



شناسایی عوامل مؤثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری (مطالعه موردی شهر تهران و حومه)

حسن شهناوی^۱

دانشجوی دکترا، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، تهران

سید تیمور حسینی

استادیار، گروه مدیریت راهبردی دانشگاه افسری و تربیت پلیس امام حسن مجتبی (ع)، تهران

احمد شیرانی

دانشجوی دکترا مدیریت ترافیک دانشگاه افسری و تربیت پلیس امام حسن مجتبی (ع)، تهران

سید مجتبی آبرودی

کارشناس ارشد حقوق عمومی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

چکیده

قطارهای شهری به عنوان یکی از مهم ترین وسایل نقلیه عمومی در شهرها، با ترافیک و مسائل زیست محیطی مرتبط هستند. با توجه به هزینه بالای سرمایه گذاری برای خرید ناوگان و احداث خطوط جدید و تقاضای روزافزون قطارهای شهری، استفاده بهینه از ظرفیت های ریلی، بسیار حائز اهمیت است. هدف از این مقاله شناسایی عوامل مؤثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری (مطالعه موردی تهران و حومه) میباشد. در این مقاله ابتدا با مرور ادبیات، مطالعات میدانی در حوزه های مختلف ریلی مؤلفه های تأثیرگذار بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری در بخش های مختلف از جمله حوزه های زیرساخت، ناوگان، سیر و حرکت و نیروی انسانی مشخص و استخراج شده است. سپس پرسشنامه ای بر اساس معیارها و مؤلفه های مؤثر تدوین و در میان کارشناسان و خبرگان این صنعت توزیع و پس از جمع آوری پرسشنامه ها فرایند آزمون های آماری، آلفای کرونباخ، نرمال بودن توزیع، توصیف آماری داده ها انجام گردید و در مرحله پایانی پژوهش با استفاده از آزمون فرض میانگین جامعه (آزمون t) درستی سوال های مطرح شده بررسی گردید. و نتایج نشان دادند عوامل انسانی، زیر ساخت ها، ناوگان سیرو حرکت بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری تأثیر معناداری داشتند ($p < 0.05$).

کلیدواژه ها: عوامل مؤثر، استفاده بهینه، ظرفیت ناوگان، قطار شهری

^۱ نویسنده مسئول

مقدمه:

قطارهای شهری به عنوان یکی از مهم ترین وسایل نقلیه عمومی در شهرها با ترافیک شلوغ و مسائل محیطی مرتبط هستند. با افزایش روزه روز جمعیت و نیاز به نقل و انتقال آسان تر آن ها در شهر، اهمیت بهره وری و کارایی این قطارها بیش از پیش واضح است. از این رو در یک سیستم حمل و نقل عمومی، مهم است که "مشتریان تنها ارزیابی کنندگان خدمات هستند" (سلطانی و صفاتاج، ۱۳۹۹) بنابراین، اگر می خواهیم کیفیت خدمات حمل و نقل را به طور دقیق اندازه گیری کنیم، این کار باید از دیدگاه مسافران صورت پذیرد. این نکته مهم در طراحی استراتژی های بهبود و توسعه سیستم های حمل و نقل عمومی بسیار حیاتی و حائز اهمیت است (محمودی، ۱۴۰۱). با بررسی نقش تعیین کننده مترو در تسهیل حمل و نقل و کمک به بهبود وضعیت ترافیک روزافزون شهری، ارزیابی عملکرد سیستم حمل و نقل ریلی موجود به ویژه مترو در کشورمان ایران امری ضروری است. علیرغم اهمیت غیرقابل انکار ایستگاه های مترو در حمل و نقل کارآمد مردم، فقدان قابل توجهی از تلاش های اساسی در ارزیابی عملکرد آنها وجود داشته است (منجم، محمدی و شریتراران، ۱۳۹۹) با توجه به ماهیت ضروری این ارزیابی برای مدیران ارشد سازمان حمل و نقل ریلی و با اذعان به جایگاه برتر مترو در حمل و نقل جابجایی مردم، انجام تحقیقاتی با هدف شناسایی شاخص های عملکردی و ارزیابی کارایی ایستگاه های مترو امری بدیهی است (مائو و همکاران، ۲۰۲۲). بنابراین در زمینه حمل و نقل، نادیده گرفتن ارزیابی عملکرد توجه پذیر نیست و ارائه خدمات با کیفیت عالی و هم زمان بهینه سازی منابع در بخش حمل و نقل امری حیاتی و نظارت دقیق بر عملکرد و جنبه های انسانی فعالیت ها و خدمات ارائه شده در این بخش، یک ارزیابی دقیق و معتبر اثر بخش خواهد بود (هی و تنگ، ۲۰۲۰).

