



کارایی استفاده از مجوزهای قابل مبادله در کاهش آلاینده های هوای کلان شهرها: مطالعه موردی شهر تهران با رویکرد آزمایشگاهی

عاطفه تکلیف ⁻	دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران
عبدالرسول قاسمی	دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران
علی فریدزاد	دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران
مرتضی خورسندی	دانشیار گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران
محمد حیدری	دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز - گرایش بازارها و مالیه نفت و گاز، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، تهران، ایران

چکیده: افزایش تعداد خودروهای سواری در کنار عدم گسترش حمل و نقل عمومی به تناسب افزایش تقاضا موجب مصرف بیشتر سوخت های فسیلی در شهر تهران طی سال های اخیر شده است که در نتیجه کیفیت هوای این کلانشهر را به طور محسوسی متاثر کرده است. در این پژوهش با استفاده از سازوکار سقف و مبادله، الگوی جدیدی جهت کنترل انتشار آلودگی در مناطق «طرح ترافیک» ارائه شده است که بر اساس آن سقف معینی برای انتشار آلاینده های هوا تعیین شده و با اختصاص مجوزهای آلاینده گی، بازاری جهت خرید و فروش این مجوزها شکل می گیرد. همچنین در ادامه به بررسی مقایسه ای بین طرح ترافیک فعلی و الگوی پیشنهادی جدید پرداخته شده است و مزایای استفاده از الگوی پیشنهادی، از جمله سقف ثابت انتشار، عادلانه تر بودن، هزینه های مبادله پائین و... بیان شده است. در پایان و پس از ارائه نظری الگو، با استفاده از رویکرد آزمایشگاهی و بهره بردن از نرم افزار متن باز Otree آزمایشی در ۳ مرحله طراحی شده است تا امکان پذیری شکل گیری بازار تبادل مجوزهای آلاینده گی، بررسی شود. بر اساس نتایج آزمایش، بازار تبادل مجوزها امکان شکل گیری دارد، هرچند وجود بازارگردان و در اختیار شهرداری ماندن بخشی از ظرفیت انتشار مجوز می تواند به عملکرد بهتر چنین بازاری کمک کند.

واژگان کلیدی: سقف و مبادله، مجوزهای قابل تبادل آلاینده گی، طرح ترافیک شهر تهران، اقتصاد آزمایشگاهی

طبقه بندی JEL: Q53, R48, C92

۱- مقدمه

منابع آلاینده هوا، به طور عمده به دو دسته آلاینده های متحرک و آلاینده های ثابت تقسیم می شوند. با توجه به اینکه تعداد منابع آلاینده متحرک مانند وسایل نقلیه، هواپیما، قطار و دیگر منابعی که از جایی به جای دیگر منتقل می شوند، بسیار زیاد است و دائما در حال حرکت از یک مکان به مکان دیگر هستند، وضع قوانین و اعمال سیاست بر این دسته از منابع آلاینده بسیار دشوارتر از منابع ثابت است و باید به گونه ای دیگر برای کاهش آلاینده های این منابع اقدام کرد. همچنین منابع متحرک، از جمله وسایل نقلیه شخصی، دارای طیف وسیعی از مدل های مختلف هستند که هر یک از استانداردهای خاصی پیروی کرده و تنوع سوخت مصرفی بالایی نیز دارند. در شهر تهران نیز منابع متحرک سهم بالایی در آلودگی دارند و حدود ۸۹ درصد از آلودگی ها، ناشی از منابع متحرک است که از این مقدار، حدود ۷۷ درصد از آلودگی ها ناشی از سوختن سوخت های فسیلی در خودروهای سبک و سواری است. (خوشخو و دیگران، ۱۳۹۲)

در پژوهشی دیگر، اتومبیل های سواری مسئول بیش از ۴۸ درصد آلودگی هوای شهر تهران و موتورسیکلت ها حدود ۲۲ درصد از این سهم را دارا هستند. همچنین ۹۰ درصد گاز مونوکسید کربن (CO) تولید شده در تهران، ناشی از فعالیت خودروهای سواری و وانت هاست و سواری ها و موتورسیکلت ها ۵۸ درصد از ذرات معلق در تهران را انتشار می دهند. (احمدیان و دیگران، ۱۳۹۳)

افزایش تعداد خودروهای سواری در کنار عدم گسترش حمل و نقل عمومی به تناسب افزایش تقاضا و همچنین عدم استفاده از فناوری های به روز در صنعت خودروسازی کشور، موجب مصرف بیشتر سوخت های فسیلی در شهر تهران طی سال های اخیر شده است. بر این اساس کیفیت هوای شهر تهران نیز در سال های اخیر رو به نزول بوده است.

جدول ۱- مقایسه درصد روزهای با شرایط مطلوب و نامطلوب

شاخص کیفیت هوای شهر تهران طی سال های ۱۳۹۴ الی ۱۴۰۰

سال	شرایط مطلوب (درصد)	شرایط نامطلوب (درصد)
۱۳۹۴	۶۸,۸	۳۱,۲
۱۳۹۵	۷۲,۳	۲۷,۷
۱۳۹۶	۶۲,۷	۳۷,۳
۱۳۹۷	۷۹,۲	۲۰,۸
۱۳۹۸	۷۲,۳	۲۷,۷
۱۳۹۹	۶۶,۴	۳۳,۶
۱۴۰۰	۶۸,۸	۳۱,۲

منبع: گزارش کیفیت هوا و صدای تهران در سال ۱۴۰۰

جدول فوق، شامل مقایسه درصد روزهای با شرایط مطلوب (پاک و قابل قبول) و شرایط نامطلوب (ناسالم برای گروه های حساس، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک) طی سال های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۰ است. بر این اساس می توان گفت در سال ها اخیر، شهر تهران نزدیک به یک سوم از روزهای سال را در شرایط نامطلوب از نظر کیفیت هوا گذرانده است. همچنین مطابق بررسی های صورت گرفته طی سال های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹، وضعیت کیفیت هوای تهران از منظر آلاینده های ذرات معلق ($PM_{2.5}$ و PM_{10})، O_3 و دی اکسید نیتروژن (NO_2) از مقادیر مجاز «رهنمود کیفیت هوا»^۱ سازمان بهداشت جهانی فراتر رفته است. و خسارت اقتصادی ناشی از موارد مرگ منتسب به ذرات معلق ($PM_{2.5}$) تنها در سال ۱۳۹۹، حدود ۱,۶ میلیارد دلار برآورد شده است. (مرکز تحقیقات آلودگی هوا، ۱۴۰۰) که این میزان خسارت، خود نشان دهنده اثر قابل توجه آلودگی هوا بر سلامت و اقتصاد ساکنین شهر تهران است.

با توجه به مطالب پیش گفته، ارائه راهبردی جدید در خصوص طرح ترافیک شهری، علاوه بر اینکه لازم است کیفیت

¹ Air quality guidelines

هوا و به تبع آن سلامت شهروندان را بهبود بخشد، می‌بایست به عنوان سیاستی پایدار، شهروندان را به استفاده از منابع با آلاینده‌گی کمتر (مانند خودروهای برقی) ترغیب کند.

در این تحقیق تلاش بر این است تا با استفاده از سازوکار سقف و مبادله،^۱ سقف معینی برای انتشار آلاینده‌های هوا تعیین شده و با اختصاص مجوزهای آلاینده‌گی، بازاری جهت خرید و فروش این مجوزها شکل بگیرد. بر این اساس، در ابتدا مبانی نظری سازوکار سقف و مبادله و اختصاص مجوزهای آلاینده‌گی بحث خواهد شد و در ادامه به پژوهش‌های انجام گرفته در این حوزه، در داخل و خارج از کشور خواهیم پرداخت. سپس مدل پیشنهادی پژوهش در خصوص اصلاح طرح ترافیک ارائه خواهد شد و با شیوه فعلی آن مقایسه‌ای صورت خواهد گرفت. پس از آن آزمایشی تجربی طراحی شده و امکان‌پذیری اجرای مدل پیشنهادی آزمون خواهد شد و در نهایت نتیجه‌گیری سیاستی ارائه خواهد گردید.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مسئله هزینه‌های اجتماعی و پیامدهای خارجی حمل و نقل، در اقتصاد محیط زیست به طور مفصل بحث شده است و همچنین رویکردهای متنوعی در رابطه با کنترل انتشار آلاینده‌ها، در اقتصاد محیط زیست وجود دارد. در ادامه، ابتدا به بررسی مبانی نظری راهبردهای مقابله با آلاینده‌های هوا، به خصوص سازو کار سقف و مبادله، می‌پردازیم و سپس پژوهش‌های انجام شده در این زمینه را به طور اجمالی مرور خواهیم کرد.

