Archive of SID

ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی (مطالعه موردی: شهر مشهد)

مقاله پژوهشی

مسعود کدخدایی، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
روزبه شاد*، دانشیار، گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: R.shad@um.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰٤/۲۵- پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰
صفحه۱۲۸-۱۱۱

چکیده

یکی از مناسب‌ترین شیوه‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرها، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک است. قیمت‌گذاری تراکم ترافیک به روش‌های مختلفی در کلان‌شهرهای دنیا انجام شده است. انتخاب شیوه مناسب قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی اهمیت زیادی دارد. در این تحقیق چهار روش قیمت‌گذاری تراکم ترافیک با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) ارزیابی و اولویت‌بندی شدند. فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) مبتنی بر نظرات کارشناسان و مقایسات زوجی است و وابستگی‌های میان عناصر تصمیم را در نظر می‌گیرد. اولویت‌بندی گزینه‌های ارزیابی و وزن‌دهی به عناصر تصمیم براساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در این تحقیق، با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions انجام شد. کلان‌شهر توریستی مشهد در این تحقیق به عنوان مطالعه موردی انتخاب و بررسی شد. براساس نتایج بدست آمده، روش قیمت‌گذاری محدوده‌های تحت نظارت بالاترین اولویت را کسب کرد و روش‌های قیمت‌گذاری براساس مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک، قیمت‌گذاری براساس زمان حضور در محدوده طرح ترافیک و قیمت‌گذاری برمبنای مجوز ورود به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. موثرترین معیارهای ارزیابی، شاخص‌های زمان سفر، کاهش تردد خودروهای تک‌سرنشین، افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی و افزایش سرعت عملکردی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: کنترل تراکم ترافیک، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، گردشگری، فرآیند تحلیل شبکه‌ای(ANP)

۱- مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت در کلان‌شهرها و به تبع آن افزایش سفرهای درون شهری به خصوص در مناطق مرکزی شهری، مشکلات ترافیکی عدیده‌ای را برای شهروندان و مدیران شهری ایجاد نموده است. این مشکل به خصوص در کلان‌شهرهای توریستی نظیر شهر مشهد که بخش زیادی از مسافران با استفاده از خودروهای شخصی به آن سفر می‌کنند بسیار شدت می‌یابد (Kadkhodaei and Shad, 1396). ارتباط حمل و نقل و گردشگری نیز در میان بخش‌های مختلف رشته حمل و نقل و ترافیک، بیش از همه در بخش‌های تقاضای سفر و مهندسی ترافیک متمرکز شده است. به دلیل این که گردشگران، مسافرانی با اهداف سفر تفریحی، زیارتی و گردشگری هستند، الگوی سفر و توزیع زمانی سفرهای آنها نیز متفاوت با الگوی سفر و توزیع زمانی سفرهای سایر شهروندان در سفرهای شهری است (Shad, Kadkhodaei and Kadkhodaei, 1396). در آیین نامه ظرفیت راههای آمریکا (HCM) نیز به توزیع زمانی متفاوت سفرهای گردشگران اشاره شده است. مطابق این راهنما، راههای دسترسی به مناطق گردشگری نسبت به سایر راههای درون شهری و برون شهری دارای تغییرات ماهانه، هفتگی، روزانه و ساعتی شدیدتری هستند. از آنجا که طراحی راه‌ها نیز براساس حجم ترافیک ساعت طرح انجام می‌شود و حجم ترافیک ساعت اوج سالیانه به دلیل نادر بودن

www.SID.ir

Archive of SID

در طراحی ظرفیت راه مد نظر قرار نمی‌گیرد، در راههایی که برای سفرهای گردشگران مورد استفاده قرار می‌گیرند در ساعات اوج ترافیک و در ایام خاصی از سال، تراکم ترافیک و راه‌بندان‌هایی با صف های بعضاً طولانی ایجاد می‌شود (HCM, 2000). بنابراین ضروری است در زمان‌هایی از سال که حجم سفرهای گردشگران به اوج خود می‌رسد با استفاده از سیاست های کنترل تراکم ترافیک از ایجاد راه‌بندان های سنگین در مسیرهای عبوری گردشگران جلوگیری نمود. از طرفی میزان آشنایی رانندگان با مسیر نیز در ایجاد تراکم ترافیک نقش زیادی دارد. بر همین اساس در آیین نامه ظرفیت راههای آمریکا (HCM) نیز فاکتوری برای میزان آشنایی راننده با مسیر تعریف شده است که در تعیین حجم معادل ترافیک راه مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چه میزان آشنایی رانندگان با مسیر کمتر باشد مقدار این ضریب نیز کاهش می‌یابد. کاهش این ضریب نیز به معنی افزایش ترافیک معادل و کاهش سطح سرویس راه است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت راههایی که غالب سفرهای آنها را سفرهای گردشگری تشکیل می‌دهد، در یک حجم ترافیک ثابت، در مقایسه با سایر راههایی که توسط شهروندان استفاده می‌شوند، سطح سرویس پایین تری داشته و احتمال ایجاد گرفتگی و تراکم در جریان ترافیک خودروها در آنها بیشتر است (HCM, 2000). بنابراین ضروری است با توجه به ویژگی‌ها و شرایط اجتماعی و تقاضای سفری که در کلان‌شهرهای توریستی وجود دارد، مناسب‌ترین شیوه‌های کنترل تراکم ترافیک و مدیریت تقاضای سفر با استفاده از خودروهای شخصی در این کلان‌شهرها شناسایی شده و مورد تحلیل و ارزیابی قرار گیرند.

۲- پیشینه تحقیق

رویکردهایی که برای کنترل تراکم ترافیک وجود دارند به دو دسته کلی افزایش عرضه و مدیریت تقاضا تقسیم می‌شوند. افزایش عرضه به مفهوم توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی و افزایش ظرفیت معابر است. اما تجربیات گذشته نشان داده است که با افزایش عرضه پس از مدتی تقاضای سفر هم افزایش یافته که خود موجب افزایش دوباره تراکم خواهد شد. از سوی دیگر افزایش عرضه نیاز به منابع اقتصادی دارد که معمولاً دستگاه‌های مدیریت شهری توان تأمین آن را ندارند. بنابراین مدیریت تقاضا نسبت به افزایش عرضه ارجحیت دارد (Carey and Srinvasan, 1993).

سیاست‌های کاهش تقاضا نیز به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱) سیاست افزایش هزینه استفاده از برخی خودروها نظیر تعیین عوارض استفاده از پارکینگ، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک و قیمت‌گذاری سوخت ۲) سیاست‌های بازدارنده در جهت کاهش تقاضای استفاده از خودروی شخصی نظیر ممنوعیت پارک، ممنوعیت ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک و محدودیت‌های سرعت ۳) دادن امتیاز ویژه به برخی خودروها نظیر اختصاص خطوط ویژه برای حمل و نقل همگانی (Agha babazadeh, 1384).

شیوه‌های کنترل تراکم ترافیک شامل سیاست‌های کلی نظیر ایجاد محدوده ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی (زوج و فرد) و یا قیمت‌گذاری تراکم ترافیک می‌شود. برای اجرای هرکدام از این سیاست‌ها نیز روش‌های مختلفی وجود دارد که در شهرهای مختلف دنیا استفاده شده‌اند. بنابراین، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک تنها یکی از شیوه‌های کنترل تراکم ترافیک است که خود به روش‌های مختلفی اجرا می‌شود. در روش قیمت‌گذاری تراکم ترافیک برای ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک، هزینه‌ای تعیین می‌شود. ایده قیمت‌گذاری معابر اولین بار در سال ۱۹۲۰ برای محاسبه میزان عوارض بهینه یک مسیر پر رفت و آمد مطرح شد. قیمت‌گذاری تراکم ترافیک معابر و تعیین عوارض راهها باید در ساعات اوج ترافیک مقدار بیشتر و در ساعات غیراوج مقدار کمتری داشته باشد تا در کنترل تقاضای سفر نقش موثری داشته باشد (Yang and Huang, 1999). روش‌هایی که برای قیمت‌گذاری به طور معمول در کلان‌شهرها اجرا می‌شوند عبارتند از:

الف- روش مجوز ناحیه‌ای (Area license schemes): در این روش عوارض دریافتی براساس استفاده و نگهداری خودرو در نواحی خاصی که می‌توانند یکپارچه نباشند و در یک دوره زمانی معین محاسبه می‌شود. این روش در شهر لندن به کار گرفته شده است و خودروهای مجاز به تردد در داخل نواحی از طریق برچسب‌های قابل نصب بر روی شیشه‌های جلو و عقب مشخص می‌شوند.