به دلیل پیچیدگی موجود در حمل و نقل ریلی عوامل متعددی از جمله برنامه ریزی حرکت، خط، سازه های فنی، ناوگان، نیروی انسانی و شرایط و امکانات اقتصادی در عملکرد آن مؤثر هستند. ناوگان حمل متشکل از لوکوموتیو و واگن از ارکان مهم و کلیدی در این صنعت است و بخش عمده مأموریت، اهداف و عوامل حیاتی موفقیت راه آهن در ارتباط با حوزه کارکردی سیر و حرکت ناوگان است. ناوگان ریلی به دلیل قیمت بالای آن، یکی از منابع بزرگ سرمایه ای به شمار می رود (لی و همکاران، ۴، ۲۰۲۱). برای تدوین یک استراتژی مؤثر حمل و نقل، سیاست گذاران و مقامات باید در مورد کیفیت خدمات و جنبه های کلیدی حمل و نقل عمومی که نیاز به تأکید دارند، از مسافران بازخورد بگیرند. این اطلاعات ارزشمند معمولاً از طریق نظرسنجی های رضایت مشتری جمع آوری می شود و داده های حاصل از آن در پالایش و نوسازی ناوگان حمل و نقل عمومی مفید است. با این حال، سیاست گذاران باید از ارزیابی نظرات مسافران فراتر بروند. آنها همچنین باید در اولویت بندی این ویژگی ها در بخش های مختلف جامعه ماهر باشند. اهمیت این گروه بندی زمانی مشخص می شود که جذب گروهی خاص از جامعه برای استفاده از حمل و نقل عمومی نسبت به سایر افراد مورد توجه قرار داشته باشد.

پیشینه تحقیق

آقا بیگی و همکاران (۱۴۰۱) تحقیقی با عنوان «کارایی و رتبه بندی ایستگاه های مترو با استفاده از روش های تحلیل پوششی داده ها و رویکرد فازی» انجام دادند. در ابتدا، آنها معیارهای عملکرد را با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن انتخاب کردند که شامل چهار بعد مالی، مشتری، فرایندهای داخلی در سیستم حمل و نقل مترو، و نسبت کارکنان تحصیل کرده به کل نیروی کار است. متغیرهای خروجی برای مدل به نسبت تعداد سفرها به ظرفیت کلی مسافر تعیین شد. در مورد متغیرهای ورودی، ملاحظات شامل نسبت هزینه نیروی انسانی به بهره برداری قطار، نسبت هزینه نیروی انسانی به تعداد سفر، نسبت مسافر به ازای هر مترمربع قطار، نسبت ثانیه کارکرد به جابه جایی مسافر، نسبت از کل تأخیرها به تعداد جابه جایی مسافران و نسبت تعداد کلی جابه جایی های تأخیر یافته به کل جابه جایی مسافر در نظر گرفته شد. در پایان از رویکرد درجه ترجیح برای رتبه بندی ایستگاه ها استفاده شده است.

² - Mao et al

³ - He & Teng

⁴ - Lee et al

احدی و راشد (۱۴۰۰) تحقیقی با عنوان « بررسی کارایی ایستگاه‌های مترو با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها » انجام دادند. این تحقیق به بررسی عملکرد ایستگاه‌های مترو با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها متناسب با متغیرهای قابل کنترل تحت نظر مترو انجام شده است.

نیلی و همکاران^۵ (۲۰۲۲) ارزیابی عملکرد را کارایی و اثربخشی فعالیت‌ها تعریف کرده‌اند و معتقد هستند کارایی معمولاً به عنوان نسبت ورودی به خروجی مشخص می‌شود، درحالی‌که اثربخشی ارتباط بین خروجی و ورودی را مشخص می‌کند. اهمیت عملکرد در یک سازمان به تأثیرگذاری بر تصمیم‌گیری توسط مدیریت و شکل دادن به سیاست‌ها و راهبردهای سازمان گسترش می‌یابد. اتخاذ تصمیمات راهبردی آگاهانه مستلزم درک جامعی از نقاط قوت و ضعف سازمان است، دانشی که از طریق اجرای ارزیابی عملکرد به دست می‌آید.

اتو^۶ (۲۰۲۲) در مطالعه خود با عنوان « تأثیر عوامل روان‌شناختی را بر انتخاب گزینه‌های حمل و نقل با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) مورد بررسی قرارداد. معیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق شامل هنجارهای اجتماعی، عوامل جمعیت‌شناختی، ملاحظات اقتصادی و شرایط و الگوهای تحرک کاربران می‌باشد.

