

ارزیابی و مقایسه فنی تأثیر طرح زوج یا فرد با سیاست نرخ گذاری محدوده،

در میزان کاهش آلاینده‌های تولید شده از تردد وسایل نقلیه

(مطالعه موردی: محدوده منتخب در شهر تهران)

مقاله پژوهشی

امیر طیرانی یوسف‌آبادی، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی عمران، معماری و هنر، دانشگاه آزاد اسلامی،

واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

علیرضا ماهپور*، استادیار، دانشکده عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

حسن جوانشیر، استادیار، گروه صنایع، دانشکده فنی مهندسی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: a_mahpour@sbu.ac.ir

دریافت: ۹۸/۱۱/۰۵ - پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۰

صفحه ۹۶-۸۱

چکیده

در سال‌های اخیر، طرح‌های ترافیکی متفاوتی از جمله اجرای طرح زوج یا فرد از درب منازل و یا گسترش محدوده طرح ترافیک به محدوده طرح زوج یا فرد، همزمان با به حداکثر رسیدن میزان انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران، به مرحله اجرا در آمده‌است. در این پژوهش، با توجه به مصوبه کمیته اضطرار آلودگی هوای شهر تهران به منظور گسترش طرح ترافیک به محدوده طرح زوج یا فرد در هفته پایانی آبان ماه ۱۳۹۵ و هم‌چنین هفته ابتدایی آذر ماه سال مذکور و با بهره‌گیری از اطلاعات به دست آمده از میزان تردد وسایل نقلیه شخصی در محدوده منتخب از شهر تهران، که در برگزیده ۱۵ تقاطع و آمار برداشت شده توسط سیستم Scats می‌باشد، میزان حجم عبوری در این محدوده را به وسیله نرم افزار Aimsun، در ۲ هفته فوق‌الذکر و هم‌چنین هفته سوم آبان و آذر ماه ۱۳۹۵ که در آن‌ها طرح زوج یا فرد در محدوده خود اجرا شده‌اند بررسی و میزان آلاینده تولید شده در این محدوده مقایسه شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در طول مدت زمان اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد و به طور مشخص با مقایسه اولین روز اجرای طرح ترافیک در محدوده مذکور با مدت زمان مشابه در هفته ماقبل از آن (طرح زوج یا فرد)، میزان آلاینده تولید شده ناشی از تردد وسایل نقلیه و برای آلاینده‌های HC, CO و NO_x به ترتیب ۲۰، ۱۸ و ۱۴ درصد کاهش یافته‌اند.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی فنی، طرح زوج یا فرد، طرح ترافیک، آلاینده، تهران

۱-مقدمه

جهان است. بر اساس یافته‌های اقتصادی و به دست آمده از آمار، پیش بینی می‌شود میزان فروش وسایل نقلیه تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۲ برابر میزان فعلی خود ارتقا یابد. پیش‌بینی می‌شود میزان CO_2 تولید شده در این بخش، تا سال ۲۰۲۰ به ۲۹۲۳ مگاتن افزایش و تا سال ۲۰۵۰ به ۲۲۹۷ مگاتن کاهش یابد. میزان CO_2

مالکیت فردی خودرو در سال‌های اخیر، این نگرانی را به وجود آورده‌است که میزان تولید آلاینده‌هایی نظیر CO_2 افزایش پیدا کند. نتایج نشان می‌دهد که میزان CO_2 تولید شده ناشی از تردد وسایل نقلیه در سال ۲۰۱۳ بالغ بر ۲۸۱۰ مگاتن بوده‌است که این میزان، دربرگیرنده ۸/۷ درصد از میزان کل CO_2 تولید شده در

میزان رشد را در میان سایر بخش‌های حمل‌ونقلی داشته‌است. در این میان، قاره آمریکا بیشترین سهم از میزان تولید گاز CO₂ را در میان کلی قاره‌ها داشته‌است [International Energy Agency, 2018]. به طور مثال و در کشور چین، میزان تولید این گاز در سال ۲۰۱۸ نسبت به سال ۲۰۱۳ بیش از ۵۰ مگاتن افزایش داشته‌است، در حالی که قاره اروپا و آمریکا، میزان تولید این گاز در سال ۲۰۱۸ نسبت به سال ۲۰۱۷، ۳۰ و ۱۲۰ مگاتن کاهش یافته‌است. در کشور ایران، میزان تولید گاز CO₂ در سال‌های ۱۹۷۱ و ۱۹۹۰ بالغ بر ۳۸/۹ و ۱۷۱ مگاتن بوده‌است. این رقم در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۶ به میزان ۴۱۸ و ۵۶۳ مگاتن افزایش داشته‌است. آمارها نشان می‌دهد روند تولید این گاز در کشور ایران بالغ بر ۲۲۹ درصد افزایش داشته‌است [Hydrocarbon balance sheet, 2015].

بیشترین میزان انتشار آلاینده‌های SO₂, SPM, CH₄, CO و NO_x از بخش حمل‌ونقل در کشور، به ترتیب به میزان ۹۷/۵، ۸۱/۶، ۷۹/۱، ۴۹/۳ و ۴۹/۳ درصد از کل انتشار این گازها در بخش انرژی کشور می‌باشد. سرانه مصرف نهایی انرژی ایران در بخش‌های کشاورزی، خانگی، عمومی و تجاری، حمل‌ونقل و صنعت، به ترتیب ۳/۳، ۱/۹، ۱/۷ و ۱/۵ برابر متوسط جهانی می‌باشد. مقایسه سرانه مصرف نهایی انرژی ایران به تفکیک حامل‌های انرژی با مقیاس جهانی نشان می‌دهد که سرانه مصرف نهایی گاز طبیعی ۶/۲ و نفت خام و فرآورده‌های نفتی ۱/۶ برابر متوسط سرانه جهانی می‌باشد [Energy balance sheet, 2015]. طبق آمار ارائه شده در ترازنامه هیدروکربوری کشور در سال ۱۳۸۴، عرضه کل حامل‌های انرژی شامل عرضه نفت خام، فرآورده‌های نفتی، گاز، مایعات و میعانات گازی، انرژی‌های تجدیدپذیر و ذغال سنگ و سوخت‌های سنتی، معادل ۲۱۸۴۶۶۰ میلیون بشکه نفت خام بوده است که میزان آن در سال ۱۳۹۴ به ۲۴۷۹۳۴۰ میلیون بشکه نفت خام رسیده‌است که نشان‌دهنده ۱/۲۷ درصد افزایش در دوره ۱۰ ساله می‌باشد. روند مصرف بنزین موتور در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴، از ۶۵ میلیون لیتر در روز، به حدود ۷۱ میلیون بشکه در روز رسیده‌است. بخش حمل‌ونقل با ۹۹/۵۴ درصد، بیشترین سهم از مصرف بنزین موتور در بخش‌های مختلف را در سال ۱۳۹۴ به خود اختصاص داده‌است [Hydrocarbon balance sheet, 2015]. حوزه

تولید شده توسط بیشتر کشورهای توسعه یافته در طول زمان کاهش خواهد یافت. اما بر خلاف این مسئله، میزان تولید این آلاینده در کشورهای کمتر توسعه یافته به مراتب افزایش خواهد یافت و این مسئله باعث بروز شکاف عمیق در میزان تولید این آلاینده بین کشورهای توسعه یافته و کشورهای کمتر توسعه یافته خواهد شد. رشد بیش از حد معمول تولید و مالکیت خودرو، نگرانی‌های زیادی را در خصوص میزان آلاینده CO₂ تولید شده، ازدحام و ترافیک وسایل نقلیه در سطح شهرها، امنیت انرژی، کاهش منابع، آلودگی هوا ناشی از ذرات معلق و هم چنین دود ناشی از خودروها، به وجود آورده‌است. فروش وسایل نقلیه در طول ۳۰ سال گذشته بیش از ۲ برابر رشد داشته‌است و این میزان از ۲۹ میلیون خودرو در سال ۱۹۸۰ به ۶۵ میلیون خودرو در سال ۲۰۱۴ رسیده‌است [Hao et al, 2016]. میزان تولید خودرو در سال ۲۰۱۷ بالغ بر ۹۷ میلیون خودرو در سطح جهان بوده‌است که این میزان نسبت به سال گذشته خود، ۲/۴ درصد افزایش داشته‌است. بیشترین میزان تولید خودرو در جهان متعلق به قاره آسیا و کشور چین با میزان تولید ۲۹ میلیون وسیله نقلیه بوده‌است. سهم کشور ایران از میزان تولید در سال ۲۰۱۶ بالغ بر ۱ میلیون و ۲۸۲ هزار وسیله نقلیه بوده‌است که این میزان با رشد ۱۸/۲ درصد در سال ۲۰۱۷، به ۱ میلیون و ۵۱۵ هزار وسیله نقلیه رسیده‌است [OICA, 2017]. بر اساس گزارش‌های مطرح شده در سال ۲۰۱۸، میزان تولید و فروش وسایل نقلیه در قاره آسیا نسبت به سال ۲۰۰۵، تقریباً بیش از ۲ برابر افزایش داشته‌است. در قاره اروپا، این میزان در سال ۲۰۱۷ و نسبت به سال ۲۰۰۷، به بالاترین میزان تولید و فروش خود رسیده‌است [OICA, 2018]. از مجموع میزان آلاینده CO₂ تولید شده در دنیا که بالغ بر ۳۲/۳۱ گیگاتن در سال ۲۰۱۶ بوده‌است، بخش حمل‌ونقل بعد از بخش تولید برق و گرما، که سهم ۴۲ درصدی از میزان تولید این آلاینده را دارا می‌باشد، با تولید ۷/۸۶۶ گیگاتن در مدت زمان مذکور، بیشترین سهم از تولید این آلاینده را با میزان ۲۴ درصد به خود اختصاص داده‌است. میزان افزایش تولید این آلاینده در بخش حمل‌ونقل و در سال ۲۰۱۶، نسبت به سال ۲۰۱۵، به میزان ۲ درصد افزایش یافته و این میزان نسبت به سال ۱۹۹۰ بیش از ۷۱ درصد رشد داشته‌است. بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در مدت زمان بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۶، با ۲ درصد افزایش بیشترین

