

اولویت‌بندی روشهای حمل و نقل عمومی در شهر تهران

به منظور اصلاح نظام تخصیص بودجه

حمیدرضا احدی (مسئول مکاتبات)، استادیار، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

منان قاسمی صاحبی، کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی زنجان، زنجان، ایران

جبارعلی ذاکری سردرودی، دانشیار، دانشکده مهندسی راه آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

E-mail: ahadi@iust.ac.ir

دریافت: ۹۱/۰۹/۱۷ پذیرش: ۹۲/۰۳/۲۵

چکیده

هدف از این مقاله اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف حمل و نقل عمومی در شهر تهران و بازنگری در مدیریت تخصیص بودجه حمل و نقل عمومی، بر اساس این اولویتها است. به منظور انجام این مطالعه، از روش تحلیل سلسله مراتبی گروهی (GAHP) استفاده شده است. در ابتدا معیارهای موثر در اولویت‌بندی گزینه‌های حمل و نقل عمومی در شهر تهران شناسایی شده، سپس با بررسی ادبیات موضوع و نظرسنجی از گروههای مختلف خبرگان در معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، معیارهای اولیه بازنگری و اصلاح شده است. در ادامه، با استفاده از معیارهای ارزیابی و بکارگیری تحلیل سلسله مراتبی گروهی، گزینه‌های حمل و نقل عمومی در شهر تهران اولویت‌بندی و نتایج حاصله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که گزینه مترو دارای بالاترین اولویت در بین گزینه‌های مورد بررسی است و BRT، اتوبوس، ون و تاکسی در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. نتایج مربوط به تحلیل حساسیت نیز نشان می‌دهد که تغییر در وزن ۱۱ مورد از معیارها می‌تواند موجب تغییر در اولویت‌بندی گزینه‌ها شود. همچنین حساسیت نتایج به معیار «هدف از سفر» بیش از سایر معیارهاست. بر اساس نتایج به دست آمده و وزن تعیین شده برای هر گزینه، توصیه شده است بودجه حمل و نقل عمومی متناسب با اولویت و وزن گزینه‌ها تعیین شده و تخصیص یابد.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل عمومی، اولویت‌بندی، معیار، AHP

۱. مقدمه

تندرو است استفاده کردند. معیارهایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از: معیارهای اقتصادی-اجتماعی، عوامل تابع ترافیکی، تأثیرات زیست محیطی و مصرف منابع.

[Weihua et al, 2005]

بانسیو و فلوریا^۱(۲۰۰۹) با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره (MADM)، تحقیقی در مورد سیستم پشتیبان از تصمیم گیری در مدیریت حمل و نقل شهری انجام دادند. معیارهای این تحقیق عبارتند از جغرافیای مسیر، شرایط آب و هوایی، حجم ترافیک، ظرفیت جابجایی، متوسط زمان سفر و تعداد توقف [Bansio and Floria, 2009].

توزکایا^۲(۲۰۰۹) با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره AHP فازی به بررسی اثرات زیست محیطی بر روشهای حمل و نقل پرداخته است. در این تحقیق با استفاده از معیارهای سروصدا، پتانسیل کاهش نشر آلودگی، اثرات بر حیات وحش، منظره نامطلوب، استفاده از منابع انرژی، امنیت و شرایط فصلی به بررسی گزینه های حمل و نقل ریلی، جاده ای، دریایی و چندوجهی پرداخته شده است [Tuzkaya, 2009].

اتو^۳(۲۰۱۰) در تحقیق خود اثر عوامل روانی را با بهره گیری از روش تصمیم گیری چندمعیاره (MADM)، در انتخاب گزینه های حمل و نقل مورد بررسی قرار داده است. معیارهایی که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته اند عبارتند از: هنجارهای اجتماعی، عوامل جمعیتی، عوامل اقتصادی، شرایط و میزان تحرک استفاده کنندگان [Otto, 2010].

یاوری و همکاران^۴(۲۰۱۱) در تحقیق خود به ارزیابی شاخص های حمل و نقل موثر بر الگوهای مدیریت بحران پرداخته است. در این پژوهش با بهره گیری از روش تصمیم گیری چندمعیاره ارزیابی بهترین راه حل در مدیریت بحران های حمل و نقلی انجام شده است. معیارهای این تحقیق عبارتند از کاهش تأخیرات، بهبود امنیت، کاهش هزینه های اضافی و میزان تجربه

رشد سریع جمعیت و شهرنشینی در دهه های اخیر مسائل متعددی را در زندگی روزمره بشر ایجاد کرده است. یکی از مسائل مهم در همین ارتباط مسئله حمل و نقل شهری است که بهترین شکل آن حمل و نقل عمومی است و امروزه بسیار مورد توجه است. از روشهای متداول حمل و نقل عمومی می توان به مترو، اتوبوس، BRT، تاکسی های شهری و دوچرخه اشاره کرد که در نقاط مختلف دنیا بسته به شرایط مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. هر یک از روش های حمل و نقل عمومی ویژگی های خاص خود را داشته و به دلیل همین ویژگی ها از اولویت بندیهای متفاوتی برخوردار است و لازم است بکار گیری و توسعه آنها متناسب با ویژگی آنها و شرایط جغرافیایی، جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی شهر مورد نظر، صورت گیرد. در همین رابطه شناخت معیارهای مؤثر در انتخاب گزینه های مختلف حمل و نقل عمومی ضروری به نظر می رسد و می تواند منجر به اتخاذ تصمیمات مناسب در حوزه حمل و نقل عمومی شود.

