Archive of SID

فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۳، شماره ۴ (پیاپی ۴۵)، زمستان ۱۳۹۷
شاپای چاپی ۵۹۶۸- ۲۵۳۸ شاپای الکترونیکی ۵۹۵X- ۲۵۳۸
http://jshsp.iaurasht.ac.ir
صص. ۹۵۰-۹۳۵

ارزیابی رضایت‌مندی شهروندان از سیستم حمل و نقل درون‌شهری همدان با استفاده از مدل‌های غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی

حامد عباسی*- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۷/۰۴/۰۴

چکیده

حمل و نقل یکی از مهم‌ترین زیربناهای تشکیل‌دهنده زندگی شهری است که شکل و چگونگی توسعه اجتماعی و اقتصادی شهر را تعیین می‌کند. در این راستا، بررسی کیفیت حمل و نقل شهر همدان که می‌تواند در توسعه آن بسیار مفید باشد؛ مورد توجه قرار گرفت. جهت ارزیابی میزان رضایتمندی شهروندان از سیستم حمل و نقل از مدل رگرسیون غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. بدین منظور ابتدا با تدوین پرسش‌نامه‌ای که بر اساس سه شاخص اصلی (وضعیت تجهیزات و تأسیسات، وضعیت ساختار کالبدی و وضعیت مدیریت و شیوه خدمات رسانی) پایه‌ریزی گردید؛ دیدگاه شهروندان جمع‌آوری شد. سپس با اتحاذ این شاخص‌ها به‌عنوان متغیر مستقل و میزان رضایت‌مندی به‌عنوان متغیر وابسته، یک مدل رگرسیون غیرخطی اجرا شد. میزان همبستگی و جذر میانگین مربعات خطای خروجی از این مدل به ترتیب به مقدار ۰/۹۱۴ و ۰/۳۳۴ مقدار بدست آمد. در رویکردی دیگر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، یک مدل با ساختار سه نرون ورودی، یک لایه پنهان و یک نرون خروجی پایه‌ریزی شد. همبستگی خروجی این مدل به مقدار ۰/۹۹۸ مقدار و جذر میانگین مربعات خطای آن در حدود ۶ برابر کمتر از مدل رگرسیونی محاسبه شد. نتایج نشان دادند که مدل شبکه عصبی با تخمین توأمان روابط خطی و غیرخطی، از انعطاف‌پذیری و قابلیت مناسب‌تری نسبت به رگرسیون غیرخطی برخوردار است. از طرفی شاخص‌های قیمت‌گذاری با ضریب (۰/۸۵۳)، برابری و رفاه با (۰/۷۹۵) و کاهش تقاضای سفر با (۰/۷۹۰) مقدار، اثرگذارترین شاخص‌ها در رضایت‌مندی شهروندان از شبکه حمل و نقل شهری هستند.

واژگان کلیدی: حمل و نقل، رضایت‌مندی، رگرسیون غیرخطی، شبکه عصبی مصنوعی، همدان

نحوه استناد به مقاله:
عباسی، حامد. (۱۳۹۷). ارزیابی رضایت‌مندی شهروندان از سیستم حمل و نقل درون‌شهری همدان با استفاده از مدل‌های غیرخطی و شبکه عصبی مصنوعی. *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۳(۴)، ۹۳۵-۹۵۰. http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_664039.html

* نویسنده مسئول: Email: Abbasi.h@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در جهان امروز، حمل و نقل مقوله‌ای است که تمام مردم به نحوی با آن در ارتباط مستقیم هستند و به موازات رشد و توسعه شهرها نیاز به خدمات و تسهیلات همگانی نیز افزایش یافته است و این امر به نوبه خود، ابعاد جدیدی به مسائل عمومی کلان شهرها به ویژه مسأله حمل و نقل با عنوان ترافیک داده است (Ahadi & Ghanizadeh Hesar, 2017). از معضلات جامعه شهری کنونی روند بی‌رویه افزایش مهاجرت به کلان‌شهرها است. بدین ترتیب، عدم توازنی میان زیرساخت‌ها و فضاهای شهری با رشد جمعیت و افزایش تردد خودروهای شخصی در سطح شهر پدید می آید. این عوامل زمان جابه‌جای، تصادفات، آلودگی صدا و نزدیک شدن میزان آلودگی هوا به مرزهای تهدید سلامت انسانی را موجب می‌شود. این در حالی است که تجربه نشان داده که هیچ راه حل منفردی برای حل مشکلات پیچیده حمل ونقل وجود ندارد و رفع چنین مشکلی نیازمند یک سازوکار جامع، پویا و قابل اطمینان است (Piraali & Sayyadat, 2014). چنین مواردی سبب شد که در مجامع جهانی توجه به سیاست‌های پایداری در حمل و نقل افزایش یابد. سیاست‌های حمل و نقل پایدار در صدد جستجوی روش‌هایی است که امکان دسترسی مناسب را برای همه اقشار جامعه فراهم کرده، هزینه‌های اقتصادی را تعدیل نموده و زمینه آلودگی‌های زیست محیطی را کاهش دهد (Soltani & FallahManshadi, 2012). مدیریت پایدار حمل و نقل با مورد توجه قراردادن آثار توسعه حمل و نقل برروی کارآیی اقتصادی، موضوعات زیست‌محیطی، مصرف منابع، کاربری اراضی و عدالت اجتماعی منجر به کاهش آثار زیست‌محیطی، افزایش بازدهی سامانه حمل و نقل و بهبود وضعیت زندگی اجتماعی می‌شود (Piraali & Sayyadat, 2014). بنابراین توجه به اصول حمل و نقل پایدار زمینه ساز افزایش کیفیت خدمات ارائه شده به شهروندان شده که این نیز خود در نهایت موجب افزایش میزان از شبکه حمل و نقل خواهد شد. از سویی رضایت‌مندی از شبکه حمل و نقل یکی از زمینه‌های افزایش میزان مشارکت اجتماعی در طرح‌ها و برنامه‌هایی شهری است که می‌تواند در حفظ، نگهداری، نوسازی تجهیزات و تأسیسات شهری و استفاده منطقی از آن‌ها مدیریت شهری را حمایت و پشتیبانی نماید. افزایش رضایت استفاده کنندگان و استفاده بهینه از تسهیلات موجود در سیستم‌های حمل و نقل مستلزم نظام برنامه‌ریزی است. رضایت‌مندی، مفهومی است که برای تفسیر آن باید انسان را در ارتباط با محیط زندگی (محیط‌های ساخته شده،طبیعی، اقتصادی و اجتماعی) و ابعاد روحی و شخصیتی او که در برگیرنده خواست‌ها و انتظاراتی است که از محیط‌های مطرح شده دارد مورد بررسی قرار داد (Hatami Nejad et al, 2006). رضایت مشتری نوعی داوری و ارزیابی است که یک مشتری در مورد معامله انجام می‌دهد و بازتاب دهنده رابطه انتظار مشتری و درک واقعی‌اش در زمینه محصولات و خدمات دریافتی آن‌هاست (Rukno-Din Eftekhari et al, 2017). در واقع، رضایت مشتری وکیفیت خدمات به طور مستقیم با هم ارتباط دارند. کیفیت یکی از ابعاد کلیدی در ارزیابی‌های مربوط به رضایت است. کیفیت مجموع ویژگی‌ها و مشخصات یک کالا یا خدمات است و از این توانمندی برخوردار است که نیازهای بیان‌شده یا حتی ضمنی مشتری را رفع و در او ایجاد رضایت کند (Moghimi & Amini Khezr-Abadi, 2014). بهبود کیفیت خدمات به منظور بهبود رضایت مشتری صورت می‌گیرد. بنابراین، کیفیت خدمات، قیمت، محیط زیست و تفاوت‌های شخصی بر رضایت مشتری تاثیر می‌گذارد (Bitner, 1990). (۱۹۹۸) عوامل مؤثر در رضایت را در پنج طبقه تعریف کرده است که عبارت اند از: محصول، خدمات، کارکنان، عملکرد کلی محصول و نزدیکی به انتظار (Huang, 1998). کیو[2] (۱۹۹۹) نیز هفت عامل محتوای خدمات، قیمت، راحتی، تصویر شرکت، تجهیزات، کارکنان و روش را بر رضایت مشتری مؤثر دانسته است (kuo, 1999).

