



مقایسه سه راهکار محدوده ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی و قیمت گذاری تراکم بر روی ترافیک شهر تهران

لیلا لطیفی، کارشناس ارشد حمل و نقل، کارشناس شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک¹
مهدی عابدینی، کارشناس ارشد راه و ترابری، کارشناس ارشد معاونت مطالعات و برنامه ریزی سازمان حمل
و نقل و ترافیک تهران²

¹ leilalatif12@gmail.com, 22221507

² abedinim63@yahoo.com, 88828256

چکیده

اخذ عوارض یکی از سیاست‌های مدیریت تقاضا است که معمولاً به منظور کاهش تقاضا در محدوده‌های پر تراکم از شهر اجرا می‌گردد. در این سیاست راننده موظف است به منظور تردد در ناحیه مورد نظر، هزینه‌ای را پرداخت نماید. از سوی دیگر برای جلوگیری از ورود خودروها به محدوده پرتراکم شهر تهران، از راهکار محدودیت تردد نوبتی (زوج و فرد) خودروها استفاده شده است. قیمت‌گذاری تراکم نیز به وسیله اخذ عوارض در عبور از محدوده خاص، یکی دیگر از روشهای مدیریت تقاضای سفر در مناطق شلوغ شهری می‌باشد. در این مقاله سه روش ممنوعیت تردد در محدوده‌های پر تراکم بررسی و تاثیرگذاری هر یک بر روی مدل کلان‌نگر شهر تهران اجرا شده است. نتایج هر راهکار با استفاده از نرم‌افزار EMME2 مورد تحلیل قرار گرفته است. نتیجه مطالعه نشان داد اجرای راهکارهای محدوده طرح ترافیک و محدودیت تردد نوبتی (زوج و فرد)، 8 درصد از کل زمان سفر نسبت به وضعیت بدون محدودیت طرح ترافیک و طرح زوج و فرد می‌کاهد و سرعت متوسط را $1/4$ کیلومتر بر ساعت افزایش می‌دهد. مقایسه راهکار اعمال محدودیت تردد وسایل نقلیه بر اساس شماره پلاک و قیمت‌گذاری تراکم نیز نشان داد که این دو راهکار اثرات ترافیکی و زیست‌محیطی مشابهی را فراهم می‌آورد. اما قیمت‌گذاری اندکی بهتر است.

کلید واژه: مدیریت تقاضا، محدوده طرح ترافیک، قیمت‌گذاری تراکم.



1 - مقدمه

برای حل مشکل تراکم می‌توان از سیاست‌های مختلفی استفاده نمود. یکدسته سیاست‌هایی هستند که موجب کنترل فیزیکی استفاده از خیابان‌ها می‌شود. بدین ترتیب که با تعیین محدودیت‌های فیزیکی، امکان دسترسی به خیابان‌هایی که در ساعاتی از روز تراکم ترافیک آن حداکثر است، کاهش می‌یابد. در شهر تهران هم از این نوع سیاست در زمان‌های مختلف به‌گونه‌های مختلف استفاده شده است. دسته دیگر، سیاست‌هایی است که دارندگان وسایل نقلیه شخصی را مجبور می‌کند برای تصمیم‌گیری درباره استفاده از وسیله نقلیه خود، به غیر از هزینه‌های عملیاتی و پارکینگ، هزینه‌هایی را به‌صورت غیرمستقیم (مانند افزایش نرخ بنزین) در نظر بگیرند. در این صورت با بالابردن هزینه خصوصی سفر و نزدیک کردن آن به هزینه اجتماعی سفر، می‌توان تا حدودی به مقدار مطلوب و کارآمد استفاده از خیابان‌ها نزدیک شد. روش سوم مبارزه با مشکل تراکم ترافیک، تعیین بهایی برای استفاده از خیابان یا بزرگراه و غیره است.

در این مقاله پس از مروری کوتاه بر سه روش محدوده ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی و قیمت‌گذاری تراکم، تاثیر این راهکارها بر روی ترافیک شهر تهران بررسی می‌شود.

2 - تعریف مسأله و اهداف تحقیق

یکی از مشکلات زندگی شهری امروز، معضل ترافیک و آمد و رفت پرحجم خودروهای شخصی شهروندان در معابر و خیابان‌های محدوده مرکزی شهری است. یکی از روش‌های مناسب برای کنترل ترافیک در مناطق پر تردد شهر، قیمت‌گذاری بر مسیرهای پر ترافیک شهر و دریافت عوارض از خودروهای استفاده‌کننده از این مناطق است. نتایج تجربیات و بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که با این کار، تقاضای حمل و نقل خصوصی در مناطق مورد نظر کاهش می‌یابد و ترافیک روان‌تر می‌گردد.

اخذ عوارض یکی از سیاست‌های مدیریت ترافیک است که معمولاً به منظور کاهش تقاضا در محدوده‌های پر تراکم از شهر اجرا می‌گردد. در این سیاست راننده موظف است به منظور تردد در ناحیه مذکور هزینه مستقیمی را پرداخت نماید. این دریافت هزینه اگرچه در نگاه اول به ضرر رانندگان است، ولی با توجه به شرایط موجود محدوده می‌تواند باعث سودی عمومی در اثر بهبود شاخص‌های ترافیکی برای کلیه کاربران محدوده گردد.