۲. مبانی نظری و مروری بر مطالعات انجام شده

حمل و نقل عمومی یکی از مسائل بسیار مهم در زندگی شهری است که از زوایای مختلف مورد توجه قرار گرفته است. یکی از مهم ترین مسائلی که در این حوزه مطرح است، مسئله توسعه حمل و نقل عمومی بر اساس اولویت های موجود است. بر همین اساس اولویت بندی روش های حمل و نقل عمومی و توسعه گزینه مناسب، در سالهای اخیر مورد توجه جدی مدیران شهری و محققین این حوزه قرار گرفته است. برخی از این مطالعات در ادامه ارایه شده است.

وی هوا و همکاران^۵(۲۰۰۵) در تحقیق خود از روش ارزیابی فازی چند لایه ای که ترکیبی از روش سلسله مراتبی و روش ارزیابی جامع فازی برای ارزیابی حالت های مختلف اتوبوس

(MADM) است.

مدلهای تصمیم‌گیری از دوران انقلاب صنعتی در جهان و بویژه از زمان جنگ جهانی دوم همواره مورد توجه ریاضی‌دانان و دست‌اندرکاران صنعت بوده است. توجه محققین در سالهای اخیر به مدلهای چندمعیاره برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده متمایل بوده است [Swanson and Mccahon, 1991; Tzeng et al., 2005; Lavasani et al., 2012; Guo and Li, 2012].

به طور کلی فرآیند تصمیم‌گیری در روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره به شرح زیر است:

۱. تعریف مسئله یا موقعیت
۲. گردآوری اطلاعات مرتبط
۳. شناسایی شاخص‌ها برای قضاوت در مورد گزینه‌ها
۴. تعیین گزینه‌های اولیه
۵. ارزیابی گزینه‌ها برای تصمیم‌گیری در مورد بهترین آنها
۶. تعیین بهترین گزینه در بین گزینه‌های موجود

۴. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

یکی از روشهای مهم در مدلهای چند معیاره روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که از ساختار سلسله‌مراتبی یا ساختار شبکه‌ای برای نشان دادن یک مسأله تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. این روش در دهه ۱۹۷۰ میلادی توسط ساعتی معرفی شد [Momeni, 2010]. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مبتنی بر سه اصل «تجزیه، قضاوت مقایسه‌ای و ترکیب اولویتها» است. این روش دو ویژگی برجسته دارد که عبارتند از:

- کمک به طبقه‌بندی متغیرهای ناسازگار برای تصمیم‌گیری
 - قادر ساختن تصمیم‌گیرنده یا تصمیم‌گیرندگان برای تعیین اثرات همزمان و متقابل وضعیت‌های پیچیده.
- این دوخصیصه موجب می‌شود تا تصمیم‌گیرنده (ها) اولویتها را بر اساس اهداف، دانش و تجربه خود به نحوی تنظیم کنند

هنری و لیتمن^۶ (۲۰۱۱) در تحقیق خود به ارزیابی کارایی برنامه جدید ترانزیت و مقایسه اتوبوس و حمل و نقل ریلی در مناطق شهری آمریکا پرداختند. معیارهایی که در این ارزیابی مد نظر قرار گرفته اند عبارتند از: هزینه اجرا، هزینه وسیله نقلیه، تعداد مسافر به ازای هر مایل، دامنه پوشش خدمات، راحتی و آسایش، ظرفیت جابجایی، هزینه زیرساختها، انعطاف‌پذیری، سرعت و قابلیت اعتماد، تعداد ایستگاه، آلودگی صوتی و هوا، فضا به‌ازای هر مسافر و تعداد شبکه‌های راه [Henry and Litman, 2011].

همان گونه که از ادبیات موضوع مشخص است یکی از روشهایی که برای تصمیم‌گیری در مسائل مربوط به حمل و نقل می‌توان از آن استفاده کرد، روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره است. هدف از این تحقیق نیز ارایه یک الگوی علمی مناسب به منظور اولویت‌بندی روشهای حمل و نقل عمومی در شهر تهران با استفاده از روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره است و انتظار می‌رود این الگو در سایر کلان‌شهرهای کشور نیز با تعدیلهایی قابل استفاده باشد.

۳. روش اجرای تحقیق

در مسائل مرتبط با مباحث ترافیک و حمل و نقل فقط یک عامل دخالت ندارد، عوامل متعددی مانند عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در شکل گرفتن آنها مؤثر است، بنابراین نمی‌توان در تجزیه و تحلیل آنها تنها به یک عامل توجه کرد و فقط آنها در روند حل موضوع در نظر گرفت [Taffazoli, 2010, Ferreira and Lake, 2002]. بنابراین برای تحلیل آن نیاز به راه حلی است که بتواند اثر چندین عامل مؤثر را همزمان در نظر گرفته، تحلیل نماید و نتیجه معقولی را ارایه دهد. از پرکاربردترین و مفیدترین روشهایی که امروزه در دنیا برای تحلیل همزمان شاخص‌های کمی و کیفی در فرآیند یک مسئله مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

ضریبی متناسب با اهمیت آن در نظر گرفته می شود. به همین دلیل از روش AHP گروهی که قابلیت انجام این کار را دارد، استفاده شد. ضریبی که برای گروههای مختلف تصمیم گیرندگان در نظر گرفته شده است به صورت زیر است:

۱. برای نظرات مدیران ضریب ۳

۲. برای معاونان (مدیران میانی) ضریب ۲

۳. برای کارشناسان ضریب ۱

میانگین هندسی نظرات مختلف بر اساس رابطه ۱ محاسبه می شود.

$$y_{ij} = (\prod_{l=1}^k x_{ijl})^{1/k} \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$i, j=1, 2, 3 \dots n \quad i \neq j$$

$$l = 1, 2, 3 \dots k$$

۱ شماره تصمیم گیرنده، k تعداد تصمیم گیرندگان و (i, j) معیارها یا گزینه های مورد مقایسه است.