در ارتباط با حمل و نقل و ترافیک تحقیقات دامنه‌داری صورت پذیرفته است. فالستون و مارگارت با مقایسه میزان رضایت استفاده کنندگان از وسایل حمل و نقل عمومی در نه شهر (استکهلم، بارسلونا، کپنهاگ، ژنو، هلسینکی، وین، برلین، منچستر و اولسو) به این نتیجه رسیدند که پنج عامل کلی شامل سیستم ترافیک، قابل اطمینان بودن، وضعیت وسایل نقلیه، مهارت، دانش و نگرش کارکنان درخصوص نحوه رفتار با مشتریان و احساس امنیت در میزان رضایت‌مندی از شبکه حمل و نقل مؤثر بوده‌اند (Fallston, & Margareta, 2008). در ارزیابی و تحلیل کارایی سامانه حمل و نقل BRT و رضایت عمومی از آن مشخص شد که تأثیرات مثبت این سامانه بر حمل و نقل عمومی و تأثیرات مطلوب زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی آن محرز بوده و رضایت مردم در

1. Huang
2. kuo

www.SID.ir

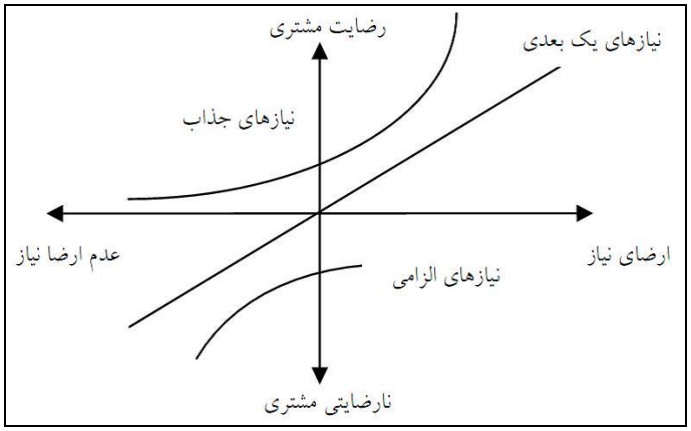
Archive of SID

این زمینه به میزان زیادی تأمین شده است (Omarzadeh et al., 2010). همچنین اولویت‌بندی سیاست‌های یکپارچه‌سازی با محوریت توسعه حمل و نقل عمومی، شامل افزایش دسترسی و کارایی در مناطق شهری دارای پتانسیل تقاضا و ایجاد مسیرهای ویژه اتوبوس در کریدورهای پر تردد و بخش مرکزی شهر در ارتقاء پایداری در سیستم حمل و نقل نقش مثبتی دارد (Soltani, & FallahManshadi, 2012). تحقیقات نشان داده است که عوامل ذهنی و عینی مختلفی در کیفیت شبکه حمل و نقل مؤثر هستند. چنانکه خدمات ارائه شده، سرعت حرکت، رفتار کارکنان، مدیریت و توسعه و بهبود ناوگان حمل و نقل از جمله این عوامل هستند (Hatami Nejad et al., 2006). از طرفی رضایت‌مندی از حمل و نقل به میزان زیادی به خدمات ارائه شده، مدیریت مجموعه، تعهدات اخلاقی و رفتاری راننده و خدمه، و در مراحل بعدی عوامل مرتبط با بلیط، وضعیت توقف‌ها و... است (Moghimi & Amini Khezr-Abadi, 2014). از دیگر عوامل مهم و تاثیرگذار بر رضایت‌مندی میزان درآمد و شغل است (Amanpour et al, 2017).

سیستم حمل و نقل کنونی شهر همدان از مشکلات عمده‌ای نظیر: ازدحام ترافیکی در بخش‌های متصل به مرکز شهر، پایین بودن سهم حمل و نقل عمومی، سهم بالای تاکسی‌ها و مسافربرهای غیررسمی، عدم رعایت سلسله مراتب دسترسی، افزایش روز افزون فاصله سفرهای درون شهری، عدم طراحی پیوسته جهت دسترسی‌های دوچرخه سواری و پیاده‌راه و نامناسب بودن کیفیت شبکه معابر رنج می‌برد. پیامدهای منفی چنین مشکلاتی، افزایش تصادف و تصادم‌ها، کاهش سطح تحرک شهروندان، افزایش سهم هزینه‌های جابجایی، کمبود پارکینگ‌ها، افزایش آلودگی‌های محیطی، هدررفت انرژی و زمان را به دنبال داشته است. سیاست‌ها و اقداماتی ترافیکی، عمدتاً به دلیل ناهماهنگی در برنامه‌ریزی و اجرا از یک سو و فقدان جامع نگری و دوراندیشی ازسوی دیگر با موفقیت اندکی مواجه بوده‌اند. از طرفی با توجه به جمعیت بیش از نیم میلیون نفری شهر همدان و زمینه‌های جمعیت‌پذیری این شهر، بررسی وضعیت کنونی شهر همدان و ارائه راهکارهایی جهت افزایش کارایی و اثر بخشی سیستم حمل و نقل با در نظر گرفتن به رشد آینده الزامی به نظر می‌رسد.

بر این اساس، هدف این مطالعه بررسی عملکرد سامانه حمل و نقل و عناصر تشکیل‌دهنده آن در شهر همدان است. بدین‌منظور، مقاله سعی دارد تا مدل‌سازی مناسبی از رضایت‌مندی شهروندان از این سامانه را پردازش نماید. تا در پرتو آن عوامل و متغیرهایی که سهم مهمی در افزایش بهبود رضایت‌مندی ایفاء می‌نمایند شناسایی گردد. با توجه به اینکه در ملاحظات توسعه پایدار در بخش حمل و نقل افزایش کارآیی و ارتقاء سطح ایمنی و کاهش هزینه‌های مالی و زیست‌محیطی مد نظر است؛ لذا شناسایی ابعاد مختلف سامانه حمل و نقل و کیفیت عملکرد آن‌ها می‌تواند در افزایش بهبود نظام حمل و نقل درون‌شهری همدان مؤثر باشد.

نوریاکی کانو در مقاله خود تحت عنوان ویژگی کیفی اجباری و جذاب، روشی را عرضه کرد که به طراحان برای تمرکز بر توسعه ویژگی‌های محصول که هم به لحاظ عملکردی و هم احساسی برای استفاده گر رضایت‌بخش است، کمک می‌کند (Mac Donald et al, 2006). ویژگی‌های این مدل که در شکل (۱) نیز مشاهده می‌شود؛ این است که رابطه رشد رضایت‌مندی مشتری و عملکرد کالا خطی در نظر گرفته نشده، بلکه از نوع درجه دو فرض شده است.



شکل ۱. مدل کانو (Source: Mac Donald et al, 2006 & Hesam, 2017)

www.SID.ir

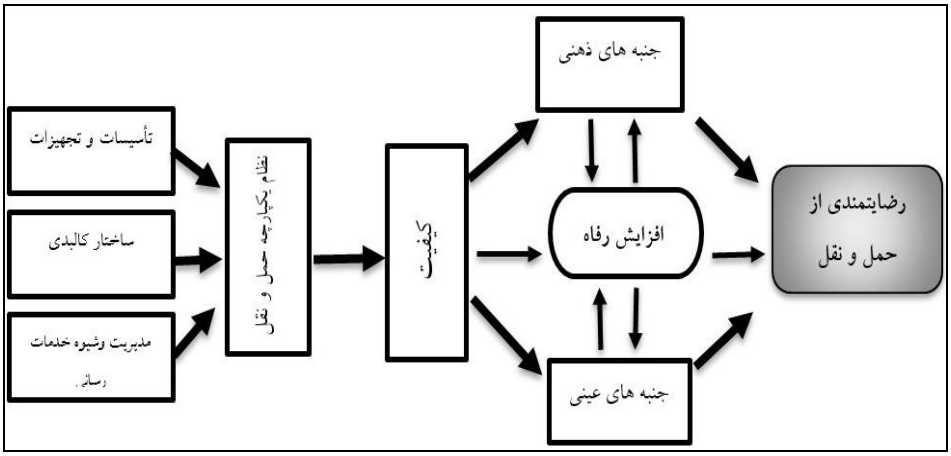
Archive of SID

همان طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود مدل کانو بر اساس ترکیبی از برآورده شدن ویژگی‌های عملکردی محور افقی: برآورده شدن کامل نیاز، برآورده نشدن نیاز و محور عمودی: احساس رضایت کامل، احساس عدم رضایت استفاده کننده که در ارتباط با محصول دریافت می‌کنند، شکل گرفته است. کانو بیان کرد که سطوح مختلف عملکردی و احساسی محصول از طریق ویژگی‌های محصول درک می‌شود و طراحان در زمان طراحی محصول باید ترکیبی مناسب از آن‌ها را در محصول اعمال کنند (Mac Donald et al., 2006). کانو در مدل خود نیازمندی‌های مشتریان و یا به عبارت دیگر، خصوصیات کیفی محصولات را به سه دسته تقسیم نمود.

