

ارزیابی راهکارهای کاهش مصرف سوخت در کلانشهرهای توریستی

(مطالعه موردی: شهر مشهد)

مسعود کدخدایی^۱، روزبه شاد^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

ایمیل نویسنده مسئول: r.shad@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۱/۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱/۳۱

چکیده

با توجه به ارزان بودن سوخت‌های فسیلی در ایران، مصرف سوخت و بنزین به خصوص در بخش حمل و نقل بسیار زیاد است. این مسئله موجب اتلاف انرژی و همچنین افزایش آلودگی هوا در کشور می‌گردد. با توجه به اینکه بیشتر سفرهای گردشگری داخلی با استفاده از خودروهای شخصی انجام می‌شوند، کلانشهرهای توریستی نظیر شهر مشهد، بیشتر با مشکلات ناشی از مصرف زیاد سوخت مواجه هستند. در این تحقیق چهار راهکار جهت کاهش مصرف سوخت در کلانشهر توریستی مشهد، شامل قیمت‌گذاری سوخت، سهمیه‌بندی سوخت، عرضه سوخت جایگزین و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک بررسی شده و اولویت‌بندی شدند. اولویت‌بندی این راهکارها با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) انجام شد. براساس نتایج، راهکار قیمت‌گذاری تراکم ترافیک با وزن نرمال ۰/۳۷ به عنوان مناسب‌ترین راهکار کاهش مصرف سوخت در کلانشهرهای توریستی شناخته شد. معیارهای افزایش نرخ تورم، تغییر وسیله سفر و هزینه سفر به عنوان مؤثرترین معیارهای این ارزیابی شناخته شدند.

کلمات کلیدی

"قیمت‌گذاری تراکم ترافیک"، "قیمت‌گذاری سوخت"، "سهمیه‌بندی سوخت"، "عرضه سوخت جایگزین"، "عرضه سوخت جایگزین"، "فرآیند تحلیل شبکه‌ای"

Evaluation of Fuel Consumption Reduction Strategy in Touristic Metropolises (Case Study: Mashhad City)

Masoud Kadkhodaei¹, Rouzbeh Shad^{2*}

¹ Ph.D Student of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

^{2*} Assistant Professor, Faculty of Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

*Email Address: r.shad@um.ac.ir

Abstract

Due to the cheapness of fossil fuels in Iran, fuel consumption and gasoline consumption are high, especially in the transportation sector. This causes energy losses as well as increased air pollution in the country. Due to the fact that most domestic travels are used by private cars, touristic metropolises such as Mashhad is facing more problems with high fuel consumption. In this research, four strategies to reduce fuel consumption in the Mashhad metropolis, including fuel pricing, fuel quota, alternative fuel supply and traffic congestion pricing were investigated and ranked. Based on the results, the traffic congestion pricing solution with a weight of 0.37 was considered the most suitable solution for reducing fuel consumption in touristic metropolises. Prioritization of these strategies was performed using Network Analysis process (ANP). Based on the results, traffic congestion pricing solution with a normal weight of 0.37 was considered as the most appropriate solution for reducing fuel consumption in tourist metropolis. The criteria for increasing the rate of inflation, changing travel vehicle and travel cost were recognized as the most effective criteria for this assessment.

Keywords

"Traffic congestion pricing", "fuel pricing", "fuel quota", "alternative fuel supply", "network analysis process"

۱- مقدمه

امروزه مدیریت مصرف سوخت در بسیاری از کشورها امری مهم در نظر گرفته می‌شود (صاحبی و وزیری، ۱۳۹۲) و با افزایش مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و آلودگی روز افزون هوا در دنیا، کشورهای بسیاری در جهت اعمال سیاست‌های کاهش مصرف سوخت‌های بنزینی و جایگزینی آن با سایر سوخت‌ها اقدام کرده‌اند. در کلانشهرهای ایران نظیر تهران و مشهد نیز مشکلات ناشی از آلودگی هوا و افزایش مرگ و میرهای ناشی از آلودگی هوا در سالهای اخیر بسیار افزایش یافته است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵). از طرفی به دلیل یارانه در نظر گرفته در بخش سوخت، بالا بودن مصرف بنزین در کشور، هزینه‌های زیادی را به دولت تحمیل می‌کند. از طرفی پایین بودن سطح قیمت انرژی و از جمله قیمت سوخت، باعث افزایش میزان مصرف آن در کشور شده و تقاضای مصرف سوخت را بسیار بالا برده است (رحیم‌اف و سطحی، ۱۳۹۵).

یکی از مهمترین مصرف‌کننده‌های سوخت در کشور، زیربخش‌های مختلف حمل و نقل می‌باشند (علی‌مرادی و همکاران، ۱۳۹۰). از طرف دیگر، بخش زیادی از آلاینده‌های زیست محیطی توسط تردد وسایل نقلیه بنزینی و به خصوص خودروهای شخصی در کلانشهرها تولید می‌شوند (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵). مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده بی‌رویه از انرژی، آلاینده‌های زیست محیطی به خصوص گاز دی‌اکسید کربن که سهم عمده‌ای از گازهای گلخانه‌ای جهان را دارد، افزایش داده است (فلاحی و حکمتی‌فرید، ۱۳۹۲). یکی از مصارف عمده بنزین توسط خودروهای شخصی مربوط به گردشگران داخلی است که به کلانشهرهای توریستی کشور سفر می‌کنند. به عنوان نمونه، بیشتر از ۸۲ درصد گردشگران در تعطیلات نوروزی سال ۱۳۹۷ با استفاده از خودروی شخصی به شهر مشهد سفر کرده‌اند (ستاد خبری سازمان پایانه‌های مسافربری شهرداری مشهد، ۱۳۹۷). بنابراین با کاهش استفاده از خودروهای شخصی در سفرهای گردشگران داخلی به کلانشهرهای توریستی و مذهبی نظیر شهر مشهد می‌تواند تا حد زیادی در مصرف سوخت صرفه‌جویی کرد.