[Ghodspour, 2010; Momeni, 2010]

۶. شناسایی و انتخاب معیارها

به منظور انتخاب معیارهای مؤثر در اولویت بندی گزینه های حمل و نقل عمومی، پس از مطالعه ادبیات موضوع، فهرستی از معیارهای مؤثر شامل ۲۱ معیار شناسایی شد. فهرست اولیه شامل مجموعه ای از معیارهای مرتبط با استفاده کنندگان از گزینه های حمل و نقل عمومی مانند سن، درآمد، جنسیت و هدف از سفر

که احساسات و قضاوت های خود را به طور کامل در نظر بگیرند [Talebi, 2010].

با توجه به ویژگی های ذکر شده، و از آنجا که معمولا در مقایسه های زوجی داده های مربوط به مسائل حمل و نقل شهری ناسازگاری و پیچیدگی هایی وجود دارد، روش مذکور برای انجام این مطالعه انتخاب شد.

۵. AHP گروهی

در این تحقیق به منظور انتخاب معیارهای نهایی و انجام مقایسه های زوجی بین معیارها و گزینه ها از نظرات تعدادی از مدیران و کارشناسان سازمان معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران استفاده شده است. در این مسئله هر تصمیم گیرنده باید دارای دو ویژگی زیر باشد:

۱. وقوف علمی بر مسئله

۲. وقوف کامل بر نحوه اجرای درست اصول علمی

بنابراین قضیه هر گروه از تصمیم گیرندگان که بیشتر دارای این دو ویژگی باشند، نظرات آنها نیز از دقت و صحت بیشتری برخوردار است، و برای اینکه نظرات تصمیم گیرندگان متناسب با میزان دقت و اهمیت آنها در تحلیلها در نظر گرفته شود و متعاقبا نتایج دقیق تری حاصل شود، برای نظرات هر گروه از تصمیم گیرندگان

جدول ۱. فهرست نهایی معیارهای مورد استفاده

ردیف	عنوان شاخص	امتیاز	ردیف	عنوان شاخص	امتیاز
۱	زمان سفر	۴,۳۷	۹	کیفیت سفر	۳,۵۹
۲	درآمد	۴,۱۸	۱۰	سن	۳,۵۵
۳	سهولت دسترسی	۴,۱۴	۱۱	سطح آگاهی استفاده کنندگان	۳,۵۵
۴	هزینه سفر	۴,۰۳	۱۲	تقاضای سفر	۳,۱۴
۵	محدوده ارابه خدمت	۳,۸۵	۱۳	یارانه های دولتی	۳,۱۴
۶	هدف از سفر	۳,۶۶	۱۴	شرایط آب و هوایی	۳,۱۴
۷	رعایت زمانبندی	۳,۶۶	۱۵	ایمنی سفر	۳
۸	تعداد توقف	۳,۶۶	۱۶	ظرفیت جابجایی	۳

اولویت‌بندی روش‌های حمل و نقل عمومی در شهر تهران به منظور اصلاح نظام تخصیص بودجه

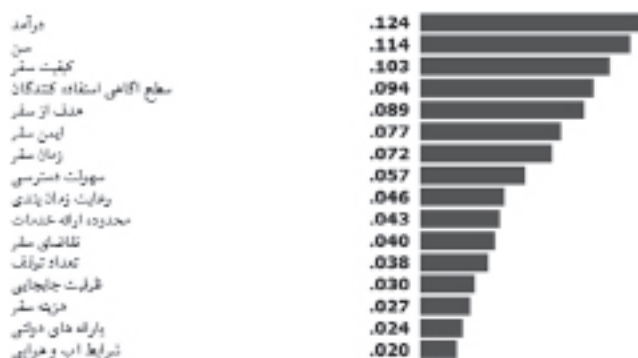


شکل ۱. سلسله مراتب تصمیم‌گیری

شهرداری تهران، برای تکمیل پرسشنامه‌ها دعوت به عمل آمد. در ادامه، پس از تکمیل پرسشنامه‌های اولیه، متوسط امتیاز هر معیار مشخص شد و هر معیاری که میانگین امتیاز آن از ۳ (میانگین مقیاس لیکرت) کمتر بود حذف و سایر معیارها در مراحل بعد برای انجام مقایسه‌های زوجی معیارها مورد استفاده قرار گرفتند از بین ۲۳ معیار اولیه ۷ معیار حذف و نهایتاً ۱۶ معیار به شرح جدول ۱ باقی ماندند.

با مشخص شدن معیارها، سلسله مراتب تصمیم‌گیری به صورت شکل ۱ مشخص شد. در شکل ۱ به عنوان نمونه رابطه معیار "سهولت دسترسی" با گزینه‌های مورد نظر نشان داده شده است. روابط سایر معیارها با گزینه‌ها نیز به طریق مشابه قابل نمایش است.

و همچنین معیارهای مرتبط با مشخصه‌های وسیله نقلیه مانند ظرفیت جابجایی، هزینه سفر، ایمنی، کیفیت سفر و... است. از آنجائی که انتخاب بهترین گزینه مستلزم توجه به مجموعه‌ای از معیارهای مؤثر شامل معیارهای مورد نظر استفاده‌کنندگان و همچنین معیارهای مرتبط با مشخصه‌های وسیله نقلیه است، به منظور تعیین فهرست نهایی معیارها، پرسشنامه‌ای بر اساس مقیاس ۵ نقطه‌ای لیکرت (۱-۵) طراحی و امتیاز هر معیار متناسب با اهمیت معیار مورد نظر در تعیین اولویت گزینه‌ها مشخص شد. در انتخاب خبرگان دو معیار وقوف علمی و وقوف اجرایی بر مسائل حمل و نقل شهری در نظر گرفته شد و در نهایت از ۲۰ تن از کارشناسان، معاونان و مدیران سازمان حمل و نقل و ترافیک



شکل ۲. نمودار وزن معیارها

بیشترین تمرکز را به مدهایی اختصاص دهند که تناسب بیشتری با میزان درآمد شهروندان داشته باشد.