الزامات اساسی: دسته اول خصوصیات مدل کانو، الزامات اساسی است که از دید کانو در صورت لحاظ شدن کامل آن‌ها در محصول فقط از نارضایتی مشتری جلوگیری می‌شود و رضایت و خشنودی خاصی را در وی فراهم نمی‌آورد. به عبارت دیگر ارضای کامل اساسی محصول، تنها مقدمات حضور محصول را در بازار فراهم می‌آورد و برای پیروزی بر رقبا و در دست گرفتن بازار محصول به ما کمکی نمی‌کند (Vazifehdust & Farokhian, 2009).

الزامات عملکردی: این نیازها ارتباط مستقیمی با رضایت مشتریان دارد، به طوری‌که افزایش پاسخگویی و ارضای این نیازها موجب افزایش خطی رضایت مشتریان و بالعکس می‌شود. مشتریان صراحتاً به این نیازها اذعان دارند و در واقع بخش اعظم اطلاعات نیازسنجی‌ها، همین نیازهای عملکردی مشتریان است (Safi et al., 2011).

الزامات انگیزشی: دسته سوم خصوصیات کیفی در مدل کانو، خواسته‌های کیفی است که در زمان کاربرد محصول به‌عنوان یک نیاز و الزام از دید مشتری تلقی نمی‌گردد و درنتیجه برآورده نشدن آن‌ها، موجب نارضایتی مشتری نمی‌شود ولی ارائه آن‌ها در محصول، هیجان و رضایت بسیار بالایی را در مشتری پدید می‌آورد. این نوع نیازها معمولاً توسط مشتری اظهار نمی‌شود، ولی در صورت برآورده شدن آن‌ها، رضایت مشتری افزایش چشمگیری می‌یابد. منحنی بالایی در شکل (۱) نشان دهندهٔ رفتار این نوع الزامات است (Hesam, 2017). با توجه به اینکه سیستم حمل و نقل به‌عنوان یکی از زیر سیستم‌های زندگی شهری است؛ بنابراین افزایش کیفیت و توسعه همه جانبه می‌تواند سبب افزایش رفاه شهروندان شده که پیامد آن ایجاد رضایت‌مندی شهروندان از سامانه حمل و نقل و ترافیک است. شکل (۲) ارتباط بین حمل و نقل و رضایت‌مندی شهروندان را نشان می‌دهد. بر این اساس شاخص‌ها در تحقیق حاضر بر اساس درک شرایط ذهنی و عینی بهره‌برداران از سیتم حمل و نقل شکل گرفته است. این شاخص‌ها برگرفته از تحقیقات افرادی همچون کانو، بودینو[1]، کاستلو و بنیتدز[2] و کمپبل[3] است.



شکل ۲. ارتباط بین حمل و نقل و رضایت‌مندی

1. Budiono
2. Castillo and Benitez
3. Campbell

www.SID.ir

Archive of SID

روش پژوهش

روش پژوهش حاضر توصیفی – تحلیلی است، بدین معنا که با بیان عوامل مؤثر در رضایت‌مندی حمل و نقل، رابطه بین شاخص‌ها در محدوده مورد مطالعه تحلیل شد. سپس داده‌ها به صورت اسنادی و پیمایشی جمع‌آوری شدند. در شیوه اسنادی، شاخص‌ها استخراج و در قالب پرسش‌نامه تنظیم شد و در نهایت به صورت پیمایشی، پرسش‌نامه در بین جامعه نمونه توزیع گردید. جامعه آماری این پژوهش، شهروندان همدان هستند که با استفاده از فرمول کوکران، ۳۲۰ نفر با روش تصادفی ساده، به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شدند. به منظور سنجش اعتبار پرسش‌نامه از شاخص نسبت روایی محتوایی[1] (CVR) استفاده گردید. در این راستا سؤال‌ها توسط پانزده نفر از متخصصین مورد ارزیابی قرار گرفت. حداقل مقدار قابل قبول CVR با توجه به تعداد متخصصین، ۴۹ درصد است که براساس فرمول CVR مقدار به دست آمده برای پرسش‌نامه حاضر برابر با ۶۸ درصد است. این بیانگر آن است که از نظر متخصصان محتوای پرسش‌نامه جهت بررسی موضوع مفید است. همچنین به منظورسنجش پایایی پرسش‌نامه از روش محاسباتی آلفای کرونباخ استفاده شد. میزان میانگین آلفای محاسبه شده ۶۹ درصد برای مجموع گویه ها است که نشان‌دهنده پایایی مناسب سؤال‌های پرسش‌نامه و همبستگی درونی پرسش‌ها برای سنجش متغیرها است. در جدول (۱) مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و متغیرهای مؤثر بر رضایت‌مندی حمل و نقل در شهر همدان مشخص شده است.

جدول ۱. مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و متغیرهای مؤثر بر رضایت‌مندی از سیستم حمل و نقل

مؤلفه	شاخص	متغیر
وضعیت تأسیسات و تجهیزات	امنیت	حمل و نقل عمومی ایمن، حمل ونقل خصوصی ایمن، جلوگیری از ورود موتور سیکلت به پیاده رو، خط کشی محل عابرپیاده، سیستم روشنایی مناسب، زیرگذر و روگذر جهت عابران
	کارایی منابع	کاهش هزینه‌های سفر، استفاده از ناوگان پیشرفته، علایم و تجهیزات مناسب هدایت کننده، تنوع حمل و نقلی، فراوانی خدمات
	یکپارچگی سیستم	آموزش عمومی، انتقال آسان بین شیوه‌های مختلف سفر، اختصاص خطوط ویژه اتوبوس در مکان‌های پرتردد، برنامه‌ریزی یکپارچه ساعت فعالیت
	کاهش آلودگی‌های محیطی	ارتقای وسایط و فناوری به منظور کاهش اثرات خودرو، جمع آوری و هدایت آب‌های سطحی، استفاده از سوخت‌های سازگار با محیط، موفقیت در کاهش آلودگی صوتی
وضعیت ساختار کالبدی	قابل استطاعت بودن	خواناسازی و آسان‌سازی درک شبکهٔ حمل و نقل، کاهش زمان انتظار در ایستگاه، کاهش زمان انتظار در ترافیک
	هم‌جواری کاربری اراضی	توسعه درون‌افزا شهری، رعایت تناسب فضا و نوع دسترسی، حداقل سازی طول سفر
	سازگاری کاربری اراضی	خیابان‌های یک طرفه، همراستایی طراحی شهری با گسترش پیاده‌روی و دوچرخه سواری،
	مطلوبیت کاربری اراضی	اصلاح و بهبود تقاطع‌ها، کیفیت آسفالت معابر، کیفیت سطوح پیاده‌رو
	کاهش تقاضای سفر	کنترل توسعه حاشیه‌ای شهر،تمرکزگرایی مکانی خدمات اداری، رعایت سلسله مراتب کاربری، نظام الکترونیک، کارآمدی خدمات‌رسانی تحویل بار، پیک‌ها و خدمات پستی
وضعیت مدیریت و شیوه خدمات رسانی	برنامه‌ریزی جامع و فراگیر	کنترل ترافیک شهری، حق تقدم اتوبوس، تسهیلات دوچرخه سواری، تسهیلات پیاده‌روی، مدیریت کامیون
	قیمت‌گذاری	هزینه پارکینگ، سطوح کرایه‌ها، عوارض سالیانه، هم بلیط کردنِ شیوه‌های مختلف سفر
	توسعه اجتماعی	ارتباطات از راه دور، کاهش استفاده از خودروهای تک سرنشین در نواحی پر ازدحام ،تشویق افرادی که عمدتا از وسایل نقلیه عمومی استفاده می‌کنند، رفتار متصدیان حمل و نقل
	برابری و رفاه	تاکید بر گروه‌های کم‌درآمد، دیده شدن گروه‌های آسیب‌پذیر، حمایت از حمل و نقل عمومی

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از دو روش آماری غیرخطی و هوش مصنوعی استفاده شد؛ تاضمن شناسایی عوامل و متغیرهای مؤثر در حمل و نقل مناسب، مقایسه‌ای تطبیقی بین دو مدل بر اساس نتایج آن‌ها به‌عمل آید و در نهایت میزان کارائی عملکردی هر یک از این روش‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد.

