Archive of SID

ارزیابی عملکرد خطوط اتوبوسرانی با استفاده ترکیبی سه‌گانه از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، آنتروپی و تاپسیس*

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۳/۰۵
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۶/۱۱

محمد قضائی- ایمان فرهمندی***- هادی عطارزاده طوسی*****

چکیده

به‌دنبال رشد و توسعه‌های شهری در دهه‌های اخیر، اتوبوس به‌عنوان یکی از انواع حمل‌ونقل عمومی جایگاه ویژه‌ای در سفرهای درون شهری پیدا کرده است. با توجه به ماهیت سیستم اتوبوسرانی که سیستم بسیار پیچیده‌ای است، عوامل متفاوتی در عملکرد و کارایی آن تأثیرگذار هستند که در سه حوزه اداره‌کننده، جامعه- محیط و مسافران قرار می‌گیرند. این عوامل می‌توانند تأثیرات قابل توجهی در افزایش و یا کاهش مسافران و میزان رضایت‌مندی آن‌ها داشته باشند. لذا در این مطالعه به‌منظور پرهیز از نگاه تک بعدی، مؤلفه‌ها و شاخص‌های تأثیرگذار در هر کدام از این سه حوزه شناسایی شده و سپس به ارزیابی آن‌ها در ۱۱ خط اتوبوسرانی شهر مشهد که با یکدیگر و با خط یک قطار شهری بیشترین هم‌پوشانی را دارند پرداخته شده است. روش تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی است و با رویکردی کاربردی و با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، آنتروپی و تاپسیس به بررسی کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهند که عملکرد و کارایی پایین خطوط اتوبوسرانی می‌تواند در میزان استفاده مردم از اتوبوس تأثیرگذار باشد و آن‌ها را به استفاده از حمل‌ونقل خصوصی تشویق نماید. همچنین مدیران و سیاست‌گذاران حمل‌ونقل عمومی می‌توانند با تکیه بر این مهم که بین کارآمدی اقتصادی و عملکرد همه‌جانبه خطوط رابطه مستقیمی وجود دارد ضمن توجه به منافع سازمانی زمینه‌های لازم برای ارتقای عملکرد خطوط را نیز فراهم سازند و با دیدی همه‌جانبه‌تر و پایدارتر گام‌های مؤثری در ارتباط با پروژه‌های تجمیع خطوط و ایجاد مسیرهای جدید بردارند.

واژگان کلیدی: خطوط اتوبوسرانی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، آنتروپی، تاپسیس، مشهد.

* این مقاله از طرح پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی عملکرد خطوط اتوبوسرانی شهرداری مشهد، مورد مطالعاتی: خطوط محور وکیل‌آباد- غدیر» به کوشش نویسنده اول آقای محمد قضائی مشاور جوان سازمان اتوبوسرانی شهرداری مشهد و با نظارت گروه مشاوران جوان و سازمان اتوبوسرانی شهرداری مشهد، استخراج شده است.

** دانشجوی دکتری شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: Mohammad.ghazaie@modares.ac.ir
*** دانشجوی دکتری مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان، ایران.
**** کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حمل‌ونقل یکی از استخوان‌های اصلی بدنه زندگی شهری و یکی از عواملی است که شکل و چگونگی توسعه را تعیین می‌کند. تحرک و دسترسی ایجاد شده توسط سیستم حمل‌ونقل، نقش مهمی را در شکل دادن به شهرها، شیوه زندگی، دسترسی مردم به منابع و گزینه‌های مختلف فراهم می‌کند (Davison & Knowles, 2006). حمل‌ونقل عمومی که در واقع همه انواع حمل‌ونقل را برای عموم فراهم می‌سازد (White, 2009) انواع متنوعی دارد که عبارت‌اند از: تاکسی، ون، مسافرکش‌های شخصی، اتوبوس، خودرو اشتراکی و حمل‌ونقل ریلی (Pacione, 2008). حمل‌ونقل عمومی منافع بی‌شماری هم برای مسافرین و هم برای کل جامعه در پی دارد. از طرفی مسافرین حمل‌ونقل عمومی می‌توانند از گزینه‌های سفر ارزان‌تر، ایمن‌تر و قابل اعتمادتر نسبت به وسیله نقلیه بهره ببرند، درحالی‌که سایر شهروندان نیز می‌توانند از ترافیک سبک‌تر در خیابان‌ها و منافع محیطی ناشی از آن از قبیل؛ کاهش آلودگی هوا، ازدحام ترافیک کمتر و غیره منتفع شوند (APTA, 2007). اتوبوس به‌عنوان یکی از پرطرفدارترین سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، برای راه‌اندازی به سرمایه‌گذاری اندکی نیاز دارد و وابستگی به مسیر خاصی مانند مترو یا تراموا ندارد و از این رو قابل توسعه و تغییر است. علاوه بر این، اتوبوس‌ها با توجه به متوسط تعداد سرنشینی که دارند در مقایسه با خودرو سطح بسیار کمتری از خیابان‌ها و فضاهای شهری را اشغال می‌کنند (Taghvaei & Vafaei, 2008). کاهش استفاده از وسیله نقلیه شخصی و افزایش استفاده از حمل‌ونقل عمومی دو وظیفه حیاتی و در عین حال چالش‌برانگیز برای حل مشکلات حمل‌ونقل شهری هستند (Lai & Chen, 2011). در کشورهای درحال توسعه با توجه به پایین بودن سطح درآمد، میزان مالکیت خودرو شخصی کاهش می‌یابد که این خود باعث افزایش تقاضا برای استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی به خصوص اتوبوس که ارزان‌تر می‌باشد، می‌شود (Iles, 2005). یکی از روش‌هایی که اغلب پژوهشگران حوزه حمل‌ونقل شهری برای کاهش ترافیک بر آن تأکید دارند ارتقا کیفیت و کارایی ناوگان حمل‌ونقل عمومی در معنای عام و ناوگان اتوبوسرانی در معنای خاص است، چراکه از این طریق می‌توان نقاط ضعف و قوت سیستم موجود را شناخت و برنامه‌ریزی بهتری را برای سیستم موجود ارائه نمود (Karlaftis, 2004). کارایی به عبارت ساده به نسبت خروجی‌ها به ورودی‌های یک سیستم گفته می‌شود. بنابراین هرچه یک واحد تصمیم‌گیری با مصرف ورودی کمتر، خروجی بیشتری تولید کند، کارایی و عملکرد آن بیشتر خواهد بود (Gilbert, 2003)، بنابراین مسیر اتوبوسی کاراست که با حداقل مصرف منابع، بالاترین تقاضا را برای استفاده از سوی مسافران داشته باشد. البته لازم به ذکر است که در این تعریف باید خطوطی را که بنا به نظر کارشناسان که با علم به عدم کارایی و یا کارایی پایین آنها، صرفاً برای دسترسی به قسمتی از شهر تعبیه می‌شوند را مستثنی ساخت. اتوبوس به‌عنوان یکی از انواع حمل‌ونقل عمومی در مشهد که سالانه پذیرای حجم بسیاری از گردشگران است، نقش بسیار مهمی در جابه‌جایی مسافران در سطح شهر ایفا می‌نماید. سیستم اتوبوسرانی شهر مشهد با ۱۲۷ خط و حدود ۲۲۰۰ دستگاه روزانه حدود ۱/۵ میلیون مسافر را جابه‌جا می‌کند که در این میان برخی از این خطوط با توجه به بافت شطرنجی مشهد و شبکه‌های شرقی و غربی آن؛ به مسیرهای مشابهی خدمات‌رسانی می‌کنند و یا این‌که با قطار شهری هم مسیر هستند که این می‌تواند کارایی و چگونگی عملکرد این خطوط را تحت تأثیر قرار دهد. کارایی پایین خطوط از یک طرف بازده اقتصادی برای سرمایه‌گذاران دولتی و خصوصی ندارد و از طرف دیگر با توجه به این‌که تقاضای خطوط با عملکرد پایین کاهش می‌یابد، لذا تقاضا برای استفاده از حمل‌ونقل شخصی افزایش یافته که در نهایت افزایش ترافیک و آلودگی را در پی خواهد داشت. این مقاله با هدف سنجش کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی مشهد (خطوط محور وکیل‌آباد- غدیر) با دیدگاهی همه‌جانبه‌نگر به‌دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که خطوط محور وکیل‌آباد- غدیر در چه سطحی از کارایی و عملکرد قرار دارند و عوامل تأثیرگذار بر کارآمدی و یا ناکارآمدی آنها کدام‌اند؟ بدین وسیله می‌توان با سنجش کارایی خطوط با دیدی جامع که متشکل است از دید اداره‌کننده سیستم، کاربر سیستم و محیط؛ زمینه‌های لازم برای ارتقای عملکرد خطوط اتوبوسرانی، از تمام جهات را فراهم ساخت و در افزایش استفاده شهروندان از اتوبوس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین انواع حمل‌ونقل عمومی، تأثیر شگرفی گذاشت.