پس از درآمد به ترتیب معیارهای سن، کیفیت سفر، سطح آگاهی استفاده‌کنندگان و هدف از سفر بیشترین وزن و اهمیت را به خود اختصاص می‌دهند. نتایج به‌دست آمده، منطقی به نظر می‌رسد، زیرا به عنوان مثال سالمندان تمایل بیشتری به استفاده از وسایل حمل و نقل راحت‌تر مانند تاکسی در مقایسه با مترو و BRT دارند بنابراین سن یکی از عوامل مهم در انتخاب مد حمل و نقل است. از طرفی شرایط آب و هوایی نیز کمترین وزن و اهمیت را دارد که بیانگر کمترین میزان تأثیر آن در انتخاب مدهای حمل و نقل است.

طبق اطلاعات به‌دست آمده از نرم‌افزار، رتبه‌بندی پنج گزینه مورد نظر در حمل و نقل عمومی در شکل ۳ نشان داده شده است. بر این اساس نتایج حاصل از این رتبه‌بندی عبارت است از: مترو، BRT، اتوبوس، ون و تاکسی.

با توجه به شکل ۳، مترو به میزان قابل توجهی نسبت به سایر گزینه‌های موجود در اولویت قرار دارد (۰/۳۲۳ از کل). مترو از نظر هزینه با صرفه بوده و از ایمنی بسیاری برخوردار است، همچنین از لحاظ زمانی نیز بسیار مناسب و سریع است و از ظرفیت جابجایی زیادی برخوردار است. از طرفی به دلیل افزایش سطح آگاهی استفاده‌کنندگان نسبت به جنبه‌های مختلف حمل و نقل و مسائل مرتبط با آن، استفاده از این گزینه حمل و نقل در سالهای اخیر در بین قشر قابل توجهی از جامعه افزایش یافته است.



شکل ۳. رتبه‌بندی گزینه‌های حمل و نقل عمومی در شهر تهران

مرحله بعد انجام مقایسه‌های زوجی بین معیارها و انجام مقایسه‌های زوجی بین گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها است که هر مرحله به تفکیک با استفاده از یک پرسشنامه مقایسه‌ای زوجی تکمیل شد.

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، مطابق فرایند AHP گروهی، ابتدا ضرایب مربوط به هر گروه از تصمیم‌گیرندگان اعمال شده و سپس میانگین هندسی هر یک از مقادیر جداول مقایسه‌ای زوجی در پرسشنامه‌های دوم و سوم محاسبه شد. در مرحله بعد داده‌های پرسشنامه اول و نتیجه پرسشنامه‌های دوم و سوم با استفاده از نرم‌افزار expert choice مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۷. نتایج و تحلیل آنها

با استفاده از نرم‌افزار expert choice و انجام محاسبات لازم وزن هر یک از معیارها به ترتیب زیر مشخص شد.

وزنی که هر معیار در شکل ۲ به خود اختصاص داده است، نشان‌دهنده میزان تأثیر آن معیار در شرایط کنونی حمل و نقل عمومی شهر تهران است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، بیشترین مقدار مربوط به معیار درآمد است. این به آن معنی است که تأثیر این معیار در انتخاب مد حمل و نقل عمومی در شهر تهران بیشتر از سایر معیارهاست و درآمد استفاده‌کنندگان در مقایسه با سایر معیارها بیشترین تأثیر را در تصمیم‌گیری برای روش حمل و نقل عمومی دارد. بنابراین مراجع ذیربط در راستای بهبود زیرساخت‌های حمل و نقل باید به این نکته توجه نموده و

اولویت بندی روشهای حمل و نقل عمومی در شهر تهران به منظور اصلاح نظام تخصیص بودجه

خود اختصاص داده و تاکسی که استفاده از آن نیاز به صرف هزینه بیشتر دارد در این رده بندی در رتبه آخر قرار دارد. بنابراین نتایج به دست آمده از تحلیلها مطابقت قابل ملاحظه‌ای را با یکدیگر نشان می‌دهند.

۸. تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت در مدل‌های تصمیم‌گیری نقش بسزایی دارد. هدف اصلی این کار تعیین میزان پایداری نتایج به دست آمده، نسبت به ایجاد تغییرات در پارامترهای مؤثر است. همچنین به کمک تحلیل حساسیت می‌توان مهم‌ترین یا بحرانی‌ترین معیار و میزان و چگونگی تأثیر آنها در نتیجه حاصله و تغییر در رتبه‌بندی شاخص‌ها را شناسایی و تحلیل کرد [Poh and Ang, 1999]. حساسیت گزینه‌ها نسبت به همه معیارها یکسان نیست. در این تحقیق ایجاد تغییر در وزن ۱۱ مورد از معیارها موجب تغییر در رتبه بندی گزینه‌ها می‌شود. ایجاد تغییر در وزن سایر معیارها

BRT با اختلاف قابل توجهی نسبت به مترو در رتبه دوم گزینه‌های حمل و نقل عمومی قرار دارد. با توجه به وجود خطوط ویژه رفت و آمد در تهران برای اتوبوس‌های BRT، این وسیله از لحاظ زمانی، ایمنی (میزان کم تصادفات) و کیفیت سفر (عدم وجود ترافیک) در سطح مناسبی از استاندارد قرار دارد. همچنین استفاده از BRT در مقایسه با تاکسی و ون از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است.

