

ابراهیم رضائی نیک،علیرضا کیانیان

ابراهیم رضایی نیک، درجه کارشناسی در رشته مهندسی صنایع را در سال۱۳۷٦ از دانشگاه صنعتی شریف و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع در سال ۱۳۷۹ را از دانشگاه تهران اخذ نمود. در سال ۱۳۹۰موفق به کسب درجه دکتری در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه تربیت مدرس (فرصت تحقیقاتی دوره دکتری در دانشگاه هیروشیما-ژاپن) گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان مدیریت پروژه، مدیریت ریسک و تحقیق در عملیات کاربردی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه صنعتی سجاد مشهد است.

علیرضا کیانیان، درجه کارشناسی در رشته مهندسی صنایع را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه غیر انتفاعی صنعتی سجاد و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع-صنایع در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه غیر انتفاعی صنعتی سجاد اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان داده کاوی و بهینه سازی است.