حمل و نقل در سال ۱۳۹۴، با مصرف بیش از ۲۹۰ میلیون بشکه معادل نفت خام از مجموع کل مصرف فرآورده‌های نفتی به میزان ۴۶۳ میلیون بشکه معادل نفت خام، رتبه نخست بیشترین میزان مصرف فرآورده‌های نفتی را در کشور، به خود اختصاص داده است [Energy balance sheet, 2015]. در سال ۱۳۹۴، بیشترین حجم مصرف بنزین مربوط به استان‌های تهران، اصفهان و خراسان رضوی به ترتیب با ۵۱۶۵/۱، ۱۸۹۴/۱ و ۱۷۷۲/۱ میلیون لیتر و کمترین حجم مصرف مربوط به استان‌های ایلام، خراسان شمالی و کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب با ۱۶۵/۸، ۱۷۹/۸ و ۱۸۳/۸ میلیون لیتر بوده است [Energy balance sheet, 2015].

بررسی‌ها نشان می‌دهد میانگین میزان مصرف سوخت خودروهای در حال تردد در مقایسه با خودروهای هم رده روز دنیا، ۴۷ تا ۱۶۵ درصد بالاتر است. میانگین مصرف سوخت خودروهای داخلی نیز در سیکل شهری، ۱۶/۳ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر بوده که در مقایسه با متوسط مصرف جهانی، بسیار بالاست. نتایج نشان می‌دهد که مصرف سوخت خودروهای فرسوده در حال تردد، نزدیک به ۲ برابر خودروهای نو بوده و تقریباً دو برابر بیش از میانگین کل ناوگان، در تولید و انتشار آلاینده‌ها نقش ایفا می‌کند.

[Iran fuel conservation company, 2010].

تولید بنزین از ۱۹/۲ میلیون لیتر در روز در سال ۱۳۶۸، به ۵۶/۶ میلیون لیتر در سال ۱۳۹۵ و مصرف بنزین از ۲۱ میلیون لیتر در روز در سال ۱۳۶۸، به ۷۴/۷ میلیون لیتر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافت. [Statics of energy consumption of energy products, 2016] با بررسی دقیق موارد مطرح شده در این بخش، می‌توان به معضل زیست محیطی ایجاد در سطح کشور و علی‌الخصوص کلانشهرها با توجه به روند رو به رشد تولید و مصرف فرآورده‌های نفتی، اشراف مناسبی پیدا کرد.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- طرح زوج یا فرد

در سال ۱۹۷۷ شهرداری لاگوس با همکاری دولت فدرال نظامی نیجریه، برنامه محدودیت تردد شخصی را در معابر و برخی از قسمت‌های مناطق شهری در روزهای زوج یا فرد به

مرحله اجرا درآورد. این شهر دارای ۴ میلیون نفر جمعیت و نرخ مالکیت ۳/ می‌باشد. نتایج طرح اجرا شده در این شهر در سال اول اجرا، موجب شد تا تراکم ساعات اوج کاهش یافته و با افزایش سرعت سفر، تعداد تصادفات بالا رود. در سالیان بعد حجم ترافیک افزایش یافت که علت عمده آن خریداری اتومبیل‌های اضافه (با شماره‌های زوج یا فرد) توسط افراد و نهادهای مختلف بود که امکان دسترسی به محدوده ممنوعه را در تمام ایام هفته دارا باشند. هم چنین فروش موتورسیکلت و مینی بوس نیز افزایش پیدا کرد. با وجود این، تراکم ترافیک کمتر از دوره قبل از طرح بود [Tomori, 1977]. در شهر بوگوتا در کشور کلمبیا نیز، طرحی به منظور کنترل میزان تردد در روزهای کاری و در سالیان گذشته، به اجرا گذاشته شد. هدف این طرح کاهش تعداد خودروهای سفر کننده در روزهای کاری بوده است که بطور موفقیت آمیز اجرا شد. بعضی از اهداف بدست آمده به وسیله این روش، شامل سازماندهی عبور و مرور خودروها، ایجاد توازن در استفاده از فضاهای عمومی، کاهش استفاده از اتومبیل‌های شخصی، ایجاد آگاهی و نظم در میان شهروندان بوده است. نتایجی که با استفاده از این روش به دست آمده است، عبارتند از: افزایش سرعت ۲ برابری خودروها، کاهش زمان سفر به نصف، کاهش تصادفات به میزان ۲۸ درصد، کاهش بار ترافیکی، کاهش آلودگی هوا تا ۱۰ درصد، کاهش مقدار مصرف بنزین سالانه به میزان ۵۲ دلار برای هر خودرو [Diaz, 2001]. در نوامبر سال ۱۹۸۹، ممنوعیت تردد خودروهای سواری در یک روز مشخص از هفته، در مکزیکوسیتی به مرحله اجرا درآمد. این طرح با نام روز بدون خودرو، اجرایی گردید. طبق این طرح، مقرر گردید که رقم سمت راست شماره پلاک خودروهایی که به ۰ و ۱ ختم می‌شود، نتوانند در روز دوشنبه رفت و آمد کنند. همین ترتیب نیز شماره‌های مختوم به ۲ و ۳ در روز سه‌شنبه، ۴ و ۵ در روز چهارشنبه، ۶ و ۷ در روز پنج‌شنبه، ۸ و ۹ نیز در روز جمعه مجاز به رانندگی نمی‌باشند. این برنامه طوری طرح‌ریزی شد که فقط در فصل زمستان بعد از فصل بارانی و زمانی که پدیده وارونگی و در نتیجه آلودگی هوا افزایش می‌یابد به کار گرفته شود. از نتایج اجرای این طرح می‌توان به کاهش میزان بار ترافیک در حدود ۵ درصد اشاره کرد [Wirth, 1977]. به منظور بهبود کیفیت هوا، شهرداری پکن اقدامات سخت گیرانه‌ای را

-مدل مزوسکوپیک با توجه به سرعت میانگین و انحراف معیار استاندارد آن.

-مدل هیبرید با رویکرد محاسبه مجدد و اعتبارسنجی آلاینده تولید شده به روش خوشه‌ای.

در این پژوهش، میزان آلاینده تولیدشده با رویکرد میکروسکوپیک، برابر با ۷۰/۰۶ تن و در ساعات پیک ترافیک صبحگاهی بوده‌است. میزان آلاینده تولیدشده و بر اساس روش‌های مزوسکوپیک و با مبنای میانگین سرعت، نتایج میزان آلاینده با مقداری کمتر از حد سطح قابل انتظار بدست آمده‌است. نتایج بدست آمده با رویکرد مزوسکوپیک و هم چنین سرعت میانگین و با انحراف معیار استاندارد نیز نتوانسته است نتایج قابل قبولی را به دست آورد. در رویکرد نهایی و با استفاده از روش محاسبه مجدد و اعتبارسنجی آلاینده تولیدشده به روش خوشه‌ای، نتایج بدست آمده، مقبولیت بیشتری را نشان می‌دهند. بر این اساس، با استفاده از ساختار هیبرید موجود در نرم‌افزار شبیه‌سازی و با استفاده از مدل با ساختار اعتبارسنجی خوشه‌ای، این ساختار به منظور برآورد میزان آلاینده برای مقیاس‌های کلان پیشنهاد شده‌است [Ran Tu et al, 2018]. در مطالعاتی که در سال ۲۰۱۸ صورت گرفته است، با ترکیب ساختارهای موجود در نرم‌افزار Aimsun و مدل محاسبه میزان انتشار آلاینده (AVL) (CRUISE)، تاثیر ازدحام ترافیک بر روی میزان آلاینده تولیدشده در شبکه شهری مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، از مدل میکرو و بر اساس قانون پیروی خودرو استفاده شده‌است و مدل بدست آمده با الگوهای رفتاری رانندگی در شهر تورین ایتالیا و با استفاده از سیستم نظارت ترافیک شهری، مورد سنجش و کالیبراسیون قرار گرفته‌است. با توجه به ساختار جریان آزاد و هم چنین شرایط ازدحام ترافیک، نتایج بدست آمده برای سوخت مصرفی، اختلافی بسیار زیاد بین ۲۵/۸- درصد کاهش و ۲۰/۹ درصد افزایش را نشان می‌دهد. کریدور مورد مطالعه، خیابانی شمالی-جنوبی در محدوده شهری بوده که دارای ۵ تقاطع اصلی می‌باشد. سناریوهای پژوهش عبارتند از:

-روزهای پنج‌شنبه و جمعه از ساعت ۵ الی ۶ صبح و با شرایط ترافیک آزاد و سیستم فعال کنترل ترافیک شهری فعال.