برای کاهش مصرف سوخت توسط خودروهای شخصی در کلانشهرهای توریستی نظیر شهر مشهد راهکارهایی مانند افزایش قیمت سوخت، سهمیه‌بندی سوخت، اعمال محدودیت‌های ترافیکی و توسعه حمل و نقل عمومی و یا استفاده از سوخت‌های جایگزین وجود دارند که در این مقاله، براساس معیارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، این راهکارها مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفته‌اند تا مناسب‌ترین راهکارهای کاهش

مصرف سوخت و مدیریت بهینه مصرف سوخت در کلانشهرهای توریستی تعیین و اولویت‌بندی گردند.

۲- ادبیات تحقیق

یکی از راهکارهای مدیریت مصرف سوخت و کاهش مصرف سوخت توسط در بخش حمل و نقل در دنیا، قیمت‌گذاری سوخت و افزایش قیمت آن است. چنانچه قیمت‌گذاری سوخت به صورت بهینه انجام شود، باعث کاهش مصرف سوخت، حجم ترافیک و تأثیرات نامطلوب اجتماعی ناشی از زیاد بودن سفرهای غیرضروری می‌گردد (پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۸۸). براساس تحقیقی که رازینی و صبوری‌دیلمی در سال ۱۳۸۸ در مورد آثار اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها بر مصرف بنزین انجام دادند، پس از تغییر قیمت بنزین، مصرف آن کاهش بسیار کمی داشته و سپس در مدت زمان کوتاهی افزایش می‌یابد (رازینی و صبوری-دیلمی، ۱۳۸۸).

پرداخت یارانه برای سوخت به شهروندان، علاوه بر هزینه سنگینی که به اقتصاد کشور وارد می‌کند، باعث اتلاف انرژی نیز می‌شود و بسیاری از سفرهای غیرضروری یا سفرهایی که امکان انجام با استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی دارند نیز با استفاده از خودروی شخصی انجام شده و مصرف سوخت را افزایش می‌دهد. بنابراین، پایین بودن قیمت سوخت، هیچ انگیزه‌ای برای صرفه-جویی در مصرف آن توسط شهروندان ایجاد نمی‌کند (امامی و همکاران، ۱۳۸۷).

با جایگزینی سوخت‌های دیگر به جای بنزین، نظیر گازسوز کردن خودروها نیز می‌توان مصرف بنزین را کاهش داد. در تحقیقی که توسط عابدی و همکاران در سال در مورد اثر گازسوز کردن تاکسی‌های شهر تهران در کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از کاهش انتشار آلاینده‌های هوا انجام شد، مشخص شد با گازسوز کردن تاکسی‌های شهر تهران، می‌توان هزینه‌های اجتماعی ناشی از انتشار آلاینده‌ها را به میزان ۶۳/۸ میلیون دلار کاهش داد (عابدی و همکاران، ۱۳۹۰).

با اعمال محدودیت‌های ترافیکی برای خودروهای شخصی و یا قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در نواحی پر رفت‌وآمد کلانشهرها نیز می‌توان تقاضای استفاده از خودروی شخصی در سفرهای شهری و به تبع آن، مصرف سوخت را کاهش داد. کاهش تقاضای استفاده از خودروهای شخصی با استفاده از سیاست‌های افزایش هزینه استفاده از برخی خودروها مانند تعیین عوارض استفاده از پارکینگ، قیمت‌گذاری تراکم ترافیک و قیمت‌گذاری سوخت، یا سیاست‌های بازدارنده در جهت کاهش تقاضای استفاده از خودروی

اماموردی و همکاران نیز در سال ۱۳۹۰ هزینه رفاهی ناشی از افزایش قیمت حامل‌های انرژی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد افزایش قیمت حامل‌های انرژی براساس سناریوی قیمتی پیشنهادی دولت، رفاه مصرف‌کنندگان را ۱۶/۵ درصد کاهش می‌دهد و هزینه سالیانه جبران رفاه از دست رفته، مبلغ ۵۱۰ هزار ریال است (اماموردی و همکاران، ۱۳۹۰).

سیفی‌پور و افروزامینی در سال ۱۳۹۱ در تحقیقی اثر افزایش قیمت سوخت بر تقاضای باری ریلی را بررسی کردند. نتایج این تحقیق بیانگر افزایش تقاضای حمل و نقل باری ریلی در اثر افزایش قیمت سوخت بود. همچنین براساس این مطالعه، حمل و نقل ریلی و جاده‌ای در ایران برای یکدیگر نقش مکمل را ایفا می‌نمایند و به دلیل عدم دسترسی به حمل و نقل ریلی در تمام نقاط، بخشی از مسافت حمل بار باید با استفاده از حمل و نقل جاده‌ای طی شود (سیفی‌پور و افروزامینی، ۱۳۹۱).

ذوقی و فتحی‌مظفری در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی اثرات تراکم ترافیک و سطح سرویس معابر بر مصرف سوخت وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها و خیابان‌های شهری را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد تغییر سطح سرویس معابر برای انواع خودروها تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی مصرف سوخت دارد. براساس این مطالعه، تغییر سطح سرویس از سطح A تا F، مصرف سوخت را ۲۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهد اما این افزایش مصرف، به صورت خطی تغییر نمی‌کند و هرچه سطح سرویس پایین می‌آید شدت افزایش مصرف سوخت نیز بیشتر می‌شود. هرچه وزن خودرو بیشتر باشد تأثیر تغییر سطح سرویس در مصرف سوخت آن نیز بیشتر می‌شود. وسایل نقلیه با استهلاک کمتر نیز کارایی بیشتر در مصرف سوخت دارند (ذوقی و فتحی‌مظفری، ۱۳۹۱).