۱. مبانی نظری

۱-۱- مفاهیم کلیدی و بنیان نظری

سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی به‌عنوان زیرمجموعه‌ای از سامانه‌های مختلف جابه‌جایی درون شهری از دیدگاه مهندسان ترافیک در اولویت نخست راهکارهای بهبود وضعیت تردد و توسعه شهری جای دارند (Hamed Abdi et al., 2013, p. 236). امروزه سامانه حمل‌ونقل همگانی برای داشتن عملکردی بهتر باید به ارائه خدمات در سطح بالاتر بپردازد و تا جایی که امکان دارد از ویژگی‌های دسترسی بالاتر و خدمات‌رسانی به جمعیت بیشتر برخوردار باشد و با نیازهای مسافران کاملا در انطباق باشند (PourAhmad et al., 2012, p. 12). کیفیت سرویس، عملکرد اندازه‌گیری شده و مشاهده شده از دیدگاه کاربران را بیان می‌کند به‌طوری‌که به‌عنوان مقایسه بین سطح انتظار مسافر و درک خدمات توسط او تعریف

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود (Soltani, 2012, p. 104). سمپایو[1] (۲۰۰۸) از عوامل دسترسی‌پذیری سامانه، زمان سفر، قابل اعتماد بدون، فراوانی سرویس‌ها، تعداد مسافران، وضعیت وسیله نقلیه، تسهیلات حمایتی مناسب و حرکت بر اساس نیازها، به‌عنوان عواملی مؤثر در عملکرد خوب اتوبوس یاد می‌کند. علاوه‌براین، کارایی و اثربخشی با شاخص‌های عملکردی همانند هزینه کارکردی پایین برای استفاده‌کنندگان و حداقل تعداد وسیله نقلیه و پرسنل (بدون کاهش در کیفیت سامانه) نیز مرتبط است (Sallis et al., 2004). اما هنگامی که مدیریت شهری به عوامل مؤثر بر کیفیت سرویس‌دهی توجه نکند، این سامانه به راحتی از دایره عملکردی خود خارج شده و کارایی خود را از دست می‌دهد. پس برنامه‌ریزان و مدیران شهری باید گسترش شهرها را در امتداد با سامانه‌های حمل‌ونقلی خود مورد توجه قرار دهند. انتظاراتی که مردم از سامانه اتوبوسرانی دارند در چند بخش خلاصه می‌شود: ایمنی، زمان، هزینه سفر، آسایش و راحتی سفر (Vuchie, 2007; & Uludag, 2005). در بیان عملکرد حمل‌ونقل عمومی دیدگاه‌های متفاوت و بعضاً متناقضی وجود دارد. این دیدگاه‌ها را در حالت کلی می‌توان به سه دسته دیدگاه اداره‌کننده سیستم، دیدگاه کاربر و دیدگاه جامعه (محیط) تقسیم‌بندی نمود. عملکرد یا کارآیی و اثربخشی سیستم حمل‌ونقل عمومی از دیدگاه اداره‌کنندگان با آنچه از دید کاربران و جامعه قابل بیان است، متفاوت می‌باشد. اداره‌کنندگان معمولاً هدف استفاده کارا از منابع در دسترس را جهت خدمت‌رسانی به حداکثر مسافرین، بیان می‌کنند. از طرف دیگر کاربران به دنبال سرویسی هستند که سرعت، راحتی، امنیت و قیمت مناسبی داشته باشد و محیط و جامعه هدف حداقل کردن اثرات منفی و استفاده از منابع را پی می‌گیرد (Hesami et al., 2013, p. 3).

۲-۱- سوابق مطالعاتی

به‌منظور شناسایی بهتر عوامل تأثیرگذار در کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی و تدوین بهتر چارچوب نظری تحقیق مجموعه‌ای از مطالعات داخلی و خارجی موررد بررسی قرار گرفتند که در ادامه ارائه شده‌اند.

مارگاری[2] و همکاران (۲۰۰۷)، ۴۰ شرکت حمل‌ونقل در ایتالیا را با استفاده از تلفیق DEA-SFA[3] مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها پارامترهایی همچون تعداد مسافران، تعداد کارکنان، میزان مصرف سوخت و هزینه‌ها را به‌عنوان شاخص‌های ورودی و خروجی DEA در نظر گرفتند. کارلافتیس[4] (۲۰۰۴)، ۲۵۶ خط اتوبوس در شهر نیویورک را با استفاده از DEA مورد ارزیابی قرار داد. وی تعداد اتوبوس‌ها، میزان مصرف سوخت و تعداد کارکنان را به‌عنوان شاخص ورودی و تعداد مسافران را به‌عنوان شاخص خروجی در نظر گرفت. سلطانی و همکاران (۲۰۱۳) در ارزیابی عملکرد خطوط اتوبوسرانی شیراز از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس استفاده کرده‌اند و معیارهای تأثیرگذار در عملکرد خطوط اتوبوسرانی را چهار معیار اصلی طراحی مسیر، زمان‌بندی اتوبوس‌ها، معیار اقتصادی و در نهایت راحتی مسافران در نظر گرفته‌اند. قوامی و همکاران (۲۰۱۱) با تلفیق مدل تحلیل پوششی داده‌ها و سامانه اطلاعات مکانی، به ارزیابی کارایی خطوط اتوبوسرانی شهرداری تهران پرداخته‌اند. در این تحقیق شاخص‌های تعداد ایستگاه‌ها، مصرف سوخت، طول ایستگاه‌ها و مجموع افراد ناتوان به‌عنوان شاخص‌های ورودی و تعداد کل مسافران به‌عنوان شاخص خروجی در نظر گرفته شده‌اند. سرایی و محمدزاده (۲۰۱۴) به ارزیابی میزان اثربخشی اتوبوس‌های تندرو در شهر مشهد پرداخته‌اند. در این تحقیق ابتدا عوامل مؤثر در میزان اثربخشی اتوبوس‌های تندرو جمع‌آوری شده است و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی میزان کارایی هر یک از مسیرهای بی‌آرتی در شهر مشهد مشخص شده است.