رویکرد اول: رگرسیون غیرخطی

در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار نیستند؛ باید از آزمون‌های غیرخطی که به آزمون‌های آزاد توزیع نیز اطلاق می‌شوند استفاده کرد. رویه‌های غیرخطی اغلب روش‌های موجود برای داده‌هایی هستند که ترتیب (رتبه‌ها) یا شمارش‌های تعداد پیشامد، یا

1. Content Validity Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

افراد در رسته‌های مختلف را مشخص می‌کنند (Espernt & Esmiton, 2007). بنابراین در مطالعه پیش رو با احتساب به رتبه‌ای بودن داده‌ها و تبعیت نکردن توزیع آن‌ها از توزیع نرمال، از رگرسیون غیرخطی یا غیرخطی که نیازمند چنین پیش فرض‌های نیست، برای مدل‌سازی آماری استفاده شد. در این خصوص مدل رگرسیون غیرخطی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$y_i = f(x_i, \theta) + \varepsilon_i \qquad i = 1, 2, ..., n \tag{۱}$$

که در آن ε_i یک خطای تصادفی با $E(\varepsilon_i) = 0$ و $V = (\varepsilon_i) = \sigma^2$ و معمولاً می‌شود که ε_iها دارای توزیع نرمال هستند تا بع f یک تابع امید و x_i یک بردار از متغیرهای رگرسیونی است و θ یک بردار نامعلوم $P*1$ از پارامترها است. این بسیار شبیه به مدل رگرسیون خطی بوده جز اینکه $E(y_i)$ یک تابع غیرخطی از پارامترها است. در مدل‌های رگرسیون غیرخطی، حداقل یکی از مشتقات تابع امید نسبت به پارامترها، حداقل به یکی از آن‌ها بستگی دارد.

برای روشن شدن این نکته، اگر یک مدل رگرسیون خطی به صورت:

$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + ... + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i$ ، و با تابع امید $f(x_i, \beta) = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j x_{ij}$ را مورد نظر قرار داد. حال

$$\frac{\partial f(x_i, \beta)}{\partial \beta_j} = x_{ij} \qquad j = 0, 1, ..., k \tag{۲}$$

که در آن $x_i \equiv 1$ است. لازم به ذکر است که در حالت خطی، مشتقات، توابعی از βها نیستند. حال با در نظرگیری مدل غیرخطی زیر

$$y_i = f(x_i, 0) + \varepsilon_i = e^{-\theta x_i} + \varepsilon_i \tag{۳}$$

که در آن

$$\frac{df}{d\theta} = -x_i e^{-\theta x_i} \tag{۴}$$

چون مشتق تابعی از θ بوده مدل غیرخطی است. در مدل‌های غیرخطی، برای پارامترها نماد θ بکار برده می‌شود. در این خصوص حداقل مربعات برای یک مدل غیرخطی بصورت زیر است.

$$S(\theta) = \sum_{i-1}^{n} \left[y_i - f(x_i, \theta) \right]^2 \tag{۵}$$

و برآوردگر حداقل مربعات با نمادهای θ و $\hat{\theta}$ نمایش داده می‌شوند. یعنی یک مقدار θ که $S(\theta)$ را کمینه می‌کند اگر فرض‌های نرمال بودن در مورد رابطه ۱ بکار برده شوند، گویای این است که $\hat{\theta}$ یک برآوردگر درست‌نمایی بیشینه θ نیز است. در مورد مدل‌های خطی، این نکته منجر به خواص زیبایی برای برآوردهای پارامترها از جمله داشتن واریانس کمینه خواهد شد. در این مطالعه جهت تدوین و دستیابی به ضرایب مدل رگرسیونی غیرخطی با کمترین مقدار خطا از الگوریتم گوس ـ نیوتن با میزان تکرار ۲۰۰ مرتبه و مقدار همگرایی ۰/۰۰۰۱ استفاده شد (Beatz& Watz, 2002).

رویکرد دوم: شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی در واقع مدل‌های ریاضی برای پردازش سریع و دقیق اطلاعات هستند که قادر به ارتباط میان ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم فیزیکی، توسط شبکه‌ای از گره‌ها متصل به هم می‌باشند (Menhaj, 2002). به عبارتی، شبکه عصبی مصنوعی یک مکانیسم محاسباتی است که قادر بوده با گرفتن اطلاعات و محاسبه آن‌ها، یک سری اطلاعات جدید را ارائه دهد (Lee et al., 2006). شبکه عصبی پرسپترون[1] به عنوان یکی از معروف‌ترین شبکه‌های عصبی به شمار می‌رود که در مدل چند

1. Multi-Layer Perceptron(MLP)

www.SID.ir

Archive of SID

لایه (MLP) دارای ۳ لایه، شامل یک لایه ورودی، یک لایه پنهان و یک لایه خروجی است که لایه پنهان خود می‌تواند بیش از یک لایه باشد. همچنین تعداد نرون‌های موجود در هر لایه متفاوت بوده و براساس ماهیت مسأله مورد بررسی با سعی و خطا تعیین می‌شود (Moghadam Nia et al., 2009). نرون‌های هر لایه به تمام نرون‌های لایه ماقبل خود متصل هستند و به هر یک از این اتصالات، وزنی اختصاص می‌یابد که مقدار آن نشان‌دهنده تأثیر هر نرون بر روی لایه خروجی است. وزن‌ها در طی مرحله آموزش شبکه تعیین می‌شوند. روش تعیین وزن‌ها تأثیر بسزایی برروی کارایی شبکه دارد. روش‌های مبتنی بر گرادیان نزولی همچون روش پس‌انتشارِ خطا (BP) با الگوریتم لونبرگ ـ مارکوئت[1] از مشهورترین روش‌های یادگیری در تعیین وزن‌های شبکه عصبی پرسپترون چند لایه می‌باشند (Kayri, 2016, Sherma & Venugopalan, 2014).

در مطالعه پیش‌رو از مدل شبکه عصبی چندلایه با روش‌های وزن‌دهی پس‌انتشارِ خطا (BP) با الگوریتم لونبرگ ـ مارکوئت و توابع محرک تانژانت سیگموئید[2] به منظور تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی استفاده شد. در این خصوص، ۶۰ درصد داده‌ها برای آموزش مدل، ۲۰ درصد جهت آزمون مدل و ۲۰ درصد برای اعتبارسنجی مدل اختصاص داده شدند. بنابراین برای معماری مدل، سه لایه عبارت از یک لایه ورودی، یک لایه پنهان و یک لایه خروجی در نظر گرفته شد که هر گروه شبکه با تعداد نورون‌های ۲ تا ۱۲ برای یک لایه پنهان آموزش داده شد. سپس ساختارهای بدست آمده مورد آزمون و اعتبارسنجی قرارگرفتد. در آخر جهت ارزیابی، مقایسه و گزینش دقیق‌ترین ساختار مدل از شاخص‌های آماری –گرافیکی ضریب همبستگی (R)، ضریب نش – ساتکلیف (NCE)، جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)، نمودار برازش زمانی مقدار خطا استفاده شد. در نتیجه، ساختاری که از منظر این معیارها دارای بالاترین معناداری بود به عنوان مدل نهایی رضایت‌مندی شهروندان شهر همدان از سیستم حمل و نقل عمومی انتخاب شد.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left[\left(P_i - \overline{P}\right)\left(O_i - \overline{O}\right)\right]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left[\left(P_i - \overline{P}\right)^2\left(O_i - \overline{O}\right)^2\right]}} \quad (۵)$$

$$RMSE = \left[n^{-1}\sum_{i=1}^{n}\left(O_i - P_i\right)^2\right]^{0.5} \quad (۶)$$

$$NCE = \left(1 - \frac{\left[\sum_{t=1}^{n}\left(O_t - P_t\right)^2\right]}{\left[\sum_{t=1}^{n}\left(O_t - \overline{O_t}\right)^2\right]}\right) * 100 \quad (۷)$$

در روابط بالا، O_i و $\overline{O}$: به ترتیب داده‌ها و میانگین داده‌های مشاهده‌ای، P_i و $\overline{P}$ به ترتیب داده‌ها و میانگین داده‌های محاسباتی.