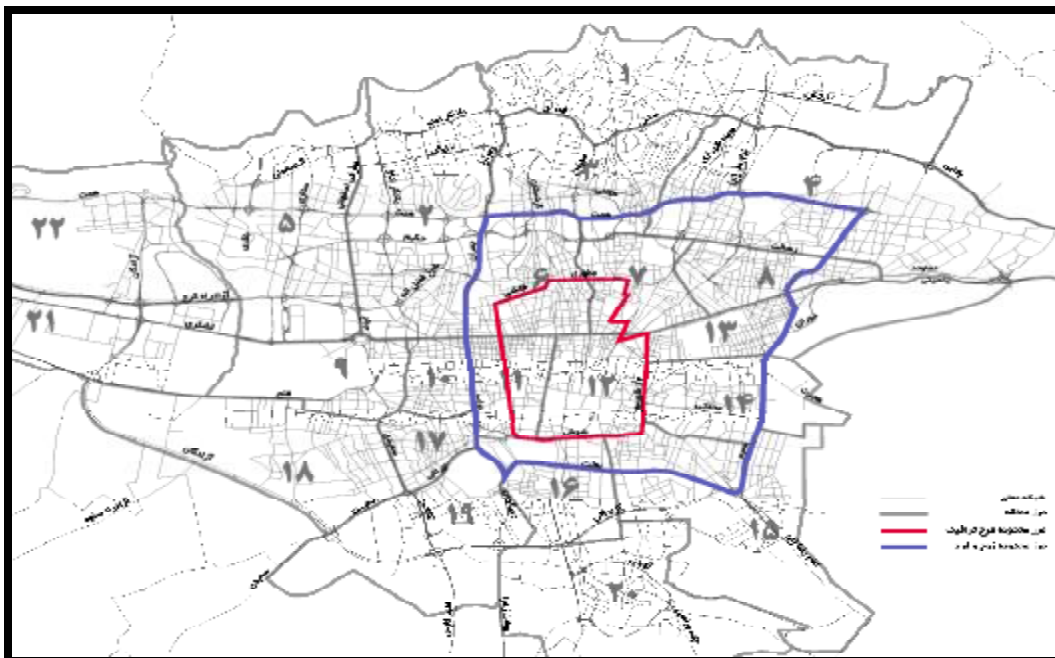
در این مقاله سعی شده است سه راهکار محدوده ممنوعه ترافیک، ممنوعیت طرح تردد نوبتی وسایل نقلیه (زوج و فرد) و قیمت‌گذاری با یکدیگر مقایسه شده و اثر ترافیکی آنها سنجیده شود. امید است که نتایج این پژوهش بتواند راه روشنی را در انتخاب راهکارهای بهینه مدیریت تقاضا فراهم آورد.



3- طرح محدوده ممنوعه ترافیک در شهر تهران

تهیه مجوز یا پرداخت عوارض برای ورود به محدوده مشخصی از شهر (معمولا منطقه مرکزی و تجاری شهر) را "اقدام اخذ عوارض ورود به محدوده" می نامند. در این طرح محدودیتی برای تعداد ورود به محدوده در طول مدت اعتبار مجوز وجود ندارد (وسایل نقلیه دارای مجوز به تعداد دفعات دلخواه، با داشتن مجوز می توانند به محدوده طرح واحد شوند) و معمولا به عنوان روشی برای کاهش میزان تراکم به کار می رود.

به طور کلی، کنترل سنتی محدوده طرح ترافیک نیاز به نیروی انسانی زیادی دارد که در شرایط بسیار سختی باید با تمرکز فراوان بر تقاطعها نظارت داشته باشند و خودروهای فاقد مجوز را جریمه کنند. شیوه سنتی محدودیت‌های عمده‌ای نیز دارد، از جمله اینکه هرگاه یک خودروی متخلف برای جریمه کردن متوقف می شود، تعداد زیادی از خودروها، بدون بررسی شدن از کنار آن می گذرند. همچنین، خطاهای متعددی در خواندن پلاک، نوشتن جریمه، و ثبت آن در پایگاه داده جریمه‌ها اتفاق می افتد و مدرکی نیز دال بر درست یا غلط بودن جریمه در دست نیست. با توجه به این دشواری‌ها و خطاها، مکانیزه کردن کنترل این محدوده ضروری بوده و از سال 1388 در تهران به اجرا درآمده است [1]. در شکل (1) محدوده طرح ترافیک و طرح زوج و فرد تهران در سال 1390 نشان داده شده است [2].



شکل (1). محدوده طرح ترافیک و طرح زوج و فرد تهران در سال 1390. [2]



به منظور ارزیابی محدوده طرح ترافیک از مدل تقاضای به روزرسانی شده سال 1390 در نرم افزار EMME/2 استفاده شده است. به این منظور دو سناریو به شرح زیر تعریف شده و نتایج اجرای سناریوها و تغییر شاخص‌ها در گزینه‌های تعریف شده بررسی شده است.

سناریو 1: شبکه شهر تهران با وجود محدوده طرح ترافیک و با محدوده زوج و فرد (وضعیت موجود).