۲-۱- مبانی نظری

با وجودی که بخش زیادی از هزینه‌های حمل و نقل توسط مصرف کنندگان پرداخت می‌شود، اما آن‌ها عامل اصلی ایجاد این هزینه‌ها نیستند. این موضوع شکاف‌هایی میان هزینه کل و هزینه خصوصی خدمات حمل و نقل بر جا

می‌گذارد که منجر به ایجاد هزینه ناشی از پیامدهای خارجی برای مصرف کنندگان می‌شود. آثار خارجی وقتی وجود خواهند داشت که یک بنگاه یا فرد می‌تواند فعالیت را انجام دهد که به طور مستقیم بر دیگران (بنگاه یا فرد) اثر مثبت یا منفی بگذارد، لیکن به ازای آن پولی پرداخت یا دریافت نمی‌کند، به این معنی که فرد یا بنگاه ایجاد کننده اثر خارجی، هزینه‌ها یا منافع ناشی از این عمل را در محاسبات خود وارد نمی‌کند. آثار خارجی نوعی خاص از شکست بازار است که در آن نظام بازار به تخصیصی منجر می‌شود که در صورت زیان بار بودن بیشتر و در صورت سودمند بودن، کمتر از مقدار مورد نیاز برای تخصیص کارآمد بهینه است (پیرس^۲، ۲۰۰۳). به طور کلی ۳ نوع هزینه پیامد خارجی در بخش حمل و نقل قابل شناسایی است که عبارتند از: هزینه‌های مرتبط با استفاده از زیرساخت‌ها (مانند تصادفات و ترافیک)، هزینه‌های مرتبط با آلودگی هوا و در نهایت هزینه‌های مرتبط با برنامه ریزی زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری است. (بهاتاچاریا، ۱۳۹۷) اقتصاددانان محیط زیست، وجود گازهای گلخانه‌ای را به عنوان آثار خارجی فعالیت‌های اقتصادی در نظر می‌گیرند و معتقدند که تعادل بازار قادر به برآورده کردن شرایط بهینه پارتو نیست. یکی از اهداف سیاست‌های زیست محیطی آن است که تبعات این وجه از شکست بازار را از بین ببرد. (علیشیری و دیگران، ۱۳۹۷)

در این پژوهش، تمرکز بر هزینه‌های مرتبط با آلودگی هواست که می‌تواند ۱ تا ۳ درصد از تولید ناخالص داخلی یک کشور باشد. (تیملسینا و دولال^۳، ۲۰۱۰) استراتژی کنترل آلودگی هوا، اگر بخواهد به صورت جامع عمل کند، لازم است شامل ۴ محور باشد: ۱) بهبود استانداردهای انتشار و فناوری (مانند معاینه فنی در خودروهای در حال استفاده و بهبود فناوری در خودروهای جدید)، ۲) بهبود کیفیت سوخت، ۳)

³ Timilsina and Dulal

¹ Cap and Trade

² David Pearce

برنامه ریزی حمل و نقل و مدیریت ترافیک و ۴) نظارت و مدیریت بر ۳ محور فوق. (بهاتاچاریا، ۱۳۹۷).

برای برنامه‌ریزی حمل و نقل و مدیریت ترافیک، اقدامات متنوعی مانند اخذ مالیات و عوارض و همچنین گسترش حمل و نقل عمومی قابل انجام است. در کنار این موارد، یکی از روش‌های مدیریت حمل و نقل و ترافیک، که می‌تواند منجر به کنترل آلودگی هوا در مناطق مشخصی (مثلاً محدوده طرح ترافیک) شود، استفاده از سازوکار سقف و مبادله است.

بر این اساس، تعداد مشخصی مجوز وجود دارد که هر کدام اجازه می‌دهند مقدار معینی آلودگی منتشر شود. این مجوزها به انتشاردهنده‌ها (آلوده‌کننده‌ها) اختصاص یافته (قاعده پدرخواندگی) یا از طریق حراج به آن‌ها داده می‌شود و آن‌ها آزاد هستند مجوزها را در بازار آزاد معامله کنند. (بالدوین و دیگران، ۱۳۹۸) در این رویکرد سقف انتشار آلاینده تعیین شده و به عوامل انتشار دهنده، اجازه انتشار بیشتر از سقف تعیین شده داده نمی‌شود. تعریف بازار آزاد و اجازه خرید و فروش مجوزهای انتشار می‌تواند هر دو گروه عوامل انتشار، چه آنان که از سقف انتشار کمتر و چه آنان که بیشتر به انتشار می‌پردازند، را به منفعت برساند. بدین ترتیب که آن دسته از افرادی که کمتر از سقف تعیین شده به انتشار می‌پردازند (در این پژوهش؛ وارد محدوده طرح ترافیک نمی‌شوند) با فروش مجوزهای مازاد خود در بازار، منفعت کسب کرده و برای خود درآمدزایی می‌کنند و آن دسته از افرادی که نیازمند ورود به محدوده هستند، ترجیح می‌دهند مجوزهای انتشار مازاد را از بازار تهیه کنند. به عبارت دیگر تمام خودروهای آلوده‌کننده می‌بایست به ازای مقدار مشخصی آلودگی، تعداد معینی از مجوزها را بر اساس میزان انتشار آلودگی خودروی خود، دریافت کنند.

۲-۲- پیشینه پژوهش

با وجود اهمیت موضوع، و نقش مستقیم آن در کیفیت محیط زیست از یک سو و کنترل و کاهش مصرف سوخت از سوی دیگر، این موضوع در مطالعات اقتصاد انرژی و محیط زیست به ویژه در داخل کشور، به طرز شگفت‌آوری مهجور مانده است.

- پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور

در میان منابع فارسی، تنها کار علمی انجام شده مرتبط با مجوزهای سقف و انتشار در حوزه حمل و نقل شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد خانم خوشخو (۱۳۹۲) با عنوان «امکان سنجی تشکیل بازار مجوز آلاینده‌ها در سیستم حمل و نقل شهر تهران» است که در آن با استناد به مبانی تئوریک بازار سقف انتشار و مبادله و با مرور مطالعات گذشته و تجربه کشورهای مختلف به امکان تشکیل چنین بازاری در میان دارندگان خودروهای سواری در شهر تهران پرداخته شده است. بررسی شرایط موجود در کشورها و مقایسه آن با چارچوب‌های تشکیل بازار سقف انتشار و مبادله نشان می‌دهد که علیرغم وجود یک سری معضلات در خصوص دسترسی به آمار و درجه دقت داده‌های موجود، بستر اولیه و اساسی جهت تشکیل چنین بازاری در سیستم حمل و نقل شهر تهران وجود دارد که در صورت تجهیز منابع موجود و استقرار یک سیستم مدیریت جامع تشکیل بازار سقف انتشار و مبادله در سیستم حمل و نقل شهر تهران امکان‌پذیر می‌باشد.

همچنین گلوانی و خوشخو (۱۳۹۴) در مقاله‌ای علمی-ترویجی به نقش ایجاد بازار مجوز انتشار آلاینده‌ها در تامین مالی شهرداری تهران پرداخته‌اند و بیان داشتند که این اقدام علاوه بر کاهش آلاینده‌های هوا امکان تامین مالی پایدار از این منبع برای شهرداری تهران را نیز فراهم می‌کند.

قدوسی (۱۳۹۷) نیز در یادداشتی مدلی از ایجاد چنین بازاری در شهر تهران را پیشنهاد داده است. در این مدل پیشنهادی هر شهروند تعدادی کوپن الکترونیکی (فرضا هر کدام معادل یک ساعت تردد) دریافت می‌کند. شهرداری هر

روز متناسب با آلودگی هوا و سایر متغیرها، سقف کوپن‌های قابل استفاده در روز بعد را اعلام می‌کند و افراد می‌توانند کوپن‌شان را برای فردا فعال کنند. اگر تعداد متقاضی زیر سقف سفر بود، کوپن فعال می‌شود ولی اگر متقاضی زیاد بود فرد باید سفرش به محدوده طرح ترافیک را برای روز دیگری برنامه‌ریزی کند. در کنار این یک بازار برای خرید و فروش این کوپن‌ها بین متقاضیان هم شکل می‌گیرد. شهروندانی که نیاز به تردد به مرکز ندارند می‌توانند کوپن خود را به قیمت لحظه‌ای به متقاضیانی که تقاضای سفر بالا دارند بفروشند. البته پژوهش‌های مختلفی به بررسی و ارزیابی طرح ترافیک شهر تهران پرداخته‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

- مروجی و دیگران (۱۳۹۱) در رساله دکتری خود با عنوان «ارایه مدل سه سطحی قیمت‌گذاری و تعیین تراکم بار ترافیکی برای محدوده‌های طرح ترافیک» مدلی برای سه گروه از کاربران (سیاست‌گذاران ترافیک درون شهری-شرکت‌های بهره‌بردار سامانه مکانیزاسیون ثبت تخلفات ورود غیر مجاز به محدوده مشمول مقررات محدودیت طرح ترافیک-راندگان خودروها) در محدوده‌های تجاری مرکزی، که هر کدام اهداف و مطلوبیت خود را دنبال می‌نمایند، ارایه نموده و با استفاده از الگوریتم ژنتیک به حل آن پرداخته است.