کوهن^۱ در سال ۲۰۰۵ تحقیقی در مورد استفاده از گاز طبیعی در حمل و نقل شهری انجام داد. او در مطالعه خود با آزمایش دود اتوبوس‌های مدارس، استفاده از سوخت دیزل و گاز طبیعی را با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج این تحقیق حاکی از این بود که استفاده از گاز طبیعی اثرات زیست محیطی کمتری دارد (Cohen, 2005).

برون‌استون^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۰ تحقیقی در مورد سوخت‌های جایگزین بنزین در حمل و نقل شهروندان و خانوارهای کالیفرنیا با استفاده از خودروهای شخصی انجام دادند.

شخصی نظیر ممنوعیت پارک، ممنوعیت ورود خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک و محدودیت‌های سرعت و یا سیاست دادن امتیاز ویژه به برخی خودروها نظیر اختصاص خطوط ویژه برای حمل و نقل همگانی انجام می‌شوند (آقابازاده، ۱۳۸۴).

چنانچه تقاضای استفاده از خودروی شخصی در سفرهای شهری کاهش یابد، میزان استفاده از شیوه‌های جایگزین خودروی شخصی، یعنی وسایل حمل و نقل عمومی نظیر اتوبوس و مترو افزایش می‌یابد. بنابراین در صورت عدم افزایش ظرفیت سیستم‌های حمل و نقل عمومی و توسعه آنها، تقاضای کاهش یافته برای استفاده از خودروی شخصی در سفرهای شهری مجدداً افزایش می‌یابد [۹]. براساس مطالعات انجام شده، به ازای هر سفری که به جای استفاده از خودروی شخصی، با سیستم‌های حمل و نقل عمومی انجام شود، در حدود ۲ لیتر در مصرف بنزین صرفه‌جویی می‌گردد. با فرض اینکه ضریب سفر شهروندان مطابق با ضریب پیشنهادی برنامه چهارم توسعه، برابر با ۱/۶ سفر به ازای هر نفر فرض گردد، با احتساب وجود ۳۰۰ روز کاری در سال، هر شخص با استفاده از سیستم‌های حمل و نقل عمومی به جای خودروی شخصی، به طور متوسط می‌تواند تا ۹۶۰ لیتر در سال در مصرف سوخت صرفه‌جویی نماید (پورتیموری و همکاران، ۱۳۹۰).

۳- پیشینه تحقیق

عبدالمنافی و همکاران در سال ۱۳۹۰ اثر طرح هدفمندسازی یارانه‌ها بر بخش حمل و نقل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد با حذف یارانه سوخت و افزایش قیمت بنزین، تردد وسایل نقلیه سواری کاهش می‌یابد و استفاده از شیوه‌های حمل و نقل همگانی بیشتر می‌شود. در نتیجه سرعت تردد وسایل نقلیه در معابر افزایش یافته و میزان تأخیرها نیز کاهش می‌یابد. به دلیل افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی، ضروری است جهت جلوگیری از پایین آمدن کیفیت استفاده از شیوه‌های حمل و نقل عمومی، ظرفیت این سیستم‌ها نیز متناسب با رشد تقاضا، افزایش یابد (عبدالمنافی و همکاران، ۱۳۹۰).

داودی و سالم در سال ۱۳۸۵ اثرات افزایش قیمت بنزین بر سطح رفاه خانواده‌ها مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق حاکی از این بود که میزان رفاه نسبی از دست رفته در اثر افزایش قیمت بنزین در دهک‌های درآمدی پایین جامعه، بیشتر از کاهش رفاه نسبی در دهک‌های درآمدی بالا است (داودی و سالم، ۱۳۸۵).

¹ Cohen

² Brownstone

افزایش شاخص GDP باعث افزایش تلفات رانندگی می‌گردد (Yannis et al., 2014).

هو^۴ و صالح در تحقیقی که در سال ۲۰۰۵ در مورد اثرات قیمت-گذاری تراکم ترافیک بر سفرهای خرید انجام دادند، 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 کردند. نتایج این تحقیق بیانگر این بود که به طور کلی با اعمال قیمت‌گذاری تراکم ترافیک و کاهش تراکم ترافیک در شبکه ترافیک، می‌توان افزایش بهره‌وری اقتصادی، کاهش آلودگی هوا و افزایش کارایی شبکه حمل و نقل را در شهرها شاهد بود (Hu, S. and Saleh, 2005).

۴- روش انجام تحقیق

• 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 (سقایی و جوانبخت-قهفرخی، ۱۳۹۲). شهر مشهد علاوه بر ظرفیت‌های زیاد، مشکلات فراوانی را در زمینه رشد و توسعه صنعت گردشگری مذهبی دارد (ملازم‌الحسینی و همکاران، ۱۳۹۶). 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 (عباسی و قره‌باغی، ۱۳۹۴). لذا 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

در این تحقیق با استفاده از روش‌های رجحان بیان شده و رجحان آشکار شده، انتخاب سوخت مورد نظر از میان گزینه‌های گازوئیل، الکتریکی، متانول و گاز طبیعی در شرایط گوناگون پرسیده شد. در این مطالعه، هر دو سری داده با استفاده از مدل‌های لوجیت چندگانه و لوجیت ترکیبی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این تحقیق حاکی از این بود که خانوارهای ساکن در ایالت کالیفرنیا، استفاده از سوخت‌های گاز طبیعی و متانول را به سایر گزینه‌های موجود ترجیح می‌دهند (Brownstone, 2000).

پیردوانی و همکاران در سال ۲۰۱۳ تحقیقی در مورد تأثیر افزایش قیمت بنزین بر تصادفات رانندگی انجام دادند. در این مطالعه از مدل پیش‌بینی تصادفات هم‌فزون استفاده شد و نتایج این تحقیق نیز نشان داد با ۲۰ درصد افزایش قیمت بنزین می‌توان تصادفات جرحی را تا ۳ درصد کاهش داد (Pirdavani et al., 2013).