سناریو 2: شبکه شهر تهران بدون وجود محدوده طرح ترافیک و بدون محدوده زوج و فرد.

در گزینه اول که وضعیت موجود را نشان می‌دهد شبکه شهر تهران با محدوده طرح ترافیک و با طرح زوج و فرد اجرا گردید. در این وضعیت سرعت متوسط در شبکه 26/5 کیلومتر بر ساعت می‌باشد. شرایط حرکت وسیله نقلیه نیز با شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد سنجیده می‌شود که برای شرایط آزاد و روان، مناسب و کند و بحرانی در این گزینه به ترتیب 25/6، 45/8 و 28/6 درصد می‌باشد. نسبت حجم به ظرفیت در این گزینه برای حالت‌های زیر ظرفیت 66/8 درصد، حدود ظرفیت 23/5 و بیش از ظرفیت 9/8 درصد است.

در گزینه دوم که شرایط شبکه بدون محدوده طرح ترافیک و بدون طرح زوج و فرد، را نشان می‌دهد سرعت متوسط در شبکه 25/1 کیلومتر بر ساعت تحقق می‌یابد. ارزیابی شرایط حرکت وسیله نقلیه با شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد انجام می‌شود. مقدار این شاخص برای شرایط آزاد و روان، مناسب و کند و بحرانی در این گزینه به ترتیب 24/4، 45/4 و 30/2 درصد می‌باشد. نسبت حجم به ظرفیت در این گزینه برای حالت‌های زیر ظرفیت 66 درصد، حدود ظرفیت 23/1 درصد و بیش از ظرفیت 10/8 درصد تعیین می‌گردد.

در حالتی که محدوده طرح اعمال نشود (سناریوی دوم) مردم به سمت استفاده از وسیله نقلیه روی آورده و میزان مسافر جابجا شده و مسافت طی شده در سیستم حمل و نقل همگانی کاهش می‌یابد. کاهش مصرف گازوئیل نیز تاییدی بر این نکته می‌باشد. افزوده شدن بر معابر دارای شرایط کند و بحرانی که در حالت برداشتن محدودیت منطقه طرح ترافیک بوجود می‌آید، تاکید بر عملکرد قابل قبول اعمال این روش در کلان شهر تهران است. یکی دیگر از موارد قابل توجه، کاهش 5/3 درصدی سرعت متوسط حرکت وسایل نقلیه در حالت اجرای گزینه دوم می‌باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت با اعمال سیاست محدودیت تردد در منطقه مرکزی شهر، سرعت متوسط حرکت 1/4 کیلومتر بر ساعت بهبود یافته است.

4 - طرح تردد نوبتی وسایل نقلیه در شهر تهران

در این اقدام، تردد وسایل نقلیه بر اساس آخرین رقم شماره پلاک آنها سهمیه‌بندی می‌شود. در اجرای این روش، یک محدوده، که در اکثر اوقات، مناطق مرکزی و تجاری شهر بوده و از لحاظ فیزیکی پر





ازدحام می‌باشد، به عنوان محدوده طرح مشخص شده و بر اساس برنامه‌ای مدون، ورود وسایل نقلیه در روزهای مشخص هفته یا ماه به ناحیه مربوطه سهمیه‌بندی می‌گردد. این نوع اقدام مدیریتی در کشورهای مختلف آمریکای لاتین، اروپا و آسیا اجرا شده است.

اصولاً الگوی تنظیم شده برای سهمیه‌بندی تردد وسایل نقلیه، از لحاظ مدت زمان اعتبار برای اجرا به دو دسته ثابت و متغیر در طول مدت اجرای طرح تقسیم می‌شود. در الگوی ثابت، سهمیه‌بندی تردد وسایل نقلیه در روزهای هفته بر اساس رقم آخر شماره پلاک، یک برنامه ثابت اجرایی برای تردد وسایل نقلیه در تمامی روزهای هفته در محدوده طرح ارائه می‌شود. رانندگان وسایل نقلیه با توجه به این الگو، در برخی از روزهای هفته مجاز به ورود به محدوده طرح می‌باشند. در این روش وسایل نقلیه هیچ‌گونه پیش‌بینی نسبت به چگونگی سهمیه‌بندی تردد نخواهند داشت. زیرا به‌طور مثال ممکن است در الگوی ارائه شده، در یک روز مشخص فقط شماره‌های زوج، فقط شماره‌های فرد و یا ترکیبی از این دو ارائه شود. لذا خانواده‌های متمکن نمی‌توانند نسبت به خرید وسایل نقلیه با شماره‌های معلوم در روزهای خاص اقدام نمایند. حال آن‌که در روش زوج و فرد، خانواده‌ها می‌توانند با خرید یک وسیله نقلیه با شماره زوج و یک وسیله نقلیه با شماره فرد نیاز خود را در کل ایام هفته مرتفع سازند [3]. در الگوی متغیر سهمیه‌بندی تردد وسایل نقلیه در روزهای هفته بر اساس رقم آخر شماره پلاک برای مدت یک سال و یا بازه‌های کوتاه‌تر (6 ماه)، یک الگوی معین در تمامی روزهای هفته برای تردد وسایل نقلیه ارائه می‌شود و سپس برای بازه زمانی بعدی الگوی محدودیت تغییر می‌کند. مطابق این روش، کاربران و رانندگان برای مدت تعیین شده جهت اجرای الگوی طرح، مجاز به تردد در محدوده طرح می‌باشند.