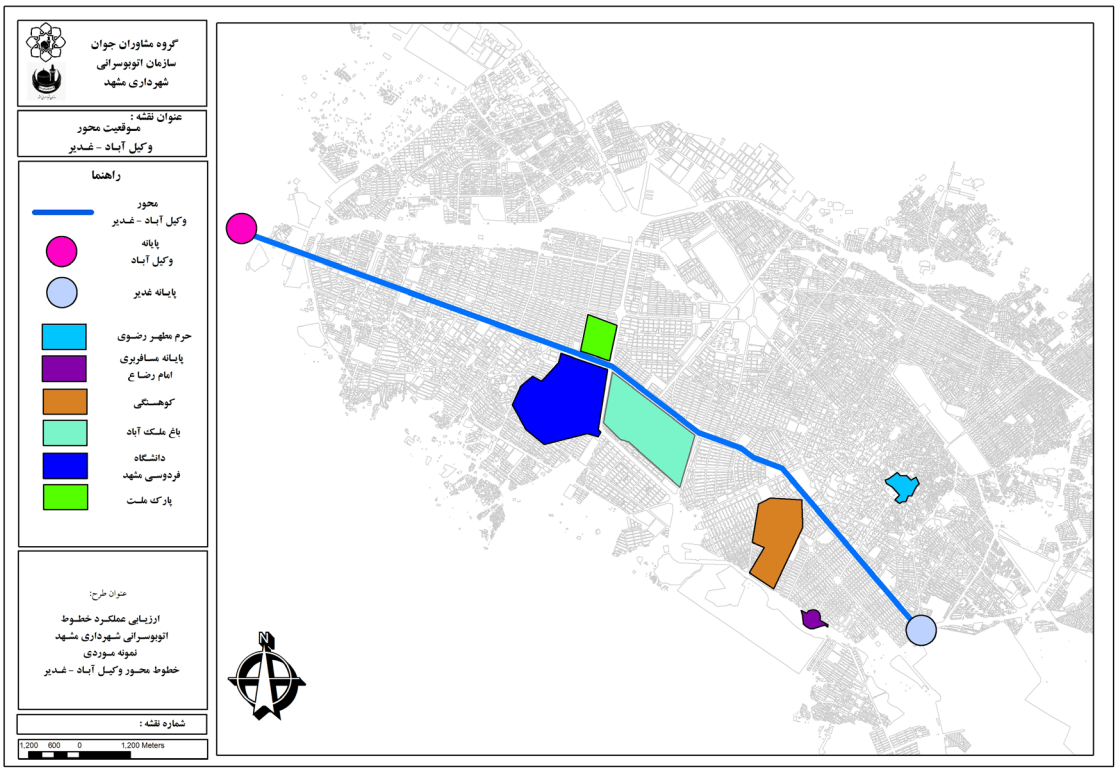
۲. روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق با استفاده از روش توصیفی- تحلیلی و با رویکردی کاربردی به بررسی کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی شهر مشهد پرداخته شده است. جامعه آماری تحقیق حاضر کل خطوط اتوبوسرانی و مینی‌بوس‌رانی شهرداری مشهد می‌باشد (شهرداری مشهد دارای ۱۲۰ خط اتوبوسرانی و مینی‌بوس‌رانی فعال در سطح شهر می‌باشد). با توجه به این‌که امکان بررسی کارایی و عملکرد تمام این خطوط در این مطالعه نمی‌باشد لذا با توجه به نظر کارشناسان و متخصصین تعداد ۱۱ خط از محور وکیل‌آباد- غدیر شهر مشهد که با یکدیگر و با خط یک قطارشهری بیشترین همپوشانی را دارند به‌عنوان نمونه انتخاب شده‌اند. موقعیت محور وکیل‌آباد غدیر در شکل ۱ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱: موقعیت محور وکیل‌آباد- غدیر



شماره خطوطی که در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرند و بیشترین همپوشانی را با محور وکیل‌آباد- غدیر (که محل عبور خط یک قطارشهری نیز هست) دارند در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: مقصد و مبدأ خطوط مورد بررسی

شماره خط	۱۰	۱۱	۱۴	۱۶/۱	۱۸	۱۸/۱	۲۲/۲	۲۶	۳۸/۱	۷۱/۱	۹۴
مبدأ	پایانه غدیر	پایانه وکیل‌آباد	پایانه آزادی	پایانه آزادی	پایانه آزادی	پایانه آزادی	پایانه گردشگری	پایانه شریعتی	پایانه آزادی	پایانه انقلاب	پایانه آزادی
مقصد	پایانه وکیل‌آباد	پایانه فردوسی	پایانه الهیه	پایانه الهیه	پایانه الهیه	پایانه الهیه	پایانه شریعتی	پایانه معراج	پایانه شهدا	پایانه صبا	کوی آب و برق

پس از شناسایی خطوط نمونه، به‌منظور سنجش کارایی و عملکرد آن‌ها و با تکیه بر مطالعات مشابه روش‌هایی برای ارزیابی آن‌ها انتخاب شده‌اند که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است.

تحلیل پوششی داده‌ها[۵]: با توجه به هدف اولیه تحقیق که ارزیابی کارایی از دید اداره‌کننده سیستم می‌باشد و با توجه به مطالعات مشابه، روش تحلیل پوششی داده‌ها برای این کار انتخاب شد. این مدل روشی است مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی که برای ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدها که به آن‌ها واحدهای تصمیم‌گیری اطلاق می‌شود، به‌کار می‌رود. فرض اصلی در این روش این است که هر واحد تصمیم‌گیری[۶] دارای تعدای ورودی (منابع داده‌ای) برای تولید خروجی‌ها است. شکل زیر یک واحد تصمیم‌گیری و ورودی‌ها و خروجی‌هایش را نشان می‌دهد.

شکل ۲: یک واحد تصمیم‌گیری با N ورودی و M خروجی



این روش که در سال ۱۹۷۸ توسط چارنز ارائه شد، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی یعنی ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو است که در ادامه این دو مشخصه تشریح می‌شوند (Charnes, 1978). بازده به مقیاس