مک کالین^۷ (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان « مسائل مربوط به ظرفیت راه آهن » خطوط راه آهن را مانند یک چهارراه توصیف نموده است که برای ایفای نقش بیشتر و بهتر در حمل و نقل بایستی مسایل مربوط به کیفیت خدمات و چالش‌های ظرفیت به طور همزمان بهبود یابند و معتقد است برای تحقیق و توسعه آن باید راه‌حلهایی ارائه دهند که با سرعت و حداقل هزینه قابل اجرا باشند به عبارت دیگر با محدودیت‌های مالی موجود پیدا کردن راه حل به موقع و کم هزینه برای افزایش ظرفیت حیاتی است.

هنری و لیتمن^۸ (۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان « ارزیابی کارایی برنامه جدید ترانزیت و مقایسه اتوبوس و حمل و نقل ریلی در مناطق شهری آمریکا پرداخته است. و معیارهایی که در این ارزیابی مد نظر قرار گرفته‌اند شامل هزینه اجرا، هزینه وسیله نقلیه، تعداد مسافر به ازای هر مایل، دامنه پوشش خدمات، راحتی و آسایش، ظرفیت جا به جایی، هزینه زیرساخت‌ها انعطاف‌پذیری، سرعت و قابلیت اعتماد، تعداد ایستگاه، آلودگی صوتی و هوا، فضا به ازای هر مسافر و تعداد شبکه‌های راه است.

روش

این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی است. از نظر روش در ردیف مطالعات توصیفی - همبستگی و از نظر هدف یک تحقیق کاربردی است. با مرور مطالعات انجام شده و طی مصاحبه با خبرگان و صاحب‌نظران ادارات ستادی و مناطق که در جریان مستقیم امور و برنامه‌ریزی حمل و نقل ریلی قطار شهری تهران و حومه (مترو) فعالیت داشتند و با بررسی معضلات و مشکلات موجود در حوزه‌های مختلف، عوامل و مؤلفه‌های مؤثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری شناسایی گردید. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه کارکنان ادارات کل ستادی و مناطق تهران و حومه ریلی شهری در سال ۱۴۰۳ بود. طبق آمار دریافتی تعداد ۳۵۴ نفر در حال ارائه خدمات به شهروندان بودند. در این پژوهش برای تعیین حجم نمونه، از فرمول $N = \frac{NZ(\alpha/2)^2 \sigma^2}{(N-1)d^2 + Z^2 \sigma^2}$ استفاده شده است. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته و اجرای پرسشنامه بر روی جامعه آماری ماکزیمم واریانس سوالات برابر $S = 13/17$ در نظر گرفته شده است. به این ترتیب با توجه به خطای نمونه گیری $d = 5$ و $z\alpha/2 = 1/96$ و سطح اطمینان ۹۵ درصد، تعداد نمونه مورد نظر ۱۲۹ نفر تعیین شد.

$$n = \frac{354 \times (1.96)^2 \times (13.17)}{354 \times (0.5)^2 + (1.96)^2 \times (13.17)} = 129$$

⁵ - Neely

⁶ - Otto

⁷ - McClellan

پس از مشخص شدن حجم نمونه با استفاده از نمونه گیری تصادفی ساده نسبت به جمع آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه اقدام شد. قسمت اول پژوهش بصورت کیفی و با استفاده از روش دلفی ابعاد مؤلفه‌های استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری شناسایی و اعتبارسنجی شد. در قسمت دوم پژوهش نیز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد در بخش توصیفی داده‌های جمع‌آوری شده از طریق سؤالات وبا بهره گیری از شاخص‌های آمار توصیفی از قبیل میانگین، واریانس، انحراف معیار، توزیع فراوانی، نمودار استفاده ودر ادامه برای آزمون نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموکروف-اسمیرنوف ودرنهایت در بخش استنباطی این پژوهش برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون(میانگین جامعه «تی تک متغیره») نرم افزارهای spss26, pls بود.استفاده شد.

ابزار پژوهش

جمع آوری داده‌های پژوهش با بررسی‌های کتابخانه‌ای میدانی آغاز و پژوهشگر برای دستیابی به عوامل و مؤلفه‌های موثر براستفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری، نخست پیشینه پژوهش را با روش کتابخانه‌ای مطالعه و بررسی نمود و سپس دیدگاه‌های صاحب نظران، اساتید دانشگاه و کارشناسان متخصص در زمینه حمل و نقل را با روش میدانی گردآوری نمود. پس از جمع‌آوری نظر اولیه کارشناسان، با طراحی پرسش نامه محقق ساخته عوامل و مؤلفه‌های استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری ارزیابی و استخراج گردید پرسشنامه مذکور دارای سؤالات متعدد در ۵ خرده مقیاس با مقیاس پاسخگویی ۵ گزینه ای لیکرت (خیلی کم با امتیاز ۱، کم با امتیاز ۲، متوسط با امتیاز ۳، زیاد با امتیاز ۴ و خیلی زیاد با امتیاز ۵) طراحی شد. پایایی پرسشنامه عوامل و مؤلفه‌های استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری در این پژوهش هم از طریق آلفای کرونباخ به دست آمد، به طوری که قبل از اجرای پرسشنامه، تعداد ۳۰ عدد پرسشنامه به صورت تصادفی بین نمونه منتخبی از جامعه آماری و پایایی آن به دست ۰/۸۱ به دست آمد