اتوبوس، ون و تاکسی به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. با توجه به نبودن خطوط ویژه برای تاکسی و تداخل زیاد آن با ترافیک سطح شهر، ایمنی این مد در مقایسه با سایر مدهای حمل و نقل کمتر است و استفاده از آن زمان و هزینه بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد.

همان‌گونه که از نتایج مربوط به رتبه‌بندی معیارها مشاهده شد، میزان درآمد مردم بیشترین سهم را در انتخاب مد حمل و نقل دارد، با توجه به شکل ۵ نیز مترو و BRT که از نظر هزینه در مقایسه با دیگر گزینه‌ها مقرون به صرفه هستند وزن بیش‌تری را به

جدول ۲. تغییر در اولویت گزینه‌های حمل و نقل عمومی بر حسب میزان تغییر در معیارها

سن	BRT یا مترو	اتوبوس یا مترو	اتوبوس یا BRT	تاکسی یا ون	تاکسی یا BRT	تاکسی یا اتوبوس	ون یا اتوبوس	ون یا BRT
سن	+۷۵۳/۶	+۷۶۳/۹	---	---	---	---	---	---
هدف از سفر	---	---	---	+۷۴/۵	+۷۳۳/۸	+۷۶۴/۷	---	+۷۶۴/۴
کیفیت سفر	---	---	---	---	---	+۷۵۲/۶	+۷۴۷/۴	+۷۸۳
ایمنی سفر	---	---	+۷۶۶/۱	---	---	---	---	---
رعایت زمانبندی	---	---	+۷۲۱/۴	---	---	---	---	---
محدوده آرایه	---	---	+۷۳۷/۵	---	---	---	---	---
تعداد توقف	---	---	+۷۲۸/۵	---	---	---	---	---
تقاضای سفر	---	---	+۷۲۷/۳	---	---	---	---	---
ظرفیت جایجایی	---	---	+۷۲۸/۳	---	---	---	---	---
هزینه سفر	---	---	---	---	+۷۷۹/۵	+۷۷۲/۴	+۷۷۱/۲	+۷۷۸/۹
شرایط آب و هوایی	---	---	---	+۷۴۳/۲	---	+۷۶۹/۲	+۷۷۱/۹	---

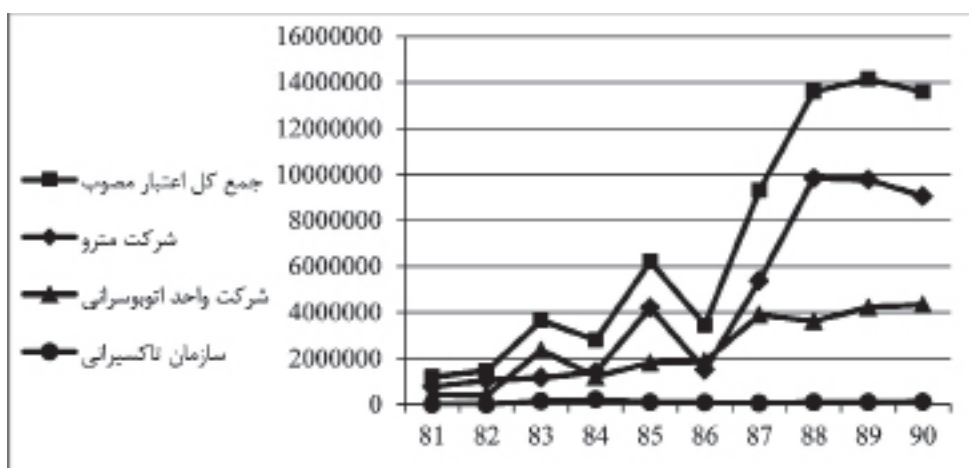
جدول ۳. مبلغ و درصد بودجه اختصاص یافته به گزینه های حمل و نقل عمومی در ۱۰ سال گذشته (مبلغ $\times 10000$ ریال)

سال	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰
مبلغ	۷۶۴۳۲۴	۱۰۵۰۴۰۰	۱۱۵۳۶۹۵	۱۴۰۰۰۰۰	۴۲۰۲۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰	۵۳۷۰۰۰۰	۹۸۳۳۵۰۰	۹۷۶۲۶۶۰	۹۰۳۶۸۵۰
درصد	۶۴/۴۷	۷۲/۴۲	۳۱/۶۶	۵۰	۶۷/۷۵	۴۳/۳۲	۵۷/۶۸	۷۲/۳۰	۶۹/۰۷	۶۶/۵۰
مبلغ	۴۲۱۱۶۱	۴۰۰۰۰۰	۲۳۵۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰۰	۱۸۰۰۰۰۰	۱۸۸۰۰۰۰	۳۸۸۶۸۳۰	۳۶۲۰۰۰۰	۴۲۲۲۵۰۰	۴۳۴۳۲۰۷
درصد	۳۵/۵۳	۲۷/۵۸	۶۴/۴۹	۴۲/۸۶	۲۹/۰۲	۳۰/۵۴	۴۱/۷۵	۲۶/۶۲	۲۹/۸۷	۳۱/۹۶
مبلغ	۰	۰	۱۴۰۵۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۸۲۴۸۶	۵۲۶۰۰	۹۷۳۵۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۱۰۰۰۰۰
درصد	۰	۰	۳/۸۵	۷/۱۴	۱/۶۱	۲/۳۸	۰/۵۷	۰/۷۲	۰/۷۱	۰/۸۱