در روش محدودیت تردد وسایل نقلیه بر اساس زوج یا فرد بودن رقم آخر پلاک در روزهای هفته¹، وسایل نقلیه‌ای که آخرین شماره پلاک آنها زوج است؛ یعنی ارقام 2، 4، 6 و 8 در روزهای زوج هفته و وسایل نقلیه‌ای که آخرین شماره پلاک آنها فرد است، یعنی ارقام 1، 3، 5، 7 و 9 در روزهای فرد هفته اجازه ورود به محدوده طرح را دارند. اصولاً در این اقدام مدیریتی، یک روز در هفته، تردد در داخل محدوده طرح آزاد بوده و برای ورود به محدوده هیچ‌گونه کنترلی انجام نمی‌شود.

یکی از فواید طرح زوج و فرد کاهش مصرف سوخت می‌باشد. اگرچه ورود بخشی از خودروهای شخصی به محدوده طرح ترافیک زوج و فرد باعث کاهش تردد در این معابر می‌شود اما خود عاملی برای افزایش سوخت خواهد شد، چراکه باعث محدود کردن انتخاب مسیر شهروندان شده و افراد برای رسیدن به نقطه مقصد مجبور به انتخاب مسیر طولانی‌تری خواهند شد. این محدودیت علاوه بر انتقال

¹-Licence Plate Rationing-Based on odd-even of last Digit of vehicles Plate





گره‌های ترافیکی به میادین خارج از محدوده ترافیک و افزایش آلاینده‌های هوا در این مناطق، موجب افزایش مصرف سوخت نیز خواهد شد [4].

در این بخش به منظور اثرسنجی اعمال محدودیت تردد بر اساس زوج یا فرد بودن رقم آخر پلاک وسایل نقلیه در تهران، دو گزینه به صورت زیر تعریف شده و با هم مقایسه می‌شوند.

الف- گزینه ادامه وضع موجود (اعمال محدوده طرح زوج و فرد)

ب- گزینه عدم اعمال طرح زوج و فرد

در گزینه دوم شبکه وضع موجود با محدوده طرح ترافیک و بدون طرح زوج و فرد تعریف شده و نتایج تخصیص براساس مدل کلان‌نگر در نرم‌افزار EMME2، ارزیابی گردید. در این وضعیت سرعت متوسط در شبکه 24/7 کیلومتر بر ساعت می‌باشد. شرایط حرکت وسیله نقلیه نیز با شاخص نسبت زمان سفر به زمان سفر آزاد برای شرایط آزاد و روان، مناسب و کند و بحرانی به ترتیب 23/8، 44/2 و 32 درصد است. نسبت حجم به ظرفیت در این گزینه برای حالت‌های زیر ظرفیت 64 درصد، حدود ظرفیت 24/2 و بیش از ظرفیت 11/7 درصد تعیین می‌گردد.

اجرای طرح زوج و فرد موجب افزایش 1/5 کیلومتر بر ساعت در سرعت متوسط حرکت در شبکه شهر تهران می‌گردد. همچنین اجرای این طرح حدود 7 درصد بر معابر با ترافیک آزاد و روان افزوده و در مقابل در حدود 12 درصد از ترافیک کند و بحرانی کاسته است. همچنین در زمینه سیستم حمل و نقل همگانی، وجود طرح ممنوعیت تردد وسایل زوج و فرد موجب ترغیب مردم به استفاده از حمل و نقل همگانی شده است.

5- قیمت‌گذاری تراکم

حمل و نقل اگرچه شکوفایی اقتصادی و صرفه‌جویی در زمان را به ارمغان می‌آورد، اما منجر به مشکلات اجتماعی نظیر تراکم ترافیکی، آلودگی هوا، تصادفات، ... نیز می‌گردد. رشد سریع این مشکلات موجب شده است تا کارشناسان به ارایه راه‌حلهایی برای مقابله با آنها بپردازند. از جمله این روش‌ها راه‌حل‌های مدیریتی در زمینه قیمت‌گذاری تسهیلات حمل و نقل است [5]. با تغییر قیمت استفاده از تسهیلات حمل و نقل، رفتار استفاده‌کنندگان سیستم تغییر می‌کند. به عنوان مثال، اخذ عوارض متناسب با میزان استفاده وسایل سواری شخصی از محدوده مرکزی شهر به منظور کاهش آلودگی هوا، موجب تغییر مقصد سفر گروهی از مسافران از مرکز شهر به نقاط حاشیه‌ای و یا تغییر شیوه سفر (از شخصی به همگانی) و یا انتقال سفر به ساعات‌های خارج از دوره اوج ترافیک می‌شود. امروزه با استفاده از فناوری اطلاعات می‌توان در دو زمینه بر تصمیم‌گیری سفرها تاثیر گذاشت. داشتن اطلاعات دقیق و مناسب می‌تواند هم بر انتخاب «مسیر» و هم «زمان» سفرها تاثیر گذاشته و هر دوی آنها را بهبود بخشد. چنانچه مردم از وضعیت تراکم در معابر شهری اطلاع دقیق داشته باشند،





می‌توانند با استفاده از مسیرهای جایگزین (حتی در مورد سفرهای کاری) به موقع به مقصد برسند [6].