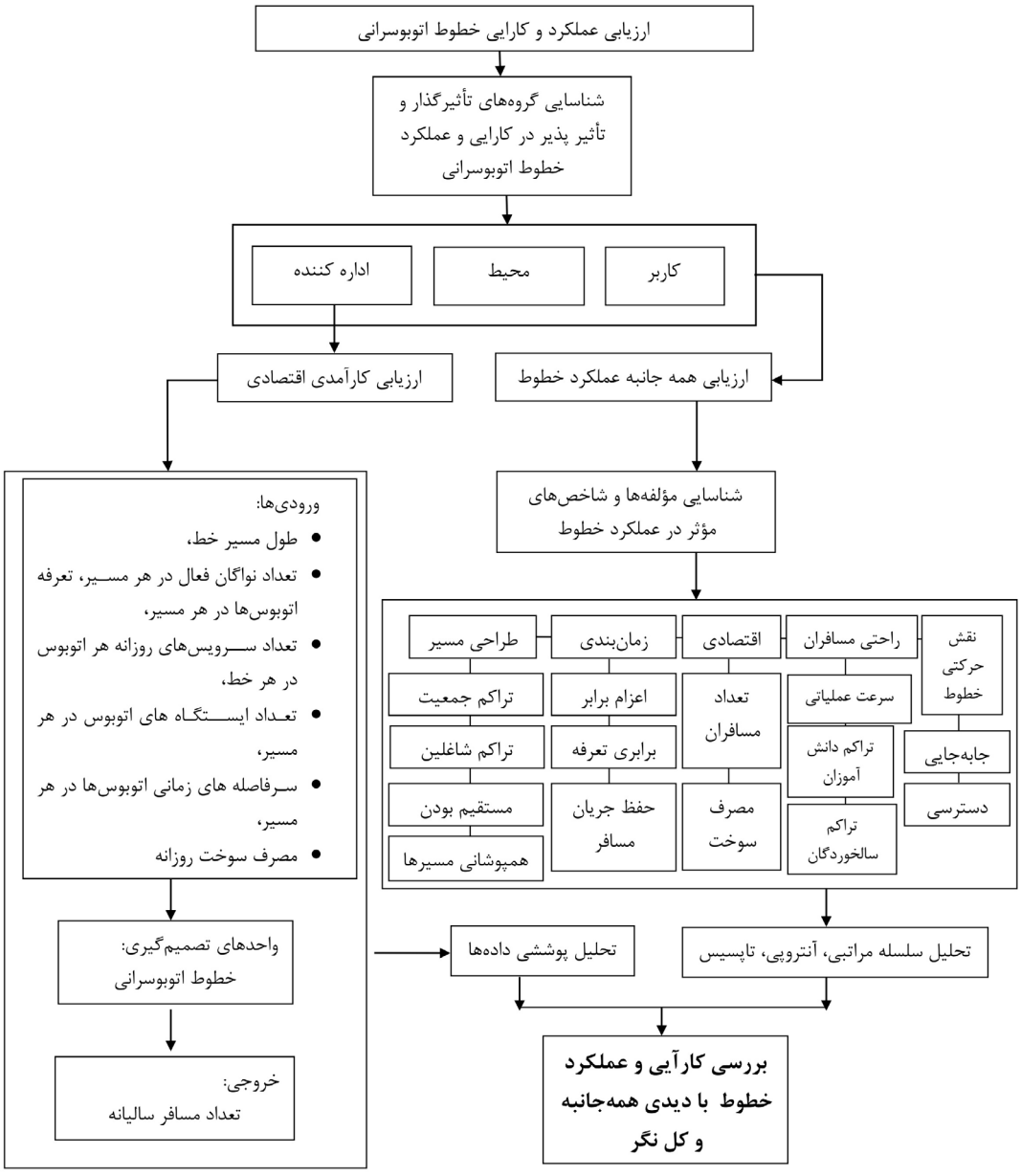
www.SID.ir

Archive of SID

بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم می‌باشد. یکی از توانایی‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها کاربرد الگوهای مختلف، متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت و همچنین اندازه‌گیری بازده به مقیاس واحدها است. بازده به مقیاس ثابت (CRS): بازده به مقیاس ثابت بدان معنا است که افزایش در مقدار ورودی منجر به افزایش خروجی به همان نسبت می‌شود. بازده به مقیاس متغیر (VRS): در بازده به مقیاسِ متغیر افزایش خروجی بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در ورودی می‌باشد. در ارزیابی عملکرد حمل‌ونقل عمومی معمولاً باید از الگوی خروجی و بازده به مقیاس متغیر استفاده نمود (Qavami et al., 2011, pp. 263-264; Hasan, 2007).

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[۷]: به‌منظور ارزیابی عملکرد خطوط اتوبوسرانی و به‌منظور داشتن دیدی همه جانبه‌نگر باید یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را مدنظر قرار داد. این روش‌ها می‌توانند دید جامعی از چگونگی عملکرد خطوط با در نظر گرفتن وزن هریک از معیارها و زیرمعیارها در فرآیند ارزیابی ارائه نمایند. لذا در تحقیق حاضر به‌منظور از بین بردن خطاهای و پرهیز از ایده‌آل‌گرایی از مدل آنتروپی برای وزن‌دهی استفاده شده است. در این مدل، هرچه پراکندگی در مقادیر یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص از اهمیت بیشتری برخوردار است. پس از تعیین وزن هریک از زیرمعیارها با استفاده از مدل تاپسیس به اولویت‌بندی ۱۱ خط مورد مطالعه براساس چگونگی عملکردشان پرداخته شده است (Hekmatnia & Mousavi, 2012, pp. 362-370). پس از شناسایی معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار در کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی از دیدگاه‌های کاربر، اداره‌کننده و محیط و شناسایی روش‌ها و مدل‌های مناسب به‌منظور ارزیابی آن‌ها چارچوب نظری تحقیق در شکل ۳ آمده است.

شکل ۳: چارچوب نظری تحقیق



www.SID.ir

Archive of SID

۳. تجزیه و تحلیل داده‌ها

۱-۳- ارزیابی کارایی خطوط از دیدگاه اداره‌کننده

به‌منظور ارزیابی کارایی خطوط، اطلاعات شاخص‌های عملکردی مرتبط با هر یک از خطوط که عبارتند از : طول خط، تعرفه، تعداد اتوبوس، تعداد سرویس، تعداد ایستگاه اتوبوس، سوخت مصرف شده و تعداد مسافر سالیانه هر خط، در طول سال‌های ۹۱، ۹۲ و نه ماه اول ۹۳ از بخش آمار و اطلاعات سازمان اتوبوسرانی مشهد گرفته شد (جدول ۲) و میزان مصرف سوخت هر یک از خطوط بر اساس آنها محاسبه شد (جدول ۳).

جدول ۲: مقادیر شاخص‌های عملکردی در طول سال‌های ۹۱، ۹۲ و ۹۳[۸]

شماره اتوبوس	طول خط (Km)			تعرفه (دقیقه)			تعداد اتوبوس			تعداد سرویس هر اتوبوس			تعداد ایستگاه های اتوبوس			سرفاصله (دقیقه)			مسافر (سالیانه)		
	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳	۹۱	۹۲	۹۳
۱۰	۲۱,۲	۲۱,۲	۲۱,۲	۶۰	۶۰	۶۰	۳۴	۵۰	۲۵	۱۴	۱۴	۱۴	۵۷	۵۷	۵۷	۳,۵	۲	۵	۹۲۷۲۵۸۹	۱۲۹۰۳۴۲۴	۷۷۴۶۶۲۷
۱۱	۱۲,۴	۱۲,۴	۱۲,۴	۴۵	۴۵	۴۵	۱۸	۱۸	۱۵	۱۹	۱۹	۱۹	۴۴	۴۴	۴۴	۵	۵	۶	۳۱۱۲۲۴۲	۲۶۲۹۴۲۱	۲۰۱۹۱۰۵
۱۴	۱۷,۲	۱۷,۲	۱۷,۲	۴۵	۴۵	۴۵	۱۵	۱۸	۱۸	۱۹	۱۹	۱۹	۵۰	۵۰	۵۰	۶	۵	۵	۲۱۳۷۳۷۶	۱۸۹۵۸۸۰	۱۵۰۴۹۰۶
۱۶,۱	۱۵,۶	۱۵,۶	۱۵,۶	۵۰	۵۰	۵۰	۱۸	۱۸	۱۶	۱۹	۱۷	۱۷	۴۹	۴۹	۴۹	۵,۵	۶	۶	۲۹۳۳۴۶۴	۲۲۹۸۵۷۱	۱۶۸۷۸۸۵
۱۸	۱۸,۴	۱۸,۴	۱۸,۴	۴۵	۴۵	۴۵	۱۶	۱۲	۱۰	۱۹	۱۹	۱۹	۴۶	۴۶	۴۶	۵,۶	۸	۹	۲۵۸۷۷۷۷	۲۲۱۶۱۶۴	۱۶۹۳۸۴۹
۱۸,۱	۲۰,۴	۲۰,۴	۲۰,۴	۶۰	۶۰	۶۰	۲۱	۱۴	۱۵	۱۴	۱۴	۱۴	۷۳	۷۳	۷۳	۵,۷	۹	۸	۳۹۹۶۸۹۸	۳۶۳۶۴۸۹	۲۳۲۷۴۱۰
۲۲,۲	۱۰,۵	۱۴,۳	۱۴,۳	۴۰	۶۰	۶۰	۱۵	۱۷	۱۷	۲۱	۱۴	۱۴	۴۱	۵۸	۵۸	۵,۳	۷	۷	۱۶۰۶۲۳۴	۱۵۰۶۲۰۲	۱۷۰۸۱۵۸
۲۶	۱۵	۱۵	۱۵	۵۰	۵۰	۵۵	۱۶	۱۶	۱۶	۱۹	۱۷	۱۵	۴۶	۴۶	۴۶	۶,۲	۷	۷	۲۵۱۹۵۴۴	۲۴۰۲۶۱۱	۱۶۸۸۹۴۰
۳۸,۱	۱۰,۶	۱۰,۶	۱۰,۶	۴۰	۴۰	۴۰	۱۸	۱۹	۱۹	۲۱	۲۱	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۴,۴	۴	۴	۵۹۶۴۹۶۸	۶۳۱۲۴۷۴	۴۵۱۷۰۰۱
۷۱,۱	۱۱,۳	۱۱,۳	۱,۳	۴۵	۴۵	۴۵	۲۰	۲۰	۲۱	۱۹	۱۹	۱۹	۵۱	۵۱	۵۱	۴,۵	۵	۴	۳۵۲۸۱۳۲	۴۳۵۱۷۴۲	۳۳۳۸۱۴۰
۹۴	۷,۲	۷,۲	۷,۲	۳۰	۳۰	۳۰	۱۲	۱۱	۱۱	۲۸	۲۸	۲۸	۲۹	۲۹	۲۹	۵	۵	۵	۳۴۴۰۸۴۱	۳۶۹۲۰۵۶	۲۴۱۰۱۴۶