چی^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۳ تحقیقی در مورد تأثیر قیمت بنزین بر ایمنی ترافیک در مناطق شهری و برون شهری انجام دادند. نتایج این تحقیق حاکی از کاهش تصادفات با افزایش قیمت بنزین بود. به طوریکه با ۱۰ درصد افزایش قیمت بنزین، تا حدود ۲ درصد از میران تصادفات فوتی در مناطق شهری کاهش یافت. براساس نتایج این تحقیق، میزان کاهش تصادفات با افزایش قیمت بنزین در مناطق برون شهری بیشتر از مناطق شهری است (Chi et al., 2013).

آن^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۵ تحقیقی در مورد الگوی تقاضای مصرف سوخت خودروهای شخصی در صورت وجود یک سوخت جایگزین در شهر سئول انجام دادند. در این مطالعه، تغییرات میزان آلاینده‌های تولید شده در اثر تغییر سوخت مصرفی نیز بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از گاز طبیعی و سوخت هیبرید به طور موثری مصرف سوخت و آلاینده‌های زیست محیطی تولید شده را کاهش می‌دهد (Ahn et al., 2008).

یانیس^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۴ ارتباط میان تلفات رانندگی و شاخص GDP را در ۳ گروه درآمدی در میان کشورهای مختلف اروپایی بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد

¹ Chi

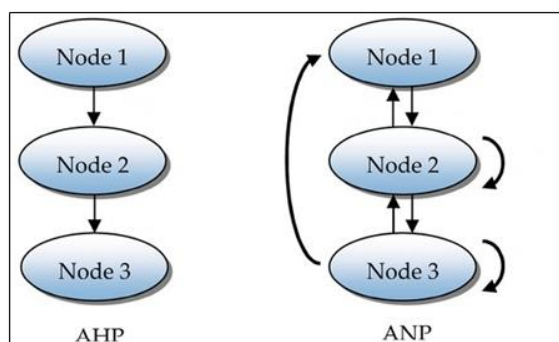
² Ahn

³ Yannis

⁴ Hu

تصمیم و وابستگی های درونی آنها نیز در نظر گرفته می شود. تفاوت روشهای تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه ای (ANP) و نحوه در نظر گرفتن وابستگی های بین خوشه ها و وابستگی های درونی آنها در شکل ۲ نشان داده شده است (زبردست، ۱۳۸۹).

روش تحلیل شبکه ای (ANP) علاوه بر اینکه مانند روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انعطاف پذیر و ساده بوده و امکان سنجش میزان سازگاری قضاوت ها و بررسی همزمان معیارهای کمی و کیفی در آن وجود دارد؛ وابستگی های درونی و متقابل بین عناصر تصمیم را نیز در نظر می گیرد (افندی زاده و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین در این مقاله از روش تحلیلی شبکه ای (ANP) برای ارزیابی راهکارهای کاهش مصرف سوخت در کلانشهرهای توریستی استفاده شده است.



شکل ۲- مقایسه روشهای تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه ای (ANP)

در روش تحلیل شبکه ای ابتدا عناصر تصمیم شامل گزینه ها، معیارها و زیرمعیارها و در قالب خوشه های تصمیم گیری طبقه بندی می گردند و درخت تصمیم تشکیل می شود. سپس وابستگی های درونی و متقابل هر کدام از خوشه ها و عناصر آنها با یکدیگر تعیین می شوند. همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می شود وابستگی های عناصر هر خوشه به عناصر خوشه دیگر یعنی وابستگی های متقابل با رسم پیکان بین دو خوشه و وابستگی های بین عناصر یک خوشه یا وابستگی های درونی نیز با پیکانی روی همان خوشه در درخت تصمیم نشان داده می شود (افندی زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

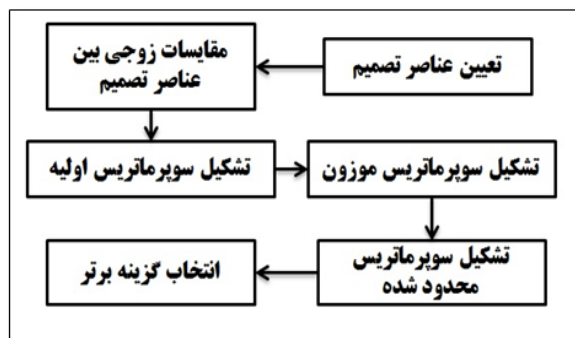
(Kadkhodaei and Shad, 2018). در این طرح خودروهایی که رقم آخر پلاک آنها زوج است در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه و خودروهایی که رقم آخر پلاک آنها فرد است در روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنج شنبه می توانند در محدوده طرح تردد کنند. در روزهای جمعه و تعطیل نیز تردد تمام خودروها در محدوده طرح آزاد است. محدوده زمانی اجرای این طرح نیز از ساعت ۸ تا ۲۰ است که در ایام خاص افزایش می یابد. محدوده این طرح ترافیک در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

• روش تحقیق

یکی از روش های تصمیم گیری چند معیاره که کاربرد وسیعی در مطالعات مربوط به شهرسازی دارد، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. در این روش یک ساختار سلسله مراتبی تشکیل می شود که در آن عناصر تصمیم مستقل از یکدیگر فرض شده اند. بنابراین در این روش، وابستگی های عناصر تصمیم با یکدیگر در نظر گرفته نمی شوند و چنانچه عناصر تصمیم مستقل از یکدیگر باشند، استفاده از این روش توصیه می شود. اما در شرایطی که بین عناصر تصمیم وابستگی وجود داشته باشد، استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) کارایی مناسب را ندارد. اما در روش تحلیل شبکه ای (ANP) وابستگی های متقابل بین اجزای



شکل ۳- فلوچارت مراحل انجام روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)