- اسدی سی سخت و دیگران (۱۳۹۵) پایان نامه

کارشناسی ارشد با عنوان «ارزیابی طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران با تأکید بر عدالت محوری» تدوین کرده است و در آن نشان داده است که اگرچه تلاش شده است تا در طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک کلان‌شهر تهران عدالت مورد توجه قرار گیرد و به صورت موردی در اهداف کلان و راهبردها اشاراتی شده است، با این حال سازوکار سیستماتیک و منظمی جهت شناخت و ارزیابی وضعیت موجود، ترسیم وضعیت مطلوب به منظور بهبود در وضعیت عدالت در حمل‌ونقل و

ارائه و معرفی شاخص‌ها و ابزارهایی جهت پایش پیشرفت مورد توجه نبوده است.

- عباسی و دیگران (۱۳۹۸) در پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان «ارزیابی آثار اقتصادی و زیست محیطی طرح ترافیک جدید شهر تهران» به برآورد قیمت هزینه‌های آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از تردد خودروها در محدوده طرح ترافیک شهر تهران در طرح قدیم و جدید پرداخته است. بنا بر نتیجه‌ی این مطالعه، طرح ترافیک جدید، منجر به کاهش تردد و در نتیجه کاهش انتشار آلاینده‌ها و همچنین کاهش مصرف بنزین شده است.

- شامی و ممدوحی (۱۴۰۱) در مقاله خود با عنوان «یک اثرسنجی از قیمت‌گذاری دوره‌مبنا محدوده طرح ترافیک تهران، مدل رفتار سفر کاربران» به تحلیل رفتار سفر کاربران بعد از اعمال قیمت‌گذاری در دوره جدید طرح ترافیک شهر تهران (اردیبهشت ماه ۱۳۹۷) با استفاده از ۴۲۲ پرسشنامه گردآوری شده پرداخته‌اند. بر اساس نتایج حاصل، ۵۲/۲۸ درصد از کاربران بعد از تغییر طرح ترافیک، نحوه سفر خود به محدوده را تغییر نداده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کاربران خودرو شخصی تمایل بیشتری دارند که سفر خود را بدون تغییر انجام دهند.

- پژوهش‌های انجام شده در خارج از کشور

مطالعات انجام شده در خارج از کشور را می‌توان در دو دسته تقسیم بندی کرد. بخش زیادی از این مطالعات، توسط متخصصین حوزه حمل و نقل صورت گرفته است و با استفاده از ابزارهای این حوزه، به بررسی اثرات ترافیکی ایجاد محدودیت بر مبنای مجوزهای قابل مبادله آلودگی^۱ (TEP) پرداخته شده است. گروه دیگری از این مطالعات، از جنبه اقتصادی این موضوع را بررسی کرده‌اند که در ادامه بر این پژوهش‌ها تمرکز داریم:

¹ Tradable Emission Permit

- کرالز و وریک^۱ (۲۰۰۵) در مقاله‌ی «سیستم حمل و نقل شهری پایدار: مطالعه مجوزهای ورود قابل مبادله» با طراحی یک سیستم مجوزهای قابل مبادله در مراکز شهرها، اثرات جانبی این سیستم مورد بحث قرار گرفته است. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم مجوزهای قابل مبادله، سیاست قابل استفاده‌ای است، اما موفقیت در اجرای آن، به هزینه‌های مبادله آن بستگی دارد.

- کرالز و وریک (۲۰۰۶) همچنین در مقاله‌ای با عنوان «قیمت‌گذاری جاده‌ای در مقابل مجوز ورود قابل مبادله: رویکرد هزینه مبادله» به مقایسه هزینه مبادله در این دو مدل نظام کنترل ترافیک پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داده است نه تنها رویکرد مجوز ورود قابل مبادله موثرتر و کاراتر است، بلکه هزینه مبادله کمتری نیز دارد.

- چانگ^۲ (۲۰۱۰) با طراحی آزمایشی بر اساس حراج دو طرفه، نشان می‌دهد معامله گران مجوزها به قیمت رزور اهمیت زیادی می‌دهند و در ساعات ازدحام، قیمت مجوزها در این بازار افزایش زیادی دارد. لذا هزینه استفاده از جاده در این ساعات افزایش قابل توجهی دارد.

- ودود^۳ (۲۰۱۱) با بررسی داده هزینه‌های مصرف کنندگان ایالات متحده آمریکا، نشان می‌دهد تخصیص مجوز به هر فرد بزرگسال مناسب‌ترین شیوه تخصیص (در مقایسه با دو شیوه دیگر؛ تخصیص به هر وسیله نقلیه و تخصیص سرانه در حالتی بینابین) است.

- راکس و دیگران^۴ (۲۰۱۷) با طراحی الگویی برای اختصاص مجوزهای قابل تبادل برای شهروندان شهر لیون، سه مزیت برای این مجوزها، نسبت به عوارض شناسایی کرده است که عبارتند از: ۱- دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده (کاهش ترافیک در کوتاه مدت یا کنترل سقف آلودگی) ۲-

افزایش انگیزه برای کاهش استفاده از خودرو (به دلیل امکان فروش سهمیه) ۳- رایگان بودن بخشی از سفرهای درون شهری، در مقابل عوارض که برای همه سفرهای درون شهری لازم است پرداخت شود، موجب اقبال عمومی بیشتری به آن می‌شود.

- داگتروم و دیگران^۵ (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با آزمایش دو سناریوی مختلف بر روی ۳۰۸ فرد استفاده کننده از خودرو در هلند به این نتیجه رسیدند که با ایجاد مجوزهای قابل مبادله رانندگی امکان کاهش تا ۳۰ درصد سفرهای درون شهری به وسیله خودرو شخصی وجود دارد.

- مارک و دیگران^۶ (۲۰۱۸) در آزمایشی آنلاین با تخصیص مجوز کربن و همچنین ارز مجازی به هر فرد، از آن‌ها خواسته شد تا بودجه خود را صرف استفاده از حمل و نقل عمومی یا خصوصی کنند. در ۴ نوع آزمایش طراحی شده، نشان داده شد مجوزهای قابل مبادله کربن اختصاص یافته به هر فرد، می‌تواند ابزاری موثر برای کنترل آلودگی ناشی از حمل و نقل باشد.

- دیپالما و لیندزی^۷ (۲۰۲۰) به مقایسه مجوزهای قابل تبادل آلودگی و اخذ عوارض در حالت‌ها و فروض مختلفی مانند توابع تقاضا و هزینه خطی و غیرخطی، شوک تقاضا و ... پرداخته‌اند. مطابق این پژوهش، برتری هر کدام از این روش‌ها به شوک‌های تقاضا و هزینه و کشش تابع هزینه بستگی دارد. به طور مثال، هنگامی که توابع هزینه و تقاضا خطی هستند، اخذ عوارض بهتر از مجوزهای قابل تبادل عمل می‌کنند.

- برندز و دیگران^۸ (۲۰۲۰) در پژوهش خود با طراحی آزمایشی واقعی تلاش کرده‌اند تا ساختار مفهومی بازار تبادل مجوزهای حمل و نقل شهری و اجرای فنی آن را به نحوی

^۵ Dogterom et al.

^۶ Marek et al

^۷ De Palma & Lindsey

^۸ Brands et al

^۱ E. Crals & L. Vereeck

^۲ Chng

^۳ Wadud

^۴ Raux et al.

بر اساس این سیاست، کاربران خودرو شخصی برای تردد در ناحیه مرکزی شهر براساس ساعت تردد خود (اوج و غیر اوج) هزینه پرداخت می کنند. (شامی و ممدوحی ۱۴۰۱).