قلمرو جغرافیایی پژوهش

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، شهر همدان بوده که به عنوان مرکز استان همدان در قلمرو کوهستانی غرب کشور قرار گرفته است. این شهر شامل ۴ منطقه است که هر یک از این مناطق به ۳ ناحیه تقسیم شده‌اند (شکل ۳). جمعیت شهر همدان از ۹۹۰۹۹ نفر در سال ۱۳۳۵، به ۵۵۴۴۰۶ در سال ۱۳۹۵ رسیده است (Statistical Center of Iran, 2016). در این مطالعه وضعیت سیستم حمل و نقل اعم از ناوگان خصوصی و عمومی و همچنین کاربری‌های وابسته و اثر گذار بر شبکه حمل و نقل در شهر همدان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

1. Levenberg-Marquardt
2. Log-Sigmoid

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳. نقشه محدوده مورد مطالعه (Source: Municipal Information Organization of Hamedan)

یافته‌ها و بحث

چنانچه در بخش روش‌شناسی ذکر شد، تعیین مناسب مدل رگرسیون غیرخطی نیازمند شناسایی بهترین ضرایب رگرسیونی با کمترین خطا در طی دورهای تکرار متوالی با استفاده از الگوریتم گوس – نیوتن است. در این روش، سه شاخص وضعیت تجهیزات و تأسیسات، ساختار کالبدی و مدیریت و شیوه خدمات رسانی به عنوان متغیرهای مستقل و شاخص رضایت‌مندی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شدند. لذا، نخست با تعیین ضرایب آغازین برای ضریب تتای ثابت و سه شاخص مستقل، جذر میانگین مربعات خطای این مدل به مقدار ۲/۹۷ بدست آمد. سپس در طی اولین دوره تکرار تا ۲۰۰ اُمین دوره، مقدار جذر میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۳۹۴ ثابت شد. بنابراین ضرایب تتا در اولین دوره‌ی که در آن، این شاخص روند ثابتی را نشان داد به عنوان مناسب‌ترین ضرایب رگرسیونی استخراج شدند (جدول ۲). در ادامه، مدل رگرسیونی نهایی در قالب رابطه ۸ بدست آمد.

جدول ۲. ضرایب و آماره‌های مدل رگرسیونی غیرخطی در طی دوره آغازین و پایانی مدل‌سازی

پارامترهای مدل	دوره آغازین مدل‌سازی رگرسیون غیرخطی				دوره پایانی مدل‌سازی رگرسیون غیرخطی			
	مقدار تتا θ	RMSE مدل	R مدل	NCE مدل	مقدار تتا θ	RMSE مدل	R مدل	NCE مدل
ضریب ثابت (θ_0)	۰/۹	۲/۹۷	۰/۹۱۲	۸۳٪	۰/۱۷۱۴	۰/۳۹۴	۰/۹۱۴	۸۴٪
ضریب تأسیسات (θ_1)	۱/۳				۰/۵۳۹۵			
ضریب ساختار (θ_2)	۲				۰/۹۶۴۶			
ضریب مدیریت (θ_3)	۱/۹				۱/۳۸۵۵			

$$Z = 0.171448 + 0.539583 * \ln(z_1) + 0.964611 * \ln(z_2) + 1.38556 * \ln(z_3) \quad (۸)$$

در رابطه ۸: Z معرف شاخص رضایت‌مندی، z_1 شاخص تاسیسات و تجهیزات، z_2 شاخص ساختارکالبدی و z_3 شاخص مدیریت و شیوه خدمات رسانی قلمداد می‌شوند.

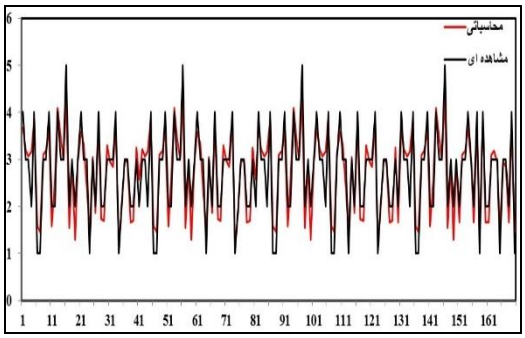
چنانچه از جدول (۲) مشخص است، ضرایب رگرسیونی از منظر مقدار همبستگی و عملکرد در حالت آغازین و نهایی، تفاوت چندانی با هم ندارند. با این حال ضرایب رگرسیونی آغازین، مدلی تولید می‌کنند که با وجود تبیین قابل قبول پراکندگی داده‌ها یعنی اینکه داده‌های محاسباتی را در همان جهت داده‌های مشاهداتی تولید کرده، اما مقدار باقی‌مانده بسیار بزرگی به جای می‌گذارند. براین اساس نمی‌توان به مقادیر پیش‌بینی شده این مدل اعتماد ورزید زیرا مدل دارای ضریب خطای نسبتاً بزرگی است. در مدل

www.SID.ir

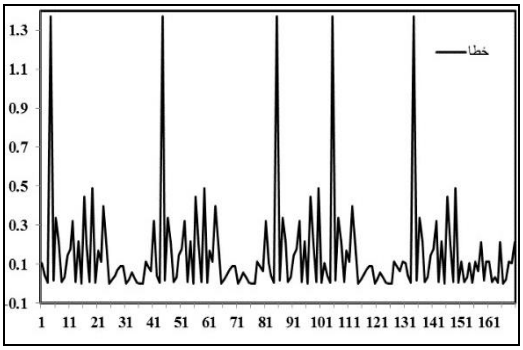
Archive of SID

نهایی با کاهش عرض از مبدأ و تعیین وزن‌های مناسب برای ضرایب رگرسیونی، مدلی بهینه تولید شد که با برازش مقادیر مشاهده‌ای رضایت‌مندی و مقادیر محاسباتی توسط مدل (شکل ۴) مشخص شد که این مدل، مقدار خطای محاسباتی را ۷/۵ برابر مدل آغازین کاهش داده است (شکل ۵).

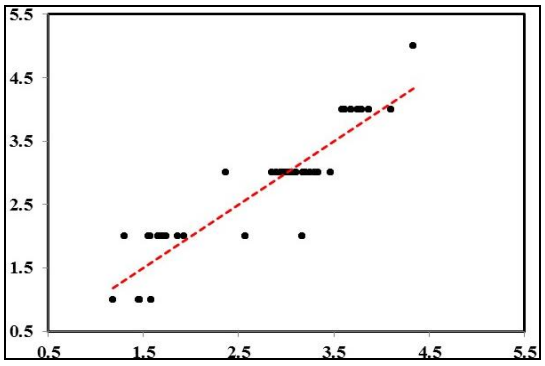
شایان توجه است که در این مدل (رابطه ۶) از یک سو دامنه‌ی داده‌های محاسباتی توسط مدل نسبت به داده‌های مشاهده‌ای محدود بوده یعنی اینکه کمترین و بیشترین مقدار برآورد شده توسط مدل به ترتیب بیشتر و کمتر از داده‌های مشاهده‌ای هستند و در برخی مشاهدات، مدل قادر نیست انعطاف بهینه را فراهم کند. بدین ترتیب چندین خطای بسیار بزرگ در مدل مشاهده می‌شود که حاصل منعطف نبودن مدل برازشی است. با این وجود، نتایج این مدل از منظر کاربردی با توجه به میزان خطای نسبتاً پایین آن قابل اعتماد است (شکل ۶).



شکل ۴. برازش رضایت‌مندی مشاهده‌ای و محاسباتی مدل رگرسیون غیرخطی



شکل ۵. توزیع خطای رضایت‌مندی مدل رگرسیون غیرخطی



شکل ۶. همبستگی رضایت‌مندی مشاهده‌ای و محاسباتی مدل رگرسیون غیرخطی

در رویکرد دوم نیز با استفاده از متغیرهای مستقل و وابسته سعی شد که کلیه روابط بین داده‌ها اعم از خطی و غیرخطی توسط شبکه عصبی مصنوعی شناسایی و مدل شود. براین اساس با در نظرگیری ۳ نرون ورودی، یک و دو لایه پنهان و یک نرون خروجی، معماری شبکه عصبی صورت گرفت. بررسی معیارهای در نظر گرفته شده برای تعیین مدل بهینه نشان داد که با یک لایه پنهان می‌توان به ساختاری مناسب دست پیدا کرد. بنابراین با احتساب به مقدار خطای تولید شده توسط مدل و برازش داده‌های محاسباتی با داده‌های مشاهداتی، مدل بهینه با ساختار ۳-۱-۱ بدست آمد.