ب- روش مجوز ورود (Entry permit schemes): در این روش دریافت عوارض براساس ورود به یک ناحیه

www.SID.ir

Archive of SID

صورت می‌گیرد و خودروها در نقاط ورودی بر روی مرز ناحیه کنترل می‌شوند. این روش از سال ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۸ در سنگاپور مورد استفاده قرار گرفته است.

ج- روش قیمت‌گذاری محدوده‌های تحت نظارت (Cordon charging schemes): اکثر سامانه‌های الکترونیکی اخذ عوارض تردد خودرو بر مبنای این روش پیاده‌سازی می‌شوند. در این روش قابلیت تعریف محدوده های مختلف با قیمت های متفاوت وجود دارد و به ازای هر بار ورود و تردد در یک ناحیه، عوارض آن به صورت الکترونیکی از مبلغ پیش پرداخت شده توسط مالک خودرو کسر می‌شود.

د- روش قیمت‌گذاری بر مبنای مسافت طی شده (Distance base charging): در این روش محاسبه هزینه و دریافت عوارض بر مبنای مقدار مسافت طی شده توسط خودرو در داخل محدوده طرح انجام می‌شود. این روش صرفاً از طریق سامانه‌های الکترونیکی و با به کارگیری ادوات ردیابی مانند برچسب‌های رادیویی و یا گیرنده‌های GPS بر روی خودروها قابل پیاده‌سازی است (Rostami and Ataeian, 1385). می[1] و مایلن[2] نیز در تحقیقی که در سال ۲۰۰۰ در مورد روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک انجام دادند براساس روش دومین-بهترین، روش‌های قیمت-گذاری براساس مسافت طی شده، قیمت‌گذاری براساس زمان سفر، قیمت‌گذاری بر روی یک یا چند کمان خاص و قیمت‌گذاری منطقه‌ای را در شهر کمبریج مورد بررسی قرار دادند که تمامی آنها قابلیت اجرایی داشتند (May and Milne, 2000). هر کدام از این روش‌ها نیز مزایا و معایب خاص خود را دارند و با توجه به وضعیت ترافیکی هر کلان‌شهر، ممکن است هرکدام از این سیاست‌ها نسبت به سایرین ارجحیت داشته باشند. بنابراین برای انتخاب بهترین شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرها و به خصوص کلان‌شهرهای توریستی لازم است مناسب‌ترین روش‌ها از میان روش‌های موجود انتخاب شوند تا با یکدیگر مقایسه شده و اولویت‌بندی گردند. اسمیت[3] در سال ۱۹۷۹ در مطالعه‌ای که در مورد قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در شبکه انجام داد، شیوه قیمت‌گذاری براساس هزینه حاشیه‌ای اجتماعی را ارایه داد. در این شیوه قیمت گذاری، هر کدام از خودروهایی که از خیابان‌های پر ترافیک و شلوغ عبور نمایند در جهت بیشینه کردن مازاد منافع کل جامعه باید هزینه‌ای علاوه بر زمان سفر در آن خیابان بپردازند که این هزینه برابر است با تفاوت بین هزینه حاشیه‌ای عمومی و هزینه حاشیه‌ای هر استفاده کننده از مسیر در شبکه (Smith, 1979). در تحقیقی که احمدی آذری و همکاران در سال ۲۰۱۳ در مورد ارزیابی تقاضا برای اهداف مختلف سفر در سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری تراکم ترافیک انجام داده‌اند این نتیجه حاصل شده است که حساسیت استفاده کنندگان از راه نسبت به قیمت‌گذاری تراکم ترافیک و پارکینگ در سفرهای کاری و غیرکاری با یکدیگر متفاوت است. در این تحقیق سناریوهای مختلف قیمت‌گذاری به مسافران عرضه شده و پاسخ‌های آنها با استفاده از مدل لوجیت چند جمله‌ای مورد بررسی قرار گرفت. براساس این مطالعه، با توجه به این که بیشتر سفرهای نواحی تجاری مرکزی شهر مشهد را سفرهای کاری تشکیل می‌دهند، سیاست‌های قیمت‌گذاری پارکینگ و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در تغییر تقاضای سفرهای کاری در مناطق تجاری مرکزی موثر هستند و در سفرهای غیرکاری نیز تأثیر این سیاست‌ها بیشتر است (Ahmadi Azari et al., 2013). در تحقیقی که بوجین[4] و همکاران در سال ۲۰۱۵ انجام داده‌اند یک مدل قیمت‌گذاری تراکم ترافیک برای شبکه‌هایی با تقاضای الاستیک و محدودیت ظرفیت ارایه شده است که نه تنها به حداقل رساندن هزینه سیستم، بلکه محدودیت ظرفیت را نیز مورد توجه قرار داده است (Bojian et al., 2015). در تحقیقی که لارا[5] و همکاران در سال ۲۰۱۳ انجام داده‌اند به بررسی نقش قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت شهری پرداخته شده است. به عنوان مطالعه موردی نیز در این تحقیق شهر پاریس انتخاب شده است. در این مطالعه دو طرح قیمت-گذاری تراکم ترافیک براساس مسافت سفر در محدوده و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس هزینه ورود به محدوده در نظر گرفته شده‌اند. این دو طرح در دو حالت بدون افزایش هزینه‌های عملیاتی وسیله نقلیه و حالت اولین طرح بهتر که هزینه‌های کل شبکه به حداقل می‌رسد با یکدیگر مقایسه شده‌اند. براساس نتایج این مطالعه، قیمت‌گذاری بهینه تراکم ترافیک در حالت بدون افزایش هزینه‌های عملیاتی وسیله نقلیه، شعاع حوزه نفوذ طرح ترافیک و میانگین مسافت سفرها را به ترتیب ۳۴ درصد و