بر این اساس می توان گفت تا کنون از سه الگوی «طرح محدوده ممنوعه ترافیک»، «تردد نوبتی» و «قیمت گذاری تراکم» برای مدیریت تقاضای ترافیک در شهر تهران استفاده شده است. هرچند مطالعات نشان داده است این راهکارها اثرات ترافیکی و زیست محیطی مشابهی را فراهم می آورند اما قیمت گذاری اندکی بهتر است (لطیفی و عابدینی، ۱۳۹۱).

۲-۲- معرفی الگوی بازار «مجوزهای قابل تبادل

آلودگی» در شهر تهران

همانطور که در بخش مبانی نظری اشاره شد، ایجاد سازوکار مجوزهای قابل تبادل، نیازمند انجام ۳ مرحله به هم پیوسته است: در ابتدا لازم است سقفی برای انتشار آلاینده یا آلاینده های مورد نظر (در اینجا، معادل انتشار کربن توسط خودروهای سواری حاضر در طرح ترافیک) تعیین شود. سپس حق انتشار آلاینده (که در اینجا معادل انتشار گاز دی اکسید کربن است)، با تعریف مجوزهای قابل تبادل آلودگی (TEP)، به آلوده کنندگان (خودروهای سواری متقاضی ورود به طرح ترافیک) بر مبنای قاعده ای خاص (در اینجا سکونت یا اشتغال در محدوده طرح ترافیک) داده شود. به زبان ساده تر، تمام خودروهای متقاضی ورود به طرح ترافیک، می بایست به ازای میزان مشخصی انتشار آلودگی (معادل کربن)، تعداد معینی از مجوزها را (که میزان آن را شهرداری تعیین می کند)، در اختیار داشته باشند. و در نهایت لازم است این مجوزهای تخصیص یافته، قابلیت خرید و فروش بین افراد و گروه های آلوده کننده را داشته باشند. تا بدین طریق بازاری برای تبادل مجوزهای انتشار شکل گیرد. بر این اساس، الگوی «مجوزهای قابل تبادل آلودگی» در شهر تهران، به شرح زیر قابل اجرا خواهد بود:

مرحله اول: تعیین سقف انتشار

ایجاد کنند که هزینه های مبادله در آن حداقل بوده و شفافیت گسترده ای در بازار وجود داشته باشد و همچنین ثقل و سفته بازی در آن صورت نپذیرد. نتیجه آن که عملکرد آزمایش با وجود محدودیت ها رضایت بخش بوده و امکان ایجاد چنین بازاری برای رفت و آمد شهری وجود دارد.

۳- معرفی الگوی پیشنهادی

یکی از مشکلات جوامع شهری، به خصوص کلان شهرها، ازدحام ناشی از تردد وسایل نقلیه است که موجب بروز مشکلات متعددی از جمله افزایش آلودگی هوا، افزایش زمان سفر و افزایش مصرف سوخت می شود. یکی از سیاست های مدیریتی حمل و نقل برای کاهش یا حل این معضلات، قیمت گذاری محدوده های پرتردد است. در مناطق مرکزی تهران این راهبرد سال هاست در حال اجرا بوده و البته در طی این سال ها، تغییراتی نیز داشته است. در ادامه، ابتدائاً تاریخچه مختصری از طرح ترافیک شهر تهران را بیان می کنیم، سپس الگوی پیشنهادی را به طور تفصیلی طرح کرده و در نهایت به مقایسه الگوی پیشنهادی با وضعیت فعلی و مزایای آن خواهیم پرداخت.

۱-۳- مختصری از تاریخچه طرح ترافیک شهر تهران

ایجاد محدودیت ترافیکی در شهر تهران، سابقه طولانی دارد. در ابتدا از سال ۱۳۵۸ ممنوعیت تردد اتومبیل های تک سرنشین در محدوده ای از مرکز شهر وضع شد، در سال ۱۳۵۹ نیز ورود خودروهای غیرمجاز به محدوده طرح در ساعات ابتدایی صبح ممنوع گردید. در طی سال های دهه ۶۰ تا سال ۱۳۷۳، زمان اعمال محدودیت ها و شمول محدودیت ها، دچار تغییراتی گردید. از آذر ۱۳۷۳ آرم های موقت روزانه جهت ورود وسائل نقلیه به داخل محدوده طرح صادر گردید. در ادامه و از اواسط آذرماه ۱۳۸۴، به دلیل آلودگی شدید هوای تهران، طرح مقطعی تردد زوج یا فرد خودروها دائمی گردید. (مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، ۱۳۹۰) در سال ۱۳۹۷ نیز محدودیت ترافیکی به صورت دوره مبنا شد.

متوسط میزان انتشار آلاینده (معادل کربن) به ازای هر یک ساعت استفاده از خودرو تعیین می شود. ممکن است در این فرایند خودروهای موجود بنابر مدل ماشین، کیفیت به سوزی موتور، هیبریدی بودن و... در کلاس های مختلفی دسته بندی شوند. بنابراین هر خودرویی که قصد ورود به طرح ترافیک را داشته باشد، یک شناسنامه هویتی از میزان آلاینده ای که در هوا منتشر می کند، خواهد داشت.

مرحله دوم: تخصیص مجوز

به شاغلین و خانوارهای ساکن در محدوده طرح ترافیک شهر تهران، به صورت مساوی مجوز انتشار رایگان داده می شود. این مجوزها همان حق انتشار کربنی است که می تواند در این مناطق منتشر شود. از آنجا که ساکنین این مناطق بیشترین همجواری و در معرض بودن با آلاینده های زیست محیطی را دارند، بیشتر از آحاد ساکنین شهر تهران، در معرض مخاطرات جسمی و سلامتی هستند، بنابراین طبیعی است که مخاطب هدف توزیع رایگان مجوزها باشند. همچنین از آنجا که برای این افراد محدودیت آمد و شد وضع شده است، توزیع رایگان مجوزها بین این افراد، منصفانه است. همچنین این فرض وجود دارد که توزیع اولیه مجوزها بر تخصیص نهایی تأثیر نخواهد گذاشت (مونتگومری^۲، ۱۹۷۲).

مرحله سوم: طراحی بازار

حال با توجه به تعیین تکلیف مجوزهای انتشار آلاینده که در اختیار افراد قرار می گیرد، کسانی که قصد ورود به طرح ترافیک را دارند، نخست لازم است که این مجوزها را از دارندگان آن دریافت کنند. به طور مثال، سازمان محیط زیست، ظرفیت جذب کربن برای فصل بهار را ۱ میلیون تن

هدف اصلی استفاده از مجوزهای قابل تبادل آلودگی، تعیین حد بالای انتشار آلاینده (معادل کربن) برای خودروهایی است که وارد محدوده طرح ترافیک شهر تهران می شوند. مجوز ورود به افراد امکان می دهد تا با توجه به میزان انتشار آلاینده خودروی خود، در یک روز کاری بین ساعت ۶:۳۰ صبح تا ۷ بعد از ظهر وارد محدوده طرح ترافیک شهر تهران شوند. به دلایلی مانند شریان حمل و نقل عمومی و حفظ فعالیت های تجاری در مرکز شهر تهران، گروه های زیر در این سیستم گنجانده نشده اند: حمل و نقل عمومی (اعم از اتوبوس و تاکسی)، وسایل نقلیه کالایی، پلیس، آتش نشانی، وسایل نقلیه نظامی و خدمات اضطراری.