جدول ۳: میزان سوخت مصرفی هر یک از خطوط مورد مطالعه

شماره خط	۱۰	۱۱	۱۴	۱۶/۱	۱۸	۱۸/۱	۲۲/۲	۲۶	۳۸/۱	۷۱/۱	۹۴
سوخت (لیتر)	۳۷۱۰	۱۴۱۳/۶	۲۳۵۲/۹۶	۱۶۹۷/۲۸	۱۵۷۳/۲	۱۹۲۷/۸	۱۳۶۱/۳۶	۱۴۴۰	۱۹۰۳/۲۳	۲۲۵۴/۳۵	۹۹۷/۹۲

به‌منظور سنجش کارایی خطوط مورد مطالعه در سال‌های مختلف ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و نه ماه اول سال ۱۳۹۳؛ با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، داده‌های طول خط، تعرفه، تعداد اتوبوس، سرفاصله، تعداد سرویس روزانه، تعداد ایستگاه‌ها و سوخت مصرفی این خطوط را به‌عنوان شاخص‌های ورودی و تعداد مسافرین سالیانه را به‌عنوان شاخص خروجی در نظر گرفته و مدل برای هر کدام از سال‌ها و هر کدام از خطوط مذکور راه‌اندازی شده است.

شکل ۴: مدل سنجش کارایی خطوط در سال‌های متفاوت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

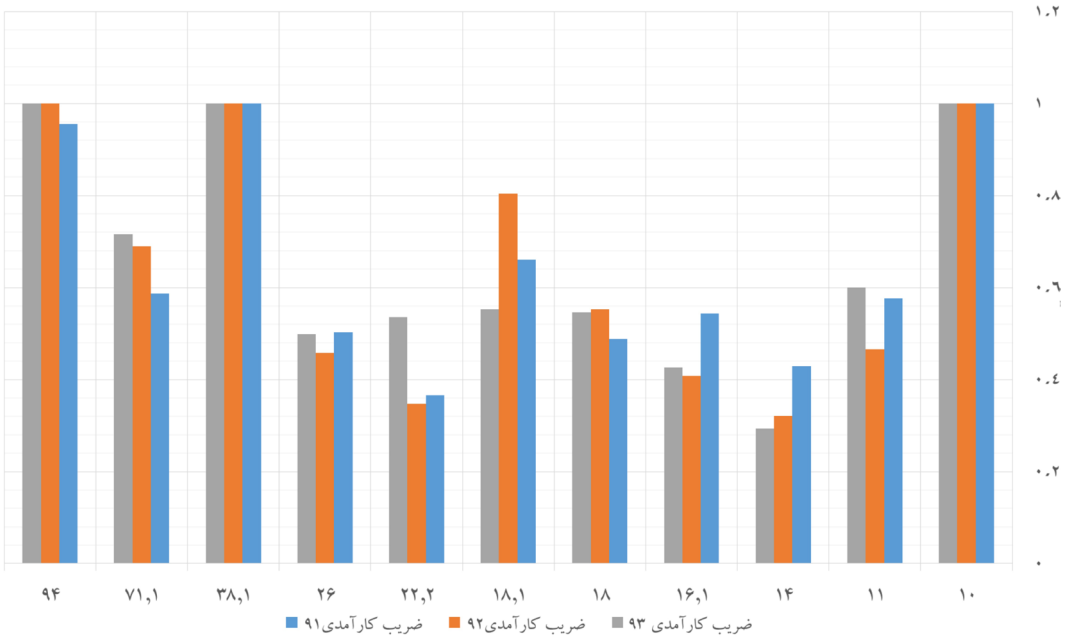


www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به ماهیت کارایی عملکردی که در آن واحدهای تصمیم‌گیرنده در پی آن هستند که با کمترین میزان ورودی ممکن، مقدار مشخصی خروجی ایجاد کنند (در این حالت، ورودی‌ها قابل کنترل هستند)، در این مطالعه از مدل ورودی محور تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. در واقع در این جا واحدهای تصمیم‌گیری که خطوط مورد مطالعه می‌باشند وقتی کارآمد هستند که با حداقل میزان ورودی حداکثر خروجی و یا میزان مشخصی از خروجی را که تعداد مسافرین است تولید کنند. بنابراین به منظور سنجش کارایی اطلاعات مربوط به خطوط را در هر سال وارد نرم‌افزار DEA Frontier نموده و با انتخاب مدل ورودی محور، کارایی خطوط؛ سنجیده شده است (نمودار ۱).

نمودار ۱: ضریب کارآمدی خطوط مورد بررسی در طی سال‌های ۹۱، ۹۲ و ۹۳



همان‌طور که نمودار فوق نشان می‌دهد خطوط ۱۰، ۳۸/۱ و ۹۴ در طی این سال‌ها بیشترین میزان ضریب کارآمدی را داشته‌اند و در مقایسه با سایر خطوط کارآمدتر بوده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود کارایی خطوط در طول سال‌های مورد بحث تغییراتی داشته که از شاخص‌های عملکردی آن ناشی شده است. در جدول ۴ به تغییرات تعدادی از خطوط اشاره شده است.