برای انتشار گازهای خروجی از وسایل نقلیه اعمال کرد و توسعه حمل‌ونقل عمومی را در دستور کار قرار داد. شهر پکن بر طبق آخرین آمار منتشر شده در سال ۲۰۱۶، دارای ۲۱ میلیون نفر جمعیت بوده است. در آگوست سال ۲۰۱۲، میزان خودروهای این شهر از مرز ۵/۱ میلیون دستگاه عبود کرد و هم چنین تعداد راننده‌های این شهر به میزان ۷/۲ میلیون نفر رسیدند. سهم گاز آلاینده NO_x ، به عنوان یکی از اصلی‌ترین گازهای آلاینده که ناشی از دود خروجی وسایل نقلیه می‌باشد، به مرز ۴۰٪ رسید. شهر پکن در سال ۲۰۰۸، به منظور کاهش میزان آلودگی هوا و هم چنین کاستن از میزان فشار ترافیک شهری و ارتقا میزان بهبود کیفیت هوای شهر در طول مسابقات المپیک، طرح زوج یا فرد را به مرحله اجرا درآورد. در کنار شهر پکن، سایر کلانشهرهای چین نیز این طرح را عملیاتی نمودند [Xiaoyao Xie a et al, 2016]. با استفاده از سیستم مانیتورینگ و با تمرکز بر گازهای CO ، PM_{10} ، NO_2 ، O_3 بر جاده‌های کمربندی و هم چنین جاده‌های مرتبط با آنها و شبکه شهری پکن، برای قبل از مسابقات، هنگام برگزاری و بعد از مسابقات، مورد سنجش قرار گرفتند. در این تحقیق، بازه‌های زمانی روز و سرعت وزش باد نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند. مقدار گازهای فوق‌الذکر، همگی نسبت به دوره قبل از برگزاری مسابقات، به صورت فاحشی کاهش پیدا کردند [Hao Cai, Shaodong Xie, 2011].

۲-۲- شبیه‌سازی

نرم افزار Aimsun قابلیت شبیه‌سازی ترافیک را برای حالت‌های ماکروسکوپیک، میکروسکوپیک، مزوسکوپیک و هیبرید را دارا می‌باشد. در پژوهشی که در سال ۲۰۱۸ صورت پذیرفته‌است، ۳ حالت شبیه‌سازی میکرو، مزو و هیبرید مورد استفاده قرار گرفته است. ورودی داده‌ها برای انجام مدل‌سازی، بر اساس ورودی داده‌ها از طریق ماتریس OD و برای شهر تورنتو کانادا می‌باشد. میزان مجموع آلاینده به دست آمده، بر اساس رویکردهای زیر بوده است:

-مدل میکروسکوپیک.

-مدل مزوسکوپیک با توجه به محاسبه میانگین سرعت (رویکرد میانگین سرعت-مبنا).

همان‌طور که در جداول فوق آورده شده‌است، نتایج بدست آمده از میزان آلاینده تولید توسط نرم افزار Aimsun و با رویکردهای سیستم کنترل ترافیک شهری فعال هم در شرایط ترافیک آزاد و هم در شرایط ازدحام ترافیک، نتایج مطلوب‌تری را نسبت به سایر حالت‌ها، نشان می‌دهد [Christos Samaras et al, 2018].

همواره بروز معضل ترافیک و ازدحام وسایل نقلیه، زمینه ساز هدر رفت منابع انرژی و تولید آلاینده توسط وسایل نقلیه می‌شود. بحث مدیریت ترافیک، در کنار اینکه می‌تواند به روان سازی ترافیک کمک کند، باعث جلوگیری از تاثیرپذیری محیط زیست از ازدحام وسایل نقلیه می‌گردد. در پژوهشی که در سال ۲۰۱۶ صورت پذیرفته‌است، مطالعاتی جهت بررسی تاثیر پذیری محیط زیست از برخی از ساختارهای مدیریت ترافیک و هم چنین ایجاد ساختار طرح‌های پیاده‌روها در نظر گرفته شده‌است. ایجاد ساختار و طرح پیاده‌روها برای بخش‌هایی از یک مسیر و تغییر یک خیابان دو بانده به خیابان تک بانده و تغییر جهت جریان ترافیک در امتداد مسیر تک بانده، برای بخش‌های مختلفی از مرکز شهر تسالونیکي صورت پذیرفت. تاثیراتی که محیط زیست می‌تواند از این ساختارها داشته باشد، به وسیله پیش‌بینی میزان سوخت مصرفی و همچنین گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های انتشار یافته از وسایل نقلیه، در نرم‌افزار Aimsun صورت پذیرفت. برای انجام این پژوهش، صبح روزهای هفته و در زمان اوج ترافیک، از ساعت ۹ الی ۱۰ مدنظر پژوهشگران قرار گرفت. میزان تقاضای ترافیکی جهت ایجاد ساختار موردنظر در نرم‌افزار، از طریق مدل میکروسکوپیکی موجود انجام پذیرفت. بررسی میزان سوخت مصرفی، میزان آلاینده‌های CO₂، NO_x و ذرات معلق PM، از نتایج موردنظر برای این پژوهش می‌باشند. برداشت اطلاعات ترافیکی در مطالعاتی که صورت پذیرفته است، از طریق قراردادن سنسورهای برداشت اطلاعات برای ۱ ساعت اوج ترافیک صبحگاهی و از ساعت ۹ الی ۱۰ و در روز چهارشنبه ۱۵ اکتبر ۲۰۱۴ بوده‌است. بر اساس این تحقیق که در بخشی از مسیر تردد در تسالونیکي بوده‌است، ۹۰ درصد وسایل نقلیه خودروهای سواری، ۵ درصد تاکسی‌ها، ۴ درصد کامیون‌ها و ۱ درصد هم اتوبوس‌ها بوده‌اند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که چنانچه طرح ایجاد ساختار پیاده‌روها صورت پذیرد، میزان سوخت مصرفی و هم‌چنین میزان آلاینده تولیدشده

روزهای سه‌شنبه و پنج‌شنبه در ۲ هفته متوالی از ساعات ۱۲ الی ۱۳ و ۸ الی ۹ صبح و با شرایط‌های ترافیک آزاد و پر ازدحام با سیستم کنترل ترافیک شهری فعال.

روزهای چهارشنبه در ۲ هفته متوالی و از ساعات ۱۲ الی ۱۳ و ۸ الی ۹ صبح و با شرایط ترافیکی آزاد و پر ازدحام با سیستم کنترل ترافیک شهری غیرفعال. در این مطالعه، از روش توزیع ماتریس OD استفاده شده‌است. با قرار گرفتن شمارنده‌ها در موقعیت‌های مورد نظر و در مبادی ورودی و خروجی، تقاضای ترافیکی برای ۷۵۰۰،۵۰۰۰ و ۱۰۰۰،۵۰۰۰ سفر شهری تحت شرایط جریان آزاد، نرمال و پر ازدحام به دست آمده است. با توجه به ساختار موجود در نرم افزار Aimsun نیز، تعداد تکرارهای مناسبی برای به دست آوردن مناسب‌ترین و بهینه‌ترین جواب محاسبه شده است. نتایج به دست آمده در این تحقیق به شرح جدول زیر بوده‌اند.

جدول ۱. نتایج بدست آمده با استفاده از سیستم کنترل ترافیک فعال

سیستم کنترل ترافیک شهری فعال		
شرایط ازدحام	شرایط نرمال	
۲۵۲	۱۹۴	CO ₂ (گرم/کیلومتر)
۱۹۴	۱۴۷	زمان سفر (ثانیه)
۸۲۳۳	۵۳۷۸	حجم (وسيله/ساعت)

جدول ۲. نتایج بدست آمده با استفاده از سیستم کنترل ترافیک غیرفعال

سیستم کنترل ترافیک شهری غیرفعال		
شرایط ازدحام	شرایط نرمال	
۲۶۴	۲۱۱	CO ₂ (گرم/کیلومتر)
۲۴۵	۲۰۰	زمان سفر (ثانیه)
۸۱۵۱	۵۳۵۱	حجم (وسيله/ساعت)

جدول ۳. درصد تغییرات بین دو سیستم کنترل ترافیک فعال و غیرفعال

سیستم کنترل ترافیک شهری فعال و غیرفعال		
شرایط ازدحام	شرایط نرمال	
۴/۸	۸/۸	CO ₂ (گرم/کیلومتر)
۲۶/۳	۳۶/۱	زمان سفر (ثانیه)
-۱/۰	-۰/۵	حجم (وسيله/ساعت)

این طرح‌ها قادر به کاهش اثرات جانبی منفی ناشی از ترافیک، مانند تصادفات، تراکم و انتشار، تا سطوح مختلف هستند.

بر این اساس و در شهر لندن، آغاز طرح از سال ۲۰۰۳ و در محدوده به وسعت ۲۱ کیلومترمربع آغاز گردید. میزان عوارض دریافتی در ابتدای اجرای طرح ۵ پوند بوده است که این مبلغ تا سال ۲۰۱۴ به ۱۱/۵ پوند افزایش یافته است. نحوه دریافت عوارض به روش‌های مختلف از جمله پرداخت روزانه، پرداخت به هنگام ورود، خروج و یا سفرهای درون محدوده صورت گرفته است. مدت زمان اجرای طرح، از ساعت ۷ صبح الی ۶ بعدازظهر بوده و از نتایج آن می‌توان به کاهش میزان ترافیک از ۴ درصد در سال ۲۰۰۳ به ۲۱ درصد در سال ۲۰۰۸ اشاره نمود. هم چنین میزان آلاینده‌های NO_x ، PM_{10} و CO_2 نیز به ترتیب ۱۳، ۱۵ و ۱۶ درصد در این محدوده کاهش یافته‌اند.