www.SID.ir

Archive of SID

۱۵ درصد کاهش می‌دهد (Lara et al., 2013). هو[۶] و صالح در تحقیقی که در سال ۲۰۰۵ در مورد اثرات قیمت‌گذاری تراکم ترافیک بر سفرهای خرید انجام داده‌اند با مطالعه روی سه منطقه بزرگ شهری نیوزلند محدودیت‌هایی که با اعمال قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در جهت کاهش تمایل به استفاده از خودروی شخصی و تشویق به استفاده از گزینه‌های جایگزین می‌توان ایجاد نمود را شناسایی کرده‌اند. به طور کلی با اعمال قیمت‌گذاری تراکم ترافیک و کاهش تراکم ترافیک در شبکه ترافیک، می‌توان افزایش بهره‌وری اقتصادی، کاهش آلودگی هوا و افزایش کارآیی شبکه حمل و نقل را در شهرها شاهد بود (Hu and Saleh, 2005). داگانزو[۷] و لهه[۸] در سال ۲۰۱۵ تحقیقی در مورد قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس مسافت در مناطق مرکزی شهر انجام داده‌اند. این مطالعه ناهمگونی و عدم تطابق مسافت سفرها با قیمت‌گذاری تراکم ترافیک را نشان می‌دهد و پیشنهاد می‌کند قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس مسافت سفر انجام شود تا سفرهای با طول کوتاه‌تر برای عبور از مناطق مرکزی شهر در اولویت قرار گیرند. مطابق نتایج این مطالعه، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس مسافت سفر نسبت به سایر طرح‌های قیمت‌گذاری سنتی تراکم ترافیک اثر بیشتری در کاهش تراکم ترافیک دارد (Daganzo and Lehe, 2015). باندیرا[۹] و همکاران نیز در سال ۲۰۱۲ با استفاده از اطلاعات برداشت شده در خصوص قیمت‌گذاری یک آزادراه، وضعیت تغییر مسیر کاربران را در تقابل با قیمت‌گذاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که قیمت‌گذاری می‌تواند تا حد قابل توجهی در کاهش آلاینده های Nox و CO موثر باشد (Bandeira et al., 2012). امیرقلی و همکاران در سال ۲۰۱۵ تحقیقی در مورد قیمت‌گذاری چند منظوره تراکم ترافیک برای کنترل تداخل‌های طولانی مدت ترافیک در مناطق بزرگ شهری انجام داده‌اند. در این تحقیق، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک به عنوان یک عامل مؤثر در مدیریت تقاضای تسهیلات حمل و نقلی در نظر گرفته شده است و با استفاده از یک مدل بهینه دو سطحی، قیمت‌گذاری یک منطقه تجاری مرکزی شهر انجام شده است. بر اساس نتایج این مطالعه، گروه‌های مختلف مسافران در مراکز تجاری شهرها نظیر خریداران، خرده‌فروشان، و کارکنان کسب و کارهای ساده و... هر کدام حساسیت متفاوتی در برابر قیمت‌گذاری تراکم ترافیک از خود نشان می‌دهند (Amirgholy, Rezaeestakhruie and Poorzahedy, 2015). کدخدایی و شاد در سال ۱۳۹۶ تحقیقی در مورد روش‌های کنترل تراکم ترافیک انجام دادند. آنها در مطالعه خود، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سه راهکار ایجاد محدوده ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی (زوج و فرد) و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک را با یکدیگر مورد مقایسه و ارزیابی قرار دادند. براساس نتایج این مطالعه، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک به عنوان مناسب‌ترین شیوه کنترل تراکم ترافیک انتخاب شد و راهکارهای طرح تردد نوبتی (زوج و فرد) و ایجاد محدوده ممنوعه ترافیک به ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم قرار گرفتند (Kadkhodaei and Shad, 1396). میربها و همکاران در سال ۱۳۹۳ با استفاده از روش رجحان بیان شده، تأثیر قیمت‌گذاری معابر را بر شیوه انتخاب وسیله کاربران مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق، چهار گزینه انتخاب شامل وسیله نقلیه شخصی، حمل و نقل همگانی، تاکسی و عدم انجام سفر به کاربران ارائه شد و با توجه به ماهیت گسسته داده‌ها، از مدل لوجیت چندگانه برای مدلسازی استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد سیاست قیمت‌گذاری معابر می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب برای مدیریت تقاضای وسایل نقلیه شخصی به کار رود (Mirbaha et al., 2015). گنجی زهرایی در سال ۱۳۹۷ با بهره‌گیری از مفهوم مشتقات مالی، در قیمت‌گذاری تراکم ترافیک از پارامتر مشتق زمان سفر استفاده کرد و قیمت‌گذاری مشتق زمان سفر را نیز با استفاده از روش مونت کارلو[۱۰] انجام داد. در این روش، علاوه بر سطح ترافیک، تغییرات آن نیز در قیمت‌گذاری در نظر گرفته می‌شوند. با پیاده‌سازی این روش قیمت‌گذاری در محور تهران-کرج با مقدار آستانه‌ای ۷۲ دقیقه، زمان سفر در دوره مورد نظر، کمتر از مقدار آستانه‌ای بدست آمد. بنابراین مطابق نتایج این مطالعه، در این محور و در دوره مورد نظر حجم ترافیک کم بوده و استفاده از مسیر، دارای کیفیت سفر قابل قبولی ارزیابی می‌شود (Ganji Zahraei, 2018). کوریا[۱۱] و همکاران در تحقیقی که در سال ۲۰۱۵ انجام داده‌اند، یک مدل پویا با در نظر گرفتن روابط متقابل غلظت آلودگی و جریان ترافیک، برای حل

www.SID.ir

Archive of SID

مسئله قیمت‌گذاری تراکم ترافیک ارایه کرده‌اند که هدف آن، کاهش آلودگی هوا است. براساس نتایج این مطالعه، با توجه به این که پارامتر آلودگی هوا ناشی از تراکم ترافیک وسایل نقلیه، توأمان تحت تأثیر خصوصیات فنی خودروها و همچنین شرایط جوی می‌باشد، مدل‌های قیمت‌گذاری پویای تراکم ترافیک نسبت به سایر مدل‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک دارای دقت بیشتری هستند (Coria et al., 2015).

شکل ۱. محدوده طرح ترافیک شهر مشهد

۳- محدوده مورد مطالعه

شهر مشهد دومین کلان‌شهر ایران و اولین کلان‌شهر مذهبی کشور است که ۳,۵ میلیون نفر جمعیت دارد. هر ساله نیز بالغ بر ۲۵ میلیون مسافر به این شهر سفر می‌کنند (Saghaei and Javanbakht Ghahfarokhi, 1392). تعداد مسافران در بعضی فصول سال و زمان‌های خاص و تعطیلات بسیار افزایش یافته و موجب مشکلات ترافیکی عدیده‌ای برای شهروندان و مسافران می‌شود. بیش از نیمی از سفرهای زیارتی در شهر مشهد در محدوده مرکزی شهر انجام می‌شود و سفرهای گردشگران و زائران با اهداف سفرهای مختلف نیز به آن افزوده می‌گردد. بر همین اساس در ایام پیک سفرهای زائران به شهر مشهد، تعداد سفرهای شهروندان و زائران در محدوده مرکزی شهر بیشتر از ظرفیت معابر و خیابان‌ها در محدوده مرکزی شهر است (Abbasi and Gharebaghi, 1394). به همین جهت در سالهای اخیر طرح ترافیک نوبتی زوج و فرد در محدوده مرکزی شهر مشهد به اجرا در آمده است. اهداف اجرای این طرح کاهش ترافیک، کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا در محدوده مرکزی شهر مشهد بوده است (Kadkhodaei and Shad, 2018). در این طرح خودروهایی که رقم آخر پلاک آنها زوج است در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه و خودروهایی که رقم آخر پلاک آنها فرد است در روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنج شنبه می‌توانند در محدوده طرح تردد کنند. در روزهای جمعه و تعطیل نیز تردد تمام خودروها در محدوده طرح آزاد است. محدوده زمانی اجرای این طرح نیز از ساعت ۸ تا ۲۲ است که در ایام خاص افزایش می‌یابد. محدوده این طرح ترافیک در شکل ۱ نشان داده شده است.

٤- روش تحقیق

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره که کاربرد وسیعی در مطالعات مربوط به شهرسازی دارد، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با استفاده از اجزای تصمیم نظیر معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها، یک ساختار سلسله مراتبی تشکیل می‌شود که در آن عناصر تصمیم مستقل از یکدیگر فرض شده‌اند. به همین دلیل، یکی از محدودیت‌های مهم روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) عدم در نظر گرفتن وابستگی‌های بین عناصر تصمیم است. بنابراین آقای ساعتی در سال ۱۹۹۹ روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) را ابداع نمود که در آن، وابستگی‌های متقابل بین اجزای تصمیم و وابستگی های درونی آنها نیز در نظر گرفته می‌شود. تفاوت روش‌های تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه‌ای (ANP) و نحوه در نظر گرفتن وابستگی‌های بین خوشه‌ها و وابستگی‌های درونی آنها در شکل ۲ نشان داده شده است (Zebardast, 1389). بنابراین روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) علاوه بر این که مانند روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انعطاف‌پذیر و ساده بوده و امکان سنجش میزان سازگاری قضاوت‌ها و بررسی همزمان معیارهای کمی و کیفی در آن وجود دارد؛ وابستگی‌های درونی و متقابل بین عناصر تصمیم را نیز در نظر می‌گیرد (Afandizadeh, Javanshir and Shamanian, 1394). بنابراین در این مقاله از روش تحلیلی شبکه‌ای (ANP) برای اولویت‌بندی شیوه‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی استفاده شده است. در روش تحلیل شبکه‌ای ابتدا عناصر تصمیم شامل گزینه ها، معیارها و زیرمعیارها و در قالب خوشه‌های تصمیم‌گیری طبقه‌بندی می‌گردند و درخت