جدول ۴: نقش تغییرات شاخص‌های عملکردی در کارآمدی خطوط اتوبوسرانی

شماره خط	نقش شاخص‌های عملکردی در کارآمدی خطوط از دیدگاه اداره‌کننده
۱۰	با وجود کاهش تعداد اتوبوس‌های فعال خط ۱۰ در طی سال‌های مورد مطالعه و راه‌اندازی خط یک قطارشهری، کارایی خط مذکور تغییر نکرده و معادل یک بوده است.
۱۱	افزایش در ضریب کارایی، به‌دلیل کاهش سه دستگاه از تعداد ناوگان خط ۱۱ و حفظ حجم مسافر، صورت پذیرفته است.
۱۶،۱	از سال ۹۱ تا ۹۲ با این‌که تعداد اتوبوس‌های این خط تغییری نکرده ولی تعداد سرویس روزانه‌ای که هر اتوبوس انجام می‌دهد از ۱۹ به ۱۷ رسیده و همین امر منجربه ۳۰ ثانیه افزایش در سرفاصله بین اتوبوس‌ها شده است. علاوه بر این، تعداد مسافر سالانه در سال ۹۲ در مقایسه با ۹۱، ۶۰۰ هزار نفر کاهش یافته است. با این حال میزان کارایی در نه ماه اول سال ۹۳ در مقایسه با سال ۹۲ اندکی افزایش یافته است. این‌گونه به‌نظر می‌رسد که با توجه به روند کاهشی تعداد مسافران، کاهشی در تعداد دستگاه‌ها صورت گرفته و تعداد آن‌ها از ۱۸ به ۱۶ رسیده است. لذا به‌طور متوسط روزانه ۳۴ سرویس از سرویس‌های این خط کم شده و همین امر منجر به افزایش کارایی خط مذکور شده است.
۱۸،۱	تعداد اتوبوس‌های این خط از سال ۹۱ تا ۹۲، ۷ دستگاه کاهش یافته و سرفاصله ۳/۳ دقیقه افزایش یافته است. این کاهش، علی‌رغم کاهش مسافر با افزایش ۱۵ درصدی کارآمدی همراه بوده است. تعداد دستگاه اتوبوس در نه ماه اول ۹۳ در مقایسه با ۹۲ یک دستگاه افزایش یافته ولی به‌دلیل کاهش زیاد در تعداد مسافر ضریب کارآمدی ۲۵ درصد کاهش یافته است. در واقع، با توجه به این‌که کاهش تعداد مسافر در سال ۹۲ در مقایسه با سال ۹۱ کم بوده است این‌گونه به‌نظر می‌رسد که کاهش تعداد دستگاه‌ها و افزایش سرفاصله رفته‌رفته تمایل استفاده آن‌ها به وسیله نقلیه شخصی را افزایش داده و کاهش تعداد قابل توجه مسافران در سال ۹۳ را به همراه داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۲,۲	بررسی شاخص‌های عملکردی این خط در طی این دو سال نشان می‌دهد که با تغییر مسیر خط در سال ۹۲ نسبت به ۹۱ کلیه شاخص‌های عملکردی خط افزایش یافته ولی تغییر چندانی در تعداد مسافر رخ نداده است همین امر منجر به این شده است که کارایی خط اندکی کمتر شود. ولی نتایج نه ماه اول ۹۳ نشان می‌دهند که رفته‌رفته با جا افتادن مسیر جدید در بین مردم تعداد مسافرین به حد مطلوبی رسیده که افزایش کارآمدی را به همراه داشته است.
۲۶	کاهش مسافران در سال ۹۲، علی‌رغم کاهش تعداد سرویس‌ها منجربه افزایش ضریب ناکارآمدی شده که کاهش مجدد در تعداد سرویس‌ها در سال ۹۳ را به همراه داشته است. در واقع در مرحله دوم اگرچه کارآمدی افزایش یافته ولی سیرکلی تغییرات در شاخص‌های عملکردی، کاهش استفاده مردم از اتوبوس‌ها را به همراه داشته است. لذا این‌گونه به‌نظر می‌رسد که تغییرات در راستای خدمات‌رسانی بهتر صورت نگرفته بلکه به دنبال کمترین ضرر و زیان بوده است.
۷۱,۱	کارایی خط ۷۱/۱ روند افزایشی داشته است. شاخص‌های عملکردی بین سال ۹۱ و ۹۲ تغییرات چندانی نداشته‌اند و فقط سرفاصله در سال ۹۲ سی ثانیه افزایش یافته، با این وجود با توجه به افزایش تعداد مسافران ضریب کارآمدی افزایش یافته است. در ادامه یک اتوبوس به تعداد اتوبوس‌های خط اضافه شده و یک دقیقه از سرفاصله کم شده است که با افزایش میزان کارآمدی همراه بوده است. در واقع این نتایج نشان می‌دهند که بهبود شاخص‌های عملکردی در جهت بهبود عملکرد خط لزوماً به ضرر سیستم نمی‌باشد بلکه می‌تواند با افزایش تعداد مسافرین نه تنها زمینه کارآمدی بیشتر واحد تصمیم‌گیری را فراهم سازد بلکه می‌تواند افزایش درآمد را نیز به همراه داشته باشد.
۹۴	بررسی‌ها نشان می‌دهند که می‌توان با یک تغییر کوچک ضمن حفظ عمکرد مناسب واحد تصمیم‌گیری به افزایش کارآمدی آن کمک نمود. در واقع تعداد دستگاه‌های اتوبوس خط ۹۴ در سال ۹۲ در مقایسه با سال ۹۱ به میزان یک دستگاه کاهش یافته است و همین منجر به آن شده است که ورودی‌های واحد تصمیم‌گیری در مقایسه با خروجی‌ها که تعداد مسافران هستند مناسب باشند.

۲-۳- ارزیابی همه‌جانبه عملکرد خطوط

در اینجا برخلاف مدل قبل که کارایی تنها براساس شاخص‌های عملکردی خطوط و دیدگاه اداره‌کننده مورد بررسی قرار گرفت، عملکرد خطوط را با دیدی همه‌جانبه‌نگر (اداره‌کننده، محیط و کاربر) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مدل قبلی شاخص‌های مرتبط با آسایش و رفاه مسافران که بازیگران کلیدی اتوبوسرانی هستند در نظر گرفته نشده بود ولی در اینجا همانطور که در چارچوب نظری تحقیق بیان شد، سنجش عملکرد خطوط با استفاده از شاخص‌های متفاوت و متعددی در معیارهای گوناگون صورت پذیرفته است. برای تعیین وزن هریک از شاخص‌ها به‌منظور حذف مداخله و سلایق انسانی و پرهیز از ایده‌آل‌گرایی، وزن هر یک از شاخص‌ها براساس روش آنتروپی که متکی بر پراکندگی بین داده‌ها در هر یک از شاخص‌هاست؛ محاسبه شده و در نهایت برای اولویت‌بندی خطوط از روش تاپسیس استفاده شده است. در ادامه ابتدا تعاریف مرتبط با هر یک از شاخص‌ها در جدول ۵ آمده و سپس به محاسبات و نتایج مرتبط با ارزیابی عملکرد خطوط با دیدی همه‌جانبه‌نگر پرداخته شده است.

جدول ۵: تعاریف شاخص‌های تأثیرگذار در عملکرد خطوط با دیدی همه‌جانبه

مؤلفه	تعریف	شاخص	تعریف
طراحی مسیر	مناسب بودن مسیر اتوبوس برای نمایش و دسترسی مسافر	تراکم جمعیت	تراکم جمعیت در شعاع ۳۲۵ متری پیرامون هر ایستگاه اتوبوس
		تراکم شاغلین	تراکم افراد شاغل در شعاع ۳۲۵ متری پیرامون هر ایستگاه اتوبوس
		کوتاه‌ترین مسیر	انحراف مسیر اتوبوس از کوتاه‌ترین مسیری که ابتدا و انتهای خط را به هم متصل می‌کند
		هم‌پوشانی	مجموع مسافتی که یک خط با سایر خطوط تحت ارزیابی همپوشانی دارد
		تعداد تقاطع‌ها	تقاطع‌های موجود در طول هر خط
زمان‌بندی	برنامه زمان‌بندی منظم و مناسب بودن برنامه در خط	اعزام برابر	انحراف استاندارد میزان تأخیر اتوبوس در رسیدن به ایستگاه‌های مسیرش
		برابری تعرفه	انحراف استاندارد از زمان اعزام از نقطه ابتدایی
		عامل عدم تعادل	تعادل در نگه‌داری ثبات جریان مسافر در یک مسیر مورد نظر در طول ساعات خدمات‌رسانی
اقتصادی	سطح کارایی و عملکرد بهینه مسیرهای اتوبوسرانی	سوخت (لیتر)	حاصل ضرب تعداد سرویس در طول مسیر در تعداد اتوبوس هر خط در میزان مصرف سوخت
		مسافر بر کیلومتر	تعداد مسافران جابه‌جا شده به کل مسافت تحت پوشش مسیر

www.SID.ir

Archive of SID

راحتی مسافران	این معیار نقش قابل توجهی در افزایش یک گرایش عمومی به استفاده از اتوبوس دارد	سرعت عملیاتی	نسبت طول کل مسیر به مدت زمانی که برای تحت پوشش قرار دادن کل مسیر نیاز است
		تراکم دانش‌آموزان	تعداد دانش‌آموزانی که در ۳۲۵ متری ایستگاه‌های اتوبوس زندگی می‌کنند.
		تراکم بالای ۶۵ سال	تعداد افراد که سن آن‌ها ۶۵ و بیشتر از آن می‌باشد و در فاصله ۳۲۵ متری ایستگاه‌های اتوبوس زندگی می‌کنند.
حرکت*	ماهیت خطوط به لحاظ ویژگی‌های دسترسی و جابه‌جایی	نقش جابه جایی	خطوطی که امکان جابه‌جایی را برای مسافران بین نقاط مهم شهر تأمین می‌کنند.
		نقش دسترسی	خطوطی که امکان دسترسی به محله‌ها و شهرک‌های مسکونی را تأمین می‌کنند.

*هدف از در نظر گرفتن مؤلفه حرکتی در ارزیابی عملکرد خطوط با دیدی همه‌جانبه این می‌باشد که امکان مقایسه خطوط با یکدیگر فراهم شود. چراکه خطوط مورد مطالعه به لحاظ ماهیت با یکدیگر تفاوت دارند و غیرقابل مقایسه‌اند. لذا با دادن ضریبی به آن‌ها به‌عنوان میزان نقش آن‌ها در جابه‌جایی و یا دسترسی بودن، این امکان فراهم می‌شود.