در شهر استکهلم، این طرح از سال ۲۰۰۶ به صورت آزمایشی آغاز گردید. محدوده اجرای طرح ۳۰ کیلومترمربع و عوارض پرداختی در طرح فوق، از ۲۰ کرون برای ساعات پیک تا ۶۰ کرون برای تمامی ساعات روز متفاوت بوده است. از نتایج اجرای این طرح در شهر استکهلم، می‌توان به کاهش متناوب ۱۸ الی ۲۱ درصدی ازدحام ترافیک در طول سال‌های ۲۰۰۶ الی ۲۰۱۱ اشاره کرد. از دیگر نتایج بدست‌آمده از این طرح نیز می‌توان به کاهش ۱۳ درصدی آلاینده‌های PM_{10} و CO_2 اشاره نمود.

در طرح اجرایی در شهر میلان، طرح پرداخت عوارض آلاینده‌گی از سال ۲۰۰۸ و طرح پرداخت عوارض تردد از سال ۲۰۱۲ به مرحله اجرا درآمد. وسعت محدوده اجرای این طرح ۸ کیلومترمربع بوده و میزان عوارض آلاینده‌گی از ۰ الی ۱۰ یورو در روز و عوارض تردد روزانه نیز ۵ یورو بوده است. نحوه اجرای این طرح‌ها تمامی روزهای هفته و از ساعت ۷:۳۰ تا ۱۹:۳۰ بوده است. از جمله نتایج این طرح می‌توان به کاهش ۱۰/۸ درصدی تردد در سال ۲۰۱۱ اشاره کرد. هم چنین میزان آلاینده PM_{10} نیز در سال ۲۰۱۱ و با اتخاذ سیاست عوارض میزان آلاینده‌گی به میزان ۱۵ درصد کاهش یافته است [Crocì et al, 2016]. افزایش ترافیک موتوری در شهرهای بزرگ و مناطق اطراف آن‌ها باعث مشکلات اجتماعی، محیطی و اقتصادی متعددی می‌شود که اغلب به دلیل استفاده از اتومبیل شخصی به عنوان شیوه حمل‌ونقل اصلی در تغییرات شهری هستند.

در محدوده مذکور افزایش خواهد یافت. هم چنین با ایجاد ساختار پیاده‌روها، تغییر محسوسی در میزان تقاضای سفر که منجر به کاهش میزان سوخت مصرفی و میزان آلاینده تولید شده‌باشد، دیده نشده است [Mintsis et al, 2016].

۲-۳-سیاست نرخ گذاری

سنگاپور یکی از قدیمی‌ترین سیاست‌های نرخ‌گذاری جاده را در دنیا و از سال ۱۹۷۵ به مرحله اجرا درآورد. در این طرح که دولت سنگاپور به منظور جلوگیری از ازدیاد وسایل نقلیه در مرکز شهر و جلوگیری از تردد بی‌شمار آن‌ها در سطح شهر می‌باشد، سیاست دریافت مبالغ را به منظور تردد در سطح شهر از شهروندان خود، آغاز کرد [Agarwal et al, 2015].

اجرای طرح نرخ‌گذاری در سنگاپور، حجم خودروها را تا ۴۵ درصد در مرکز شهر کاهش داد [Phang, 2004].

سنگاپور یک برنامه‌ریزی مجدد به منظور معرفی نرخ‌گذاری در بعضی از بزرگراه‌ها در طول ساعات اوج انجام داد. تحت سیستم نرخ‌گذاری تراکم، میزان قیمت‌ها بر طبق سطح ازدحام ترافیک تغییر می‌کند. پس از گذشت یک سال از اجرای سیستم نرخ‌گذاری تراکم، حجم ترافیک روزانه ۱۵ درصد کاهش یافت. بخشی از عواید این کار صرف افزایش بزرگراه و بخش دیگر نیز صرف بهبود حمل‌ونقل عمومی گردید [Menon, 2000].

طرح‌های نرخ‌گذاری جاده شهری به منظور کاهش اثرات جانبی ناشی از ترافیک طراحی شده‌اند. کاهش زمانی ناشی از تراکم، آلودگی محلی، نویز، مشارکت در تغییر آب و هوا ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، هزینه‌های سنگ فرش و خسارت جاده‌ای، افزایش خطرات حوادث، مصرف بیشتر سوخت، کاهش کیفیت زندگی، از جمله اثرات اصلی می‌باشند. علاوه بر این، طرح‌های نرخ‌گذاری جاده باعث ایجاد درآمد عمومی می‌شود. کروجی و دیگران در سال ۲۰۱۶، ارزیابی مقایسه‌ای سه تجربه اصلی نرخ‌گذاری جاده شهری در اروپا: لندن (عملیاتی از سال ۲۰۰۳)، استکهلم (عملیاتی از سال ۲۰۰۷) و میلان (عملیاتی از سال ۲۰۰۸) را انجام داده‌اند. از زمان راه‌اندازی، این طرح‌ها از نظر میزان بار، مساحت کاربردی و ویژگی‌های دیگر تنظیم شده‌اند.

می‌گذارد. در این مقاله به بررسی تاثیر تغییرات زمانی بهینه نرخ‌گذاری جاده، در پراکندگی آلودگی هوا پرداخته و نشان داده‌اند که با تغییر زمان نرخ‌گذاری جاده‌ای، نیاز است تا رانندگان هزینه‌های اجتماعی تراکم و آلودگی را به عنوان متغیر وابسته به زمان متقبل شوند. در این راستا، آنان یک مدل اقتصادی اکولوژیکی را توسعه داده‌اند که تاثیرات نرخ‌گذاری جاده‌ها بر الگوهای گردش روزانه را در نظر می‌گیرد. آنان نرخ‌گذاری مسیر را در زمان پراکندگی آلودگی در طول روز و اثرات آن بر جریان‌های ترافیکی، زمان ورود و تعداد مسافران را با خودرو مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند [Coria and Zhang, 2017].

۳- روش تحقیق

در این پژوهش، به منظور بررسی میزان آلاینده تولید شده در محدوده‌ای منتخب از شهر تهران، تلاش گردیده‌است محدوده‌ای انتخاب شود که اطلاعات مربوط به حجم خودروها و درصد گردش آن‌ها در طول شبانه‌روز، در اختیار است.

۳-۱- اطلاعات محدوده انتخابی

محدوده منتخب جهت انجام پژوهش، از شمال به خیابان خرمشهر (تقاطع خرمشهر-سهروردی، خرمشهر-مرغاب، خرمشهر-صابونچی و خرمشهر-قنبرزاده)، از شرق به خیابان شریعی (تقاطع مطهری-شریعی، پلیس-شریعی، بهار شیراز-شریعی و بهشتی-شریعی)، از جنوب به خیابان مطهری و از غرب نیز به خیابان ولیعصر (عج) محدود می‌گردد. پس از مشخص شدن محدوده مورد نظر، تصویر این ناحیه از Google Maps استخراج شده و در نرم افزار Aimsun پیاده‌سازی گردید.

شکل ۱. محدوده انتخابی جهت انجام پژوهش



پیاده‌سازی نرخ‌گذاری جاده شهری مناسب‌ترین سیستم برای تنظیم مصرف یا دسترسی به منابع کمیاب است و نیاز دارد که کاربران خودرو در زمان استفاده از وسایل نقلیه خود در یک منطقه خاص یا در یک جاده مشخص هزینه پرداخت کنند. اثربخشی نرخ‌گذاری جاده شهری اغلب در توانایی برای رسیدن به اهداف خاص، از جمله کاهش تراکم، بهبود زیست‌محیطی، تولید درآمد، برابری، رشد اقتصادی، سلامت، ایمنی و قابلیت سکونت نشان داده می‌شود. افزایش آلودگی هوا ناشی از افزایش تراکم ترافیک در شهرهای بزرگ و محیط اطرافشان یک معضل مهم قلمداد شده و نیازمند تغییرات در رفتار سفر افراد است. پژوهشی در سال ۲۰۱۷ براساس ایجاد یک سیستم نرخ‌گذاری جاده شهری فرضی در مادرید (یک نمونه تصادفی $n =$ صورت پذیرفت. محققین یک مدل پیش بینی آلودگی هوا را با تحلیل سری‌های زمانی توسعه دادند تا پیامدهای آلودگی احتمالی هوا در مادرید را ارزیابی کنند. نتایج نشان می‌دهد که نرخ‌گذاری جاده فرضی برای مادرید می‌تواند تاثیرات قابل توجهی بر کاهش آلودگی هوا در خارج و داخل از شهر داشته باشد. علاوه بر این، این سیستم می‌تواند اثرات مثبت قابل توجهی را به سمت استفاده از حمل‌ونقل عمومی و وسایل نقلیه غیرموتوری در داخل منطقه عوارضی فرضی داشته باشد. این امر نشان می‌دهد که سیستم ظرفیت بالایی برای ایجاد انگیزه در کاهش آلودگی هوا و تحمیل رفتارهای پایدار برای کاربران حمل‌ونقل عمومی دارد [Miguel et al, 2017]. نرخ‌گذاری جاده می‌تواند با کاهش و پخش جریان‌های ترافیکی، کیفیت هوا را بهبود بخشد. با این وجود، کیفیت هوا تنها به جریان‌های ترافیک بستگی ندارد، بلکه بر روی پراکندگی آلودگی نیز تاثیر می‌گذارد. در سال ۲۰۱۰، هزینه‌های بهداشتی آلودگی هوا به دلیل حمل‌ونقل جاده‌ای در حدود ۱ تریلیون دلار در کشورهای OECD و ۱ تریلیون دلار تنها در ۲ کشور چین و هند بوده است. این هزینه‌ها شامل تاثیرات قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا بر توسعه بیماری‌های مزمن، بیماری‌های تنفسی و مرگ و میر زودرس می‌شوند. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۷، محققین دریافتند که اثر نرخ‌گذاری راه می‌تواند با کاهش جریان‌های ترافیکی مرتبط باشد که به طبع می‌تواند کیفیت هوا را بهبود بخشد. با این وجود، کیفیت هوا تنها به جریان‌های ترافیک بستگی ندارد، بلکه بر روی پراکندگی آلودگی نیز تاثیر