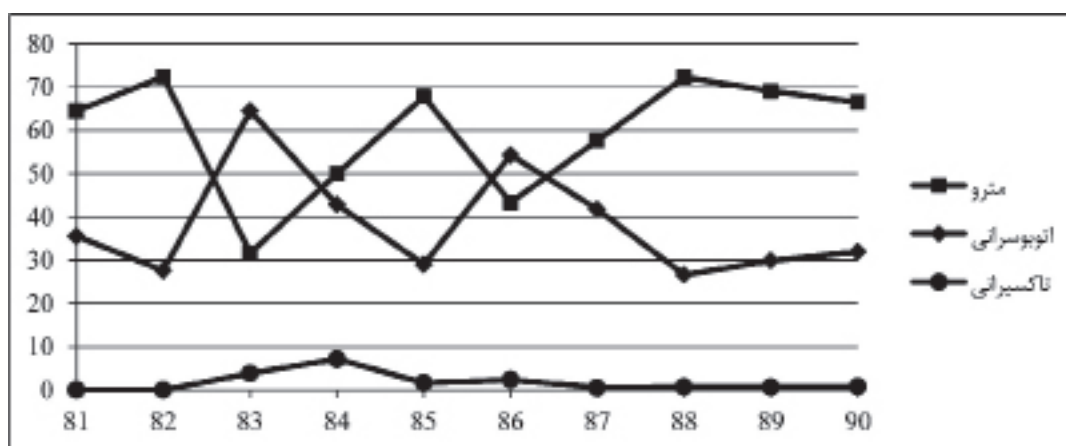
با BRT بیش از سایر معیارهاست (با ۴/۵ درصد افزایش وزن) و پس از آن بیشترین حساسیت به ترتیب نسبت به معیارهای هدف از سفر (۱۱/۲ درصد)، رعایت زمانبندی (۲۱/۴ درصد)، تقاضای سفر (۲۷/۳ درصد) و ظرفیت جابجایی (۲۸/۳ درصد) است و همه این معیارها به همراه معیارهای ایمنی سفر، محدوده ارایه خدمات و تعداد توقف، موجب جابجایی در رتبه بندی گزینه اتوبوس با BRT می‌شوند که این مسئله نشان دهنده حساسیت زیاد رتبه‌بندی این دو گزینه نسبت به تغییر وزن معیارها و نزدیک بودن اولویت آنها به یکدیگر است.

موجب تغییر در وزن گزینه‌ها شده، اما تغییری در رتبه‌بندی آنها ایجاد نمی‌کند. جدول ۲ بیان‌کننده حداقل تغییر در درصد معیارها برای ایجاد تغییر در رتبه‌بندی گزینه‌ها است. به عنوان مثال عدد ۵۳/۲ کمترین درصدی است که وزن معیار سن باید افزایش یابد (از وزن فعلی ۱۱/۴ به وزن ۶/۶۴)، تا موجب تغییر در رتبه گزینه BRT با مترو شود و یا وزن معیار کیفیت سفر باید ۸۳ درصد افزایش یابد تا موجب تغییر در رتبه بندی ون با BRT شود که کمترین حساسیت (یا همان بیشترین میزان افزایش وزن معیار) هم نسبت به همین معیار و با همین درصد است.

همان گونه که در جدول ۲ مشخص است، حساسیت گزینه‌ها نسبت به معیار هدف از سفر برای جابجایی اولویت گزینه تاکسی



شکل ۴. روند اختصاص بودجه به هر یک از گزینه های حمل و نقل عمومی (۱۰۰۰۰۰ ریال \times)



شکل ۵. روند تغییر درصد بودجه اختصاص یافته به هر یک از روشهای حمل و نقل عمومی

که توجه کمتر دولت به این گزینه حمل و نقل را نشان می‌دهد. زمینه‌های واگذاری سازمان تاکسیرانی به بخش خصوصی با توجه به اصل ۴۴ قانون اساسی از سال ۱۳۸۴ آغاز شد، که پس از آن در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ این مسئله با سرعت بیشتری پیگیری شده است و در این فرآیند قسمت قابل توجهی از سازمان تاکسیرانی به بخش خصوصی واگذار شده است. این امر تأثیرگذاری زیادی در کاهش بودجه اختصاص یافته توسط دولت به این روش حمل و نقل داشته است. همان گونه که از درصدهای جدول ۳ نیز قابل مشاهده است، سهم سازمان تاکسیرانی از بودجه حمل و نقل کشور بعد از سال ۱۳۸۶ به میزان قابل توجهی کاهش داشته است و حتی به زیر یک درصد رسیده است.

روند تخصیص بودجه به هر مد حمل و نقل در سالهای مختلف یکسان نبوده و در برخی سالها روند صعودی و در بعضی سالها نیز روند نزولی را طی کرده است. روند این تغییر برای هر یک از مدهای مختلف در شکل ۵ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۵ در اکثر سالها دولت بیشترین میزان بودجه را به مترو و پس از آن به اتوبوسرانی و تاکسیرانی اختصاص داده است. با توجه به نتایج به دست آمده از تخصیص بودجه در سال ۹۰، اختصاص بیشترین میزان بودجه به مترو توسط دولت منطقی

۹. مقایسه نتایج با میزان تخصیص بودجه و تحلیل آنها

دولت هر ساله به هر یک از مدهای مختلف حمل و نقل بودجه‌ای را اختصاص می‌دهد که قسمتی از آن به بخش عمرانی و قسمتی به هزینه‌های جاری مانند هزینه‌های نگهداری و تعمیرات اختصاص می‌یابد [Esfahanipour, 2011]. در این تحقیق بودجه اختصاص یافته به هر یک از مدهای حمل و نقل عمومی شهر تهران، در ۱۰ سال گذشته بررسی شده است. آمار به دست آمده و روند تغییر این آمار، در جدول ۳ و شکل ۴ نشان داده شده است.