مطالعات بسیاری به بررسی حساسیت سفر وسیله نقلیه نسبت به عوارض جاده پرداخته‌اند. نتایج برخی مطالعات طبق آنچه در سایت حمل و نقل ویکتوریا¹ گزارش شده، حساسیت 0/1- تا 0/4- برای بزرگراه‌های شهری (10 درصد افزایش در نرخ عوارض 1 تا 4 درصد کاربرد وسیله نقلیه را کاهش می‌دهد) را نشان داده‌اند. این درصد می‌تواند بسته به نوع عوارض، نوع مسافر و سایر فاکتورها تغییر کند [7].

تجارب اخیر نشان می‌دهد که سفر کردن با خودرو به سمت حساسیت کامل به عوارض متمایل است، در نتیجه منافع مالی کمتری در بسیاری از پروژه‌های اعمال عوارض راه پیش‌بینی می‌شود [7].

مکنی² نشان داد اگر عوارض از 10 دلار در هر کیلومتر - وسیله نقلیه تجاوز کند، حجم‌های سفر و طول سفر به‌طور معناداری کاهش پیدا می‌کند. یک پرسش‌گری از سفرهای حومه شهری با مسافت طولانی نشان داد که محرک‌های مالی مهم‌ترین راهکارهای موثر برای کاهش سفرهای با خودرو شخصی هستند. به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود عوارض 3 دلار، سفرهای حومه شهری را 25 درصد کاهش دهد. مطالعه دیگری برآورد نموده است که قیمت‌گذاری تراکم می‌تواند بیش از 5/7 درصد VMT³ و بیش از 4/2 درصد سفرهای وسیله نقلیه را در یک منطقه کاهش دهد [7].

می و مایلن در سال 2000⁴ چهار روش قیمت‌گذاری شبکه شامل گرفتن عوارض بر پایه عبور از کمربند، عوارض بر پایه مسافت طی شده، عوارض بر پایه زمان صرف شده در سفر و عوارض بر پایه زمان صرف شده در تراکم را با در نظر گرفتن تقاضای انعطاف‌پذیر برای شهر کمبریج آزمایش و مقایسه کردند. جدول (1) عوارض تخمینی برای کاهش 10 درصد سفرها با وسیله نقلیه در این مطالعه را نشان می‌دهد. این مطالعه نشان داد که قیمت‌گذاری بر مبنای زمان بالاترین منافع را فراهم می‌آورد.

جدول (1). عوارض مورد نیاز برای کاهش 10 درصدی سفرها [7].

نوع قیمت‌گذاری جاده	عوارض مورد نیاز برای کاهش 10 درصد سفرها
کنترل محدوده (سنت در هر عبور)	45
مسافت (سنت در هر کیلومتر)	20
زمان (سنت در هر دقیقه)	11
تراکم (سنت در هر دقیقه تاخیر)	200

¹ - Victoria Transportation Policy Institute

² - Mekny

³ - Vehicle miles of travel

⁴ - May and Milne





اثرات و منافع قیمت گذاری جاده بستگی به ساختار قیمت دارد. یوبلس و ورهاف¹ در سال 2006 پیش بینی کردند که قیمت گذاری جاده در هلند سفرهای سواری را 6 تا 15 درصد کاهش می دهد. عوارض دوره اوج بر سفرهای روزانه حومه شهری اثر می گذارد و موجب ترکیب انتقال در زمان و شیوه سفر و روش کارکردن در خانه می شود.

هاروی و دهین² اثر قیمت گذاری تراکم بر روی اثرات حمل و نقل در چهار منطقه اصلی در منطقه شهری کالیفرنیا را مدل کردند. جدول (2) نتایج مطالعه آنها را برای سال 2010 نشان می دهد.

جدول (2). اثر قیمت گذاری تراکم بر روی شاخص های حمل و نقل [7].

اثر سفر	قیمت گذاری تراکم	قیمت گذاری راه	توضیحات
کاهش کل ترافیک	2	1	اثرات روی کل سفر بستگی به ساختار قیمت گذاری و کیفیت گزینه ها دارد
کاهش ترافیک ساعت اوج	3	2	هزینه های ثابت موجب تعدیل کاهش اوج می شود
انتقال اوج به دوره های غیر اوج	3	0	هزینه های ثابت هیچ انگیزه ای برای انتقال به وجود نمی آورد
انتقال سفر با خودرو به سایر سفرها	3	2	قیمت گذاری تراکم حمایت می کند کاربرد گزینه های دیگر سفر اما عوارض جاده این کار را نمی کند
بهبود دسترسی، کاهش نیاز برای سفر	0	-1	ظرفیت اضافی بزرگراه می تواند توسعه شهری کم تراکم را تشویق نماید
افزایش هم پیمایی	3	2	هم پیمایی را تشویق می کند
افزایش حمل و نقل همگانی	3	2	کاربرد حمل و نقل همگانی را تشویق می کند
افزایش دوچرخه سواری	2	1	دوچرخه سواری حمل و نقل همگانی را تشویق می کند
افزایش پیاده روی	2	1	پیاده روی حمل و نقل همگانی را تشویق می کند
افزایش دور کاری	2	1	-----
کاهش ترافیک بار	1	1	اثرات کمی ممکن است داشته باشد

سنجش از 3 برای خیلی سودمند تا 3- برای خیلی مضر صورت گرفته است. 0 حالت بدون اثر را نشان می دهد.