www.SID.ir

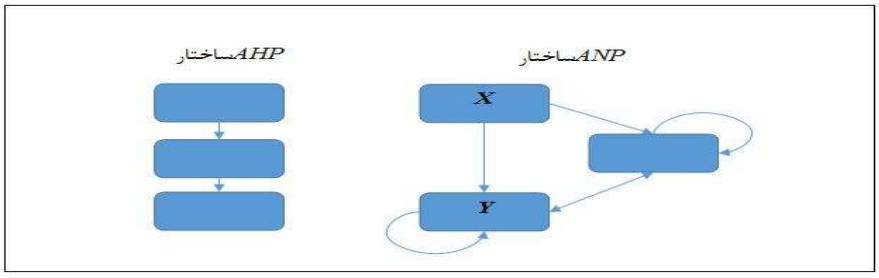
Archive of SID

تصمیم تشکیل می‌شود. سپس وابستگی‌های درونی و متقابل هر کدام از خوشه‌ها و عناصر آنها با یکدیگر تعیین می‌شوند. همان گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود وابستگی‌های عناصر هر خوشه به عناصر خوشه دیگر یعنی وابستگی‌های متقابل با رسم پیکان بین دو خوشه و وابستگی‌های بین عناصر یک خوشه یا وابستگی‌های درونی نیز با پیکانی روی همان خوشه در درخت تصمیم نشان داده می‌شود (Afandizadeh, Javanshir and Sham'anian, 1394). سپس براساس نظرات کارشناسان، مقایسات زوجی بین معیارها با یکدیگر و در هر معیار نیز بین زیرمعیارها با یکدیگر با استفاده از مقیاس ۹ درجه‌ای انجام می‌شوند. در این مقیاس مطابق جدول ۱ بر حسب میزان اهمیت دو عنصر نسبت به یکدیگر عددی بین ۱ تا ۹ در مقایسه زوجی آن دو عنصر توسط کارشناسان تعیین می‌گردد (Zebardast, 1389). در انجام مقایسات زوجی باید به این نکته توجه شود که میزان ناسازگاری هر جدول مقایسه زوجی کمتر از ۰/۱ باشد و در غیر این صورت مقایسه زوجی مورد نظر مجدداً تکرار گردد. چنانچه فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions انجام شود اوزان پارامترها و میزان ناسازگاری جداول مقایسات زوجی توسط نرم‌افزار محاسبه می‌گردد. وابستگی‌های بین عناصر مختلف تصمیم نیز به همین صورت و با استفاده از مقایسات زوجی تعیین می‌گردند. مقادیر نهایی مقایسات زوجی براساس میانگین هندسی نظرات کارشناسان تعیین شده و در سوپرماتریس اولیه تصمیم‌گیری قرار می‌گیرند. با نرمال‌سازی مقادیر قرار گرفته در سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون یا وزن‌دار شده تولید می‌شود. برای تعیین اولویت گزینه‌ها و معیارها در ارزیابی باید سوپرماتریس وزن‌دار شده را آنقدر در خودش ضرب نماییم تا دیگر تغییری در مقادیر ماتریس مشاهده نشود. به این ماتریس، سوپرماتریس محدود شده گفته می‌شود. (Zebardast, 1389). مراحل ذکر شده در فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در شکل۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در این تحقیق شامل مقایسات زوجی بین عناصر تصمیم و تشکیل سوپرماتریس‌های اولیه، موزون و محدود شده با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions انجام شده است.

۵- یافته‌های پژوهش

۵-۱- انتخاب گزینه‌های ارزیابی

با توجه به مطالعات گذشته در مورد شیوه‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، چهار شیوه قیمت‌گذاری مطابق جدول ۲ به عنوان شیوه‌های پیشنهادی قیمت گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی در این تحقیق انتخاب شده و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.



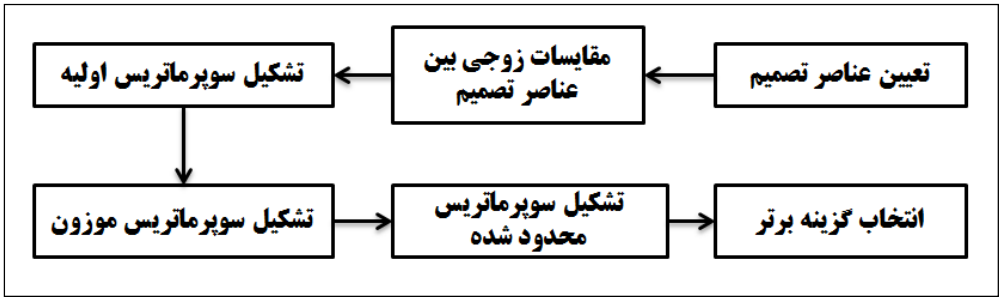
شکل ۲. تفاوت فرایندهای تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه‌ای (ANP)

جدول ۱. تعریف امتیازات مقیاس ۹ درجه ای مورد استفاده در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)

امتیاز	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف، دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت i اندکی بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت i بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۹	اهمیت مطلق	خیلی بیشتر بودن اهمیت i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۸ و۶،۴،۲	ترجیحات بینابین	هنگامی که حالت میانه وجود دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳. مراحل انجام روش تحلیل شبکه‌ای(ANP)

جدول ۲. گزینه‌های مورد بررسی در ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی

نام طرح	شیوه قیمت‌گذاری
Plan 1	قیمت‌گذاری محدوده های تحت نظارت
Plan 2	قیمت‌گذاری برمبنای مجوز ورود
Plan 3	قیمت‌گذاری براساس زمان حضور در محدوده طرح ترافیک
Plan 4	قیمت‌گذاری براساس مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک

۵-۲- تشکیل درخت تصمیم

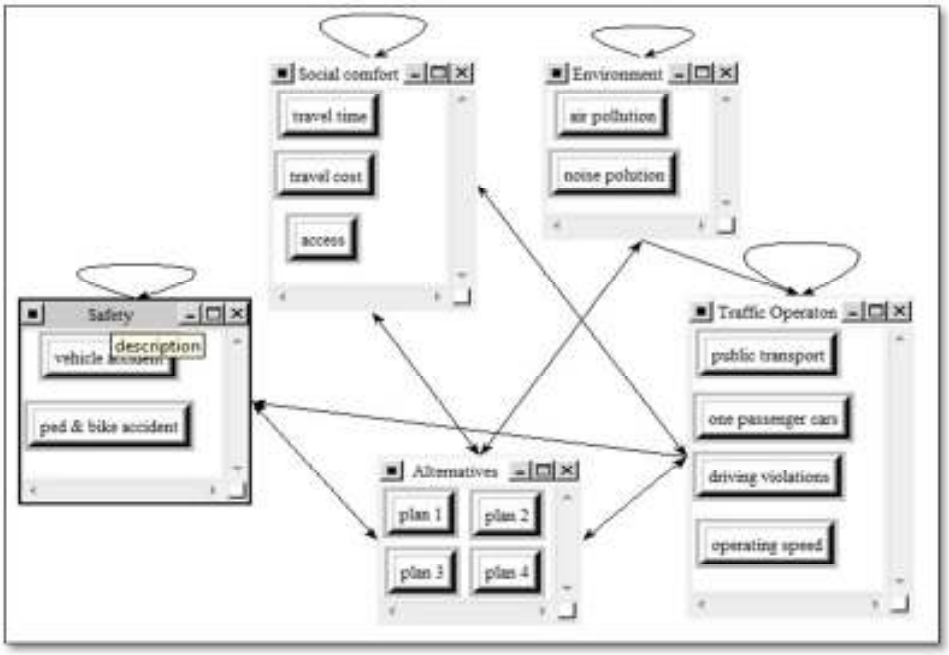
اولین گام در تشکیل درخت تصمیم در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions، تعیین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های مورد ارزیابی و وارد کردن آنها در نرم‌افزار است. هدف از قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، کاهش ترافیک و مشکلات مرتبط با آن در معابر شهری است. بنابراین در ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک باید شاخص‌های مرتبط با عملکرد ترافیک معابر نظیر افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش تردد خودروهای تک‌سرنشین نیز مورد توجه قرار گیرند. از طرفی موفقیت طرح‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کاهش ترافیک معابر موجب افزایش رفاه اجتماعی با بهبود شاخص‌هایی نظیر کاهش زمان سفر و افزایش شاخص دسترسی به کاربری‌های مختلف می‌گردد. بنابراین لازم است شاخص‌های مرتبط با رفاه اجتماعی نیز در ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک مورد توجه قرار گیرند. کاهش تراکم ترافیک می‌تواند با تغییر سرعتهای عملکردی خودروها برمیزان تصادفات نیز اثرگذار باشد. همچنین با کاهش تردد خودروها در معابر شهری میزان شاخص‌های زیست محیطی نظیر آلودگی هوا نیز بهبود خواهد یافت. بنابراین ضروری است در ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، معیارهای ایمنی و زیست محیطی نیز مورد توجه قرار گیرند. بر این اساس، در این تحقیق برای ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، چهار دسته معیار کلی رفاه اجتماعی، عملکرد ترافیکی، ایمنی و زیست محیطی انتخاب شدند که به همراه زیرمعیارهای در نظر گرفته شده برای هر کدام در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. یکی از اثرات کاهش تراکم ترافیک در نواحی مرکزی کلان‌شهرها، کاهش توقف-های اجباری در صف‌های تشکیل شده در معابر متراکم می-باشد. در نتیجه میزان آلودگی صوتی ناشی از بوق زدن خودروها نیز کاهش می‌یابد. به همین جهت، در این ارزیابی، شاخص کاهش آلودگی صوتی نیز به عنوان یکی از زیرمعیارهای معیار زیست‌محیطی در کنار شاخص کاهش آلودگی هوا در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که معیارها و زیرمعیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق، غالباً در تحقیقات مشابه نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما با توجه به اثرات سیاسی و اجتماعی گسترده کنترل تراکم ترافیک و کاهش مشکلات ناشی از آن در جوامع شهری، بسته به رویکرد تحقیق، می‌توان از شاخص‌های دیگری نیز استفاده نمود. پس از تعیین گزینه‌ها، معیارها و زیرمعیارها و وابستگی‌های موجود میان عناصر تصمیم، می توانیم درخت تصمیم را مطابق شکل ٤ در نرم‌افزار Super Decisions وارد نماییم. همان گونه که در شکل ٤ مشاهده می‌شود، وجود وابستگی بین عناصر هر خوشه با عناصر همان خوشه یا خوشه‌های دیگر با استفاده از پیکان در نرم‌افزار نشان داده می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٣. معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی

معیار	زیرمعیار
رفاه اجتماعی	کاهش زمان سفر
	کاهش هزینه سفر
	تسهیل و افزایش دسترسی
عملکرد ترافیکی	افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی
	کاهش تردد خودروهای تک سرنشین
	کاهش تخلفات رانندگی
	افزایش سرعت عملکردی
ایمنی	کاهش تصادفات خودروها با یکدیگر
	کاهش تصادفات با عابرین پیاده و موتور و دوچرخه‌سواران
زیست محیطی	کاهش آلودگی هوا
	کاهش آلودگی صوتی



شکل ٤. درخت تصمیم تشکیل شده در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)

٥-٣- مقایسات زوجی و تشکیل سوپرماتریس اولیه

پس از تعیین معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌های ارزیابی در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) مقایسات زوجی در دو مرحله با استفاده از نظرات کارشناسان انجام می‌شوند. در مرحله اول مقایسات زوجی بین معیارها و زیرمعیارها و عناصری که به یکدیگر وابستگی داشته‌اند انجام می‌شود. در مرحله دوم نیز در هر کدام از زیرمعیارها بین گزینه‌های ارزیابی مقایسات زوجی انجام می‌شود تا با توجه به هر زیرمعیار، گزینه‌ها به صورت زوجی با یکدیگر مقایسه گردند. پس از انجام مقایسات زوجی توسط ٢٠ نفر از کارشناسان و صاحب‌نظران با میانگین‌گیری هندسی از امتیازات ثبت شده، سوپرماتریس اولیه مطابق جدول ٤ تشکیل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤. سوپرماتریس اولیه

سوپرماتریس اولیه		گزینه‌ها				زیست محیطی		ایمنی		رفاه اجتماعی			عملکرد ترافیکی			
		Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Air pollution	Noise pollution	Ped & bike accident	Vehicle accident	access	Travel cost	Travel time	Driving violations	One passenger cars	Operating speed	Public transport
گزینه‌ها	Plan 1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۱۰	۰/۲۱۳	۰/۳۳۹	۰/۵۲۱	۰/٤۳۷	۰/٤٦٥	۰/۵۰٦	۰/٤۷۱	۰/۳٦۳	۰/۲۹٦	۰/٤۳۳
	Plan 2	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۰	۰/۱۳۷	۰/۱۰۹	۰/۰۸۸	۰/۱۰۷	۰/۱۰۷	۰/۰۸٦	۰/۰۸۹	۰/۰۷۹	۰/۱۳۲	۰/۱۲۸
	Plan 3	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/٤۷۵	۰/٤٦۸	۰/۲۱۸	۰/۱۸۷	۰/۱۸۲	۰/۱۸٤	۰/۱۸۰	۰/۳۰۲	۰/٤۰۵	۰/٤۷٦	۰/۳۲٤
	Plan 4	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۸۵	۰/۱۸۱	۰/۳۳٤	۰/۲۰٤	۰/۲۷٤	۰/۲٤٤	۰/۲۲۸	۰/۱۳۸	۰/۱۵۳	۰/۰۹٦	۰/۱۱٤
زیست محیطی	Air pollution	۰/۷۸۹	۰/۷۸۹	۰/۷۸۹	۰/۷۸۹	۰/۸٤٦	۰/۸٤٦	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Noise pollution	۰/۲۱۱	۰/۲۱۱	۰/۲۱۱	۰/۲۱۱	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ایمنی	Ped & bike accident	۰/۸٤٦	۰/۸٤٦	۰/۸٤٦	۰/۸٤٦	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸٤٦	۰/۸٤٦	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸٤٦	۰/۰۰۰
	Vehicle accident	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۵٤	۰/۱۵٤	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۵٤	۰/۰۰۰
رفاه اجتماعی	access	۰/٤٦۰	۰/٤٦۰	۰/٤٦۰	۰/٤٦۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۸۳	۰/۲۸۳	۰/۲۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Travel cost	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۰۳	۰/۲۰۳	۰/۲۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Travel time	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۱٤	۰/۵۱٤	۰/۵۱٤	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰
عملکرد ترافیکی	Driving violations	۰/۱۰۵	۰/۱۰۵	۰/۱۰۵	۰/۱۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷	۰/۱۳۷
	One passenger cars	۰/۳۱۲	۰/۳۱۲	۰/۳۱۲	۰/۳۱۲	۰/٤۰۰	۰/٤۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳٦۷	۰/۳٦۷	۰/۳٦۹	۰/۳٦۷
	Operating speed	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۱۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۲٤۵	۰/۲٤۵	۰/۲۳۰	۰/۲٤۵
	Public transport	۰/٤٦۲	۰/٤٦۲	۰/٤٦۲	۰/٤٦۲	۰/٦۰۰	۰/٦۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۱	۰/۲۵۱	۰/۲٦٤	۰/۲۵۱

۵-٤- تشکیل سوپرماتریس موزون

با توجه به این که در محاسبه مقادیر سوپرماتریس اولیه، وزن خوشه‌ها در نظر گرفته نشده است بنابراین برای رسیدن به اوزان نهایی زیرمعیارها ضروری است وزن هر خوشه در وزن زیرمعیارهای آن خوشه ضرب گردد. ماتریس جدیدی که با اعمال وزن خوشه‌ها در مقادیر سوپرماتریس اولیه مطابق جدول ۵ بدست می‌آید را سوپرماتریس موزون یا وزن دارشده می‌نامند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. سوپرماتریس موزون

سوپرماتریس موزون		گزینه‌ها				زیست محیطی		ایمنی		رفاه اجتماعی			عملکرد ترافیکی			
		Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Air pollution	Noise pollution	Ped & bike accident	Vehicle accident	access	Travel cost	Travel time	Driving violations	One passenger cars	Operating speed	Public transport
گزینه‌ها	Plan 1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۶	۰/۰۶۷	۰/۱۷۰	۰/۲۶۰	۰/۲۳۷	۰/۲۵۲	۰/۱۶۷	۰/۱۹۸	۰/۱۵۲	۰/۰۷۳	۰/۱۸۲
	Plan 2	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۱	۰/۰۴۳	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	۰/۰۵۸	۰/۰۵۸	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۵۴
	Plan 3	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۹	۰/۱۴۷	۰/۱۰۹	۰/۰۹۴	۰/۰۹۸	۰/۱۰۰	۰/۰۵۹	۰/۱۲۷	۰/۱۷۰	۰/۱۱۷	۰/۱۳۶
	Plan 4	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۸	۰/۰۵۷	۰/۱۶۷	۰/۱۰۲	۰/۱۴۹	۰/۱۳۲	۰/۰۷۵	۰/۰۵۸	۰/۰۶۴	۰/۰۲۴	۰/۰۴۸
زیست محیطی	Air pollution	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱	۰/۱۷۴	۰/۱۷۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Noise pollution	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ایمنی	Ped & bike accident	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۲۳	۰/۴۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۵۵	۰/۰۰۰
	Vehicle accident	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰
رفاه اجتماعی	access	۰/۲۰۶	۰/۲۰۶	۰/۲۰۶	۰/۲۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Travel cost	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۹۳	۰/۰۹۳	۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
	Travel time	۰/۱۴۹	۰/۱۴۹	۰/۱۴۹	۰/۱۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۳۵	۰/۲۳۵	۰/۱۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۳۰	۰/۰۰۰
عملکرد ترافیکی	Driving violations	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۹	۰/۰۷۹	۰/۰۴۷	۰/۰۷۹
	One passenger cars	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۹۲	۰/۱۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۱۳	۰/۲۱۳	۰/۱۲۶	۰/۲۱۳
	Operating speed	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۹۰	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۰۷۸	۰/۱۴۲
	Public transport	۰/۱۴۸	۰/۱۴۸	۰/۱۴۸	۰/۱۴۸	۰/۲۸۸	۰/۲۸۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۶	۰/۱۴۶	۰/۰۹۰	۰/۱۴۶