۵- یافته‌های تحقیق

• انتخاب گزینه‌های ارزیابی

با توجه به مطالعات گذشته در مورد راهکارهای کاهش مصرف سوخت از طریق کاهش تقاضای استفاده از خودروهای شخصی در سفر به کلانشهرهای توریستی، چهار راهکار شامل قیمت-گذاری سوخت، سهمیه‌بندی سوخت، عرضه سوخت جایگزین و قیمت‌گذاری تراکم ترافیک مطابق جدول ۲ به عنوان شیوه‌های پیشنهادی برای کاهش مصرف سوخت از طریق کاهش تقاضای استفاده از خودروی شخصی در کلانشهرهای توریستی در این تحقیق انتخاب شده و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

جدول ۲- راهکارهای کاهش مصرف سوخت در کلانشهرهای توریستی

نام طرح	تعریف طرح
Plan 1	قیمت‌گذاری سوخت
Plan 2	سهمیه‌بندی سوخت
Plan 3	عرضه سوخت جایگزین
Plan 4	قیمت‌گذاری تراکم ترافیک

• تشکیل درخت تصمیم

اولین گام در تشکیل درخت تصمیم در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) با استفاده از نرم افزار Super Decisions، تعیین معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های مورد ارزیابی و وارد کردن آنها در

سپس براساس نظرات کارشناسان، مقایسات زوجی بین معیارها با یکدیگر و در هر معیار نیز بین زیرمعیارها با یکدیگر با استفاده از مقیاس ۹ درجه ساعتی 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 (زبردست، ۱۳۸۹). 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.

جدول ۱- تعریف امتیازات مقیاس ۹ درجه‌ای در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)

تعریف	امتیاز
اهمیت مساوی	۱
اهمیت اندکی بیشتر	۳
اهمیت بیشتر	۵
اهمیت خیلی بیشتر	۷
اهمیت مطلق	۹
ترجیحات بینابین	۲،۴،۶،۸

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 تولید می‌شود. برای تعیین اولویت گزینه‌ها و معیارها در ارزیابی باید سوپرماتریس موزون را آنقدر در خودش ضرب نماییم تا دیگر تغییری در مقادیر ماتریس مشاهده نشود. به این ماتریس، سوپرماتریس محدود شده گفته می‌شود (افندی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). فلوچارت مراحل ذکر شده در فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در شکل ۳ نشان داده شده است. لازم به ذکر است فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Super Decisions انجام شده است.

عناصر همان خوشه یا خوشه های دیگر با استفاده از پیکان در نرم افزار نشان داده می شوند.

نرم افزار است. معیارهای در نظر گرفته شده برای این ارزیابی به همراه زیرمعیارهای مربوطه در جدول ۳ نشان داده شده اند.

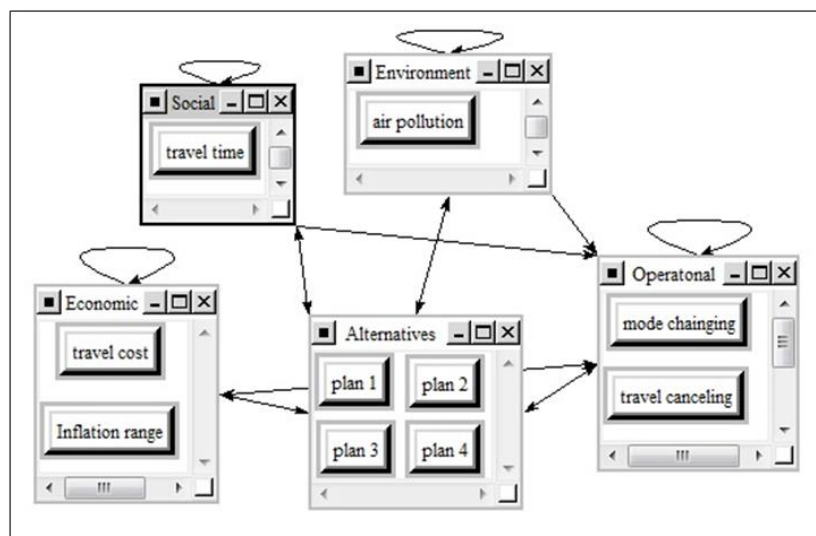
• مقایسات زوجی و تشکیل سوپرماتریس اولیه

پس از تعیین معیارها و زیرمعیارها و گزینه های ارزیابی در روش تحلیل شبکه ای (ANP)، مقایسات زوجی بین عناصر دارای وابستگی و یا زیرمعیارهای هر معیار با استفاده از نظرات کارشناسان انجام می شوند. در این پژوهش، تعداد ۲۰ نفر از کارشناسان ارشد حمل و نقل و راه و ترابری که به خوبی با شرایط ترافیکی کلانشهر مشهد آشنایی داشتند به عنوان گروه کارشناسان و خبرگان انتخاب شدند و مقایسات زوجی معیارها، زیرمعیارها و گزینه های ارزیابی توسط آنان انجام شد. پس از انجام مقایسات زوجی بین عناصر دارای وابستگی و همچنین زیرمعیارهای هر کدام از معیارها توسط کارشناسان و صاحب نظران، با میانگین گیری هندسی از امتیازات ثبت شده و قرارگیری نتایج نهایی تمام مقایسات زوجی در یک ماتریس، سوپرماتریس اولیه مطابق جدول ۴ تشکیل شد.