با انجام محاسبات برای هر یک از شاخص‌ها، مقادیر مرتبط با هرکدام از آن‌ها به‌دست آمد، سپس با تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و با استفاده از محاسبات روش آنتروپی، وزن هر یک از شاخص‌ها اندازه‌گیری شده که در شکل ۵ آمده است.

شکل ۵: وزن هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی



همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج حاصل از انجام محاسبات آنتروپی نشان می‌دهد که مهم‌ترین شاخص در چگونگی عملکرد اتوبوس‌ها شاخص کوتاه‌ترین مسیر بوده و پس از آن ماهیت جابه‌جایی بودن و یا دسترسی بودن خطوط می‌باشد که این دو با هم برابر بوده و به لحاظ وزنی در انجام محاسبات نسبت به هم هیچ برتری ندارند و تنها این امکان را فراهم می‌سازد تا خطوط با ماهیت‌های متفاوت با یکدیگر مقایسه‌پذیر باشند. بعد از شاخص‌های مذکور، به ترتیب شاخص‌های تراکم بالای ۶۵ سال، سرعت عملیاتی، تراکم جمعیت، اعزام برابر، عامل عدم تعادل و سایر شاخص‌ها می‌باشند. پس از تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها، با اعمال وزن هر یک از شاخص‌ها در ماتریس تصمیم‌گیری ماتریس موزون را تشکیل داده و سپس ایده‌آل‌های مثبت و منفی هر یک از متغیرها را محاسبه کرده و در نهایت با انجام محاسبات امتیاز مرتبط با عملکرد هر یک از خطوط محاسبه می‌شود (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶: امتیاز نهایی عملکرد هر یک از خطوط با تلفیق روش‌های Entropy و Topsis

شماره خط	d+i	d-i	Cli	رتبه
۱۰	۰,۰۴۵۵	۰,۰۶۴۲	۰,۵۸۴۹	۱
۱۱	۰,۰۵۰۲	۰,۰۴۸۴	۰,۴۹۱۱	۳
۱۴	۰,۰۶۷۴	۰,۰۲۵۹	۰,۲۷۸۳	۷
۱۶,۱	۰,۰۶۹۴	۰,۰۲۴۳	۰,۲۵۹۳	۹
۱۸	۰,۰۶۷۴	۰,۰۲۶۹	۰,۲۸۵۶	۶
۱۸,۱	۰,۰۷۲۹	۰,۰۲۴۵	۰,۲۵۱۴	۱۰
۲۲,۲	۰,۰۶۴۹	۰,۰۲۲۹	۰,۲۶۱۱	۸
۲۶	۰,۰۶۷	۰,۰۱۷۹	۰,۲۱۱	۱۱
۳۸,۱	۰,۰۵۹۷	۰,۰۳۲۷	۰,۳۵۴۲	۴
۷۱,۱	۰,۰۴۷۲	۰,۰۵۵۴	۰,۵۳۹۶	۲
۹۴	۰,۰۶۵۵	۰,۰۳۱۵	۰,۳۲۵	۵

همان‌طور که مشاهده می‌شود خط ۱۰ که کاملاً با خط یک قطار شهری موازی است، بالاترین عملکرد را در بین خطوط مورد مطالعه داشته است. بعد از آن خطوط ۷۱/۱، ۱۱، ۳۸/۱ و ۹۴ رتبه‌های دوم تا پنجم را به خود اختصاص داده‌اند.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تحقیقاتی که تاکنون بر روی ارزیابی کارایی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته‌اند، کارآمدی و عملکرد خطوط اتوبوسرانی را در دو حوزه مدیران و مخاطبان به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده‌اند. این درحالی است که دو نکته مذکور باید هم‌زمان با یکدیگر مورد مطالعه قرار گیرند تا بتوان نتایج آن‌ها را بهتر و مؤثرتر با یکدیگر مقایسه نمود تا زمینه‌های لازم برای بهبود هم‌زمان کارایی اقتصادی و عملکرد خطوط از دید مسافران فراهم شود. هم‌چنین تحقیقات مشابه خصوصاً در بحث عملکرد اقتصادی به بررسی روندها نپرداخته‌اند، این درحالی است که بررسی روندها و اقداماتی که در طول سال‌های متفاوت صورت می‌پذیرند می‌توانند به نتیجه‌گیری بهتر و دقیق‌تر کمک شایان توجهی بنمایند. از طرف دیگر، معمولاً در تحقیقات مشابه برای تعیین وزن هر کدام از شاخص‌های در نظر گرفته شده از پرسشنامه متخصصین استفاده شده است. همان‌طور که می‌دانیم این‌گونه بررسی‌ها عموماً با خطاهایی همراه هستند که می‌توانند نتایج تحقیق را تحت تأثیر قرار دهند. لذا در اینجا، برای تعیین وزن هر کدام از شاخص‌ها از روش آنتروپی که مبتنی بر مقادیر کمی است، استفاده شده است. نتایج بررسی‌ها که با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، تاپسیس و آنتروپی صورت گرفته‌اند؛ نشان می‌دهند که کارایی خطوط نمونه با توجه به شاخص‌های عملکردی خطوط در طول سال‌های مورد بررسی با تغییراتی مواجه بوده است. به گونه‌ای که برخی از خطوط سیر صعودی و یا نزولی- صعودی و در مقابل برخی دیگر از خطوط سیر نزولی و یا صعودی- نزولی داشته‌اند و دو خط ۱۰ و ۳۸/۱ در طول سال‌های ۹۱، ۹۲ و نه ماه اول ۱۳۹۳ کارایی خود را در مرز ۱۰۰ درصد حفظ نموده‌اند. این درحالی است که خطی همچون خط ۱۰ که تماماً با خط یک قطارشهری موازی است از بدو راه‌اندازی قطار شهری دستخوش تغییرات شایان توجهی شده است که به‌عنوان مثال می‌توان از نصف شدن تعداد اتوبوس‌های آن در طول این سال‌ها یاد کرد. نتایج کارایی سایر خطوط نشان می‌دهند که تصمیمات مدیریتی صورت گرفته در ارتباط با شاخص‌های عملکردی خطوط نمونه که بیشتر مبنای تجربی دارند در پاره‌ای از اوقات منجر به افزایش کارایی و در مقابل گاهی نیز نه تنها باعث کاهش کارایی شده بلکه بر گرایشات حاکم بر ساکنین یک منطقه نیز تأثیرگذار بوده‌اند. به‌گونه‌ای که به تشویق ساکنین یک محدوده به استفاده از وسایل حمل‌ونقل شخصی منجر شده‌اند. در این بین، می‌توان خط ۹۴ را به‌عنوان خطی در نظر گرفت که با یک تصمیم مدیریتی مبنی بر کاهش تعداد یک دستگاه اتوبوس به کارایی کامل رسیده و توانسته است که ضریب کارآمدی مذکور را نیز حفظ نماید. در مقابل، تصمیمات مدیریتی در خط ۱۸/۱ تا حدودی نتیجه معکوس داشته است به این معنی که نه تنها در جهت بهبود اوضاع مسافران اقدام نشده بلکه منافع سازمان اتوبوسرانی نیز به‌عنوان متولی این امر در معرض خطر قرار گرفته است. نتایج نشان داده‌اند که کاهش قابل توجه تعداد اتوبوس‌های این خط در یک بازه زمانی یک ساله علی‌رغم کاهش تعداد مسافران با افزایش کارآیی مواجه بوده است ولی رفته رفته با گذشت زمان این اقدام نتیجه معکوس داشته است. در واقع این‌گونه به نظر می‌رسد که رفته‌رفته گرایش به استفاده از وسایل نقلیه شخصی در مردم افزایش یافته و با کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد مسافران ضریب کارایی خط مذکور نیز کاهش یافته است. البته لازم به ذکر است که با توجه به ماهیت اتوبوسرانی که وظیفه خدمت‌رسانی را بر عهده دارد، در قسمت‌هایی از شهر خدمت‌رسانی حتی با ضریب کارآمدی پایین توجیه‌پذیر است چراکه باید دسترسی ساکنین این نواحی خاص را نیز تأمین نمود. لذا نتایج تحقیق مذکور به معنی حذف خطوط ناکارآمد نیستند بلکه ضمن این‌که یک تصویر کلی از چگونگی کارآیی خطوط در اختیار مدیران قرار می‌دهد به دنبال این است که تا حد امکان کارایی و خدمت‌رسانی را هم‌زمان با یکدیگر به پیش ببرد. در ادامه تلفیق شاخص‌های عملکردی و شاخص‌های مرتبط با مسافران نشان می‌دهد که ارزیابی عملکرد خطوط با دیدی همه‌جانبه ضمن این‌که عوامل مختلف را در نظر می‌گیرد و از یک‌سونگری پرهیز می‌کند می‌تواند دید جامعی از عملکرد خطوط در اختیار قرار دهد.