۵-۵- تشکیل سوپرماتریس محدود شده

در سوپرماتریس موزون برای هر یک از عناصر تصمیم نسبت به سایر عناصر وزن‌های متفاوتی در ماتریس قرار گرفته است. بنابراین برای رسیدن به وزن نهایی هر عنصر تصمیم باید وابستگی و میزان تأثیر سایر عناصر تصمیم بر هر عنصر اثر داده شود تا وزن نهایی هر کدام از گزینه‌ها و زیرمعیارها مشخص گردد. برای رسیدن به این مقصود، باید سوپرماتریس موزون آنقدر در خودش ضرب گردد تا اعداد آن ثابت شده و تغییری نکنند. ماتریس جدیدی که مطابق جدول ۶ حاصل می‌شود را سوپرماتریس محدود شده یا حدی می‌نامند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. سوپرماتریس محدود شده

سوپرماتریس محدود شده		گزینه‌ها				زیست محیطی		ایمنی		رفاه اجتماعی			عملکرد ترافیکی			
		Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	Air pollution	Noise pollution	Ped & bike accident	Vehicle accident	access	Travel cost	Travel time	Driving violations	One passenger cars	Operating speed	Public transport
گزینه‌ها	Plan 1	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸	۰/۱۱۸
	Plan 2	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱
	Plan 3	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲
	Plan 4	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱	۰/۰٦۱
زیست محیطی	Air pollution	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤	۰/۰۳٤
	Noise pollution	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸
ایمنی	Ped & bike accident	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۷
	Vehicle accident	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦	۰/۰۱٦
رفاه اجتماعی	access	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦	۰/۰۸٦
	Travel cost	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥	۰/۰٤٥
	Travel time	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲	۰/۱۱۲
عملکرد ترافیکی	Driving violations	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲
	One passenger cars	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷
	Operating speed	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵	۰/۰۹۵
	Public transport	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷	۰/۰۹۷

۵-٦- اولویت‌بندی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها

باتوجه به این که وزن نهایی هر کدام از عناصر تصمیم گیری در سوپرماتریس حدی مشخص شده است، براساس این اوزان نهایی می‌توان گزینه‌ها و زیرمعیارها را اولویت‌بندی نمود. همچنین با در نظر گرفتن مجموع وزن زیرمعیارها در هر معیار، می‌توان معیارهای ارزیابی را نیز براساس مجموع وزن زیرمعیارهای آنها اولویت‌بندی نمود. بنابراین اولویت-بندی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها به ترتیب مطابق جدول ۷، جدول ۸ و جدول ۹ بدست می‌آیند. لازم به ذکر است که اوزان بدست آمده از سوپرماتریس حدی برای گزینه‌ها و زیرمعیارها به دلیل این که با مقایسه همزمان گزینه‌ها و معیارها در کنار هم بدست آمده‌اند، وزن نهایی عناصر تصمیم نمی‌باشند و در بررسی هر کدام از دسته‌های شاخص‌ها و

www.SID.ir

Archive of SID

گزینه‌ها، برای مقایسه عناصر آنها با یکدیگر لازم است اوزان بدست آمده از سوپرماتریس حدی، نرمال‌سازی شوند که در جدول ۹ برای مقایسه بهتر گزینه‌های ارزیابی با یکدیگر، مقادیر وزن‌های بدست آمده برای گزینه‌ها در سوپرماتریس حدی نرمال‌سازی نیز شده‌اند.

مطابق با نتایج ارزیابی انجام شده در این تحقیق و اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیرمعیارهای ارزیابی که در جدول ۷ نشان داده شده‌اند، مهمترین شاخص مؤثر در ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، شاخص زمان سفر است. این مسئله نشان می‌دهد کاهش زمان تأخیر وسایل نقلیه در اثر تراکم ترافیک و ایجاد صف‌های بعضاً طولانی از خودروهای شخصی تا چه اندازه در ارزیابی روش‌های کنترل تراکم ترافیک مؤثر واقع می‌شود. شاخص‌های کاهش تردد خودروهای تک‌سرنشین و افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی نیز در این ارزیابی هم وزن و در اولویت برابر با یکدیگر ارزیابی شده‌اند که نشان دهنده ارتباط تنگاتنگ و وابستگی زیاد این دو شاخص به یکدیگر است. بدین معنا که با کاهش تردد خودروهای تک سرنشین، استفاده از حمل و نقل عمومی افزایش می‌یابد. وزن زیاد این دو شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها، این دو شاخص را در اولویت‌های دوم و سوم شاخص‌های این ارزیابی قرار داده است. با توجه به این که مطابق بررسی‌های انجام شده از هر ۱۰ خودروی در حال حرکت در کلان‌شهر مشهد، ۸ خودرو تک‌سرنشین هستند (Report of "Mashhadfori" website, 1396) و اغلب سفرهای کاری با استفاده از خودروهای شخصی انجام می‌شوند (Sajjadi et al., 1394)، کاملاً واضح و مبرهن است که با تبدیل شیوه سفرهای درون‌شهری از خودروی شخصی به حمل و نقل همگانی، به خصوص در نواحی وجود تراکم ترافیک می‌توان بخش اعظمی از راه بندان‌ها و تراکم‌های ترافیکی و افت شدید سطح کیفیت راه در این مسیرها در ساعات اوج ترافیک را کاهش داد. همچنین با توجه به این که خودروهای تک‌سرنشین در کلان‌شهرهای توریستی غالباً سفرهای شهروندان را شامل می‌شوند، با کاهش آنها و تبدیل شیوه سفر این دسته از سفرهای شهروندان به حمل و نقل همگانی، تراکم ترافیک نواحی مرکزی شهر کاهش یافته و سطح سرویس این مسیرها برای گردشگرانی که با خودروی شخصی سفر کرده‌اند نیز بهبود می‌یابد که این مسئله با تأثیر مستقیم بر رضایت گردشگران، میزان جذب گردشگر در کلان‌شهرهای توریستی را نیز افزایش می‌دهد (Saghaei, 1393). افزایش سرعت عملکردی که اولویت چهارم را در جدول ۷ به خود اختصاص داده است از دیگر شاخص‌های مؤثر در ارزیابی شیوه‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی است که با کاهش بار ترافیک خیابان‌ها و کاهش زمان و تعداد توقف‌های اتومبیل‌ها در تراکم‌های ترافیکی، این شاخص افزایش یافته و موجب بهبود سطح سرویس معابر کلان‌شهرهای توریستی می‌گردد (Saghaei, 1393).