۱-۱-۳- داده‌های ترافیکی

به منظور بررسی میزان آلاینده تولید شده در محدوده مورد مطالعه، نیاز به دریافت اطلاعات احجام ورودی به شبکه وجود داشته است. بدین منظور، حجم وسایل نقلیه ورودی به این محدوده، در طول ۲۴ ساعت و بازه‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌ای و به مدت ۱۲ روز، از شرکت حمل‌ونقل و ترافیک دریافت گردید. پس از دریافت احجام ورودی به شبکه، میزان پلاک‌گذاری‌های انجام شده توسط پلیس راهور ناجا، تحت عنوان نو شماره در سال ۱۳۹۵ و هم‌چنین میزان انتشار میزان آلاینده‌گی ۵ تیپ خودروی دارای بیشترین میزان پلاک‌گذاری در سال ۱۳۹۵، از شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران نیز دریافت گردیده است.

جدول ۴. درصد وسایل نقلیه پلاک‌گذاری شده در شهر تهران در سال

۱۳۹۵

رتبه	وسيله نقلیه	سهم	رتبه	وسيله نقلیه	سهم
۱	پژو ۲۰۶	۲۷	۶	تیبا	۵
۲	پژو پارس	۲۰	۷	تیبا ۲	۴
۳	پراید	۲۰	۸	ساینا	۲
۴	سمند	۱۱	۹	برلیانس	۱
۵	تندر ۹۰	۹	۱۰	پژو ۲۰۷	۱

۲-۳- ساخت مدل در نرم افزار Aimsun

ساخت مدل در مدل شبیه‌سازی فرآیندی است شامل چندین مرحله تکرار که اصول ۳ گانه ای جهت ساخت دارد:

الف- ساخت مدل: شامل جمع‌کردن و عمل‌آوری اطلاعات ورودی به منظور ساخت مدل می‌باشد.

ب- بازمی‌بینی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل ساخته شده: پروسه‌ای جهت تایید و پیاده‌سازی منطق مدل ساخته شده می‌باشد. در این مرحله از مقادیر و پارامترهای مناسب برای مقایسه خروجی مدل ساخته شده با مقادیر اندازه‌گیری شده در عالم واقع جهت تست اعتبار مدل ساخته شده، استفاده می‌شود.

ج- آنالیز مقادیر خروجی: که همان بهره‌برداری از خروجی‌های مدل است. هم‌چنین ساخت یک مدل شبیه‌سازی، نیازمند ۲ دسته از اطلاعات هستند:

۱- اطلاعات عرضه: که مرتبط با زیرساخت‌ها و خدمات موجود است که سبب ایجاد جابه‌جایی افراد و کالاها به منظور انجام سفر می‌شود که معمولاً به وسیله‌ی گرافی شامل تقاطعات و گردش‌ها به همراه اطلاعات همراه آن‌ها معرفی می‌گردند.

۲- اطلاعات تقاضا: که مرتبط با برطرف کردن نیازهایی است که جابه‌جایی جهت آن تحقق می‌پذیرد. معمولاً به صورت ماتریس OD است که متناسب با نوع خودرو و فاصله زمانی می‌باشد.

۱-۲-۳- اطلاعات تقاضا

اطلاعات تقاضا در مدل شبیه‌سازی می‌تواند به صورت ماتریس OD و یا اطلاعات مقادیر ترافیکی باشد. اگر اطلاعات ماتریسی مورد استفاده قرار گیرد، لازم است تا بر اساس منطقه‌بندی ایجاد شده در مدل، مراکز به صورت صحیح قرار گرفته و با هم ارتباط داشته‌باشند. دقت به این مسئله مهم است که قرارگیری نقاط ارتباطی مراکز، از قبل مورد مطالعه قرار گرفته باشند تا مقادیر ورودی و خروجی آن‌ها و ساختار مدل، واقع بینانه و قابل انجام باشد. به جهت ساخت الگوهای ترافیکی قابل اعتماد و دقیق، بهتر است تا ماتریس‌ها برای وسایل نقلیه مختلف، در بازه‌های زمانی کوچک (در صورت امکان ۱۵ دقیقه‌ای) به مدل وارد شوند. اگر اطلاعات به صورت مقادیر ترافیکی (تنها برای شبیه‌سازی میکرو) مورد استفاده قرارگیرند، کاربران نیاز دارند تا اطلاعات مقادیر ورودی به تمامی بخش‌ها و درصد گردش‌ها را برای هر گره که ممکن است بیش از یک گردش داشته باشند را وارد نرم افزار کنند. در پژوهش جاری، به منظور معرفی مقادیر تقاضا به نرم افزار و با توجه به در دست داشتن اطلاعات تمامی تقاطعات، از جمله میزان گردش در تقاطعات و هم‌چنین زمان‌بندی چراغ‌های راهنمایی، از پارامتر اطلاعات مقادیر ترافیکی استفاده گردید. در مجموع، ۲۱۶۰۰ زیر مجموعه مقادیر ترافیکی، برای ۵ تیپ خودرو، به مدت ۱۲ روز، هر روز ۲۴ ساعت و برای ۱۵ تقاطع در نرم افزار ایجاد شد.

سناریوهای در نظر گرفته شده، بر اساس مصوبه کمیته اضطرار آلودگی هوای شهر تهران، به ۴ سناریو تقسیم‌بندی شده‌اند:

ضرایب منتشر شده توسط سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، استفاده شده است [Abedini et al, 1392].

جدول ۵. سناریو های تعریف شده به منظور ساخت مدل در نرم افزار

سناریوها	تاریخ	توضیحات
سناریو اول	۱۷، ۱۸ و ۱۹ آبان ۱۳۹۵	اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خود
سناریو دوم	۲۴، ۲۵ و ۲۶ آبان ۱۳۹۵	گسترش محدوده طرح ترافیک به محدوده زوج یا فرد
سناریو سوم	۱، ۲ و ۳ آذر ۱۳۹۵	گسترش محدوده طرح ترافیک به محدوده زوج یا فرد
سناریو چهارم	۱۵، ۱۶، ۱۷ آذر ۱۳۹۵	اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خاص خود

۳-۲-۳- محاسبه میزان نرخ انتشار آلاینده‌ها

از نتایج مدل شبیه‌سازی تعیین و محاسبه میزان آلودگی برای وسایل نقلیه موجود، می‌توان میزان آلودگی هوا را برای تمامی وسایل نقلیه محاسبه نمود. در بخش مدل‌کردن میزان مصرف سوخت، با افزودن مقادیر میزان آلاینده‌گی، بر حسب نوع موقعیت ایستایی وسیله نقلیه، شتاب‌گیری و ترمزگیری آن، تعریف کرد. به منظور محاسبه میزان آلاینده‌گی در پژوهش جاری، میزان آلاینده‌گی برای سه نوع آلاینده HC.CO و NO_x محاسبه گردیده است. مدل محاسبه میزان آلاینده‌گی در نرم‌افزار، که بر اساس مطالعات و پژوهش‌های محققین می‌باشد، در ذیل و به صورت اختصار تعریف شده‌اند:

[Panis et al, 2006], [Panis et al, 2011]

$$ER_{seg} = \frac{E_{seg}}{L_{seg} \times t_{seg}} \quad (1)$$

$$ER_{seg} = \frac{\sum EF_i \times VP_i \times V_{seg}}{3600 \times L_{seg}} \quad (2)$$

$$E_{seg} = \sum EF_i \times VP_i \times L_{seg} \quad (3)$$

$$t_{seg} = \frac{L_{seg}}{V_{seg}} \times ER_{seg} \quad (4)$$

L_{seg} : طول

V_{seg} : سرعت طرح

VP_i : تعداد هر نوع خودرو

E_{seg} : انتشار

t_{seg} : زمان سفر

ER_i : نرخ انتشار هر خودرو

اعداد به دست آمده از روابط فوق، تحت تاثیر پارامترهای مختلف نظیر شیب، میزان شتاب و نوع خودرو، توسط نرم‌افزار اصلاح می‌گردد.

۳-۲-۲- بازبینی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل ساخته شده

بازبینی، شامل خصوص اطمینان از نحوه ساخت مدل در نرم افزار، به لحاظ هندسه شبکه، برنامه‌های کنترلی، استراتژی‌های مدیریتی، مقادیر تقاضای ترافیکی و تناسب مدل ساخته شده با اهداف مطالعات انجام شده می‌باشد. یکی از مهم ترین اقدامات برای اینکه بدانیم مدل ساخته شده با اهداف مطالعات هم خوانی دارد، این است که در مدل ساخته شده، تمامی مناطقی که ممکن است در آینده دچار تغییراتی شوند نیز مدل شده باشد.