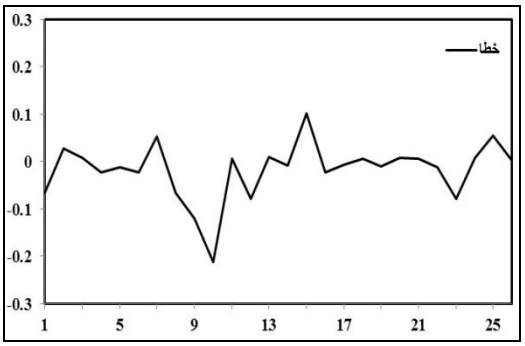
بررسی جدول (۳) نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی به طور شایسته‌ای آموزش دیده و مورد اعتبارسنجی قرار گرفته است. چرا که آمارهای خروجی از این مدل در کلیه بخش‌های ایجاد مدل، مقادیر بسیار نزدیکی را نشان می‌دهند. یعنی اینکه، ساخت مدل معطوف به این نکته بوده که مدل خروجی، از قابلیت تعمیم‌دهی برخوردار باشد. برای همین نیاز بود که آماره‌های خروجی از مدل در کلیه مراحل مقادیر تقریباً یکسانی را نمایش دهند تا توانایی مدل در تخمین‌های بیرونی قابل اعتماد باشد.

www.SID.ir

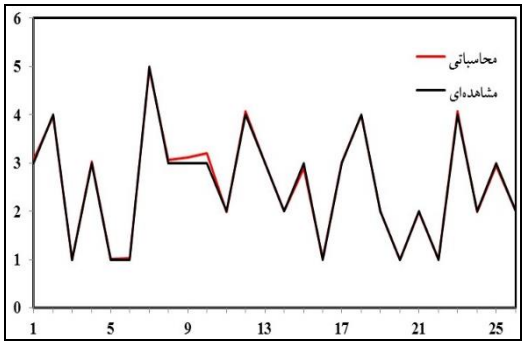
Archive of SID

جدول ۳. نتایج عملکرد شبکه عصبی در مدل‌سازی میزان رضایتمندی شهروندان شهر همدان

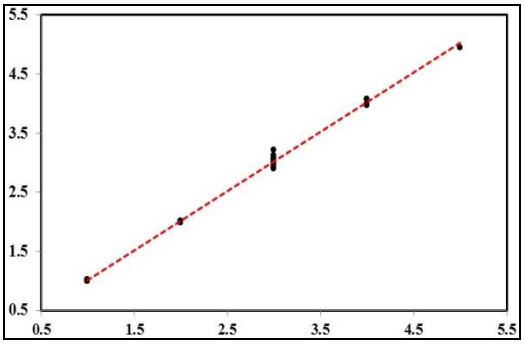
RMSE			R			NCE		
کل داده‌ها	آموزش	اعتبارسنجی	کل داده‌ها	آموزش	اعتبارسنجی	کل داده‌ها	آموزش	اعتبارسنجی
۰/۰۶۸۸	۰/۰۵۶۵	۰/۰۶۷	۰/۹۹۷	۰/۹۹۸۳	۰/۹۹۸۶	٪۹۹/۵	٪۹۹/۶۷	٪۹۹/۷



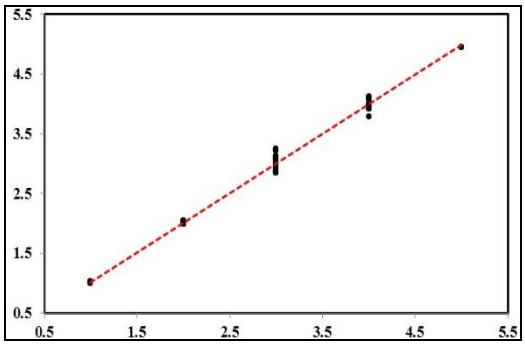
شکل ۷. توزیع خطای رضایت‌مندی داده‌های اعتبارسنجی



شکل ۸. برازش رضایت‌مندی محاسباتی و مشاهده‌ای داده‌های اعتبارسنجی

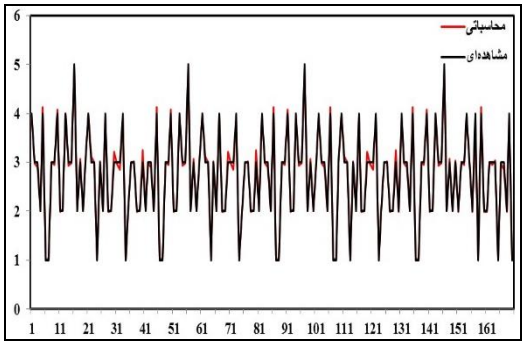


شکل ۹. همبستگی رضایت‌مندی محاسباتی و مشاهده‌ای داده‌های اعتبارسنجی

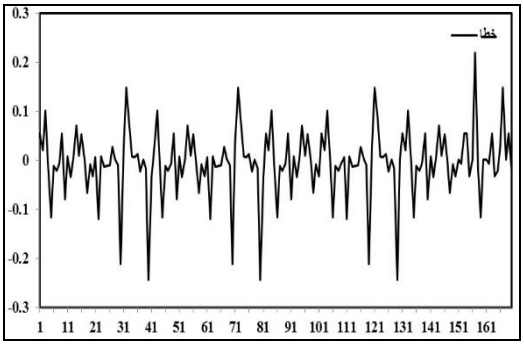


شکل ۱۰. همبستگی رضایت‌مندی محاسباتی و مشاهده‌ای کل داده‌ها

همچنان که از خروجی‌های مدل شبکه عصبی مشخص است (جدول ۳، شکل‌های ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱و۱۲)، این مدل مقدار خطای خروجی را نسبت به خطای خروجی مدل نهایی رگرسیون غیرخطی، به مقدار ۶ برابر کاهش داده است. همچنین دامنه محدودی که در مقادیر رضایت مندی محاسبه شده توسط مدل رگرسیون غیرخطی وجود داشت در مدل شبکه عصبی به طور برجسته‌ای مرتفع شد (شکل‌های ۹ و ۱۰).



شکل ۱۱. برازش رضایت‌مندی محاسباتی و مشاهده‌ای کل داده‌ها



شکل ۱۲. توزیع خطای رضایت‌مندی کل داده‌ها

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس رابطه ۸، مؤلفه مدیریت و شیوه خدمات رسانی بالاترین سهم را در ضریب تغییرات متغیرهای مستقل مؤثر بر رضایت مندی داشته است. از سویی در ارتباط با تعیین سهم عوامل مهم بر حمل و نقل نتایج نشان داد که شاخص های قیمت‌گذاری (۰/۸۵۳)، برابری و رفاه (۰/۷۹۵)، کاهش تقاضای سفر (۰/۷۹۰)، مطلوبیت کاربری اراضی (۰/۵۱۲)، کارایی منابع (۰/۴۳۸)، امنیت (۰/۴)، همجواری کاربری اراضی (۰/۳۶۳)، سازگاری کاربری اراضی (۰/۳۰۸)، قابل استطاعت بودن (۰/۲۴۱)، کاهش آلودگی‌های محیطی (۰/۲۱۹)، توسعه اجتماعی (۰/۱۹۵)، برنامه‌ریزی جامع و فراگیر (۰/۱۸۰) و یکپارچگی سیستم (۰/۱۱۲) به ترتیب مؤثرترین عوامل در مدل‌سازی رضایت‌مندی حمل و نقل بوده‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده، نظام مدیریت و خدمات‌رسانی با ایجاد نرخ‌های قیمت‌گذاری مناسب و سیاست یکپارچه‌سازی حمل و نقل توسعه می‌یابد. گروه‌های مختلف درگیر شامل استفاده‌کنندگان و عرضه‌کنندگان خدمات حمل و نقلی و همچنین تأثیرپذیران از این خدمات را مدنظر قرار دهد. براساس نتایج آماره‌ها، این مقوله در شهر همدان نسبتاً مورد توجه قرار گرفته است؛ اما تاحصول به شرایط مطلوب فاصله وجود دارد. به‌طوری‌که میانگین نمرات کسب‌شده توسط متغیرهای این مؤلفه، ۳/۱۱ است که بیشتر از سطح متوسط (۳) در طیف ۵ امتیازی لیکرت است. قیمت‌گذاری مناسب تعرفه حمل و نقل، مشوق و ترغیب کننده شهروندان از حمل و نقل عمومی است. از سویی، ایجاد و گسترش اطمینان نسبت به همیشگی و در دسترس بودن و تنوع خدمات حمل و نقل عمومی، از مهمترین عوامل دخیل در رضایت‌مندی ساکنان همدان محسوب می‌شود. بنابراین بازتاب‌های اقتصادی، اجتماعی، محیطی، بهداشتی و سلامت ناشی از فعالیت‌هایی که منجر به تولید ترافیک می‌شود، در سیاست‌گذاری‌ها مؤثر است. علاوه بر این، آثار اجتماعی روش‌های جایگزین سفرهای فیزیکی همانند خریدهای اینترنتی به درستی مورد بررسی قرار نگرفته است. از دیگر ابزارهای مدیریت حمل و نقل، تحمیل هزینه‌های استفاده از خودرو به استفاده‌کنندگان انفرادی و تک‌سرنشین در راستای ارتقای عدالت و کارایی است. چنان‌که با افزایش هزینه سفر خودروهای خصوصی گرایش به سمت حمل و نقل عمومی افزایش یابد. با این اوصاف، توجه به هماهنگی و همکاری بین واحدهای اجتماعی که دست یابی به یکپارچگی سیستم حمل و نقل را ممکن می سازند، عاملی کلیدی برای موفقیت است.