جدول ۷. اولویت بندی زیرمعیارهای ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی

رتبه	زیرمعیار	وزن زیرمعیار در سوپرماتریس حدی
١	کاهش زمان سفر	٠/١١٢
٢	کاهش تردد خودروهای تک سرنشین	٠/٠٩٧
٣	افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی	٠/٠٩٧
٤	افزایش سرعت عملکردی	٠/٠٩٥
٥	کاهش تصادفات با عابرین پیاده و موتور و دوچرخه سواران	٠/٠٨٧
٦	تسهیل و افزایش دسترسی	٠/٠٨٦
٧	کاهش هزینه سفر	٠/٠٤٥
٨	کاهش آلودگی هوا	٠/٠٣٤
٩	کاهش تخلفات رانندگی	٠/٠٣٢
١٠	کاهش تصادفات خودروها با یکدیگر	٠/٠١٦
١١	کاهش آلودگی صوتی	٠/٠٠٨

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به این که در نواحی مرکزی کلان‌شهرهای توریستی تردد گردشگران به صورت پیاده‌روی بسیار زیاد است، شیوه‌ای برای قیمت‌گذاری و کنترل تراکم ترافیک در این کلان‌شهرها مناسب‌تر است که بیشتر از سایر شیوه‌ها بتواند تصادفات خودروها با عابرین پیاده را کاهش دهد. بنابراین مطابق جدول ۷ در ارزیابی انجام شده در این تحقیق نیز شاخص کاهش تصادفات با عابرین پیاده و موتورسیکلت‌ها و دوچرخه‌سواران وزن بسیار بیشتری نسبت به شاخص کاهش تصادفات خودروها با یکدیگر کسب کرده و در اولویت بالاتری قرار گرفته است. با وجود این که شاخص تسهیل و افزایش دسترسی نیز در جدول ۷ اولویت ششم را به خود اختصاص داده است اما اختلاف وزن اندکی با شاخص‌های بالاتر از خود دارد که نشان دهنده نقش و اهمیت زیاد این شاخص در کارایی و مطلوبیت طرح‌های قیمت‌گذاری و کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی است. همان گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود شاخص آلودگی هوا در مقایسه با سایر شاخص‌های ارزیابی روش‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی در اولویت پایینی قرار گرفته است که دلیل آن وجود وابستگی این شاخص به سایر شاخص‌های ارزیابی است. بدین معنا که با تغییر در سایر شاخص‌ها نظیر استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش تردد خودروهای تک سرنشین، شاخص آلودگی هوا نیز تغییر خواهد کرد. با محاسبه مجموع وزن زیرمعیارهای هر معیار می‌توان معیارهای ارزیابی را نیز مطابق جدول ۸ اولویت‌بندی نمود. همان گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌گردد معیار عملکرد ترافیکی در اولویت بالاتری نسبت به سایر معیارهای رفاه اجتماعی، ایمنی و زیست‌محیطی قرار دارد که بیانگر اهمیت کارآیی ترافیکی طرح‌های کنترل تراکم ترافیک و قیمت‌گذاری آن است. با توجه به وزن نهایی گزینه‌ها در سوپرماتریس حدی در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) گزینه‌های ارزیابی یا روش‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی مطابق جدول ۹ اولویت‌بندی می‌گردند. همان گونه که در این جدول مشاهده می‌گردد روش قیمت‌گذاری محدوده‌های تحت نظارت با وزن نرمال شده ۰/٤١ به عنوان بهترین روش قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی شناخته شده است.

جدول ۸. اولویت بندی معیارهای ارزیابی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی

رتبه	زیرمعیار	مجموع وزن زیرمعیارهای هر معیار در سوپرماتریس حدی
١	عملکرد ترافیکی	۰/۳۲۱
٢	رفاه اجتماعی	۰/۲٤۳
٣	ایمنی	۰/۱۰۳
٤	زیست محیطی	۰/۰٤۲

جدول ۹. اولویت بندی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی

رتبه	گزینه‌ها	وزن گزینه در سوپرماتریس حدی	وزن نرمال شده گزینه‌ها
١	قیمت‌گذاری محدوده های تحت نظارت	۰/۱۱۷	۰/٤١
٢	قیمت‌گذاری براساس مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک	۰/۰۸۱	۰/۲۸
٣	قیمت‌گذاری براساس زمان حضور در محدوده طرح ترافیک	۰/۰٦۰	۰/۲۱
٤	قیمت‌گذاری برمبنای مجوز ورود	۰/۰۳۰	۰/۱۰
	مجموع	۰/۲۸۸	۱/۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

٦- نتیجه‌گیری

با توجه ارزیابی انجام شده در این تحقیق، مناسب‌ترین شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی، قیمت گذاری تراکم ترافیک براساس قیمت‌گذاری محدوده-های تحت نظارت است و قیمت‌گذاری براساس مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک، قیمت‌گذاری براساس مدت زمان حضور در محدوده طرح ترافیک و قیمت‌گذاری بر مبنای مجوز ورود به ترتیب در اولویت‌های دوم تا چهارم قرار گرفته‌اند. براساس وزن‌دهی انجام شده برای معیارهای ارزیابی در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)، مؤثرترین معیارهای ارزیابی به ترتیب معیار عملکرد ترافیکی، معیار رفاه اجتماعی، معیار ایمنی و معیار زیست محیطی هستند. همچنین در میان زیرمعیارها نیز شاخص‌های کاهش زمان سفر، کاهش تردد خودروهای تک سرنشین، افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی، افزایش سرعت عملکردی، کاهش تصادفات با عابرین پیاده، موتورسیکلت‌ها و دوچرخه‌سواران و تسهیل و افزایش دسترسی به عنوان مؤثرترین شاخص‌های ارزیابی در این تحقیق شناخته شده‌اند و گزینه‌های مورد نظر برای شیوه مناسب قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی براساس این شاخص‌ها و وزن آنها اولویت‌بندی گردیده‌اند. در تحقیقی که پیش از این توسط کدخدایی و شاد در سال ١٣٩٦ در مورد تحلیل و ارزیابی کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی انجام شده است، سیاست‌های کلی کنترل تراکم ترافیک شامل ایجاد محدوده ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی (زوج و فرد) و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت‌بندی شده‌اند (Kadkhodaei and Shad, 1396). اما در تحقیق حاضر، فقط سیاست قیمت‌گذاری تراکم ترافیک مورد بررسی قرار گرفته و روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک مورد ارزیابی و اولویت‌بندی قرار گرفته‌اند. همچنین با توجه به وجود وابستگی میان معیارها و شاخص‌های ارزیابی، استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) که وابستگی میان عناصر تصمیم را نیز در نظر می‌گیرد، نسبت به استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اولویت بالاتری دارد. زیرا در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، وابستگی میان عناصر تصمیم به یکدیگر در نظر گرفته نشده و تمام عناصر تصمیم مستقل از یکدیگر فرض می‌گردند. نوآوری مقاله حاضر اولویت‌بندی روش‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک برای کلان‌شهرهای توریستی و توجه ویژه به خصوصیات ترافیکی و اجتماعی سفرهای گردشگران در کلان‌شهرهای توریستی و همچنین در نظر گرفتن میزان وابستگی‌های موجود میان عناصر تصمیم و استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) است. همچنین دیگر نوآوری این تحقیق، تمایز قائل شدن میان تصادفات خودروها با یکدیگر و تصادفات خودروها با عابرین و موتور و دوچرخه‌سواران بود که دلیل آن، اهمیت بالای کاهش تصادفات با عابرین پیاده در نواحی پر رفت و آمد شهری به خصوص در کلان‌شهرهای توریستی است.

با توجه به این که هدف از قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی کاهش تردد خودروهای شخصی و کاهش بار ترافیک به خصوص در ایام پیک سفرهای گردشگران به این شهرها است، شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک برمبنای مجوز ورود به محدوده طرح ترافیک با اخذ عوارض در مرز ناحیه کمترین تأثیر را در کاهش تردد خودروها در نواحی مرکزی شهر داشته و در ارزیابی صورت گرفته در این تحقیق نیز در پایین‌ترین اولویت قرار گرفته است. همچنین از دیگر معایب این شیوه، عدم در نظر گرفتن زمان حضور یا مسافت طی شده توسط خودروها در محدوده طرح ترافیک است. شیوه‌های قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس زمان حضور یا مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک نیز اگر چه که تطابق بیشتری با عدالت اجتماعی دارند اما اجرای شیوه قیمت‌گذاری براساس مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک، مستلزم تجهیز تمام خودروها به سیستم موقعیت یاب مکانی (GPS) است که عملی نیست. شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس مدت زمان حضور در محدوده نیز مناسب کلان‌شهرهای توریستی نیست. چرا که بسیاری از گردشگرانی که با خودروی شخصی سفر می‌کنند تمایل دارند خودروی خود را در نزدیکی محل اسکان پارک نمایند و در صورت قیمت‌گذاری تراکم ترافیک براساس مدت زمان حضور در محدوده این دسته از گردشگران متحمل هزینه های زیادی می‌گردند که این امر موجب کاهش رضایت گردشگران و به تبع آن، کاهش جذب گردشگر در کلان‌شهرهای توریستی می‌گردد. بنابراین در این تحقیق، طرح قیمت‌گذاری تراکم ترافیک به روش

www.SID.ir

Archive of SID

قیمت‌گذاری محدوده‌های تحت نظارت با وجود عدم در نظر گرفتن مسافت طی شده و مدت زمان حضور خودروها در محدوده طرح ترافیک در قیمت‌گذاری، مناسب‌ترین شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلان‌شهرهای توریستی ارزیابی شده است. برای تطابق بیشتر این شیوه قیمت‌گذاری با عدالت اجتماعی و در نظر گرفتن مدت زمان حضور و مسافت طی شده در محدوده طرح ترافیک نیز می توان از ترکیب این شیوه قیمت‌گذاری تراکم ترافیک با قیمت‌گذاری پارک حاشیه‌ای استفاده نمود.