با توجه به جدول ۳، در تمامی سالها به جز سالهای ۸۳ و ۸۶، بیشترین میزان اعتبار به مترو تخصیص داده شده است و این موضوع میزان اهمیت مترو را نسبت به سایر روشهای حمل و نقل عمومی نشان می‌دهد. همچنین در تمامی سالها تاکسی کمترین اهمیت را در تخصیص بودجه داشته است. به منظور مقایسه بهتر مدها بر مبنای اعتبارات مورد نظر، روند تغییرات بودجه در طی ۱۰ سال اخیر در شکل ۴ نشان داده شده است.

با توجه به شکل ۴، برخلاف مترو و اتوبوس که سیر تقریباً صعودی را در تخصیص بودجه داشته اند، تغییرات میزان بودجه اختصاص یافته به تاکسی در این ۱۰ سال تقریباً ثابت بوده است

نتیجه آن بی تعادلی در توسعه متوازن گزینه های مختلف حمل و نقل شهری خواهد بود.

۱۰. جمع بندی

در این تحقیق از روش AHP به منظور اولویت بندی روشهای حمل و نقل عمومی در شهر تهران استفاده شده است. به همین منظور از نظرات ۲۰ تن از خبرگان سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران که به سه گروه مدیران، معاونان (مدیران میانی) و کارشناسان تقسیم بندی شده اند، برای ارزیابی ۵ گزینه بر اساس ۱۶ معیار استفاده شده است و برای نظرات هر گروه از تصمیم گیران، بر حسب میزان اهمیت نظرات آنها، به ترتیب ضریبهای ۳، ۲ و ۱ در نظر گرفته شده است. اطلاعات اولیه با استفاده از نرم افزار expert choice بررسی و گزینه های مورد نظر اولویت بندی شدند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، اولویت های حمل و نقل عمومی در شهر تهران به ترتیب عبارتند از مترو (با وزن ۳۲/۳٪)، ون (با وزن ۲۰/۷٪)، BRT (با وزن ۱۹/۳٪)، اتوبوس (با وزن ۱۴٪) و تاکسی (با وزن ۱۳/۶٪).

نتایج مربوط به تحلیل حساسیت نیز نشان داد که تغییر در وزن ۱۱ مورد از معیارها می تواند موجب تغییر در اولویت بندی گزینه ها شود. حساسیت نتایج اولویت بندی به معیار «هدف از سفر» بیش از سایر معیارها است و گزینه مترو در هر صورت با اختلاف زیادی در اولویت اول باقی خواهد ماند.

بر اساس یافته های این تحقیق توصیه می شود نتایج اولویت بندی گزینه های حمل و نقل عمومی در طراحی الگوی جامع برای سیاست گذاری متوازن حمل و نقل عمومی در مدیریت شهری مورد توجه جدی قرار گرفته و منابع مالی قابل تخصیص به هر یک از گزینه های حمل و نقل عمومی به منظور ایجاد تعادل در کارکرد گزینه های مختلف، متناسب با اولویت و وزن هر گزینه تخصیص یابد.

به نظر می رسد و حاکی از تخصیص متناسب بودجه بر اساس اولویت های حمل و نقل عمومی است. از طرفی دسته بندی روشهای حمل و نقل عمومی در این تحقیق (مترو، اتوبوس، تاکسی، ون و BRT) با دسته بندی در تخصیص بودجه توسط دولت (مترو، اتوبوسرانی و تاکسی رانی) متفاوت است به همین دلیل نمی توان در مورد سازگاری تخصیص بودجه با اولویتهای روشهای حمل و نقل عمومی اظهار نظر قطعی کرد.

در ادامه، نتایج به دست آمده از این تحقیق با نحوه اولویت بندی تخصیص بودجه به گزینه های مختلف حمل و نقل عمومی بررسی خواهد شد. از آنجا که تنها نقطه مشترک از گزینه های مورد بررسی در این تحقیق و فرآیند تخصیص بودجه گزینه مترو است، بنابراین تنها این گزینه مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین با توجه به اینکه معیارهای تعیین شده توسط کارشناسان و نتایج حاصل از آنها، در سال ۱۳۹۰ به دست آمده و مسلماً بر حسب ارزیابی شرایط جامعه در همان سال بوده است، بنابراین برای دقت و صحت بیشتر تحلیلها، نتایج آن نیز با نحوه تخصیص بودجه در همان سال مقایسه شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره ۳ گزینه مترو با بودجه ۶۶/۵٪ در سال ۱۳۹۰ اولویت اول را به خود اختصاص داده است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، گزینه مترو با وزن ۳۲/۳٪ رتبه اول را در بین سایر گزینه های حمل و نقل عمومی شهر تهران به دست آورده است. مقایسه اطلاعات به دست آمده حاکی از تطابق اولویتهای در تخصیص بودجه و گزینه برتر در این مطالعه است، در عین حال میزان بودجه تخصیص یافته به گزینه مترو بسیار بیشتر از وزن تعیین شده برای این گزینه در این مطالعه است (۶۶/۵٪ در مقابل ۳۲/۳٪) که این انحراف مثبت در تخصیص بودجه با توجه به محدودیت منابع در اختیار به معنی تخصیص کمتر به سایر گزینه های حمل و نقل عمومی خواهد بود. این وضعیت در مدیریت شهری مطلوب نیست و

۱۱. پی نوشت ها

روشهای حمل و نقل عمومی، سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت.

- مومنی، منصور (۱۳۸۹) "مباحث نوین تحقیق در عملیات" چاپ اول، منصور مومنی.