سازمان محیط زیست با استفاده از داده های هواشناسی و کیفیت سنجی هوا در سال های قبل و پیش بینی جریان های جوی در ماه های آتی، در ابتدای هر فصل ظرفیت جذب کربن در مناطق طرح ترافیک را برای ۳ ماه آینده اعلام می کند. شهرداری تهران با توجه به مشخص شدن سقف انتشار کربن در مناطق شهری، ۷۰ درصد این مقدار را به ساکنین مناطق طرح ترافیک تخصیص می دهد و ۲۰ درصد آن را برای مجموعه ناوگان معاف از مجوز (حمل و نقل عمومی، پلیس، آتش نشانی و...) در نظر می گیرد^۱. ۱۰ درصد باقی مانده نیز به عنوان پشتوانه بازار، جهت بهبود عملکرد و کنترل قیمت بازار خرید و فروش مجوزها، در نظر گرفته شده است. از دیگر سو لازم است مکانیزم اندازه گیری انتشار کربن، با بیشترین دقت و کمترین خطا تعریف شود. برای نیل به این هدف، می بایست خودروهای متقاضی ورود به طرح ترافیک، معاینه فنی داشته باشند. بر این اساس در مراکز معاینه فنی،

^۱ مطابق اظهارات رئیس مرکز ملی هوا و تغییر اقلیم سازمان محیط زیست در سال ۹۹: «مینی بوس ها ۴ درصد، اتوبوس های شرکت واحد ۵/۷ درصد، اتوبوس های سرویس ۷/۴ درصد، کامیون ۱۵/۷ درصد و تاکسی ۲/۱ درصد در تولید ذرات معلق نقش دارند. در مورد سایر گازهای آلاینده مینی بوس ها ۰/۸ درصد، اتوبوس های شرکت واحد ۰/۵ درصد، اتوبوس های سرویس ۰/۴ درصد، کامیون ۳/۱ درصد و تاکسی ۹/۴ درصد در انتشار سایر گازهای آلاینده نقش دارند.»

منبع: khabarkhodro.com کد خبر: ۵۸۳۲۹۸

با توجه به اقدامات انجام گرفته در سال های اخیر مانند نصب فیلتر جذب دوده و .. بر روی وسایل حمل و نقل عمومی، سهم ۲۰ درصدی برای حمل و نقل عمومی و خودروهای معاف از مجوز در نظر گرفته شده است.

^۲ Montgomery, W.D.

برآورد می کند. از این مقدار، حق انتشار ۷۰۰ هزار تن کربن، سهم ساکنین منطقه طرح ترافیک می شود. از این رو به هر خانوار ساکن در طرح ترافیک ۲۸۰۰ کیلوگرم حق انتشار کربن تعلق می گیرد.^۱ این خانوارها می توانند این میزان حق انتشار کربن را در ابتدای فصل یا در طول فصل، در سامانه خرید و فروش ایجاد شده توسط شهرداری تهران بفروشند، یا در یک معامله توافقی به افراد واگذار کنند. نحوه واگذاری حق انتشار کربن نیز در یک سامانه درخواست و پذیرش که توسط شهرداری تهران ایجاد می شود، انجام می گیرد.

در اختیار داشتن ۱۰ درصد از سهمیه انتشار، به شهرداری تهران این امکان را می دهد تا به عنوان بازارگردان^۲ علاوه بر ایجاد درآمد برای شهرداری، از نوسانات قیمتی کاسته و به نقدشوندگی بازار و در دسترس بودن مجوز برای متقاضیان ورود به طرح ترافیک کمک کند. همچنین حضور شرکت های واسطه ای مانند موسسات مالی در این بازار و ایفای نقش واسطه بین خریدار و فروشنده این مجوزها، می تواند هزینه های مبادله را به حداقل برساند.

مؤلفه های اجرایی

توجه به نکات زیر برای اجرای بهتر این سازوکار، ضروری است:

- برای حفظ درآمد شهرداری تهران از محل فروش طرح ترافیک، علاوه بر در اختیار گرفتن ۱۰ درصد از ظرفیت انتشار و همچنین بازارگردانی، لازم در هر زمان، بدون توجه به ظرفیت جذب کربن محیط و وضعیت آلودگی هوا به خرید طرح اقدام کنند، در الگوی «مجوزهای قابل تبادل آلودگی» مسقف انتشار کربن از ابتدا معلوم است و انتشار بیش از آن با جریمه همراه است.

ب- عادلانه تر بودن

عدالت را در معنای کلی می توان به برخورداری هر فرد از چیزی که حق اوست تعریف کرد (آوتویت و باتامور، ۱۳۹۲). در معنای کاربردی نیز می توان عدالت را روشی دانست که از طریق آن، هر نوع سود و زیان بین افراد توزیع می شود. (طیبیان و دیگران، ۱۳۸۹) با وجود تعاریف متعدد عدالت در حوزه های مختلف، رویکرد فعلی طرح ترافیک تهران، با معیار فرصت برابر (به معنی دسترسی برابر همه از فرصت ها، منابع، امکانات و اطلاعات) در نامطلوب ترین وضعیت ممکن قرار دارد (سی سخت، ۱۳۹۵). استفاده از «مجوزهای قابل تبادل آلودگی» با تخصیص مجوز به افراد، می تواند برای ساکنین طرح ترافیک شهر تهران، دسترسی عادلانه تری را فراهم کند.

پ- کشف قیمت توسط بازار

چالش اصلی الگوهای طرح ترافیک با قیمت ثابت، تعیین قیمت در ابتدای دوره است. در عمل، سیاستگذاران معمولاً درگیر فرایند آزمون و خطا می شوند. ابتدا یک نرخ دلخواه انتخاب شده و میزان کاهش مربوطه مشاهده می شود، اگر این کاهش کمتر از حد مطلوب باشد، مالیات افزایش می یابد و بالعکس. (کرالز و وریک، ۲۰۰۶) در تهران، علاوه بر این، تلاش می شود قیمت ورود به طرح ترافیک تا حد امکان کمتر افزایش یابد. دلیل این موضوع می تواند کسب محبوبیت سیاسی و استفاده حداکثری شهروندان باشد. اما در الگوی «مجوزهای قابل تبادل» قیمت توسط بازار کشف شده و انگیزه های درآمدی-سیاسی نمی تواند سلامت شهروندان (به ویژه شهروندان ساکن در منطقه طرح ترافیک) را به خطر بیندازد.

ت- مقرون به صرفه بودن^۳

«الگوی مجوزهای قابل تبادل» از این منظر مقرون به صرفه است که به شهروندان اجازه می دهد کم هزینه ترین

منطقه ۷: ۱۲۱,۹۳۹ خانوار؛ منطقه ۱۱: ۱۱۵,۷۳۶ خانوار) معادل ۲۵۰,۰۰۰ خانوار در نظر گرفتیم. / منبع داده ها: <https://data.tehran.ir>

² Market Maker

³ Cost-effective

^۱ آمار دقیقی از تعداد خانوارهای ساکن در محدوده طرح ترافیک در دست نیست. اما از آنجایی که محدوده طرح ترافیک، تمام منطقه ۱۲ و بخش هایی از مناطق ۶ و ۱۱ را در بر گرفته است، تسامحاً کل خانوارهای ساکن منطقه ۱۲ (۸۱,۱۴۴ خانوار) و نیمی از خانوارهای مناطق ۶ و ۱۱ را (منطقه ۶: ۹۵,۵۷۲ خانوار؛

دهد تفاوت قابل توجهی میان الگوی قیمت گذاری جاده (مانند الگوی طرح ترافیک فعلی در ایران) و «مجوزهای قابل تبادل» وجود ندارد. بلکه در مواردی هزینه های مبادله در الگوی مجوزهای قابل تبادل کمتر است.

۴- انجام آزمایش

با توجه به الگوی پیشنهادی ذکر شده، سعی شده است تا با انجام یک آزمایش، امکان پذیری شکل گیری بازار تبادل مجوزهای قابل تبادل آلودگی (TEP) بررسی شود. در این آزمایش که با استفاده از O-Tree و در بستر پایتون انجام شده است (چن و دیگران، ۲۰۱۶) تلاش شده تا بازار حراجی برای خرید و فروش حق انتشار کربن طراحی شود. به این صورت که افراد دارای حق انتشار کربن که می خواهند آن را در بازار عرضه کنند، به عنوان عرضه کننده و کسانی که قصد ورود به محدوده طرح ترافیکی دارند و می خواهند حق انتشار کربن را تهیه کنند، به عنوان خریدار تعیین می شوند.

هر دور از آزمایش سه گام خواهد داشت که عبارتند از: ۱- تخصیص مجوزها ۲- بازار تبادل مجوز و ۳- تصمیم به استفاده (یا عدم استفاده) از مجوزها. در این آزمایش امکان ذخیره سازی مجوزها وجود ندارد و در هر دور از آزمایش، سهمیه ها مجدداً توزیع می شود. در هر دور، در بخش تخصیص سهمیه، «شهرداری» به صورت تصادفی به رانندگان سهمیه رایگان اختصاص می دهد. به هر راننده در ابتدا مبلغی معادل ۱۰ هزار تومان داده می شود و همچنین از آن ها خواسته می شود تا ارزش ورود به محوطه طرح ترافیک را در هر دوره از آزمایش از بازه ۱ تا ۱۵ تعیین کنند. ارزش انتخابی مخفی بوده و به اطلاع سایر بازیگران نمی رسد.