¹-Ubbels and Verhoef

²-Deahin , Harvey





در فوریه 2001 در نیویورک و نیوجرسی عوارض قیمت‌گذاری از ثابت به متغیر تغییر داده شد (عوارض کمتر در دوره‌های غیر اوج). عوارض دریافتی قبل و بعد از طرح برای سه دسته سواری‌های شخصی، خودروهای سواری و کامیون‌ها در جدول (3) نشان داده شده است.

جدول (3). تاثیر تغییر عوارض قیمت‌گذاری از ثابت به متغیر [7].

پرداخت پول نقد	پرداخت الکترونیکی ساعت اوج	پرداخت الکترونیکی ساعت غیر اوج	پرداخت الکترونیکی نیمه‌شب	
6 دلار	5 دلار	4 دلار	----	سواری
----	1 دلار	1 دلار	----	وسایل هم‌پیمایی
6 دلار	6 دلار	5 دلار	3/5 دلار	کامیون

اگرچه قیمت ساعت غیر اوج نسبتاً کم است (یک دلار برای هر سفر، کاهش 15 تا 20 درصد)، با این حال اثرات معناداری را نشان داده است. مقایسه یک روز در می 2001 (کمتر از دو ماه بعد از اجرای برنامه قیمت‌گذاری متغیر) با همان روز در می سال 2000، نشان می‌دهد که 7 درصد رانندگان کمتر در ساعت اوج از کریدورها و پل‌ها و 4 درصد کمتر از تقاطع در طول ساعات اوج عصر، سفر کردند. این کاهش‌ها تقریباً 5150 وسیله نقلیه کمتر در ساعات متراکم صبح و 2500 وسیله نقلیه کمتر در طول ازدحام عصرگاهی ایجاد کرده است.

همچنین 3350 سفر بیشتر در طول دوره غیر اوج 9 صبح تا 3 عصر ایجاد گردید. کامیون‌ها نیز 7 درصد (450) کمتر از تقاطع در طول اوج صبح عبور کردند درحالی‌که 4 درصد (270) بیشتر در طول نیمه‌شب حرکت کردند.

در این مطالعه برای قیمت‌گذاری از روش تعریف شاخص قیمت بر مبنای زمان استفاده می‌شود. به این منظور شاخصی که تعریف می‌شود میزان تمایل یا توان پرداخت عوارض توسط راننده وسیله نقلیه شخصی نسبت به حقوق دریافتی و به عبارتی ارزش زمانی آن فرد است. از آنجا که مدل‌های موجود در فرایند چهار مرحله‌ای پیش‌بینی تقاضا به قیمت حساس نیستند، بنابراین برای در نظر گرفتن تاثیر سیاست قیمت‌گذاری، تغییرات لازم در توابع زمان سفر اعمال می‌شود. در این بخش از مطالعه لازم است که مقدار زمان معادل قیمت عوارض که باید وارد توابع زمان سفر در مدل کلان‌نگر برآورد تقاضای سفر شهر تهران شود، مشخص گردد. بدین منظور ابتدا چند مطالعه انجام شده در این زمینه مرور می‌شود [8 و 9]. مبحث قیمت‌گذاری برای تسهیلات حمل و نقل اقدام پیچیده‌ای است که تاکنون مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. در این قسمت از گزارش، تعیین قیمت عوارض محدوده‌ای بیشتر مورد توجه می‌باشد. روش‌های مختلفی برای تعیین قیمت عوارض جاده‌ای و





روش اعمال قیمت گذاری در فرایند برنامه ریزی حمل و نقل وجود دارد. از جمله در مطالعه "استفاده از مدل انتخاب وسیله در سیاست قیمت گذاری محدوده مرکزی شهر تهران" که در سال 1383 به انجام رسیده، از پرسش گری برای تعیین قیمتی که استفاده کنندگان مایل به پرداخت هستند، استفاده شده است [10]. نتایج پرسش گری در ساختار لجوجیت در مدل های تفکیک وسیله تاثیر داده شده است. در مطالعه دیگری به نام "ارزیابی عوامل موثر در تعیین عوارض تردد در محدوده طرح ترافیک"، برای تعیین قیمت واقعی جهت ورود به محدوده طرح از روش محاسبه هزینه های بیرونی حرکت یک خودرو استفاده شده است [11]. در مطالعه مذکور با بررسی هزینه سوخت، پارکینگ و پارکبان، هزینه ازدحام و آلودگی هوا، مبلغی برای قیمت عوارض تعیین نموده است.