۷-پی‌نوشت‌ها

1. May
2. Milne
3. Smith
4. Bojian
5. Lara
6. Hu
7. Daganzo
8. Lehe
9. Bandeira
10. Monte Carlo Method
11. Coria

۸-مراجع

- آقابابازاده، ب.، (١٣٨٤)، "مدیریت تقاضای شهری برای کاهش آلودگی هوا با قیمت‌گذاری شبکه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: حسین پورزاهدی، تهران: دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

- افندی‌زاده، ش.، جوانشیر، ح. و شمعانیان، ح.، (١٣٩٤)، "ارایه مدل اولویت بندی راه های برون شهری جهت تجهیز به دوربین‌های کنترل سرعت با استفاده ازفرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP (مطالعه موردی: راه‌های استان اصفهان)"، پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک.

- رستمی، ح. و عطائیان، ح.، (١٣٨٥)، "کنترل مکانیزه محدوده طرح ترافیک"، هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران.

- زبردست، الف.، (١٣٨٩)، "کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP)"، نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی، شماره ٤١: ص.٩٠-٧٩.

- سایت خبری مشهد فوری، (١٣٩٦)، "مشهد در تسخیر خودروهای تک‌سرنشین"، ٢٣ مهر، http://www.mashhadfori.com.

- سجادی، س.ع.، بیگلری، ح.، مظلوم شهری، س.ب. و شاکری، ه.، (١٣٩٤)، "اهداف تردد خودروهای شخصی در محیط شهری؛ بازنگری در مدیریت ترافیک به منظور ارتقای سلامت عمومی"، فصلنامه افق دانش، شماره ٢١، ص. ١٢٨-١٢٣.

- سقایی، م.، (١٣٩٣)، "تحلیل استراتژیک عرصه های خدمات رفاهی گردشگری مذهبی در کلان‌شهر مشهد با تأکید بر مدیریت کیفیت منسجم گردشگری مذهبی"، ششمین کنفرانس ملی برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد.

- سقایی، م. و جوانبخت قهفرخی، ز.، (١٣٩٢)، "تحلیلی بر آمار گردشگران و زایران داخلی ورودی به کلان‌شهر مشهد با استفاده از مدل های سری زمانی"، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ٢٨، ص. ٩٤-٧١.

- شاد، ر.، کدخدایی، م. و کدخدایی، م.، (١٣٩٦)، "نقش حمل و نقل در صنعت توریسم و گردشگری"، اولین کنفرانس بین المللی و هشتمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، مشهد، شورای اسلامی شهر مشهد- دانشگاه فردوسی مشهد- شهرداری و مرکز پژوهش‌های شورای اسلامی شهر مشهد.

- عباسی، د. و قره باغی، م.، (١٣٩٤)، "بررسی اهمیت اثرات گردشگری بر حمل ونقل مطالعه موردی: شهر مشهد"، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و زیرساخت‌های شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنفرانس.

- کدخدایی، م. و شاد، ر.، (١٣٩٦)، "تحلیل و ارزیابی روش‌های کنترل تراکم ترافیک در کلان‌شهر های توریستی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)_مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

موردی: شهر مشهد"، اولین کنفرانس بین‌المللی پیشرفت‌های نوین در مهندسی عمران، دانشگاه شمال، آمل.

– گنجی زهرایی، ه.، (١٣٩٧)، "روش مونت کارلو در قیمت‌گذاری مشتقات سفر"، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ١٤، ص. ٣٠٣-٢٩٣.

– میربها، ب.، صفارزاده، م. سیدابریشمی، س.الف. شرافتی، س.، (١٣٩٣)، "بررسی تأثیر قیمت‌گذاری معابر بر شیوه انتخاب وسیله کاربران با استفاده از روش رجحان بیان شده"، عمران مدرس، دوره ١٤، شماره ٤، ص. ١٤٨-١٣٧.

- Ahmadi Azari, K., Arintono, S., Hamid, H. and Davoodi, S.R., (2013), "Evaluation of demand for different trip purposes under various congestion pricing scenarios", Journal of Transport Geography, Vol. 29, pp. 43-51.

- Amirgholy, M., Rezaeestakhruie, H. and Poorzahedy, H., (2015), "Multi-objective cordon price design to control long run adverse traffic effects in large urban areas", NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking, Vol. 16, pp. 1-52.

- Bandeira, J., Coelho, M., Pimental, M., Khattak, A., (2012), "Impact of intercity tolls in Portugal- An environmental perspective", Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol. 48, pp. 1174-1183.

- Bojian, Z., Bliemer, M.,Yang, H. and He, J. (2015), "A trial-and-error congestion pricing scheme for networks with elastic demand and link capacity constraints", Transportation Research part B: Methodological, Vol. 72, pp. 77-92.

- Carey, M., and Srinvasan, A. (1993), "Externalities, average and marginal costs, and Tolls on congested networks with time varying flows", Operational Research, Vol. 41, No. 1, pp. 217-231.

- Coria, Jessica., Jorge Bonilla, Maria Grundstrom and Hakan Pleijel (2015), "Air pollution dynamics & the need for temporally differentiated road pricing", Transportation Research Part A: Policy & Practice,Vol. 75, PP. 178-195.

- Daganzo, C.F. and Lehe, L.J., (2015), "Distance-dependent congestion pricing for downtown zones", Transportation Research part B: Methodological, Vol. 75, pp. 89-99.

- De Lara, M., De Palma, A., Kilani, M. and Piperno, S. (2013), "Congestion pricing and long term urban form- Application to Paris region", Regional Science and Urban Economics, Vol. 43, pp. 282-295.

- Hu, S. and Saleh, W., (2005), "Impacts of Congestion Charging on Shopping Trips in Edinburgh," Transp. Policy, Vol. 12, No. 5, pp. 443–450.

- Kadkhodaei, M. and Shad, R., (2018), "Analysis and Evaluation of Traffic Congestion Control Methods in Touristic Metropolis Using Analytical Hierarchy Process (AHP)", Civil Engineering Journal, Vol. 4, No. 3, pp. 602-608.

- May, A.D. and Milne, D.S., (2000), "Effects of alternative road pricing systems on network performance", Transportation Research Part A, Vol. 34, pp. 407-436.

- Smith, M., (1979), "The marginal cost taxation of a transportation network", Transportation Research part B: Methodological, Vol. 13, No. 3, pp. 237-242.

- Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, (2000), Published by the National Research Council, Washington DC.

- Yang, H. and Huang, H., (1999), "carpooling and congestion pricing in a multilane highway with high-occupancy-vehicle lanes", Transportation research part A: Policy and practice, Vol. 33, No. 2, pp. 139-155.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of Traffic Congestion Pricing Methods in Tourist Metropolises (Case Study: Mashhad City)

M. Kadkhodaei, Ph.D. Student of Highway and Transportation Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
R. Shad, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

E-mail: r.shad@um.ac.ir

Received: September 2019-Accepted: December 2019

ABSTRACT

One of the most appropriate ways of controlling traffic congestion in metropolises is traffic congestion pricing. Traffic congestion pricing has been done in different ways in the metropolises of the world. Choosing the right method for traffic congestion pricing in tourist metropolises is very important. In this research, four methods for traffic congestion pricing were evaluated and prioritized using the Analytic Network Process (ANP). The Analytic Network Process (ANP) is based on expert opinions and paired comparisons, and considers dependencies among decision elements. The prioritization of evaluation and weighting to decision elements based on the Analytic Network Process (ANP) in this study was done by using "Super Decisions" software. The tourist metropolis of Mashhad was selected as a case study in this research. Based on the obtained results, the pricing method of the monitored ranges is the highest priority and the pricing methods based on the distance traveled within the traffic plan area, the pricing based on the time of the traffic scheduling and pricing based on the entry permit are ranked in next priorities respectively. The most effective evaluation criteria are known as reducing travel time, reducing single-occupancy vehicle traffic, increasing the using of public transport, and increasing the operational speed.

Keywords: Traffic Congestion Control, Traffic Congestion Pricing, Tourism, Analytic Network Process

www.SID.ir