کالیبراسیون فرآیند تکرار شونده‌ای است که نیاز به مقایسه و بررسی دارند و این مسئله بستگی به نوع مدل (ماکرو، مزو و یا میکرو)، اهداف و نوع شبکه دارد. مهم ترین شاخصه‌ها برای یک مدل ساخته شده از یک بزرگراه، روابط بین سرعت، جریان، چگالی، نحوه استفاده از خطوط و میزان گستردگی و تراکم وسایل نقلیه می‌باشد. برای یک مدل شهری، طول صف، سرعت خروج از صف ایجاد شده و سطوح سرویس در شبکه‌های ترافیکی دارای جریان در هم تنیده و مدت زمان سفر، شاخص‌های دارای اهمیت بالا می‌باشند. پس از اینکه کالیبراسیون بر روی مدل ساخته شده انجام پذیرفت، در مرحله بعدی خروجی‌های مدل ساخته شده با اطلاعاتی که از آن‌ها برای کالیبراسیون شبکه استفاده شده و پس از آن که سطحی از اطمینان بین شبیه سازی و اطلاعات حقیقی به دست آمد، مدل اعتبار بخشی شده و می‌توان از آن برای مطالعات و سناریوهای آتی استفاده کرد. در پژوهش جاری، به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات معابر سال ۱۳۹۵ و شرایط ترافیکی سال مذکور و به منظور انجام کالیبراسیون، از

۴-۲-۳- سیاست نرخ گذاری محدوده

در سال ۱۳۹۵، با اجرای طرح گسترش محدوده طرح ترافیک به محدوده طرح زوج یا فرد، سیاست نرخ گذاری در نظر گرفته شده برای این محدوده در طول ۲ هفته متوالی، با توجه به مقادیر مصوب سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران در سال ۱۳۹۵، به شرح زیر بوده است:

جدول ۶. مقادیر طرح ترافیک در سال ۱۳۹۵

انواع مجوز های ورود به طرح	نرخ (ریال)
نوع ۱ (ورود از ساعت ۶:۳۰ صبح)	۳۱۲,۰۰۰
نوع ۲ (ورود از ساعت ۱۰ صبح)	۲۳۴,۰۰۰
نوع ۳ (ورود از ساعت ۱۴ بعد از ظهر)	۱۵۰,۰۰۰
مجوز هفتگی (ورود در تمام ساعات روز)	۱,۰۰۰,۰۰۰

۴- بررسی معیارهای سنجش سناریو های مختلف

با توجه به سناریوهای تعریف شده در این پژوهش، در ابتدا روند محاسبه میزان انتشار آلاینده ها مورد نظر، بر حسب سناریوهای ساخته به تفصیل بیان می گردد.

۴-۱- شبیه سازی در محدوده منتخب به هنگام اجرای طرح زوج یا فرد

سناریوهای تعریف شده در این بخش، به این صورت بوده اند که سه روز میانی هفته (دوشنبه، سه شنبه و چهارشنبه) و به ترتیب در هفته اول، مورخ ۱۷، ۱۸ و ۱۹ آبان ۱۳۹۵ و در هفته چهارم و پایانی، مورخ ۱۵، ۱۶ و ۱۷ آذر ۱۳۹۵، در طول ۲ هفته اجرای طرح زوج یا فرد، به منظور بررسی مقادیر آلاینده تولید شده، در نظر گرفته شده اند. در روزهای اجرای این طرح، وسایل نقلیه موظف بوده اند که بسته به اولین شماره سمت راست پلاک وسیله خود، در این محدوده حضور پیدا کنند. دو هفته فوق الذکر جهت بررسی میزان آلاینده تولید شده، به ترتیب هفته های اول و پایانی در پژوهش جاری می باشند. همان گونه که در جدول شماره ۷ مشخص است، تمامی معیارهای قابل سنجش و اندازه گیری، در مدل شبیه سازی شده آورده شده است. نتایج نشان دهنده آن است که در هفته اول اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خود، با توجه به حجم بالای ترافیک موجود در شبکه، میانگین سرعت وسایل نقلیه در سه روز متوالی، دارای حداقل میزان و ۳۰ کیلومتر بر ساعت بوده است. هم چنین میانگین مصرف سوخت در این سه روز، بین ۷۷۶۸۴/۵ و ۸۰۷۲۲/۴ لیتر متغیر بوده است. در هفته دوم اجرای طرح و طبق نتایج مندرج در جدول شماره ۸، میانگین سرعت وسایل نقلیه و هم چنین میانگین سوخت مصرفی، تفاوت چشم گیری با هفته نخست اجرای طرح ندارد.

جدول ۷. هفته اول اجرای طرح زوج یا فرد (۱۷ الی ۱۹ آبان ماه ۱۳۹۵)

معیارهای سنجش	دوشنبه ۱۷ آبان	سه شنبه ۱۸ آبان	چهارشنبه ۱۹ آبان
نرخ تردد در شبکه (وسیله نقلیه بر ساعت)	۲۳۳,۳۴۷	۲۵۹,۲۷۶	۲۵۴,۶۰۹
نرخ میزان تاخیر در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۱۰۱,۴۴۹	۷۴,۱۹۲۵	۷۷,۹۷۸۴
نرخ میزان چگالی در شبکه (وسیله نقلیه/کیلومتر)	۸,۹۸۲۵۵	۹,۱۶۱۷۷	۸,۱۱۱۲۱
نرخ میزان جریان در شبکه (وسیله نقلیه/ساعت)	۹۷۱۰	۱۰۷۸۸	۱۰۵۹۴
میانگین مصرف سوخت در شبکه (لیتر)	۸۰۷۲۲,۴	۸۷۴۲۹,۶	۷۷۶۸۴,۵
میانگین سرعت در شبکه (کیلومتر/ساعت)	۳۰,۱۹۰۸	۳۰,۸۰۶	۳۰,۸۹۸۳
نرخ میزان توقف در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۸۶,۱۰۰۳	۵۸,۵۴۲۱	۶۲,۸۲۸۱
طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)	۵۷۸۶۴۱	۶۳۹۷۴۶	۵۸۷۹۲۵
زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)	۲۱۷۲۹,۸	۲۲۱۵۹,۴	۱۹۶۱۸
میانگین زمان سفر برای هر خودرو (ثانیه/کیلومتر)	۱۶۹,۴۹۸	۱۴۱,۸۶۷	۱۴۶,۰۰۳
میزان تولید آلاینده CO (کیلوگرم)	۲۱۹۴۷,۷۰	۲۱۵۲۱,۱۰	۱۸۷۱۹,۵۰

فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، سال هفدهم، دوره دوم، شماره ۶۳، تابستان ۱۳۹۹

میزان تولید آلاینده HC (کیلوگرم)	۳۹۷۶.۵۸	۳۹۸۸.۴۶	۳۴۹۹.۰۴
میزان تولید آلاینده NO _x (کیلوگرم)	۱۶۶۹.۱۷	۱۷۴۶.۲۰	۱۵۶۲.۷۲

جدول ۸. هفته دوم اجرای طرح زوج یا فرد (۱۵ الی ۱۷ آذر ماه ۱۳۹۵)

معیارهای سنجش	دوشنبه ۱۵ آذر	سه شنبه ۱۶ آذر	چهارشنبه ۱۷ آذر
نرخ تردد در شبکه (وسیله نقلیه بر ساعت)	۲۵۲۸۱۸	۲۵۰۳۵۰	۲۵۸۲۳۲
نرخ میزان تاخیر در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۸۴،۵۶۱۷	۸۲،۷۴۹	۸۱،۹۸۲۵
نرخ میزان چگالی در شبکه (وسیله نقلیه/کیلومتر)	۸،۷۸۷۲	۸،۲۴۸۷۲	۸،۴۲۰۰۲
نرخ میزان جریان در شبکه (وسیله نقلیه/ساعت)	۱۰۵۵۴	۱۰۴۱۶	۱۰۷۴۴
میانگین مصرف سوخت در شبکه (لیتر)	۸۲۲۰۰.۷	۷۷۹۹۷.۸	۸۰۰۸۷.۵
میانگین سرعت در شبکه (کیلومتر/ساعت)	۲۹،۹۸۳۴	۳۰،۴۰۱۵	۳۰،۴۶۸۹
نرخ میزان توقف در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۹۷۰۱،۶۸	۶۷،۳۱۲۷	۶۶،۴۸۷۹
طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)	۵۹۸۲۰۰	۵۷۷۴۴۶	۵۹۶۲۴۶
زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)	۲۱۲۵۱.۳	۱۹۹۴۹.۹	۲۰۳۶۳.۱
میانگین زمان سفر برای هر خودرو (ثانیه/کیلومتر)	۱۵۲،۷۴۹	۱۵۰،۳۸۱	۱۵۰،۱۳۶
میزان تولید آلاینده CO (کیلوگرم)	۲۰۹۶۹.۹۰	۱۹۴۴۶.۴۴	۱۹۷۴۱.۵۲
میزان تولید آلاینده HC (کیلوگرم)	۳۸۴۰.۱۷	۲۵۸۹.۴۹	۳۶۵۶.۳۳
میزان تولید آلاینده NO _x (کیلوگرم)	۱۶۵۵.۸۲	۱۵۷۰.۵۸	۱۶۰۷.۷۵

۲-۴- شبیه‌سازی در محدوده منتخب به هنگام اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد

دوم و سوم در پژوهش جاری می‌باشند. نتایج بدست آمده در جدول شماره ۹، نشان دهنده آن است که در هفته اول اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد، علیرغم کاهش میزان حجم ترافیک در شبکه، میانگین سرعت وسایل نقلیه در سه روز متوالی، دارای حداقل میزان و ۳۰ کیلومتر بر ساعت بوده است. نکته‌ای که حائز اهمیت است، آن است که میانگین مصرف سوخت در سه روز نخست اجرای طرح ترافیک در این محدوده، بین ۷/۱۵۸۴ و ۳/۷۷۴۱۰ لیتر متغیر بوده است که نشان از کاهش مصرف سوخت نسبت به هفته اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خود دارد. جدول شماره ۱۰ در این بخش نیز نمایانگر معیارهای سنجش در هفته دوم اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد می‌باشد.