جدول ۱: ابعاد پرسشنامه استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری

متغیر	ابعاد	سؤالات اولیه	ضریب الفا
استفاده	عوامل انسانی	تخصص ، تعداد، پراکندگی ...	۰/۸۹
بهینه از ظرفیت	زیر ساخت‌ها	خطوط اصلی و فرعی، علایم الکتریکی، و ساختمان‌های اداری و ...	۰/۸۵
ناوگان قطار	ناوگان	لکوموتیو و واگن و ...	۰/۸۶
شهری	سیرو حرکت	برنامه‌ریزی و بهره‌برداری	۰/۹۰

روایی ابزار گردآوری داده‌ها

جهت آزمون روایی سؤالات از اعتبار محتوا و اعتبار سازه استفاده شده است. بدین منظور ابتدا مطالعات زیادی از طریق مطالعه کتاب ها، مقالات، پایان نامه ها و تحقیقات مرتبط صورت گرفته، سپس بر اساس آن سؤالاتی برای هر فرضیه طراحی، در نهایت برای سنجش اعتبار محتوای پرسشنامه از نظرات متخصصان، اساتید دانشگاهی و کارشناسان خبره حوزه حمل و نقل استفاده شد. در این مرحله با کسب نظرات افراد یاد شده، اصلاحات لازم به عمل آمد و بدین ترتیب اطمینان حاصل گردید که پرسشنامه همان خصیصه مورد نظر محقق را می‌سنجد. برای سنجش این موضوع که پرسشنامه مورد مطالعه تا چه اندازه سازه یا صفت مورد نظر را به خوبی نمایان می سازد یا به آن بستگی دارد از تحلیل (تحلیل عاملی اکتشافی) استفاده شد بعد از رعایت پیش فرض ها از جمله شاخص کفایت نمونه برداری و معنی داری نتیجه آزمون کرویت بارتلت، داده ها با چرخش متعامد یا روش وریماکس تحلیل شده‌اند.

یافته‌ها

نرمال بودن داده‌ها

به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون اسمیرنف-کولموگروف استفاده گردید:

جدول ۲: تست نرمالیتی داده‌ها

آماره‌ها / متغیرها	تعداد آزمودنی	آماره K-S	سطح معنی داری	نتیجه آزمون
عوامل انسانی	۱۲۹	۲/۱۱۲	۰/۰۷۱	نرمال
زیر ساخت‌ها	۱۲۹	۲/۹۸۱	۰/۰۷۴	نرمال
ناوگان	۱۲۹	۳/۰۲۱	۰/۰۸۹	نرمال
سیرو حرکت	۱۲۹	۲/۸۸۲	۰/۰۷۷	نرمال

به دلیل اینکه مقادیر آماره Z اسمیرنف-کولموگروف برای متغیرهای تحقیق بیشتر از ۰/۵- صدم است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که توزیع داده‌ها بصورت نرمال می‌باشد.

سوالات پژوهش

هدف اصلی تحلیل عاملی، مطالعه نظم و ساختار موجود در داده‌های چندمتغیره است. تحلیل عاملی بر دو آزمون مبتنی است که هر دو نشان می‌دهند که آیا داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند یا خیر؟ به عبارت دیگر، در انجام تحلیل عاملی ابتدا باید درباره این موضوع اطمینان حاصل کرد که آیا می‌توان داده‌های موجود را به چند عامل پنهانی تقلیل داد یا خیر؟ برای درک این مسئله، دو آزمون KMO و بارتلت در روش تحلیل عاملی وجود دارد براساس این دو آزمون، داده‌ها زمانی برای تحلیل عاملی مناسب هستند که شاخص KMO بیشتر از ۰/۶ و نزدیک به یک و سطح معناداری (Sig) آزمون بارتلت کمتر از ۰/۰۵ باشد (داوری و رضازاده، ۱۳۹۹). میزان KMO ۰/۹۱۲ بود که بیانگر مناسب بودن داده‌ها و متغیرهای مورد نظر به منظور انجام تحلیل عاملی یا به عبارت روشن‌تر، تقلیل داده‌ها به یک سری عوامل بنیادی و پنهانی است.