در گام دوم، مبادله صورت می گیرد. راننده در صورتی که تصمیم به انجام سفر بگیرد، لازم است مجوز داشته باشد و در صورتی که در ابتدای دوره این مجوز به او تخصیص داده

وسیله را برای رسیدن به مقصد خود انتخاب کنند. از آنجا که قیمت مجوز توسط بازار تعیین می شود، قیمت کشف شده نشان دهنده میل نهایی به پرداخت^۱ شهروندان است. مسافرانی که می توانند ورود به طرح ترافیک را با روش های ارزان قیمت کاهش دهند، این کار را انجام می دهند. به طور مثال شهروندان در کوتاه مدت از حمل و نقل عمومی استفاده می کنند، یا خودروی خود را اشتراکی با دیگر افراد استفاده خواهند کرد. در بلندمدت نیز ممکن است محل کار یا زندگی خود را تغییر دهند. (همان، ۲۰۰۶). بدیهی است این اتفاق در صورتی رخ خواهد داد که امکانات پارکینگ و حمل و نقل عمومی برای افزایش تعداد کاربران ظرفیت کافی را داشته باشند.

ث- عدم نیاز به توسعه فناوری

الگوی «مجوزهای قابل تبادل» از همان فناوری استفاده می کند که امروزه توسط شهرداری در طرح ترافیک به کار گرفته می شود. دوربین های طرح، پلاک خودروها را ثبت می کنند و با توجه به وجود یا عدم وجود مجوز طرح ترافیک، مبادرت به ثبت جریمه یا استفاده از مجوز می نمایند. در الگوی مجوزهای قابل تبادل نیز به همین گونه است، دوربین ها پلاک را ثبت می کنند و با توجه به وجود یا عدم وجود مجوز، جریمه خواهند کرد. به این ترتیب، نیازی به توسعه فناوری جدیدی برای استفاده از الگوی مجوزهای قابل تبادل وجود ندارد.

ج- هزینه های مبادله

هزینه مبادله، شامل استفاده از منابع واقعی است که می تواند به طور متناوب در جای دیگری در اقتصاد یا سیستم اقتصادی-اجتماعی به کار گرفته شود (فروتبتن و ریشتر^۲، ۱۹۹۷). بر خلاف آنچه به نظر می رسد، مطالعات مختلف از جمله اوی کراالز^۳ (۲۰۰۵) و کراالز و وریک (۲۰۰۵) نشان می

³ Evy Cralis

¹ Marginal willingness-to-pay

² Furutbotn, E.G. & Richter, R

نشده است، باید آن را از بازار حراج تهیه کند. در صورتی که یکی از شرکت کنندگان تصمیم به فروش مجوز به دیگران را بگیرد، باید آن را در بازار با قیمت پیشنهادی خود عرضه کند و قیمت آن باید تکافوی هزینه عدم ورود به طرح ترافیک را بدهد. بازار حراج می تواند با ایجاد امکان تبادل بین بازیگران با ارزش ورود به طرح بالا (خریداران) و بازیگران با ارزش ورود به طرح پایین (فروشنندگان) مشکل تخصیص در توزیع تصادفی به افراد در ابتدای دوره را پوشش دهد.

در گام پایانی، رانندگان تصمیم می گیرند که به محدوده طرح ترافیک وارد شوند یا نه. در صورتی که نخواهند وارد محدوده شوند، در این مرحله عایدی نخواهند داشت (تنها از محل فروش مجوز و دارایی اولیه عایدی کسب خواهند کرد) و در صورتی که قصد ورود داشته باشند، به میزان «ارزش انتخابی» خود در ابتدای بازی به او پرداخت صورت خواهد گرفت.

به طور خلاصه افراد در نهایت بین مبلغ دارایی خود در ابتدای بازی، قیمت فروش مجوز و همچنین مطلوبیت حاصل از ورود به طرح ترافیک دست به انتخاب می زنند و تلاش می کنند سود حاصل از انجام آزمایش را حداکثر کنند.

برای انجام این آزمایش، ۱۲ نفر به صورت تصادفی به دو گروه مساوی تقسیم شدند. زمان انجام تبادل، ۱۸۰ ثانیه در نظر گرفته شد و هر گروه می بایست طی این مدت خرید و فروش خود را انجام دهد. خریداران پیشنهاد قیمتی خود را ارائه می دهند و فروشندگان نیز هم زمان قیمت مورد نظر خود را اعلام می کنند. لازم به ذکر است امکان انتخاب قیمت ها تنها به صورت اعداد طبیعی وجود دارد.

مرحله نخست: امکان سنجی تبادل

در مرحله نخست، به اعضای گروه اول، یک مجوز (کوپن) داده شد که می تواند آن را در بازار عرضه کند. به تمام شرکت کنندگان حاضر در آزمایش نیز مبلغ ۱۰ هزار

تومان اعتبار داده شد تا همه در شرایط برابر قرار بگیرند و آزمایش را آغاز کنند. در این مرحله ارزش ذهنی ورود به طرح ترافیک از شرکت کنندگان اخذ نشد. تا به صورت مطلق، امکان تبادل و برقراری معامله سنجیده شود.

در ابتدای این مرحله به شرکت کنندگان گفته شد: «دارنده کوپن به هر قیمتی آن را بفروشد، درآمد حاصل برای وی خواهد بود و خریدار کوپن نیز مبلغ باقی مانده در حساب (پس از خرید) را به عنوان عایدی دریافت می کند». است درآمد کارمزدی از خرید و فروش مجوزها را نیز داشته باشد.

- همانطور که امروزه ورود و خروج خودروها به طرح ترافیک توسط دوربین ها و به صورت هوشمند کنترل می شود، این امکان وجود دارد تا خودروهای ثبت شده در سامانه «تهران من»^۱، به ازای هر ساعت حضور در محدوده طرح ترافیک، از میزان موجودی مجوز انتشارشان کاسته شود. همانطور که گفته شد، میزان انتشار هر خودرو توسط مراکز معاینه فنی رتبه بندی و تعیین می شود.

- بدیهی است جریمه ناشی از حضور در محدوده طرح ترافیک یا انتشار بیش از مجوز، در اختیار شهرداری تهران قرار خواهد گرفت.

۳-۳- مزایای استفاده از الگوی «مجوزهای قابل تبادل آلودگی»

استفاده از «مجوزهای قابل تبادل آلودگی» در مقایسه با روش فعلی کنترل محدوده ترافیکی که امروزه در شهر تهران انجام می شود، شامل مزایایی است که در ادامه به آن پرداخته می شود:

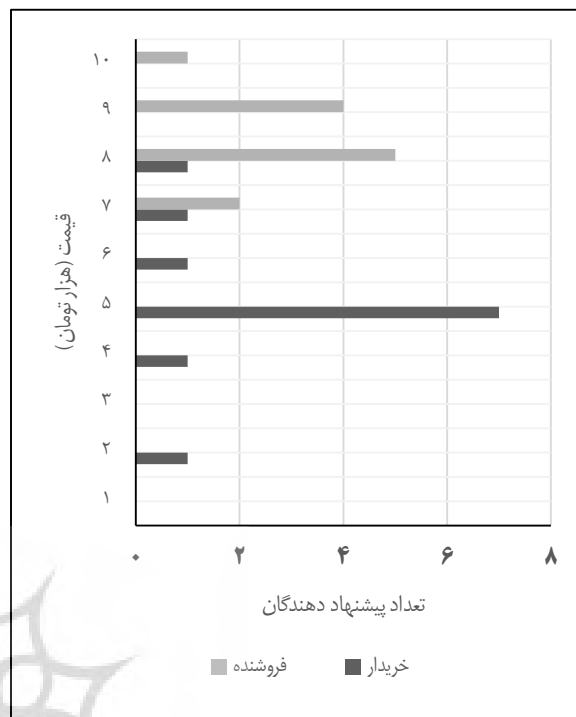
الف- سقف ثابت انتشار

بر خلاف رویکرد فعلی طرح کنترل ترافیک، که افراد می توانند

¹ <http://my.tehran.ir>

نمودار ۱- قیمت‌های پیشنهادی بازیکنان در مرحله اول

بازی



در دو دوره‌ی انجام این آزمایش، تنها دو معامله صورت گرفت. عرضه کنندگان، بیشترین قیمت را ارائه دادند و متقاضیان در آن سو، کمترین قیمت را پیشنهاد می دادند. علت این موضوع را می‌توان در انگیزه‌ی اندک برای شکل گیری بازار و همچنین ناآشنا بودن بازیکنان با نحوه انجام آزمایش جست و جو کرد. در این مرحله بازیکنان برای مبادله عجله ای نداشتند و تنها به ارائه پیشنهادات خود بسنده کردند.