سناریوهای تعریف شده در این بخش، به این صورت بوده است که سه روز میانی هفته (دوشنبه، سه شنبه و چهارشنبه) و به ترتیب در هفته دوم، مورخ ۲۵ و ۲۶ آبان ۱۳۹۵ و در هفته سوم، مورخ ۲۱ و ۳ آذر ۱۳۹۵، در طول ۲ هفته اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد به منظور بررسی مقادیر آلاینده تولید شده، در نظر گرفته شده‌اند. در روزهای اجرای این طرح، وسایل نقلیه شخصی موظف بوده‌اند که به هنگام حضور در این ناحیه، با توجه به جدول نرخ گذاری در نظر گرفته شده توسط سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، میزان عوارض جهت حضور در ناحیه را پرداخت نمایند. دو هفته فوق‌الذکر جهت بررسی میزان آلاینده تولید شده به هنگام اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد، به ترتیب هفته های

فصلنامه علمی پژوهشنامه حمل و نقل، سال هفدهم، دوره دوم، شماره ۶۳، تابستان ۱۳۹۹

جدول ۹. هفته اول اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد (۲۴ الی ۲۶ آبان ماه ۱۳۹۵)

معیارهای سنجش	دوشنبه ۲۴ آبان	سه شنبه ۲۵ آبان	چهارشنبه ۲۶ آبان
نرخ تردد در شبکه (وسیله نقلیه بر ساعت)	۲۲۷۸۱۸	۲۳۹۰۵۴۱	۲۳۸۰۷۸۶
نرخ میزان تاخیر در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۸۳،۵۹۰۶	۸۹،۲۵۸	۸۰،۲۵۹۶
نرخ میزان چگالی در شبکه (وسیله نقلیه/کیلومتر)	۷،۵۳۹۴	۸،۱۰۹۹۳	۸،۰۳۵۵۸
نرخ میزان جریان در شبکه (وسیله نقلیه/ساعت)	۹۴۷۸	۹۹۶۹	۹۹۵۸
میانگین مصرف سوخت در شبکه (لیتر)	۷۱۵۸۴،۷	۷۶۵۶۳،۶	۷۷۴۱۰،۳
میانگین سرعت در شبکه (کیلومتر/ساعت)	۳۰،۶۰۷۰	۲۹،۹۵۹۸	۳۰،۶۸۹۴
نرخ میزان توقف در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۹۹۴۲،۶۸	۷۳،۷۰۹۹	۶۵،۰۷۳۹
طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)	۵۳۵۷۵۷	۵۶۶۹۹۲	۵۷۹۶۵۲
زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)	۱۸۲۳۵	۱۹۶۱۵،۸	۱۹۴۴۰،۸
میانگین زمان سفر برای هر خودرو (ثانیه/کیلومتر)	۱۵۱،۲۹۷	۱۵۶،۸۵۳	۱۴۷،۸۸
میزان تولید آلاینده CO (کیلوگرم)	۱۷۵۷۶،۲۶	۱۹۱۹۰،۴۲	۱۸۷۲۷،۱۴
میزان تولید آلاینده HC (کیلوگرم)	۳۲۴۷،۰۶	۳۵۳۴،۵۵	۳۴۷۹،۶۱
میزان تولید آلاینده NO _x (کیلوگرم)	۱۴۳۲،۰۰	۱۵۴۶،۰۱	۱۵۴۰،۴۷

جدول ۱۰. هفته دوم اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد (۱ الی ۳ آذر ماه ۱۳۹۵)

معیارهای سنجش	دوشنبه ۱ آذر	سه شنبه ۲ آذر	چهارشنبه ۳ آذر
نرخ تردد در شبکه (وسیله نقلیه بر ساعت)	۲۳۳۸۲۵	۲۳۹،۶۷۰	۲۳۳،۲۰۴
نرخ میزان تاخیر در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۷۸،۴۳۹۸	۷۹،۷۰۴۲	۹۰،۶۴۹۲
نرخ میزان چگالی در شبکه (وسیله نقلیه/کیلومتر)	۷،۸۲۲۱۳	۷،۹۰۹۷۲	۸،۱۱۲۹۲
نرخ میزان جریان در شبکه (وسیله نقلیه/ساعت)	۹۷۳۴	۹۹۹۹	۹۷۰۵
میانگین مصرف سوخت در شبکه (لیتر)	۷۵۴۰۱،۳	۷۶۲۷۸،۲	۷۶۸۴۷،۱
میانگین سرعت در شبکه (کیلومتر/ساعت)	۳۰،۹۹۱۳	۳۰،۹۱۱۹	۳۰،۳۵۲۱
نرخ میزان توقف در شبکه (ثانیه/کیلومتر)	۶۳،۵۷۹۴	۶۴،۵۴۹۱	۷۵،۱۰۶
طول کل سفرها در شبکه (کیلومتر)	۵۶۶۰۴۵	۵۷۱۶۶۵	۵۶۴،۵۵۵
زمان کل سفرها در شبکه (ساعت)	۱۸۹۲۵،۴	۱۹۱۳۵،۷	۱۹۶۲۹،۱
میانگین زمان سفر برای هر خودرو (ثانیه/کیلومتر)	۱۴۶،۱۰۸	۱۴۷،۴۱۳	۱۵۸،۴۳۲
میزان تولید آلاینده CO (کیلوگرم)	۱۸۱۸۰،۱۶	۱۸۳۹۶،۴۸	۱۹۲۹۱،۰۴
میزان تولید آلاینده HC (کیلوگرم)	۳۳۸۹،۶۲	۳۴۴۳،۳۶	۳۵۴۸،۷۹
میزان تولید آلاینده NO _x (کیلوگرم)	۱۵۰۵،۵۴	۱۵۳۵،۳۲	۱۵۴۲،۶۰

جدول ۱۱. میزان انتشار آلاینده به تفکیک طرح‌های ترافیکی اجرا شده بر حسب روز/کیلوگرم

چهارشنبه ۱۹ آبان ۱۳۹۵			سه شنبه ۱۸ آبان ۱۳۹۵			دوشنبه ۱۷ آبان ۱۳۹۵			طرح زوج یا فرد
CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	
۱۸۷۱۹/۵۰	۳۴۹۹/۰۴	۱۵۶۲/۷۲	۲۱۵۲۱/۱۰	۳۹۸۸/۴۶	۱۷۴۶/۲۰	۲۱۹۴۷/۷۰	۳۹۷۶/۵۸	۱۶۶۹/۱۷	
چهارشنبه ۲۶ آبان ۱۳۹۵			سه شنبه ۲۵ آبان ۱۳۹۵			دوشنبه ۲۴ آبان ۱۳۹۵			اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد
CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	
۱۸۷۲۷/۱۴	۳۴۷۹/۶۱	۱۵۴۰/۴۷	۱۹۱۹۰/۴۲	۳۵۳۴/۵۵	۱۵۴۶/۰۱	۱۷۵۷۶/۲۶	۳۲۴۷/۰۶	۱۴۳۲/۰۰	
چهارشنبه ۳ آذر ۱۳۹۵			سه شنبه ۲ آذر ۱۳۹۵			دوشنبه ۱ آذر ۱۳۹۵			اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد
CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	
۱۹۲۹۱/۰۴	۳۵۴۸/۷۹	۱۵۴۲/۶۰	۱۸۳۹۶/۴۸	۳۴۴۳/۳۶	۱۵۳۵/۳۲	۱۸۱۸۰/۱۶	۳۳۸۹/۲	۱۵۰۵/۵۴	
چهارشنبه ۱۷ آذر ۱۳۹۵			سه شنبه ۱۶ آذر ۱۳۹۵			دوشنبه ۱۵ آذر ۱۳۹۵			طرح زوج یا فرد
CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	
۱۹۷۴۱/۵۲	۳۶۵۶/۳۳	۱۶۰۷/۷۵	۱۹۴۴۶/۴۴	۳۵۸۹/۴۹	۱۵۷۰/۵۸	۲۰۹۶۹/۹۰	۳۸۴۰/۱۷	۱۶۵۵/۸۲	

۵- نتیجه گیری

آلاینده‌های HC، CO و NO_x، به ترتیب ۱۰، ۱۳، ۱۵ درصد در روز نخست نسبت به هفته ماقبل آن، افزایش پیدا کرده است. این روند افزایشی در روز دوم، به ترتیب ۴، ۶ و ۲ درصد افزایش داشته و در روز سوم، این روند افزایشی دارای شیب ملایم‌تری بوده و میزان افزایش آن، ۳، ۲ و ۴ درصد برای آلاینده‌های CO، HC و NO_x بوده است. بر اساس نتایج به دست آمده از شبیه سازی طرح‌های ترافیکی، به نظر می‌رسد سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، طرح مناسبی را برای کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها، در مدت زمان مورد بررسی در این پژوهش در نظر گرفته است. بررسی نهایی میزان انتشار آلاینده در محدوده مذکور، نشان می‌دهد که صرف نظر از شرایط آب و هوایی در پژوهش جاری و با فرض ثابت در نظر گرفتن آن، سیاست نرخ‌گذاری محدوده می‌تواند سیاست مناسبی برای کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها بوده و نتایج نشان می‌دهد میزان تمایل افراد به استفاده از وسایل نقلیه شخصی و غیرهمگانی در طول اجرای این طرح، کاهش می‌یابد. در پایان این پژوهش پیشنهاد می‌گردد با توجه به سهم به سزای موتورسیکلت‌ها و خودروهای سنگین (اتوبوس، کامیون، مینی‌بوس) در تولید آلاینده در سطح شهر تهران، این وسایل نقلیه نیز در پژوهش‌های آتی، مورد بررسی و ارزیابی قرارگیرند.