از سوی دیگر مطالعات بسیاری از جمله مطالعه "مساله یافتن عوارض بهینه برای یک کمربند مشخص در قیمت گذاری شلوغی" از روش بیشینه کردن منافع عمومی استفاده کنندگان و تعادل جریان استفاده کننده با تقاضای انعطاف پذیر استفاده شده است [12].

موارد بسیاری از این دست قابل اشاره هستند که از جمله آنها مطالعات یانگ در سال 1999 است که به بررسی مساله برقراری اصل قیمت گذاری هزینه حاشیه ای روی شبکه های شلوغ در شرایط تعادل استفاده کننده پرداخته است [12].

در این مطالعه برای تعیین قیمت بهینه معابر، به طوری که حجم وسایل نقلیه عبوری از این معبر بهینه باشد از دو شاخص استفاده می شود. منظور از حجم وسایل نقلیه بهینه، تردد حجمی از وسایل نقلیه از معبر است که زمان سفر وسایل نقلیه نسبت به زمان سفر آزاد آن بیشتر از دو برابر نباشد. در واقع در این حالت جریان ترافیک، جریان مناسبی است و با وضعیت کند و بحرانی فاصله دارد و در ضمن تعداد استفاده کنندگان از شبکه بیشترین تعداد است.

شاخص اول برای تعیین قیمت معابر، شاخصی است با نام هزینه تعادل شبکه معابر که از حاصل ضرب زمان سفر در حجم وسایل نقلیه به دست می آید. همان طور که بیان شد این شاخص باید تا جایی افزایش پیدا کند که بیشترین تعداد وسیله نقلیه از شبکه معابر عبور کند، اما شرایط شبکه از لحاظ زمان سفر به شرایط بحرانی نرسد. در واقع می توان گفت در نقطه تعادل هزینه شبکه، منافع تعداد بیشتری از استفاده کنندگان تامین می شود. این افراد می توانند در شبکه معابر با وسایل نقلیه شخصی خود تردد کنند در حالیکه وضعیت تردد وسایل نقلیه در شبکه، شرایط عادی و روان است. پس می توان گفت هزینه تعادل شبکه با منافع بیشترین استفاده کننده شبکه دو روی یک سکه می باشند. در نتیجه دومین شاخص به کار برده شده در اینجا، نسبت زمان سفر در شبکه به زمان سفر آزاد (t/t_0) است.

برای تعیین قیمت بهینه معابر، با اعمال قیمت های مختلف، ضمن بررسی شاخص هزینه تعادل شبکه، که به نوعی نشان دهنده حجم عبوری وسایل نقلیه است، شاخص t/t_0 که وضعیت شبکه معابر را از





لحاظ زمان سفر نشان می‌دهد نیز بررسی می‌شود و نقطه بهینه از لحاظ قیمت در مقایسه با سایر گزینه‌ها انتخاب می‌گردد.

سناریوی مورد بررسی به صورت قیمت‌گذاری معابر درون کمربند داخلی شهر تهران (یا به عبارتی معابر محدوده طرح زوج و فرد) تعریف می‌شود. این گزینه به دلیل امکان مقایسه با راهکارهای آرایه شده در بند قبل مربوط به تردد زوج و فرد خودروها در محدوده کمربند داخلی شهر تهران انتخاب شده است.

لازم به ذکر است که به منظور مقایسه اجرای راهکار قیمت‌گذاری معابر درون محدوده زوج و فرد با روش محدودیت تردد بر اساس شماره پلاک، دو گزینه به صورت زیر تعریف می‌شود و مقادیر شاخص‌های ترافیکی و زیست محیطی آنها زیر بار تقاضای سال 1390 در برنامه کلان‌نگر EMME2 با هم مقایسه می‌گردد.

گزینه اول، وضع موجود شبکه تهران با محدوده طرح ترافیک و بدون محدودیت تردد زوج و فرد. گزینه دوم، شبکه شهر تهران با محدوده طرح ترافیک و با قیمت‌گذاری معابر درون محدوده تردد زوج و فرد فعلی.

انجام قیمت‌گذاری بر روی معابر محدوده زوج و فرد موجب بهبود قابل ملاحظه شاخص‌های ترافیکی و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود، به گونه‌ای که سرعت متوسط بیش از 7 درصد (نزدیک به 2 کیلومتر بر ساعت) نسبت به حالتی که اخذ عوارض صورت نگیرد، افزایش دارد. از سوی دیگر در این گزینه بیش از 10 درصد از شبکه معابر با جریان کند و بحرانی کاسته می‌شود.

شاخص‌های زیست محیطی در جهت کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی با 10 درصد کاهش مصرف بنزین همراه است. همچنین با اجرای راهکار قیمت‌گذاری میزان تولید آلاینده CO در حدود 12 درصد و آلاینده HC در حدود 10 درصد آلاینده NOX بیش از 3 درصد کمتر تولید می‌شوند.