مقدار آزمون کرویت بارتلت ۷۵۴/۵۴۶ نیز با میزان خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی دار است که نشان می‌دهد ماتریس همبستگی عامل‌ها با گویه‌ها و متغیرها، یک ماتریس واحد نیست. بدین معنا که از یک طرف، همبستگی درون گویه‌ای مناسب است و از طرف دیگر نیز، همبستگی هر عامل با مجموعه گویه‌ها و با همبستگی عوامل دیگر با مجموعه گویه‌های دیگر تفاوت دارد. در مجموع، با توجه به این نتیجه، کشف ساختاری جدید از فایل داده‌ها و متغیرهای پژوهش ممکن است.

عوامل و مؤلفه‌های موثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری کدامند؟
برای پاسخ به سوال فوق از تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شد. قبل از پاسخ به فرضیه اول پژوهش باید از کفایت نمونه برداری اطمینان حاصل نمود. به این منظور، از آزمون KMO استفاده شد که نتایج این آزمون و آزمون بارتلت در جدول ۳ آورده شده است:

جدول ۳: آزمون کایزر میر اولکین و بارتلت

آزمون KMO	۰/۸۹۷
آزمون بارتلت	۱۰۳۲۴/۳۴۲
درجه آزادی	۱۲۹
Sig	۰/۰۰۱

باتوجه به جدول ۳ عدد KMO و عدد معنی داری آزمون بارتلت ($\text{sig} < 0.05$) در حد مناسبی هستند؛ بنابراین می توان گفت که داده ها برای اجرای تحلیل عاملی مناسب است. آزمون KMO حکایت از کفایت نمونه دارد، و آزمون بارتلت هم می گوید که ماتریس داده ها از نوع همانی یا واحد نیست و معنی دار است. مرحله بعدی در تحلیل اکتشافی شناخت سهم هریک از عوامل در تبیین مجموعه واریانس است و جدول ۴ به شناخت اینکه هر عاملی توانسته چند درصد از واریانس های مجموعه را تبیین کند، اختصاص یافته است.

جدول ۴ کل واریانس تبیین شده

متغیرها	مقادیر ویژه اولیه			عامل های استخراج شده بدون			عامل های استخراج شده		
	کل	درصد	درصد	کل	درصد	درصد	کل	درصد	درصد
		واریانس	تجمعی		واریانس	تجمعی		واریانس	تجمعی
۱	۲۳/۱۳۱	۳۳/۱۱	۳۳/۱۱	۱۶/۳۳	۴۸/۵۵	۴۸/۵۵	۶/۹۳	۱۸/۱۱	۱۸/۱۱
۲	۲/۲۱	۳/۵۵	۳۶/۶۶	۱/۸۸	۸/۴۶	۵۷/۰۱	۵/۸۸	۱۵/۴۳	۳۳/۵۴
۳	۲/۰۱	۳/۴۳	۴۰/۰۹	۱/۷۴	۷/۴۷	۶۸/۴۸	۵/۰۳	۱۳/۵۳	۴۷/۰۷
۴	۱/۹۹	۴/۹۲	۴۲/۰۸	۲/۵۵	۶/۲۱	۷۰/۶۹	۴/۸۶	۹/۰۲	۵۶/۰۹
۵	۱/۷۸	۳/۷۶	۴۳/۸۶	۲/۵۲	۵/۳۶	۷۶/۰۵	۴/۶۶	۷/۲۵	۶۳/۳۴

مطابق با جدول ۴ براساس ملاک کیزر، تعداد ۴۵ عامل که دارای مقادیر ویژه بزرگتر از یک هستند استخراج شده که دارای بیشترین سهم بین کل متغیرها هستند و در مجموع این عوامل توانسته اند ۶۳/۳۴ درصد از مجموع واریانس متغیرها را تبیین کنند. مرحله سوم در آزمون تحلیل عاملی اکتشافی شناخت ماتریس همبستگی بین گویه ها و عامل ها و دسته بندی هر گویه در عامل جدول ۵ تحت عنوان ماتریس همبستگی بین متغیرها ۱ و عامل ها را بعد از چرخش نشان می دهد که در آن مقدار همبستگی بین منفی ۱ تا مثبت ۱ نوسان دارد.