با فرض ثابت در نظر گرفتن شرایط جوی، نتایج بدست آمده از میزان آلاینده‌های انتشار یافته، به ترتیب زیر بوده‌اند:

۱- در نخستین روز از اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد، میزان انتشار و تولید آلاینده‌های HC، CO و NO_x نسبت به زمان مشابه در هفته ماقبل از آن و در زمان اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خود، به ترتیب ۱۸، ۲۰ و ۱۴ درصد کاهش یافته‌اند. این روند کاهشی برای روز دوم از اجرای طرح ترافیک در محدوده مذکور، به میزان ۱۱ الی ۱۲ درصد برای کلیه آلاینده‌ها وجود داشته است. در روز سوم از اجرای این طرح نسبت به هفته ماقبل آن، تغییر محسوسی دیده نمی‌شود.

۲- در دومین هفته از اجرای طرح ترافیک در محدوده طرح زوج یا فرد و در روز نخست، میزان آلاینده‌های HC، CO و NO_x انتشار یافته، نسبت به نخستین روز از اجرای طرح زوج یا فرد در محدوده خود، ۱۷، ۱۵ و ۱۰ درصد کاهش یافته‌اند. این مقدار کاهش میزان آلاینده در روز دوم، برای ۳ آلاینده مذکور، به ترتیب ۱۳، ۱۴ و ۱۲ درصد بوده است. این روند کاهشی در روز پایانی کمتر شده و بیشینه مقدار کاهش آن، ۱ درصد بوده است و میزان انتشار برخی از آلاینده‌ها نیز، روند افزایشی داشته‌اند.

۳- با اجرای مجدد طرح زوج یا فرد در محدوده خود و در سناریوی پایانی و پس از بهبود کیفیت هوا، میزان انتشار

traffic restriction scheme”, Science of the Total Environment, 409(10), pp.1935-1948.

-Coria, J., & Zhang, X. B., (2017), “Optimal environmental road pricing and daily commuting patterns”, Transportation Research Part B: Methodological, 105, pp.297-314.

-Diaz, O. E., (2001), “Car free Bogotá: The response to the transportation challenge”, The New Colonist, Duncansville, PA, pp.468-469.

-Hao, H., Geng, Y., & Sarkis, J., (2016), “Carbon footprint of global passenger cars: Scenarios through 2050”, Energy, 101, pp.121-131.

-International Energy Agency (IEA), (2018), “CO₂ emissions from fuel combustion”.

-International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (OICA), (2017), “World motor vehicle production by country and type”, Paris.

-International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (OICA), (2018), “Wissmann: Global automotive market continues growing”, OICA press conference in Geneva on March 7.

-Menon, A. G., (2000), “ERP in Singapore-a perspective one year on”, Traffic engineering & control, pp.41-42.

-Miguel, J. P. M., de Blas, C. S., & Sipols, A. E. G., (2017), “A forecast air pollution model applied to a hypothetical urban road pricing scheme: An empirical study in Madrid”, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 55, pp.21-38.

-Mintsis, E., Belibassakis, M., Mintsis, G., Basbas, S., & Pitsiava-Latinopoulou, M., (2016), “The use of a transport simulation model (AIMSUN) to determine the environmental effects of pedestrianization and traffic management in the center of Thessaloniki”, European Journal of Environmental Sciences, 6(1).

-Panis, L. I., Beckx, C., Broekx, S., De Vlioger, I., Schrooten, L., Degraeuwe, B., & Pelkmans,

۶-سپاسگزاری

در پایان، نهایت قدردانی و سپاس صمیمانه را از پلیس راهور ناجا، شهرداری تهران، شرکت کنترل ترافیک شهر تهران و شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، به جهت در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت انجام این پژوهش اعلام می‌دارد.

۷-پی‌نوشت‌ها

- 1-SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)
- 2-O/D Matrix (Origin/Destination Matrix)
- 3-Traffic States
- 4-OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)

۸-مراجع

-شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت و جهاد دانشگاهی دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۸۹)، “کتاب جامع اطلاعات حمل‌ونقل و انرژی در سال ۱۳۸۸”.

-عابدینی، م. خشایی‌پور، م. کلانتری، ن. شریعت مهیمنی، الف، عبادی شیویاری، ش. یزدان‌پناه، ح. و آرمان، م. ع. (۱۳۹۲)، “کالیبره‌نمودن نرم‌افزارهای مهندسی ترافیک”، تهران: انتشارات آوای فهیم، جلد اول.

-مدیریت تأمین و توزیع شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، (۱۳۹۵)، “آمارنامه مصرف فرآورده‌های نفتی انرژی‌زا ۱۳۹۵”، فصل اول، ص.۱۸-۱۶.

-معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو، (۱۳۹۴)، “ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۴”، فصل اول.

-موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی و معاونت برنامه‌ریزی نظارت بر منابع هیدروکربوری وزارت نفت، (۱۳۹۴)، “ترازنامه هیدروکربوری کشور در سال ۱۳۹۴”، ص.۱۵۸-۳۲۲.

-Agarwal, S., Koo, K. M., & Sing, T. F., (2015), “Impact of electronic road pricing on real estate prices in Singapore”, Journal of Urban Economics, 90, pp.50-59.

-Cai, H., & Xie, S., (2011), “Traffic-related air pollution modeling during the 2008 Beijing Olympic Games: the effects of an odd-even day

- Tomori, Siyanbola, (1977), "Automobile ownership, Traffic congestion and environmental problems in lagos".
- Tu, R., Kamel, I., Wang, A., Abdulhai, B., & Hatzopoulou, M., (2018), "Development of a hybrid modeling approaches for the generation of an urban on-road transportation emission inventory", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, pp.604-618.
- Wirth, C. J., (1997), "Transportation policy in Mexico City: the politics and impacts of privatization", *Urban Affairs Review*, 33(2), pp.155-181.
- Xie, X., Tou, X., & Zhang, L., (2017), "Effect analysis of air pollution control in Beijing based on an odd-and-even license plate model", *Journal of cleaner production*, 142, pp.936-945.
- L., (2011), "PM, NO_x and CO₂ emission reductions from speed management policies in Europe", *Transport Policy*, 18(1), pp.32-37.
- Panis, L. I., Broekx, S., & Liu, R., (2006), "Modelling instantaneous traffic emission and the influence of traffic speed limits", *Science of the total environment*, 371(1-3), pp.270-285.
- Phang, S. Y., & Toh, R. S., (2004), "Road congestion pricing in Singapore: 1975 to 2003", *Transportation Journal*, pp.16-25.
- Crocì, E., (2016), "Urban road pricing: a comparative study on the experiences of London, Stockholm and Milan", *Transportation Research Procedia*, 14, pp.253-262.
- Samaras, C., Tsokolis, D., Toffolo, S., Magra, G., Ntziachristos, L., & Samaras, Z., (2018), "Improving fuel consumption and CO₂ emissions calculations in urban areas by coupling a dynamic micro traffic model with an instantaneous emissions model", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, pp.772-783.

Technical Evaluation and Comparison of Odd-Even Traffic Restriction with District Pricing Policy in Reduction of Emissions Generated from Transportation Vehicles (Case Study: Selected Area of Tehran City)

Amir Tayarani Yousefabadi, M.Sc. Grad., Faculty of Civil Engineering, Architecture and Art, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Alireza Mahpour, Assistant Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Hasan Javanshir, Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Southern Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

E-mail: a_mahpour@sbu.ac.ir

Received: February 2020-Accepted: June 2020

ABSTRACT

In Recent years, different Traffic schemes such as the Odd-Even day plan starting from the door of each house or the extension of traffic congestion zone to the Odd-Even plan range have been implemented when vehicle emission rates reached their maximum amount in Tehran. In this study, according to the approved plan of the Emergency Committee for air pollution in Tehran to extend traffic congestion zone to the Odd-Even plan range in Tehran in the third and fourth week of November 2016 and by using the information obtained from the amount of personal car usage of citizens in a selected area of Tehran, which includes 15 intersections and their traffic statistics harvested by the SCATS system, the volume of cars and their emissions rate in this zone during the above-mentioned period and also in the second week of November and the first week of December 2016, during which the Odd-Even plan was also in effect, was simulated and calculated with Aimsun Simulation software. In another stage of this research by using distributed The results shows that during the weeks that Tehran traffic congestion zone extended to the Odd-Even plan range, and Specifically the comparison for the first day of implementation of traffic congestion zone in the range of Odd-Even plan with the same day in the previous week (implementation of Odd-Even plan range) in this research, produced cars emissions for the CO, HC and NO_x pollutants has been decreased 20, 18 and 14 percent.

Keywords: Technical Evaluation, Emission, Odd-Even Plan Range, Traffic Congestion Zone, Tehran