مقایسه نتایج سنجش کارایی خطوط از دید اداره‌کننده با دید همه‌جانبه‌نگر با توجه به رتبه هر یک از خطوط در هر یک از روش‌ها نشان می‌دهد که تقریباً هرچه کارایی خطی بیشتر باشد آن خط به لحاظ دیدی همه‌جانبه نیز از عملکرد بهتری برخوردار است. در انتها پیشنهاد می‌شود که برای بهبود عملکرد خطوط، تحقیق حاضر بر روی سایر خطوط اتوبوسرانی شهر مشهد با بازه‌های زمانی کوتاه‌تر صورت گیرد تا ضمن بیان تصویری روشن‌تر از عملکرد خطوط بتوان برای روزها، ماه‌ها و یا حتی فصول آینده با توجه به نتایج مدت مشابه برنامه‌ریزی‌های لازم را صورت داد. در ارتباط با خط ۱۰ اتوبوسرانی شهر مشهد نیز پیشنهاد می‌شود که با توجه به عملکرد مناسب این خط تا زمینه‌های لازم در خط یک قطارشهری مشهد از جمله زیرساخت‌ها و تفاوت بهای خدمات فراهم نشده است، این خط به عملکرد خود ادامه دهد. همچنین پیشنهاد می‌شود تا با بررسی عمیق‌تر منابع مرتبط با ارزیابی عملکرد خطوط اتوبوسرانی و در نظر گرفتن تمام شاخص‌های مؤثر در ارزیابی خطوط و با استفاده از روش‌هایی همچون تحلیل عاملی شاخص-هایی که بیشترین تأثیر را در ارزیابی عملکردی خطوط دارند، شناسایی نموده و در اختیار نهادهای مسئول قرار داد تا مبنا برای همه خطوطی که دارای ویژگی‌های مشابهی هستند یکسان در نظر گرفته شود و همچنین نهادهای مسئول بتوانند بهتر و مؤثرتر عملکرد شرکت‌های خصوصی را مورد بررسی قرار دهند.

پی‌نوشت

1. Sampaio
2. Margari
3. Data Envelopment Analysis – Stochastic Frontier Analysis
4. Karlaftis
5. Data Envelopment Analysis(DEA)
6. Decision Maker Unit
7. Multi-Criteria Decision Making

۸. مقادیر سال ۱۳۹۳ مربوط به نه ماه ابتدایی سال می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

References

- APTA, A. (2007). *Public Transportation: Benefits for the 21St Century*. American Public Transportation Association.
- Charnes, W. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 6(2), 429-444.
- Davison, L., & Knowles, R. (2006). Bus Quality Partnerships, Modal Shift and Traffic Decongestion. *Journal of Transport Geography*, 14(3), 177-194.
- Gilbert,D.(2003). *Retail Marketing Management*. London: Financial Times, Prentice Hall.
- Hamed Abdi, M., Farooghi, F., & Rahimi Kakejob, A. (2013). Evaluation of Urban Public Transportation Effiviency; Case Study, Bus Transit O Yazd. *Journal of Geographical Sciences*, 13(30), 229-250.
- Hasan, B. (2007). Data Envelopment Analysis Approach to Two-Group Classification Problems and an Experimental Comparison with Some Classification Models. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 36(2), 169-180.
- Hekmatnia, H., & Mousavi, M. (2012). *Model Application in Grography with Emphasis on Urban and Reginal Planning*. Yazd: Elme Novin Publisher.
- Hesami, S., Hashemi Kamangar, S., & Javanshir, H. (2013). Transin Performance Evaluation Problem and Use of Data Envelopment Analysis in this Problem. *15th International Conference on Transportation and Traffic Engineering*, 1-13.
- Iles, R. (2005). *Public Transport In Developing Countries*. Amsterdam: Elsevier.
- Karlaftis, M.(2004). A DEA Approach for Evaluating the Efficiency and Effectiveness of Urban Transit Systems. *European Journal of Operational Research*, 152(2), 354-364.
- Lai,W.T., & Chen, C.F.(2011). Behavioral Intentions of Public Transit Passengers - The Role of Service Quality, Perceived Value, Satisfaction and Involvement, *Transport Policy*, 18(2), 318-325.
- Margari, B., Erbetta, F., Petraglia, C.,. & Piacenza, M. (2007). Regulatory and Environmental Effects on Public Transit Efficiency: A Mixed DEA-SF Approach, *Journal of Regulatory Economicso*, 32, 131-151.
- Pacione, M. (2008). Access to Urban Services: The Case of Secondary Schools in Glasgow Scottish. *Geographical Magazine*, 105, 12-18.
- Pour Ahmad, A., Haji Sharifi, A., & Kianfar, K. (2012). Surveying the Efficiency of Public Transportation in Mada'en and Haft Hoze Neighborhoods. *Manzar*, 4(18), 88-95.
- Qavami, S., Karimi, A., & Mesgari, M. (2011). Evaluating Bus Lines by Using Geospatial Information System and Data Envelopment Analysis: A Case Study of Tehran Bus Lines. *Journal of Transportation Engineering*, 2(3), 261-271.
- Sallis, J., Lawrence, D., Brian, E., Saelens, M., & Kraft, K. (2004). Active Transportation and Physical Activity: Opportunities for Collaboration on Transportation and Public Health Research. *Transportation Research Part A,* 38(4), 249-268.
- Sampaio, B., Neto, O., & Sampaio, Y. (2008). Efficiency Analysis Of Public Transport Systems: Lessons For Institutional Planning. *Transportation Research Part A*, 42, 454-445.
- Saraei, M., & Mohamadzade, Z. (2014). Assessment Of The Effectiveness Of BRT System In Mashhad. *Journal Of Geography And Planning*, 18(49): 119-137.
- Soltani, A., Zargari Marandi, E., & Esmaili Ivaki, Y. (2013). Bus Route Evaluation Using A Two-Stage Hybrid Model Of Fuzzy AHP And TOPSIS. *Journal Of Transport Literature*, 7(3), 34-58.
- Soltani, A. (2012). An Ordered Logit Regression Model for Evaluation of Passenger Satisfaction of Shiraz Bus System. *Motaleate Shari*. 1(2), 101-112.
- Taghvaei, M., & Vafaei, A. (2008). Interior Bus Driving System Programming and Management with Emphasis on Bus Stops of Kashan City. J*ournal of University of Isfahan*, 32(4), 19-46.
- Uludag, N. (2005). *Modeling Route Choice Problem in Transportation Networks by Using Fuzzy Logic*. Denizl: Msc. Thesis, Pamukkale University, Institute of Science.
- Vuchic, V. (2007). *Urban Transit Systems and Technology*. New Jersey: John Wiley and Sons.
- White, P. (2009). *Public Transport: Its Planning, Management and Operation*. London and New York: Routledge.

www.SID.ir