جدول ۵: ماتریس همبستگی گویه ها و عاملها را بعد از چرخش

سوالات	عوامل انسانی	عوامل زیر ساخت ها	ناوگان	سیرو حرکت	میانگین	بار عاملی
سوال ۱	۰/۸۰۱				۳/۳۳	واریانس: ۲/۹۳ میانگین: ۱۲/۴۳
سوال ۲	۰/۸۰۲				۲/۸۷	
سوال ۳	۰/۷۸۸				۲/۵۶	
سوال ۴	۰/۶۵۶				۲/۰۲	
سوال ۵	۰/۵۳۳				۲/۴۳	
سوال ۶		۰/۷۹۹			۲/۳۳	واریانس: ۳/۵۱ میانگین: ۱۲/۰۲
سوال ۷		۰/۷۵۵			۲/۴۴	
سوال ۸		۰/۶۰۳			۲/۹۹	
سوال ۹		۰/۴۶۵			۲/۸۹	
سوال ۱۰		۰/۳۵۴			۲/۳۲	
سوال ۱۱		۰/۲۳۲			۱/۸۷	
سوال ۱۲		۰/۲۰۲			۱/۲۸	

	۱/۸۹			۰/۱۹۸		سوال ۱۳
واریانس: ۵/۳۴ میانگین: ۱۶/۳۳	۲/۷۷		۰/۸۰۲			سوال ۱۴
	۲/۶۵		۰/۷۷۸			سوال ۱۶
	۱/۵۶		۰/۶۸۸			سوال ۱۷
	۱/۴۸		۰/۶۷۲			سوال ۱۸
	۱/۴۵		۰/۵۵۵			سوال ۱۹
	۲/۳۴		۰/۵۰۴			سوال ۲۰
	۲/۲۳		۰/۵۰۲			سوال ۲۱
	۲/۲۳		۰/۲۴۳			سوال ۲۲
	۲/۶۷		۰/۱۹۸			سوال ۲۳
	۲/۳۵		۰/۱۵۴			سوال ۲۴
واریانس: ۶/۸۸ میانگین: ۱۹/۳۲	۲/۷۶	۰/۷۷۷				سوال ۲۵
	۲/۷۶	۰/۷۲۱				سوال ۲۶
	۱/۷۶	۰/۷۴۳				سوال ۲۷
	۱/۵۶	۰/۶۴۵				سوال ۲۸
	۱/۴۵	۰/۶۱۱				سوال ۲۹
	۱/۴۵	۰/۴۶۵				سوال ۳۰
	۱/۲۱	۰/۴۵۵				سوال ۳۱
	۱/۳۶	۰/۴۲۲				سوال ۳۲
	۲/۵۸	۰/۳۸۸				سوال ۳۳
	۲/۴۴	۰/۳۴۵				سوال ۳۴
	۲/۳۵	۰/۲۵۴				سوال ۳۵
	۲/۲۱	۰/۲۰۱				سوال ۳۶
	۲/۳۴	۰/۱۶۷				سوال ۳۷
	۲/۳۸	۱۴۵				سوال ۳۸

در جدول ۵ متغیرهایی که مربوط به هر عاملی هستند، با استفاده از ماتریس چرخش یافته مشخص شده است. ماتریس جدول ۵ با ۲۵ چرخش و به روش اکواماکس به دست آمده است.

عوامل انسانی: با ارزش ویژه (۱۲/۴۳) و مقدار واریانس (۲/۹۳) می باشد.

زیر ساختها: با ارزش ویژه (۳/۵۱) و مقدار واریانس (۱۲/۰۲) می باشد.

ناوگان: با ارزش ویژه (۱۶/۳۳) و مقدار واریانس (۵/۳۴) می باشد.

سیرو حرکت: با ارزش ویژه (۱۹/۳۲) و مقدار واریانس (۶/۸۸) می باشد.

سوال دوم پژوهش: عامل های شناسایی شده بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری موثر هستند؟
که برای پاسخ به پرسش مذکور، از روش تحلیل رگرسیون چند متغیری استفاده شده است.

جدول ۶: خلاصه مدل

مدل رگرسیونی	R	R ²	ضریب تعیین تعدیل شده	انحراف از استاندارد	آماره دوربین واتسون
۱	۰/۸۱	۰/۶۴	۰/۶۱	۰/۲۸۷	۱/۸۸

جدول ۷: تحلیل واریانس

مدل	مجموعه مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
رگرسیونی	۱۸/۵۶۵	۳	۶/۱۸۸	۱۷/۱۴۱	۰/۰۰۱
باقی مانده	۴۵/۴۰۱	۱۲۶	۰/۳۶۱		
کل	۳۹/۷۶	۱۲۹			

با توجه به جدول های ۶ و ۷ مقدار به دست آمده آماره F برابر با ۱۷/۱۴۱ است و sig به دست آمده برابر با ۰/۰۰۱ است و این بدین معناست که ارتباط خطی بین عوامل موثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری وجود دارد.