اثر بخشی متقابل حمل و نقل و برنامه‌ریزی کاربری زمین بیانگر نقش ساختار کالبدی در حمل و نقل است که در سطوح جغرافیایی ملی، منطقه‌ای و محلی متبلور می‌شود. کاربری زمین و حمل و نقل بسیار به هم وابسته‌اند، الگوهایی از کاربری زمین و تسهیلات، تأثیر مستقیمی بر تولید سفر دارند. دستیابی به رضایت‌مندی در حوزه ساختار کالبدی نیازمند لزوم توجه به کاربری‌های شهری با توجه به الگوی سلسله مراتب دسترسی عملکردها و فضاهاست. براساس نتایج آماره‌ها این مقوله در شهر همدان کمتر مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوری‌که میانگین نمرات کسب شده توسط متغیرهای این مؤلفه (۲/۷۵) و کمتر از سطح متوسط (۳) است. لزوم توجه به مطلوبیت، همجواری و سازگاری کاربری اراضی موجب کاهش نیاز به سفر خواهد شد. کاهش نیاز به سفر نیز باعث جلوگیری از هدر رفت منابع، انرژی و زمان و همچنین حفاظت از محیط زیست می‌گردد. چنین مواردی در بهبود کیفیت زندگی شهری و در نهایت افزایش میزان رضایت‌مندی شهروندان در جنبه‌های عینی و ذهنی نقش ویژه ای ایفاء می‌نماید.

مؤلفه تأسیسات و تجهیزات در حفظ شرایط امنیت و ایمنی شهروندان مؤثر است. همچنین افزایش سطح کارایی منابع از ضروریات افزایش رفاه در شبکه حمل و نقل است. متأسفانه متغیرهای این بعد حمل و نقل در شهر همدان در بدترین وضعیت قرار دارد. چنانکه میانگین نمرات کسب شده توسط متغیرهای این مؤلفه (۲/۴۳) و کمتر از سطح متوسط (۳) است. یکپارچه سازی سیستم حمل و نقل به منظور آسان‌سازی سفر با ترکیب بهتری از شیوه‌های سفر صورت می‌پذیرد. این امر می تواند شامل ترکیب شیوه‌های مختلف حمل ونقل عمومی یا ترکیب حمل و نقل عمومی و خصوصی باشد. از طرفی یکپارچه سازی ساعت فعالیت، سبب آسان سازی جابجایی بین شیوه‌های مختلف سفر می‌گردد. عدم رعایت مواردی ازاین دست سبب افت رضایت‌مندی از حمل و نقل درون شهری همدان شده است.

نتیجه‌گیری

رضایت‌مندی از سیستم حمل و نقل حاصل هارمونی بین توقعات و محصول ارائه شده است. چنین محصولی ناشی از اقداماتی ترکیبی در حوزه‌های تأسیسات و تجهیزات، ساختار کالبدی و مدیریت و شیوه خدمات رسانی است. یافته‌های تحقیق نشان داد که شبکه حمل و نقل درون شهری همدان از وضعیت مناسبی برخوردار نیست، به‌گونه‌ای‌که میانگین کلی نمرات پاسخگویان نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌ها در طیف لیکرت، (۲/۷۶) است که از سطح متوسط (۳) نیزکمتر می‌باشد. نتایج ضریب رگرسیونی نشان داد که، مؤلفه مدیریت و شیوه خدمات رسانی که نمایه‌ای از عدالت و رفاه و توسعه اجتماعی است، نقش بسیار موثری در تعیین کیفیت و رضایت‌مندی حمل و نقل دارد. در این خصوص، پژوهش‌های گذشته نیز به وجود چنین رابطه معناداری اذعان داشته‌اند (Huang, 1998, Moghimi & Amini Khezr-Abadi, 2014:124). همچنین براساس ضرایب مدل رگرسیونی، شاخص‌های قیمت‌گذاری (۰/۸۵۳)، برابری و رفاه (۰/۷۹۵) و کاهش تقاضای سفر (۰/۷۹۰) اثر گذارترین عوامل در رضایت‌مندی شهروندان از شبکه حمل و نقل شهری هستند. وجود چنین ارتباطی در مطالعات پیشین نیز دیده می‌شود (Hatami Nejad et al, 2006). در عین حال سایر شاخص‌ها و متغیرها اثر قابل ذکری در میزان رضایت شهروندان ایفاء نموده‌اند.

در ارتباط با دیگر هدف مقاله (تبیین مدل بهینه رضایت‌مندی شبکه حمل و نقل)، ابتدا از مدل رگرسیون غیرخطی بهره گرفته شد. بدین منظور با استفاده از روش آماری رگرسیون غیرخطی، در طی دوره تکرار ۲۰۰ مرتبه با اتخاذ الگوریتم گوس – نیوتن محاسبه انجام شد. جذر میانگین مربعات خطای این مدل، به مقدار ۰/۳۳۴ بدست آمد. بررسی نمودار روند خطای این مدل، حاکی از وجود برخی نوسانات در این مدل بود. اگرچه این نوسانات قدرت مدل‌سازی این رگرسیون را کاهش می‌دهند، اما حاوی اطلاعات ارزنده‌ای از نارضایتی شهروندان هستند. بدین‌مفهوم که شبکه حمل و نقل شهر همدان، توسعه همه جانبه‌ای نداشته و از حالت ناموزون و جزیره‌ای در عوامل مورد مطالعه برخوردار است. به طورکلی، توجه به یک یا دو بخش از ساختارهای تشکیل‌دهنده سیستم حمل و نقل بیش از بخش‌های دیگر بوده و توسعه آن در قالب یکپارچه انجام نگرفته است.

در رویکرد دوم، جهت پردازش مدل بهینه رضایت‌مندی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، حمل و نقل شهری مورد ارزیابی قرار گرفت. با معماری شبکه در ساختار ۳ نرون ورودی، یک لایه پنهان و یک نرون خروجی، جذر میانگین مربعات خطای مدل به مقدار ۰/۰۶۶۸، یعنی ۶ برابر کمتر از مدل رگرسیون غیرخطی محاسبه شد. بررسی معیارهای آماری، حاکی از مقدار نسبتاً یکسان این معیارهای در سه مرحله آموزش، آزمون و اعتبارسنجی است. بدین معنی که مدل به همان دقت بالایی که آموزش دیده، مورد آزمون و اعتبارسنجی نیز قرار گرفته است. بنابراین، چنین مدلی از قابلیت تعمیم‌دهی معناداری برخوردار است. از سویی، نتایج نشان از دقت و کارایی عملکرد بالای مدل شبکه عصبی، نسبت به مدل رگرسیون غیر خطی داشتند. چرا که مدل شبکه عصبی، علاوه بر اینکه موجب کاهش بسیار شدید واریانس خطاها شده است، چولگی این خطاها را نیز به طرز شایسته‌ای کاهش داده است. این دستاورد نشان از منعطف بودن مدل شبکه عصبی دارد. به واقع، مدل شبکه عصبی با اختصاص ضرایب خطی، غیرخطی و متقابل در طی دوره تکرارهای بهینه، منتهی به چنین مدلی نسبت به رگرسیون غیرخطی شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان گفت که با توجه به محدودیت منابع در سطح شهر، گسترش و توسعه شبکه معابر شهری تنها راهکار جهت مشکلات حمل و نقل نیست. بلکه جهت افزایش کارایی و اثر بخشی سیستم حمل و نقل شهری، مجموعه‌ای از شاخص‌ها مانند مدیریت منسجم و یکپارچه، توسعه اجتماعی، پایداری منابع، توجه به عدالت اجتماعی و رفاهی، آموزش شهروندی، رعایت معیارهای هم‌جواری و سازگاری و ... به صورت توأمان الزامی است.

References

Amanpour, S., Maleki, S. & Hosseini, N. (2017). Survey of the Satisfaction of Urban Travelers with the Quality of Urban Public Transport Services in Ahwaz Metropolis. *Environmental Studies of Haft Hesar*, 15, 37-46. (*In Persian*).

Ahadi, M.R., & Ghanizadeh Hesar, E. (2017). Neutralization of neighborhood traffic with a revitalization approach using the SWOT model (Mooreddah: Uradmieh Yard Shahi neighborhood). *Human Geography Research*, 49 (4), 755-767. (*In Persian*).

Bates, D. & Watts, D. (2002). *Nonlinear Regression and Its Applications*; Translation of Rezaeipedeh, Hojjat and Baznia, Abolghasem, Ferdowsi University Press.