- نیکمردان، علی (۱۳۸۶) "معرفی نرم افزار expert choice ۱۱" چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی.

- Awashti, A. and Chauhan, S. (2011) «Using AHP and DempstereShaferTheory for evaluating sustainable transportation system» Environmental Modeling and Software, Vol. 26, No.6, June, pp. 787-796.

- Banciu, D. D. M. & Florea, M. C. G. (2009) "Decision support system based on MADM for urban transport management" Romanian Air Traffic Services Adm. ROMATSA, Bucharest, Romania, Vol. 2, May, pp. 128-130.

- Guo, K. & Li, W.(2012) "An attitudinal-based method for constructing intuitionistic fuzzy Information in hybrid MADM under uncertainty", Information Sciences, Vol. 208, November, pp. 28-38.

- Henry, L.&Litman, T.A. (2011) "Evaluating new start transit program performance, comparing rail and bus", Victoria Transport Policy Institute, June, pp. 1-22.

- Karlaftis, M.G (2004) "A DEA approach for evaluating the efficiency and effectiveness of urban transit systems" European Journal of Operational Research, Vol. 152, No.2, January, pp. 354-364.

- Khasnabis, S., Alsaidi, E., Liu, L. and Ellis, R.D. (2002) "Comparative study of two techniques of transit performance Assessment: AHP and GAT" Journal of Transportation Engineering, Vol. 128, No. 6, No-

1. Wei hua
2. Bansio & Floria
3. Tuzkaya
4. Otto
5. Yavari et al
6. Henry and Litman

۱۲. مراجع

- اصفهانی پور، اکبر و لواسانی، ترانه (۱۳۸۹) «تعیین سناریوی برتر حمل و نقل همگانی مسافر درون شهری با TOPSIS فازی»، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره ۸، ۳۲۳-۳۴۲.

- تفضلی، محمد سروش (۱۳۸۹) «معرفی اولویت‌بندی شاخص‌های حمل و نقل پایدار بر اساس روش تصمیم‌گیری چند معیاره»، دهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ایران.

صدیق باور، محمد و حدیقه جوانی، محسن (۱۳۸۹) «ارزیابی اقتصادی استفاده از مدهای حمل و نقل در هسته مرکزی کلان‌شهرها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی»، دهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، ایران.

- صلواتی، علیرضا و حق‌شناس، حسین (۱۳۸۷) "یکپارچه‌سازی سیستم حمل و نقل عمومی به روش AHP، مطالعه موردی شهر اصفهان"، چهارمین کنگره مهندسی عمران، تهران، ایران.

- طالبی، رضا (۱۳۸۹) "مکان‌گزینی بهینه پارکینگ‌های طبقاتی شهر تهران؛ مطالعه موردی: منطقه هفت شهرداری تهران" مجله مدیریت شهری، ۲۶، ۱۱۹-۱۳۲

- قدسی پور، حسن (۱۳۸۹) "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP" چاپ هشتم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

- گودرزی، مریم (۱۳۹۰) "بررسی مدل‌های اولویت‌بندی

- Tuzkaya, U.R. (2009) "Evaluating the environmental effects of transportation modes using an integrated methodology and an application", *International Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 6, No. 2, January, pp. 277-290.
- Tzeng, G. H., Yang, Y. P. O., Lin, C.T. and Chen, C. B. (2005) "Hierarchical MADM with fuzzy integral for evaluating enterprise internet websites", *Information Sciences*, No. 169, pp. 409-426.
- Weihua, Z., Huapu, L., Zhijun, G. and Qiang, L. (2005) "Study on method evaluation Bus Rapid Transit (BRT) Scheme", *Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 390-403
- Yavari, A., Javadian, A., Janmohammadi, M. and Pourheidari, S. (2011) Assessment of effective transportation's attributes in crisis management's methods 5th SASTech 2011, Khavaran Higher-Education Institute, Mashhad, Iran.
- Yedla, S. and Shrestha, R. M. (2003) «Multi-criteria approach for selection of alternative option for environmentally sustainable transport system in Delhi transportation» *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 37, No. 8, October, pp. 717-729.
- member, pp. 499-508.
- Lake, M. and Ferreira, L. (2002) "Towards a methodology to evaluate public transport projects", *Physical Infrastructure Centre Research Report 02-03*, School of Civil Engineering, Queensland University of Technology, Brisbane, pp. 1-35.
- Lavasani, S. M. M., Wang, J., Yang, Z. and Finaly, J. (2012) «Application of MADM in a fuzzy environment for selecting the best barrier for offshore wells», *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No.3, February, pp. 2466-2478.
- Otto, S. (2010) "The psychology of transport choice" *Institute for Ecological Economic Research (IOW)*, March, pp. 1-4.
- Pak, P.S., Tsuji, K. and Suzuki, Y. (1987) «Comprehensive evaluation of new urban transportation system by AHP», *International Journal of System Science*, Vol. 6, No. 6, pp. January, pp. 1179-1190.
- Poh, K. L. & Ang, B. W. (1999) «Transportation fuels and policy for Singapore: an AHP planning approach», *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 37, No. 3, November, pp. 507-525.
- Rietveld, P. (2006) "Pricing in transport; a multi-modal perspective. An introduction, *European Transport*" *Trasporti Europei*, No. 32, pp. 1-4.
- Sayers, T.M., Jessop, A.T. & Hills, P.J., (2003) «Multi-criteria evaluation of transport options-flexible, transparent and User-Friendly», *Transport Policy*, Vol. 10, No. 2, April, pp. 95-105.
- Swenson, P. A. and McCahon, C. S. (1991) "A MADM justification of a budget reduction decision", *Omega*, Vol 19, No. 6, pp. 539-548.