همانطور که مشخص است، خریداران نمی خواهند موجودی در اختیار خود را از دست بدهند، بدون آنکه عایدی برای آن‌ها داشته باشد. از سوی دیگر، فروشندگان نیز قیمت‌های بالا پیشنهاد داده اند، به امید آنکه عایدی بیشتری برای

آن‌ها حاصل شود. از آنجایی که انگیزه ای برای انجام مبادله در نظر گرفته نشده است، خریداران به میزان مبلغ پرداختی، عایدی از دست می‌دهند و متضرر می‌شوند.

مرحله دوم: در نظر گرفتن ارزش ورود به طرح ترافیک

برای هر دوره از بازی

در مرحله دوم (دوره سوم تا پنجم آزمایش)، در ابتدای ورود به بازی در هر دوره، از همه بازیکنان خواسته شد تا ارزش ذهنی (مطلوبیت) ورود به طرح ترافیک را در بازه ۱ تا ۱۵ ارزش گذاری کنند. به شرکت کنندگان توضیح داده شد که ارزش انتخابی مخفی است و به اطلاع سایرین نمی‌رسد و در پایان، آن دسته از افرادی که مجوز دارند (از بازار تهیه کرده اند یا مجوز تخصیص یافته‌ی اولیه را نفروخته‌اند) به میزان ارزش ذهنی انتخابی اولیه عایدی خواهند داشت. به عبارت دیگر در اختیار داشتن مجوز، به منزله‌ی ورود به طرح در نظر گرفته می‌شود و معادل ارزش مطلوبیت اعلام شده، عایدی پرداخت می‌شود. مجدداً به هر بازیکن ۱۰ هزار تومان اعتبار داده شد و مجوزها در هر دوره، پس از تعیین ارزش ذهنی توسط بازیکنان، به صورت تصادفی تقسیم گردید.

نتایج:

در این مرحله انتظار می‌رفت آن دسته از مجوزها که در اختیار افراد با ارزش ذهنی کمتر برای ورود به طرح ترافیک قرار دارد، به افرادی که ارزش انتخابی بیشتری داشتند فروخته شود و بر این اساس، عایدی کل افزایش یابد.^۱ به صورت کلی این اتفاق رخ داد و در ۳ دوره انجام آزمایش، مجموعاً ۸ مبادله صورت گرفت که مجموعاً منجر به افزایش ۳۰ واحدی عایدی گردید.

^۱ عایدی برای فروشنده برابر است با قیمت فروش منهای ارزش ذهنی و عایدی خریدار عبارت است از ارزش ذهنی منهای قیمت خرید.

دوره های انجام آزمایش (در مرحله دوم)	تعداد مبادله	عایدی فروشندگان	عایدی خریداران	مجموع عایدی
دوره سوم	۴	۱	۱۳	۱۴
دوره چهارم	۳	-۳	۱۵	۱۲
دوره پنجم	۱	-۱	۵	۴

جدول ۲ - گزارش مرحله دوم آزمایش

در مرحله قبل، ارزش ذهنی پیش از شروع هر دوره از بازیکنان پرسیده می‌شد، به عبارت دیگر، ارزش ذهنی متغیر بود و برای هر دوره از بازی تغییر می‌کرد. این ویژگی با این که با شرایط دنیای واقع، انطباق بیشتری داشت (افراد در زمان های متفاوت، ترجیحات متفاوتی برای ورود به طرح ترافیک دارند) اما منجر به افزایش ارزش های ذهنی طی زمان، به دلیل امکان کسب سود بیشتر گردید.

برای حل این مشکل، در مرحله سوم آزمایش، ارزش ذهنی تنها یک بار در نظر گرفته می‌شود و در دوره های ششم، هفتم و هشتم ارزش های ذهنی تغییری نمی‌کند، بلکه تنها مجوزها به طور تصادفی بین افراد توزیع می‌گردد. برای جلوگیری از ایجاد ذهنیت در تعیین ارزش های ذهنی برای این مرحله، از همان ارزش های ذهنی اولیه (دوره سوم) استفاده شده است و اولین ارزش ذهنی انتخابی بازیکنان، به عنوان ارزش ذهنی پیش فرض برای هر سه دوره این مرحله در نظر گرفته شده است.

نتایج: با کسب تجربه بازیکنان در مراحل قبلی، همان طور که انتظار می‌رفت افراد با خطای کمتری اقدام به مبادله کردند و عایدی بیشتری به طور مجموع حاصل گردید.

از آنجایی که شرکت کنندگان، در ابتدای هر دوره، می توانستند ارزش ذهنی خود را تغییر دهند و ارزش ذهنی جدیدی تعیین کنند، میانگین ارزش های ذهنی در هر دوره افزایش یافت.

جدول ۳ - میانگین ارزش های ذهنی در هر دوره از مرحله دوم آزمایش

دوره سوم	دوره چهارم	دوره پنجم	میانگین ارزش ذهنی
۹,۹	۱۲,۱	۱۳,۶	

با انتخاب ارزش های ذهنی بالاتر، شرکت کنندگان در صورتی که مجوز دریافت می‌کردند، می‌توانستند عایدی بیشتری داشته باشند و در صورتی که مجوز دریافت نمی کردند نیز می توانستند حداکثر موجودی خود (۱۰ هزار تومان) را به عنوان قیمت خرید مجوز تعیین کنند تا احتمال خرید مجوز از فروشندگان بالاتر رود. این مسئله سبب شد تا با افزایش ارزش های ذهنی، امکان تبادل نیز کاهش یابد. زیر دارندگان مجوز که ارزش ذهنی بالاتر از ۱۰ داشتند، به طور معمول اقدام به فروش مجوز خود نمی‌کردند.^۱

مرحله سوم: عدم امکان تغییر ارزش ذهنی در هر دوره

از بازی

اند. «کنجکاو برای تبادل» و «تصور اجباری بودن خرید و فروش» دلیل اصلی این اقدام بود.

^۱ پس از آزمایش از افرادی که با قیمت های پائین تر از ارزش ذهنی خود، اقدام به فروش مجوز کرده بودند پرسیده شد که بر چه اساسی این کار را انجام داده

جدول ۴ - گزارش مرحله سوم آزمایش

دوره های انجام آزمایش (در مرحله سوم)	تعداد مبادله	عایدی فروشندگان	عایدی خریداران	مجموع عایدی
دوره ششم	۲	۵	۹	۱۴
دوره هفتم	۳	۸	۱۷	۲۵
دوره هشتم	۳	۱۴	۱۷	۳۱

بررسی مراحل دوم و سوم آزمایش نشان می‌دهد با وجود اینکه عدم تغییر ارزش انتظاری می‌تواند منجر به بهبود کارکرد بازار تبادل شود و عایدی مجموع را بیشتر افزایش دهد، اما در هر دو حالت تبادل رخ خواهد داد و دارندگان مجوز (چه ترجیحات بلندمدت در زمینه استفاده از مجوز داشته باشند و چه کوتاه مدت) و متقاضیان استفاده از مجوز می‌توانند بازاری برای تبادل مجوزها به وجود بیاورند. البته وجود بازارگردان می‌تواند به کارکرد بهتر بازار خرید و فروش مجوزها در شرایط مختلف کمک شایانی نماید.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

آلودگی محیط زیستی ناشی از وسایل نقلیه، به دلیل تاثیرگذاری بر سلامتی، ساختمان‌ها، محصولات کشاورزی یا گونه‌های زیستی؛ هزینه‌های خارجی تحمیل می‌کند. به طور کلی، آثار سلامتی آلودگی هوا از مهم‌ترین هزینه‌ها در این گروه است. (بهاتاچاریا، ۱۳۹۷) شهر تهران نیز سال‌هاست که با مسئله آلودگی هوا دست به گریبان است و دولت‌مردان با تعریف محدوده طرح ترافیک، سعی در کنترل انتشار از طریق قیمت‌گذاری محدوده‌های پرتردد داشته‌اند. با این حال، این روش نتوانسته است علیرغم تغییرات و اصلاحاتی که در سال‌های گذشته داشته است، به بهبود کیفیت هوای شهر تهران و کاهش آلودگی ناشی از وسایل نقلیه کمک شایانی

نماید. به همین منظور ایجاد الگوی جدیدی برای مدیریت انتشار آلاینده وسایل نقلیه ضروری به نظر می‌رسد. تشکیل بازار سقف انتشار و مبادله یکی از روش‌هایی است که می‌تواند موجب کاهش انتشار آلاینده‌ها شود. در این روش ابتدا سقفی برای انتشار آلاینده‌های مورد نظر تعیین می‌شود. به این معنی که انتشار آلاینده هوا جیره‌بندی شده و تمام منابع آلاینده متحرک مجموعاً می‌توانند تنها تا سقف تعیین شده آلودگی داشته باشند و سپس حق انتشار گازهای آلاینده، با تعریف مجوزهای انتشار، به آلوده‌کنندگان هوا ارائه می‌گردد. به عبارت دیگر تمام خودروهای آلوده‌کننده می‌بایست به ازای مقدار مشخصی آلودگی، تعداد معینی از مجوزها را بر اساس میزان انتشار آلودگی خودروی خود، دریافت کنند. در نهایت مجوزها قابلیت خرید و فروش بین گروه‌ها و نهادهای آلوده‌کننده را دارند. و بر این اساس بازاری جهت خرید و فروش آلاینده‌ها شکل می‌گیرد.