Bitner, J.M. (1990) Evaluating service encounters: The effects of Physical surroundings and employee responses. *Journal of Marketing*, 54, 82-99.

Department of Planning and Development of Hamedan Municipality. (2016).The statistics of the city of Hamedan. 14-16. (*In Persian*).

www.SID.ir

Archive of SID

Fallston, M. & Margareta, F. (2008). Perceived Satisfaction with Public Transport Service in Nine European Cities. *Journal of the Transportation Research Forum*, 47 (3), 93-103.

Hataminejhad, H., Pour Ahmad, A., Sangbar Faraji, H. & Azimi, A. (1392). Measuring the Satisfaction of Users of the Public Transport System in the South Alborz Region. *Economy and Urban Management*, 9, 105-123. (*In Persian*).

Hesam, M. (2017).Tourists satisfaction of rural tourism destinations (Case study: villages of Foman County). *Journal of planning of setelmaent of humanties*, 12, 803-8. (*In Persian*).

Huang, M. C. (1998). *Ab empircal study on the model of relationship value-loyalty for thebanking industry*, M.A Thesis, National YunLin University of Science & Technology, Yunlin Taiwan.

Iran Statistics Center. (2016). Population and Housing Census. (*In Persian*).

Kayri, M. (2016). Predictive Abilities of Bayesian Regularization and Levenberg–Marquardt Algorithms in Artificial Neural Networks: A Comparative Empirical Study on Social Data, *Journal of Math. Comput. Appl*. 21:1-11.

Lee S., Ryu, J. H., Lee ,M. J., & Won J, S. (2006).The Application of artificial neural networks to landslide susceptibility mapping at Janghung, Korea, *Mathematical Geology*, 38 (2), 199-220.

MacDonald, E., Backsell, M., Gonzalez, Ri., & Papalambros, P. (2006). *The KanoMethod's Imperfections, and Implications in Product Decision Theory*. International Design Research Symposium.

Menhaj, M. (2002).*Neural Networks and Artificial Intelligent Basic*. First edition AmirKabir University. Press, 350. *(In Persian*).

Moghaddamnia, A., Ghafari Gousheh, M., Piri, J., Amin S., & Han D. (2009). Evaporation estimation using artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system techniques. *Advances in Water Resources*. 32: 88–97. (*In Persian*).

Moghimi, A. & Amini KhezrAbadi, M. (2014). Study of Satisfaction of Travelers with the Quality of Travel Services of Brunshahri. *Journal of Traffic Management Studies*, 33, 109-132. (*In Persian*).

Omarzadeh, B. Gharlakh, M. & Pour Ahmad, A. (2010). Evaluation and analysis of the efficiency of the BRT transportation system and its general satisfaction in the metropolis of Tehran. *Human Geographic Research*, 38, 19-38. (*In Persian*).

Piraali, A. & Sayyadat, S. (1393). Strategic Planning of Traffic Control Management in Shiraz; *Journal of Traffic Management Studies*, 32, 66-42. (*In Persian*).

Kuo, Y. C. (1999). *The study of job stress, job satisfaction, burnout, and nsure satisfaction among flight attendant, Unpublished MBA Thesis*, National Sun Yat-Sen University, Taiwan, ROC.

Rukno-Din Eftekhari, A-R., Ramezannezhad, Y., & Pour Taheri, M. (2017). Satisfaction of tourists from the tourist destinations of rural areas of Guilan province. *Human Geography Research*, 3, 585-571. (*In Persian*).

Safi, M.H., Fallahi Khoshkenab, M., Rasel, M. & Rahgozar, M. (2011). Assessing and prioritizing needs of faculty members on the basis of Kano's Model. *Payesh*, 10 (4), 459-468. (*In Persian*).

www.SID.ir

Archive of SID

Sharma, B., & Venugopalan, K. (2014). Comparison of Neural Network Training Functions for Hematoma Classification in Brain CT Images. *Journal of Computer Engineering* (IOSR-JCE), 16, 31-35.

Soltani, A. & Fallah Manshadi, A. (2012). Integrating the transport system to sustainable transport, case study; Shiraz metropolis, *Urban Management Studies*, 5, 47-60. (*In Persian*).

Sprint, P., & Smithon, N. (2007). *Non Applicable Statistical Methods*, Teranclete by Hossein Ali Nirvmand, Ferdowsi University Press, Mashhad.

Vazifehdust, H., & Farokhian, S. (2009). Survey of Customer Satisfaction in San Suan Product Planning by Kano Model, *Jounal of Marketing Management*, 4 (7), 137-157. (*In Persian*).

How to cite this article:
Abbasi, H. (2019). Assessment of citizens' satisfaction with intra-city transportation system in Hamedan City using non-Lainer models and artificial neural network. *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *13*(4), 935-950.
http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_664039_en.html

www.SID.ir

Archive of SID

Assessment of Citizens' Satisfaction with Intra-City Transportation System in Hamedan City Using Non-Lainer Models and Artificial Neural Network

Hamed Abbasi *
Assistant professor, Department of Geography, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Received: 04/12/2016 **Accepted:** 25/06/2018

EXTENDED ABSTRACT

Introduction
One of the problems of the present-day urban community is the unnecessary process of increasing the migration to metropolitan areas, and as a result of the imbalance between urban infrastructure and urban sprawl with the growth of population and increasing the traffic of private cars at the city level. All of this has resulted in a significant increase in the time of displacement, increased accidents, noise pollution and the near-reaching levels of air pollution at the borders of human health threats. Quality is one of the key dimensions in satisfaction assessments. The quality is the sum of the features and characteristics of a product or service, and it has the ability to satisfy the expressed or even tacit needs of the customer and create satisfaction. The current transportation system of Hamedan has major problems such as traffic congestion in the parts connected to the city center, low share of public transportation, high contribution to unofficial passengers and passengers, failure to comply with hierarchy of access, increasing interurban travel distance. Accordingly, the purpose of this study is to evaluate the performance of transportation system and its various elements in Hamedan. Therefore, the paper tries to process appropriate modeling of citizens' satisfaction from this system in order to identify the factors and variables that play an important role in improving satisfaction satisfaction.

Methodology
The research method is descriptive-analytic. The data were collected as documentary and survey. In the documentary style, the indicators were extracted and these indicators were arranged in the form of a questionnaire. Finally, a questionnaire was distributed among the sample population. The statistical population of this research is citizens of Hamedan. Using Cochran's formula, 320 people were selected by simple random sampling as sample size. To analyze the data, two nonLainer statistical methods and artificial intelligence were used. Identifying the effective factors and variables in the appropriate transport, comparative comparisons between the two models based on their results.

Result and Discussion
In the nonLainer model, the range of computational data is limited by the model relative to observational data, that is, the lowest and maximum estimated by the model are more and less than observational data, and in some observations, the model can not provide optimal flexibility. But the neural network model has been properly trained and validated. Because output statistics from this model show very close proportions in all parts of the model. That is, the construction of the model focuses on the fact that the output model is of a resilient capacity. This model reduced the amount of output error to 6 times the output error of the final model of nonLainer regression. Also, the limited range that was found in the amount of satisfaction calculated by the

* Corresponding Author: Email: Abbasi.h@lu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

nonLainer regression model was prominently raised in the neural network model. On the other hand, the component of management and service style had the highest share in the coefficient of variation of independent variables affecting satisfaction. In relation to determining the contribution of important factors on transportation, pricing indices (0.885), equality and welfare (0.759), travel demand reduction (0.790), land use desirability (0.512), resource efficiency (0.48), security (0.4), adjacent land use (0.336), land use compatibility (308/0), affordability (0.241), environmental pollution reduction (0.219), development Social (195/0), comprehensive planning (180/0) and system integration (112/0) were respectively the most effective factors in transport service satisfaction modeling.

Conclusion

The satisfaction of the transportation system is due to the harmony between expectations and product. Such a product is due to combined actions in the areas of facilities and equipment, physical structure and management, and service delivery. The research findings showed that the Hamedan metropolitan transport network is not well-positioned. The average of total respondents' scores relative to the indicators in the Likert scale (2.76), which is also lower than the average (3). Also, based on regression model, pricing (0.883), equality and welfare (0.759) and decrease in demand for travel (0.790) are the most effective indicators for citizens' satisfaction with urban transport network. Also, the results of the research showed that due to the limited resources in the city, the expansion and development of urban road network is not the only solution for transportation problems. But also to increase the efficiency and effectiveness that results in satisfaction A set of indicators such as integrated management, community development, resource efficiency, attention to social justice and welfare, citizenship education, adherence to neighborliness criteria and compatibility, etc. are needed together.

Key words: Transportation, Satisfaction, NonLainer Regression, Artificial Neural Network, Hamadan

www.SID.ir