جدول ۳- معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی

نام معیار	زیرمعیارها
اقتصادی	کاهش هزینه سفر افزایش نرخ تورم
زیست محیطی	کاهش آلودگی هوا
عملکردی	تغییر وسیله سفر لغو سفر
اجتماعی	کاهش زمان سفر

پس از تعیین گزینه ها، معیارها و زیرمعیارها و وابستگی های موجود میان عناصر تصمیم، می توانیم درخت تصمیم را مطابق شکل ۴ در نرم افزار Super Decisions وارد نماییم. همانگونه که گفته شد، وجود وابستگی بین عناصر هر خوشه با



شکل ۴- درخت تصمیم تشکیل شده در روش تحلیل شبکه ای (ANP)

جدول ۴- سوپر ماتریس اولیه

سوپر ماتریس اولیه		گزینه‌ها				اقتصادی		زیست محیطی	عملکردی		اجتماعی
		Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4	افزایش نرخ تورم	هزینه سفر	آلودگی هوا	تغییر وسیله سفر	لغو سفر	زمان سفر کاهش
گزینه‌ها	Plan 1	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۹۱	۰/۰۹۱	۰/۲۲۹	۰/۲۸۲	۰/۴۸۵	۰/۲۸۰
	Plan 2	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۶	۰/۴۳۴	۰/۲۱۱	۰/۱۷۳	۰/۳۱۱	۰/۱۸۵
	Plan 3	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۵۲	۰/۳۴۶	۰/۱۴۲	۰/۰۶۵	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱
	Plan 4	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۴۱۰	۰/۱۲۹	۰/۴۱۸	۰/۴۸۰	۰/۱۲۳	۰/۴۵۴
اقتصادی	افزایش نرخ تورم	۰/۸۳۹	۰/۸۳۹	۰/۸۳۹	۰/۸۳۹	۰/۸۳۹	۰/۸۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۸۳۹	۰/۰۰۰
	هزینه سفر	۰/۱۶۱	۰/۱۶۱	۰/۱۶۱	۰/۱۶۱	۰/۱۶۱	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰
زیست محیطی	آلودگی هوا	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
عملکردی	تغییر وسیله سفر	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱	۰/۷۰۱
	لغو سفر	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹
اجتماعی	کاهش زمان سفر	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰

جدول ۵- اولویت بندی زیر معیارهای ارزیابی

رتبه	زیر معیار	وزن زیر معیار در سوپر ماتریس حدی	وزن نرمال شده
۱	افزایش نرخ تورم	۰/۲۳۶	۰/۳۲۸
۲	تغییر وسیله سفر	۰/۲۰۹	۰/۲۹۰
۳	هزینه سفر	۰/۱۱۵	۰/۱۶۰
۴	لغو سفر	۰/۰۷۳	۰/۱۰۱
۵	کاهش زمان سفر	۰/۰۵۴	۰/۰۷۵
۶	کاهش آلودگی هوا	۰/۰۳۳	۰/۰۴۶
	مجموع	۰/۷۲۰	۱/۰۰۰

• اولویت بندی زیر معیارها و گزینه‌های ارزیابی

با توجه به اینکه وزن نهایی هر کدام از عناصر تصمیم‌گیری در سوپر ماتریس حدی مشخص می‌شود، براساس اوزان نهایی مذکور می‌توان گزینه‌ها، معیارها و زیر معیارها را اولویت بندی نمود. بنابراین اولویت بندی زیر معیارها و گزینه‌ها به ترتیب مطابق جدول ۵ و جدول ۶ بدست می‌آیند. با توجه به اینکه اوزان تعیین

• تشکیل سوپر ماتریس موزون و سوپر ماتریس حدی

با توجه به اینکه در محاسبه مقادیر سوپر ماتریس اولیه، وزن خوشه‌ها در نظر گرفته نشده است لذا برای رسیدن به اوزان نهایی زیر معیارها ضروری است وزن هر خوشه در وزن زیر معیارهای آن خوشه ضرب گردد. ماتریس جدیدی که با اعمال وزن خوشه‌ها در مقادیر سوپر ماتریس اولیه بدست می‌آید را سوپر ماتریس موزون یا سوپر ماتریس وزن دار شده می‌نامند. در سوپر ماتریس موزون برای هر یک از عناصر تصمیم نسبت به سایر عناصر وزن‌های متفاوتی در ماتریس قرار گرفته است. لذا 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 زیر معیارها مشخص گردد. برای رسیدن به این مقصود، باید سوپر ماتریس موزون آنقدر در خودش ضرب گردد تا اعداد آن ثابت شده و تغییری نکنند. ماتریس جدیدی که حاصل می‌شود را سوپر ماتریس محدود شده یا حدی می‌نامند.

شده است و راهکارهای عرضه سوخت جایگزین، سهمیه‌بندی سوخت و قیمت‌گذاری سوخت در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار گرفته‌اند.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر چشمگیر سیاست قیمت‌گذاری تراکم ترافیک در کلانشهرهای توریستی نظیر شهر مشهد، روی کاهش استفاده از خودروی شخصی و کاهش سفرهای غیرضروری شهروندان، در میان راهکارهای کاهش مصرف سوخت از طریق کاهش استفاده از خودروهای شخصی در کلانشهرهای توریستی، مناسب‌ترین راهکار شناخته شده است. سیاست عرضه سوخت جایگزین بنزین نیز با توجه به کاهش مصرف بنزین و به تبع آن کاهش آلودگی هوا، در رتبه دوم راهکارهای مناسب کاهش مصرف سوخت قرار گرفته است. البته در صورت اعمال این سیاست، ضروری است با در نظر گرفتن تعداد مناسب جایگاه‌های سوخت رسانی با سوخت جایگزین بنزین و مکان‌یابی مناسب آنها، دسترسی مناسبی برای شهروندان جهت استفاده از جایگاه‌های سوخت‌رسانی با سوخت جایگزین فراهم گردد.

اگرچه که با سیاست افزایش قیمت سوخت، می‌توان به نحو مؤثری مصرف سوخت را کاهش داد، اما به دلیل اثرات افزایش قیمت سوخت روی افزایش نرخ تورم اقتصادی و قیمت سایر کالاها تأثیر مستقیم دارد، در میان سایر راهکارهای کاهش مصرف سوخت نظیر قیمت‌گذاری تراکم ترافیک، عرضه سوخت جایگزین و سهمیه‌بندی سوخت، که در این تحقیق بررسی شده‌اند، پایین‌ترین اولویت را کسب کرده است و استفاده از آن توصیه نمی‌شود. اما با توجه به اینکه سیاست سهمیه‌بندی سوخت، به مراتب اثرات منفی بسیار کمتری نسبت به افزایش قیمت سوخت، روی افزایش نرخ تورم اقتصادی دارد، و با اعمال آن نیز می‌توان تا حد زیادی از سفرهای غیرضروری شهروندان و گردشگران با خودروی شخصی جلوگیری نمود، استفاده از این سیاست، نسبت به سیاست افزایش قیمت سوخت ارجحیت دارد. به همین جهت، در ارزیابی انجام شده در این تحقیق نیز، راهکار سهمیه‌بندی سوخت، در اولویت سوم و بالاتر از سیاست افزایش قیمت سوخت قرار گرفته است.