جدول ۸: ضرایب معادله رگرسیون برای متغیرهای مستقل و وابسته

مدل	ضرایب غیراستاندارد		ضرایب استاندارد		مقدار T	sig
	β	انحراف استاندارد	بتا	انحراف استاندارد		
مقدار ثابت	۸/۷۷	۰/۰۴۹	-	۷۶/۴۳۵	۷۶/۴۳۵	۰/۰۰۰
عوامل انسانی	۰/۱۸۸	۰/۰۴۹	۰/۳۵۴	۱۲/۳۲۱	۱۲/۳۲۱	۰/۰۰۱
زیر ساخت ها	-۰/۰۸۱	۰/۰۴۹	۰/۲۳۲	۹/۲۱۳	۹/۲۱۳	۰/۰۰۱
ناوگان	-۰/۰۹۹	۰/۰۴۹	۰/۱۸۷	۴/۷۲۴	۴/۷۲۴	۰/۰۰۱
سیرو حرکت	۰/۱۷۸	۰/۰۴۹	۰/۲۸۸	۷/۳۹۸	۷/۳۹۸	۰/۰۰۱

براساس نتایج حاصله در جدول ۸ و با توجه به sig به دست آمده تمامی عوامل شناسایی شده یعنی عوامل انسانی، زیر ساخت ها، ناوگان سیرو حرکت بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری تاثیر مثبتی دارند.

بحث و نتیجه گیری

امروزه باتوجه به افزایش روزافزون ترافیک و استفاده مردم از حمل و نقل عمومی، مترو نقشی مهمی در حمل و نقل عمومی کلان شهرها ایفا می کند. در عصر حاضر نقش حمل و نقل در توسعه پایدار امری آشکار و انکارناپذیر محسوب می گردد. سهم چشم گیر بخش حمل و نقل در تولید ناخالص ملی کشورها حکایت از ارتباط تنگاتنگ تمامی زیر بخش های اقتصادی با بخش حمل و نقل داشته و بخش های حمل و نقل اعم از دریایی، هوایی، جاده ای و ریلی نقش مهمی در جابجایی و انتقال کالا و مسافر دارند. در عرصه اقتصادی خدمات مناسب، قیمت تمام شده، ایمنی و سرعت از مؤلفه های اصلی رقابت انواع حمل و نقل هستند. که در این میان حمل و نقل ریلی به عنوان مقرون به صرفه ترین نوع حمل و نقل مزایای غیرقابل انکاری از جمله حمل انواع کالا و مسافر، مصرف کمتر سوخت و صرفه جویی کلان انرژی، سازگاری با محیط زیست، ایمنی بالا دارد که آن را از سایر انواع حمل و نقل متمایز می سازد. با توجه به بالا بودن هزینه سرمایه گذاری جهت توسعه زیرساخت و ناوگان و دیر بازگشت بودن آن و اهمیت افزایش بهره وری با استفاده از ظرفیت های موجود در حمل و نقل ریلی، این مقاله به عوامل و مؤلفه های موثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری پرداخته است. استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان نیاز به شناسایی شاخص های تأثیرگذار بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری دارد، که با در نظر گرفتن عوامل مطرح

شده در پژوهش بررسی شده در مرور ادبیات، مطالعات میدانی عوامل مؤثر اولیه شناسایی و با تدوین و توزیع پرسشنامه بین کارشناسان داده‌های اولیه جمع‌آوری گردید.

نتایج نشان داد عوامل انسانی: با ارزش ویژه (۱۲/۴۳)، زیر ساخت‌ها: با ارزش ویژه (۱۲/۰۲)، عوامل ناوگان با ارزش ویژه (۱۲/۰۲)، سیرو حرکت با ارزش ویژه (۱۹/۳۲) به عنوان عوامل مؤثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری می‌باشد. این نتایج با یافته‌های پژوهش احدی و راشد (۱۴۰۰)، آقا بیگی و همکاران (۱۴۰۱)، نیلی و همکاران (۲۰۲۲)، اتو (۲۰۲۲)، مک کالین (۲۰۲۰) و هنری و لیتمن (۲۰۲۰) هماهنگ و همسو می‌باشد. نتایج سوال دوم پژوهش نشان داد عوامل شناسایی شده یعنی عوامل انسانی، زیر ساخت-ها، ناوگان سیرو حرکت بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری تاثیر مثبتی دارند. این نتایج با یافته‌های پژوهش نیلی و همکاران (۲۰۲۲)، اتو (۲۰۲۲)، مک کالین (۲۰۲۰) و هنری و لیتمن (۲۰۲۰) هماهنگ و همسو می‌باشد.

پیشنهادهات:

گسترش حمل و نقل ریلی در شبکه قطار شهری، افزایش قابل توجهی در جابه جایی مسافران خواهد داشت. این امر سبب می شود که اتلاف زمان مسافرین به حداقل ممکن رسیده و باعث افزایش بهداشت روانی و عمومی جامعه گردد. در نتیجه استفاده از وسایل نقلیه شخصی کاهش یافته و سبب کاهش آلودگی هوا، آلودگی صوتی و ترافیک شهری و ، مصرف سوخت و افزایش عمر روسازی سطح معابر می شود.