6- جمع‌بندی

در این مقاله سه راهکار طرح محدوده ممنوعه ترافیک، اعمال محدودیت تردد وسایل نقلیه بر اساس شماره پلاک و قیمت‌گذاری تراکم در راستای مدیریت تقاضای سفر در تهران اثرسنجی و مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی طرح محدوده ممنوعه ترافیک در شهر تهران پس از معرفی روش‌های مختلف اعمال این راهکار مدیریت تقاضا، وضعیت موجود شهر تهران با و بدون وجود محدوده طرح ترافیک تعریف شد. مقایسه راهکار اعمال محدودیت تردد وسایل نقلیه بر اساس شماره پلاک و قیمت‌گذاری تراکم نیز با تعریف سناریوهایی به انجام رسید. موارد کلی زیر را می‌توان از این مقاله نتیجه‌گیری نمود.





- 1- نتایج اجرای مدل به‌روزرسانی شده نشان داد که در مجموع وجود محدوده طرح 8 درصد از کل زمان سفر نسبت به گزینه عدم اجرای محدودیت‌های ترافیکی می‌کاهد و سرعت متوسط را $1/4$ کیلومتر بر ساعت افزایش می‌دهد.
- 2- در حالتی که محدوده طرح اعمال نشود مردم به سمت استفاده از وسیله نقلیه شخصی روی آورده و میزان مسافر جابجا شده و مسافت طی شده در سیستم حمل و نقل همگانی کاهش می‌یابد. کاهش مصرف گازوییل در حالت عدم اعمال محدوده ممنوعه طرح نیز تاییدی بر این نکته است.
- 3- معابر دارای شرایط کند و بحرانی در حالت برداشتن محدودیت منطقه طرح ترافیک است، افزوده می‌شود که تاکید بر عملکرد قابل قبول اعمال این روش در کلان‌شهر تهران است.
- 4- نتایج نشان داد که قیمت‌گذاری معابر و طرح اعمال محدودیت تردد زوج و فرد اثرات ترافیکی و زیست‌محیطی مشابهی را فراهم می‌آورد. اما قیمت‌گذاری اندکی بهتر است. به عنوان مثال درصد معابر با شرایط جریان ترافیک آزاد و روان با سناریوی قیمت‌گذاری $25/7$ و با سناریوی زوج و فرد $25/6$ می‌باشد. سایر نتایج نیز بسیار به هم نزدیک است.
- 5- این مقاله نشان داد که اعمال طرح محدوده ممنوعیت تردد به همراه تردد نوبتی وسایل نقلیه در معابری که تا سال 1390 به اجرا گذاشته شده‌اند، تاثیر قابل توجهی در بهبود شاخص‌های ترافیکی و زیست‌محیطی داشته و جایگزین نمودن طرح تردد نوبتی با قیمت‌گذاری در همان معابر تغییر قابل ملاحظه‌ای در بهبود شاخص‌های ترافیکی و زیست‌محیطی ایجاد نمی‌کند.

7 - منابع و مراجع

- [1]. شرکت کنترل ترافیک تهران، 1388، "کنترل مکانیزه محدوده طرح ترافیک".
- [2]. شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، بهار 1391، "مطالعات بازنگری طرح جامع مدیریت تقاضای سفر"، گزارش شماره 933/90.
- [3]. شرکت مهندسی مشاور آتیه‌ساز، 1388، "مطالعات بازنگری و توسعه محدوده ممنوعه تردد شهر مشهد"، جلد هفتم، گزارش شماره 88-426.
- [4]. پاک‌گوهر، ع.، هوشنگی‌فر، آ.، "بررسی جایگاه طرح تردد زوج و فرد در کلان‌شهر"، 1385، سومین کنفرانس منطقه‌ای مدیریت ترافیک.
- [5]. Coleman.A.O Flachery,(2005), "Transport Planning and Traffic Engineering", Elsevier.
- [6]. تقی‌زاده، ی.، ابراهیمی، م.، کلانتری، ن.، "بررسی مقایسه‌ای محدوده طرح ترافیک در تهران با برخی از شهرهای دنیا و ارائه راهکارهایی جهت بهبود محدودیت‌های موجود"، اسفند 1390، دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.
- [7]. <http://www.vtpi.org/tdm>, Online TDM Encyclopedia ,Updated January 2011.
- [8]. صفارزاده، م.، ادیب‌فر، ع.، میربها، ب.، "کارکردها و محدودیت‌های به‌کارگیری انواع طرح‌های قیمت‌گذاری معابر در تهران با توجه به تجارب جهانی"، اسفند 1390، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.
- [9]. بهروز، ح.، صفایی، ا.، چاوشی، ا.، "هزینه تردد؛ پاسخی به چالش‌های موجود طرح ترافیک تهران"، اسفند 1390، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.
- [10]. سالک مقدم، س.، کرمانشاه، م.، پورزاهدی، ح.، "استفاده از مدل انتخاب وسیله در سیاست قیمت‌گذاری محدوده مرکزی شهر"، اردیبهشت 1383، اولین کنگره ملی مهندسی عمران.
- [11]. تن‌زاده، ج.، توسطی خیری، پ.، "ارزیابی عوامل موثر در تعیین عوارض تردد در محدوده طرح ترافیک"، 1387، هشتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک تهران.
- [12]. افندی‌زاده، ش.، یدک، م.، کلانتری، ن.، "مساله یافتن عوارض بهینه برای یک کمربند مشخص در قیمت‌گذاری شلوغی"، بهار 1389، مجله مهندسی ترافیک.