شده در سوپرمارتیس محدود شده در مقایسه همزمان معیارها و زیرمعیارها با گزینه‌ها بدست آمده‌اند، برای مقایسه بهتر و جداگانه عناصر خوشه‌های معیارها با یکدیگر و مقایسه گزینه‌ها با یکدیگر، لازم است اوزان نهایی بدست آمده از سوپرمارتیس محدود شده، نرمال سازی شوند که این کار در جداول ۵ و ۶ انجام شده است.

جدول ۶- اولویت‌بندی گزینه‌های ارزیابی

رتبه	زیرمعیار	وزن زیرمعیار در سوپرمارتیس حدی	وزن نرمال شده
۱	قیمت‌گذاری تراکم ترافیک	۰/۱۰۳	۰/۳۷
۲	عرضه سوخت جایگزین	۰/۰۶۴	۰/۲۳
۳	سهمیه‌بندی سوخت	۰/۰۵۹	۰/۲۱
۴	قیمت‌گذاری سوخت	۰/۰۵۳	۰/۱۹
	مجموع	۰/۲۷۹	۱/۰۰۰

با توجه به آثار و تبعات منفی افزایش تورم اقتصادی در جامعه، شاخص افزایش نرخ تورم بالاترین اولویت را در این ارزیابی کسب کرده است. با توجه به اینکه مطابق بررسی‌های انجام شده از هر ۱۰ خودروی در حال حرکت در کلانشهر مشهد، ۸ خودرو تک-سرنشین هستند (سایت خبری مشهدفوری، ۱۳۹۶) و اغلب سفرهای کاری در این کلانشهر، با استفاده از خودروهای شخصی انجام می‌شوند (سجادی و همکاران، ۱۳۹۴)، هر راهکاری که منجر به تغییر وسیله سفر شهروندان و گردشگران در کلانشهرهای توریستی نظیر شهر مشهد، از خودروی شخصی به وسایل حمل و نقل عمومی گردد یا از سفرهای غیرضروری آنها جلوگیری نماید، در کاهش مصرف سوخت نیز مؤثرتر خواهد بود. بنابراین در ارزیابی انجام شده در این مطالعه نیز، مطابق با جدول ۵، شاخص‌های تغییر وسیله سفر و لغو سفر، اولویت‌های دوم و چهارم را کسب کرده‌اند.

با توجه به وزن نهایی گزینه‌ها در سوپرمارتیس حدی در روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) گزینه‌های ارزیابی یا روشهای کنترل تراکم ترافیک در کلانشهرهای توریستی مطابق جدول ۶ اولویت-بندی می‌گردند. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌گردد روش قیمت‌گذاری تراکم ترافیک با وزن نرمال شده ۰/۳۷ به عنوان بهترین کاهش مصرف سوخت از طریق کاهش تقاضای استفاده از خودروی شخصی در کلانشهرهای توریستی شناخته