برابر یافته‌های برگرفته از این مقاله توصیه می‌شود نتایج اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر استفاده بهینه از ظرفیت ناوگان قطار شهری، در سیاست‌گذاری‌های کلان سازمان و تخصیص منابع به هریک از عوامل به منظور تعادل در کارکرد معیارهای مختلف، متناسب با اولویت هر عامل مورد توجه قرار گیرد و تلاش در جهت حذف یا بهبود گلوگاه‌های موجود از اهداف عالیه سازمان باشد. در پژوهش‌های آتی این رویکرد با استفاده از دیگر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و یا با استفاده از منطق فازی توسعه یافته به تحلیل مؤلفه‌های مؤثر بر معیارهای اصلی به عنوان گزینه‌های تصمیم تعمیم یابد.

منابع:

سلطانی، ایرج و صفاتاج، علیرضا (۱۳۹۹) «عوامل مؤثر بر خواب ناوگان و راهکارهای استفاده بهینه از وسایط حمل‌ونقل، عوارض خواب‌آلودگی یک حرفه»، سالنامه پایانه‌های کشور .
محمودی، علی (۱۴۰۱) «اقتصاد حمل‌ونقل»، چاپ ششم، تهران، نشر اقتصاد نو.
منجم، سعید، محمدی، علی و شریب‌داران، حمید (۱۳۹۹) «تعیین شاخص بهره‌وری در حمل‌ونقل ریلی»، سومین کنفرانس پیشرفت‌های بین‌المللی اخیر در مهندسی راه‌آهن، ایران، تهران، دانشگاه علم و صنعت

He, C., & Teng, J. (2020). Traffic organization and simulation evaluation outside the urban rail transit station in emergent events. In CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal Transportation Systems (pp. 3797-3808).
Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. (2021). A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan. Expert systems with applications, 34(1), 96-107.
Mao, L., Zheng, B., Gao, H., & Liu, P. (2022). Evaluation and Optimization of Subway Plan Based on Complex Network. In Challenges and Advances in Sustainable Transportation Systems (pp. 389-396).
Ahadi, H., & Rashid, F. (2021). Evaluating the efficiency of metro stations in Tehran using the method of data envelopment analysis, the 6th international conference on data envelopment analysis
Aghabeigi, P., Khalili, M., & Ebrahimnejad, S. (2022). Designing a model for ranking and evaluating the efficiency of metro stations (case study: Tehran metro stations) 12th International Industrial Engineering Conference
Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2022). Performance measurement system design: a literature review and research agenda. International journal of operations & production management, 15(4), 80-116
McClellan, J. (2020) "Railroad capacity issues"; Decision Support Systems, Vol. 54, Issue 1, pp. 685-692
Otto, S. (2022) "The psychology of transport choice"; Institute for Ecological Economic Research (IOW), pp. 1-4.

Identifying factors affecting the optimal use of urban train fleet capacity (Case study of Tehran and suburbs)

Hassan Shahnnavazi

PhD student, geography and urban planning, Tarbiat Modares University, Faculty of Humanities, Tehran

Seyyed Taimur Hosseini

Assistant Professor, Department of Strategic Management, Imam Hassan Mojtabi University of Officers and Police Training (AS), Tehran

Ahmad Shirani

Doctoral student of traffic management at Imam Hassan Mojtabi University of Officers and Police Training, Tehran

Seyyed Mojtaba Abroodi

Master of Public Law, Islamic Azad University, South Tehran Branch

Abstract

As one of the most important public transportation in cities, urban trains are related to traffic and environmental issues. Due to the high cost of investment for buying fleets and building new lines and the ever-increasing demand for urban trains, the optimal use of rail capacities is very important. The purpose of this article is to identify the factors affecting the optimal use of urban train fleet capacity (case study of Tehran and suburbs). In this article, first by reviewing the literature, field studies in different railway fields, the components influencing the optimal use of the urban train fleet capacity in different sectors, such as the fields of infrastructure, fleet, course and movement, and manpower, have been identified and extracted. Then, a questionnaire was compiled based on the criteria and effective components and distributed among the experts of this industry and after collecting the questionnaires, the process of statistical tests, Cronbach's alpha, normality of distribution, statistical description of the data was performed and in the final stage of the research, using the test of mean assumption The correctness of the questions asked was checked by the society (t-test). And the results showed that human factors, infrastructures, and traffic fleet had a significant effect on the optimal use of urban train fleet capacity ($p < /05$).

Keywords: effective factors, optimal use, fleet capacity, urban train