منابع

- آقابابازاده، ب.، ۱۳۸۴. مدیریت تقاضای شهری برای کاهش آلودگی هوا با قیمت‌گذاری شبکه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- افندی‌زاده، ش.، جوانشیر، ح.، شمعانیان، ح.، ۱۳۹۴. ارائه مدل اولویت‌بندی راه‌های برون شهری جهت تجهیز به دوربین‌های کنترل سرعت با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP (مطالعه موردی: راه‌های استان اصفهان)، پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، معاونت و سازمان حمل و نقل ترافیک، تهران.
- امام‌وردی، ق.، هفت‌لنگ، ر.، فراهانی، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی هزینه رفاهی ناشی از افزایش قیمت حامل‌های انرژی (مطالعه موردی کشور ایران)، فصلنامه اقتصاد کاربردی، دوره ۲، شماره ۱، صفحه ۲۵-۴۲.
- امامی، ف.، فرسیابی، م.م.، پورعابدین، گ.، کیوانی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی علل سهمیه‌بندی بنزین و اثرات آن بر مصرف سوخت و آلودگی هوا، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.
- پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۸۸. الگوی بهینه قیمت‌گذاری و تخصیص یارانه سوخت در بخش حمل و نقل زمینی، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، تهران.
- پور تیموری، م.، سیدعلیزاده‌گنجی، س.ر.، نصراله‌نژاد، م.ر.، ۱۳۹۰. بررسی نقش توسعه سیستم حمل و نقل همگانی در کاهش مصرف سوخت (مطالعه موردی: شهر تهران)، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، شماره ۲۰، صفحه ۸۳-۹۷.
- داودی، پ.، سالم، ع.ا.، ۱۳۸۵. اثر تغییر قیمت بنزین بر رفاه خانوارها در دهک‌های مختلف درآمدی، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، صفحه ۱۶-۴۸.
- ذوقی، ح.، فتحی‌مظفری، ع.، ۱۳۹۱. اثر تراکم و سطح سرویس (LOS) بر مصرف سوخت وسایل نقلیه در بزرگراه‌ها و خیابانهای شهری، یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.
- رازینی، ا.ع.، صبوری‌دیلمی، م.ح.، ۱۳۸۸. بررسی اثرات اجرای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها بر مصرف بنزین در ایران، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال سوم، دوره ۲، شماره ۸، صفحه ۱۲۳-۱۵۵.
- رحیم‌اف، ک.، سطحی، م.، ۱۳۹۵. ارزیابی تأثیر افزایش قیمت سوخت بر تغییرات تقاضای سفر بار و مسافر در شبکه حمل و نقل جاده ای در ایران، چهارمین کنگره علمی پژوهشی افق‌های نوین در حوزه مهندسی عمران، معماری، فرهنگ و مدیریت شهری ایران، تهران.
- زبردست، ا.، ۱۳۸۹. کاربرد فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴۱، صص ۷۹-۹۰.
- سایت خبری مشهدفوری، ۱۳۹۶. مشهد در تسخیر خودروهای تک‌سرنشین، مشاهده شده در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۹۷، قابل دسترس در:
<http://www.mashhadfori.com/detail/65903/مشهد-در-تسخیر-خودرو-های-تک-سرنشین>
- ستاد خبری سازمان پایانه‌های مسافربری شهرداری مشهد، ۱۳۹۷. تقدیر از خدمت‌رسانی شایسته زائران پایانه مسافربری امام رضا (ع) مشهد، مشاهده شده در تاریخ ۱۵ اسفند ۱۳۹۷، قابل دسترس در:
<https://www.terminals.mashhad.ir/news/5535588-مشهد-تقدیر-خدمت-رسانی-شایسته-زائران-پایانه-مسافربری-امام-رضا-ع-مشهد>
- سجادی، س.ع.، بیگلری، ح.، مظلوم‌شهری، س.ب.، شاکری، ه.، ۱۳۹۴. اهداف تردد خودروهای شخصی در محیط شهری؛ بازنگری در مدیریت ترافیک به منظور ارتقای سلامت عمومی، مجله افق دانش، شماره ۲۱، صص ۱۲۳-۱۲۸.
- سقایی، م.، جوانبخت‌قهفرخی، ز.، ۱۳۹۲. تحلیلی بر آمار گردشگران و زائران داخلی ورودی به کلانشهر مشهد با استفاده از مدل‌های سری زمانی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۲۸، صفحه ۷۱-۹۴.
- سیفی‌پور، ر.، افروزمینی، ف.، ۱۳۹۱. تأثیر افزایش قیمت سوخت بر تقاضای باری ریلی و سهم آن از حمل و نقل زمینی، فصلنامه مهندسی حمل و نقل، دوره ۳، شماره ۴، صفحه ۳۱۵-۳۲۴.
- صاحبی، س.، وزیری، م.، ۱۳۹۲. اثرسنجی سیاست‌های قیمتی مشوق استفاده از سوخت پاک بر تقاضای مصرف‌کننده‌های انرژی در حمل و نقل، سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- عابدی، ز.، عتابی، ف.، صوفی، م.، ۱۳۹۰. بررسی منافع جایگزینی CNG به جای بنزین در تاکسی‌های شهر تهران، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۳، شماره ۳، صفحه ۳۹-۴۸.

- عباسی، د.، قره‌باغی، م.، ۱۳۹۴. بررسی اهمیت اثرات گردشگری بر حمل و نقل مطالعه موردی: شهر مشهد، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و زیرساخت‌های شهری، تبریز.
- عبدالمنافی، س.ا.، عراقی، م.، مرادپور، ا.ه.، ۱۳۹۰. اثرسنجی طرح هدفمندسازی یارانه‌ها بر عملکرد سیستم حمل و نقل شهر تهران، دهمین کنفرانس بین‌المللی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- علیمردی، م.، مجتهدزاده، م.، حسن‌زاده، م.، صادقی، ن.، ۱۳۹۱. آسیب‌شناسی راهبردهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی مدیریت مصرف سخت در حمل و نقل عمومی بین‌شهری (جاده‌ای)، دوازدهمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران، تهران.
- فالاحی، ف.، حکمتی‌فرید، ص.، ۱۳۹۲. بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال دوم، شماره ۶، صفحه ۱۲۹-۱۵۰.
- قربانی، ن.، یزدانی‌چراتی، ج.، اعتمادی‌نژاد، س.، ۱۳۹۵. رابطه آلودگی هوا بر مرگ و میر ناشی از ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی در شهر مشهد در سال ۱۳۹۰، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۲۶، شماره ۱۴۶، صفحه ۴۷-۵۵.
- ملازم‌الحسینی، م.ک.، رجوعی، م.، مرادی، م.، ۱۳۹۶. تأثیر توسعه‌ی امکان گردشگری بر رضایت‌مندی گردشگران مذهبی (مطالعه موردی: کلانشهر مشهد)، فصلنامه مطالعات مدیریت گردشگری، سال دوازدهم، شماره ۳۹، صفحه ۱۲۳-۱۴۲.
- Ahn, J., Jeong, G., Kim, Y. 2008. A forecast of household ownership and use of alternative fuel vehicles: A multiple discrete-continuous choice approach, *Energy Economics*, 30(5), pp. 2091-2104.
- Brownstone, D., Bunch, D., Train, K. 2000. Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 34, No. 5, pp. 315-338.
- Chi, G., Quddus, M.A., Huang, A., Levinson, D. 2013. Gasoline price effects on traffic safety in urban and rural areas: Evidence from Minnesota, 1998-2007, *Safety science*, vol. 59, pp. 154-162.
- Cohen, J.T. 2005. Compressed natural gas for school buses: a cost effectiveness evaluation of alternative fuels, *Energy Policy*, Vol. 33, No. 13, pp. 1709-1722.
- 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., 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.
- Pirdavani, A., Brijs, T., Bellemans, T., Kochan, B., Wets, G. 2013. Evaluating the road safety effects of a fuel cost increase measure by means of zonal crash prediction modeling, *Accident Analysis & Prevention*, vol. 50, pp. 186-195.
- Yannis, G., Papadimitriou, E., Folla, K. 2014. Effect of GDP changes on road traffic fatalities, *Safety science*, vol. 63, pp. 42-49.