در این مطالعه، پس از معرفی الگوی سقف انتشار و مبادله برای کنترل انتشار آلودگی وسایل نقلیه در شهر تهران و بحث در رابطه با مزایای آن، از جمله سقف ثابت انتشار، عادلانه‌تر بودن، کشف قیمت توسط بازار و ...، با انجام آزمایشی نحوه تصمیم‌گیری افراد در مواجهه با طرح اختصاص مجوزهای قابل مبادله برای ورود طرح ترافیک و امکان شکل

طیبیان، منوچهر، محمد صالح شکوهی و ارباب، پارسا (۱۳۸۹).
ارزیابی عدالت اجتماعی در طرح منظر شهری محله خوب
بخت، منطقه ۱۵، شهرداری تهران. آرمانشهر، ش ۵، صص
۱۱۱-۱۲۲.

عباسی، علیرضا. آماده، حمید و ارباب، حمیدرضا. (۱۳۹۸) ارزیابی
آثار اقتصادی و زیست محیطی طرح ترافیک جدید شهر
تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی
(ره)

علیشیری، هدیه، عاطفه تکلیف، حمید آماده، حمیدرضا ارباب،
عسگر خادم وطنی، سیدحسین سجادی فر. ۱۳۹۷. تخصیص
موثر میزان انتشار CO2 بین اعضای منتخب اوپک: مدل
مجموع سود صفر در تحلیل پوششی داده ها-ZSG)
(DEA). نظریه های کاربردی اقتصاد. شماره ۱. ۲۱۳-۲۳۶
قدوسی، حامد. (۱۳۹۷). طرح بازار حق ترافیک، کانال شخصی
تلگرام. (دسترسی آنلاین:

<https://www.bultannnews.com/fa/news/5912>

(86)

گزارش سالانه کیفیت هوا و صدای تهران در سال ۱۴۰۰، شرکت
کنترل هوا. اردیبهشت ماه ۱۴۰۱

گلوانی، امین و خوشخو، اعظم. (۱۳۹۴). سقف انتشار آلودگی
مبادله، بازار مجوز انتشار آلاینده ها و نقش آن در تامین مالی
شهرداری، اقتصاد شهر، پاییز ۱۳۹۴، شماره ۲۵، صص ۹۹ تا
۱۰۳

لطیفی، لیلیا و عابدینی، مهدی، ۱۳۹۱، مقایسه سه راهکار محدوده
ممنوعه ترافیک، طرح تردد نوبتی و قیمت گذاری تراکم بر
روی ترافیک شهر تهران، دوازدهمین کنفرانس بین المللی
مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.

مرکز تحقیقات آلودگی هوا، (۱۴۰۰)، بررسی روند تغییرات کیفیت
آلودگی هوا در شهر تهران و کمی سازی اثرات بهداشتی و
اقتصادی منتسب به آن در دهه منتهی به ۱۳۹۹، پژوهشکده
محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران.

مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران، (۱۳۹۰)، بررسی طرح
تردد زوج یا فرد خودروها در تهران، معاونت مطالعات و
برنامه ریزی امور زیرساخت و طرح جامع.

گیری یا عدم شکل گیری این بازار، بررسی گردید. این
آزمایشها در ۳ مرحله نشان دادند که امکان برقراری بازار
خرید و فروش مجوز انتشار آلاینده ها فراهم است و منجر به
افزایش مطلوبیت افراد پس از خرید و فروش مجوزها می شود.
از این رو استفاده از الگوی جدید، علاوه بر اینکه می تواند در
کنترل آلودگی ناشی از وسایل نقلیه موتوری موثر باشد،
می تواند منجر به افزایش رفاه ساکنان در محدوده طرح
ترافیک، به وسیله فروش مجوزها نیز گردد.

۶- منابع

احمدیان، مجید، عابدی، زهرا، غفارزاده، حمیدرضا، و کاشف، الهه.
(۱۳۹۳). ارزیابی شکست بازار در انعکاس ناکارایی زیست
محیطی (مطالعه موردی: بازار خودروهای متداول در ایران).
اقتصاد مالی (اقتصاد مالی و توسعه)، ۸(۲۹)، ۱-۱۸.
اسدی سی سخت، امین. خاکساری، علی و لطیفی، غلامرضا.
(۱۳۹۵)، ارزیابی طرح جامع حمل و نقل و ترافیک تهران با
تأکید بر عدالت محوری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه
علامه طباطبایی (ره).

آوتویت، ویلیام و باتامور، تام (۱۳۹۲). فرهنگ علوم اجتماعی قرن
بیستم. ترجمه حسن چاوشیان. تهران. نی.
بالدوین، رابرت. کیو، مارتین و لاج، مارتین (۲۰۱۲)، آشنایی با
تنظیم بازار، نظریه، راهبرد و اجرا، محمد صفار (۱۳۹۸).
تهران، انتشارات علمی فرهنگی.
بهاتاچاریا، سوپس سی. (۲۰۱۱). اقتصاد انرژی، تعاریف، مفاهیم
بازارها و سیاست ها، ترجمه علی فریدزاد (۱۳۹۷). تهران،
دانشگاه علامه طباطبایی (ره)

خوشخو، اعظم. ناصری، علیرضا و نجارزاده، رضا. (۱۳۹۲). امکان
سنجی تشکیل بازار مجوز آلاینده ها در سیستم حمل و نقل
شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت
مدرس.

شامی، سپیده و ممدوحی، امیر رضا. (۱۴۰۱). یک اثرسنجی از
قیمت گذاری دوره مبنا محدوده طرح ترافیک تهران، مدل
رفتار سفر کاربران. پژوهشنامه حمل و نقل شماره ۱۹ (۳)،
۱۴۹-۱۶۴

- the New Institutional Economics, University of Michigan Press.
- Marek, Ewelina & Raux, Charles & Engelmann, Dirk, (2018). "Personal carbon allowances: Can a budget label do the trick?," *Transport Policy*, Elsevier, vol. 69(C), pages 170-178.
- Montgomery, W.D. (1972), *Markets and Licenses and Efficient Pollution Control Programs*, *Journal of Economic Theory*, 5(4), pp. 395-418.
- Pearce, David, 2003, "The social cost of carbon and its policy implications", *Oxford Rev Econ Policy*, vol. 19(3), pages 362-384.
- Raux, Charles, Ayman Zoubir, Mirkan Geyik (2017), Who are bike sharing schemes members and do they travel differently? The case of Lyon's "Velo'v" scheme, *Transportation research part A: policy and practice*, vol. 106. Pages 350-363.
- Wadud, Zia, (2011). "Personal tradable carbon permits for road transport: Why, why not and who wins?," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, vol. 45(10), pages 1052-1065.
- مروجی، غلامرضا. نخعی کمال آبادی، عیسی و صفارزاده، محمود. (۱۳۹۱) ارائه مدل سه سطحی قیمت گذاری و تعیین تراکم بار ترافیکی برای محدوده های طرح ترافیک، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.
- Brands D.K., Verhoef E.T., Knockaert J., Koster P.R. (2020), *Tradable permits to manage urban mobility: Market design and experimental implementation*, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 137, pp. 34-46,
- Chen, Daniel L. & Schonger, Martin & Wickens, Chris, (2016). "oTree—An open-source platform for laboratory, online, and field experiments," *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, Elsevier, vol. 9(C), pages 88-97.
- Ch'ng, Kean Siang,(2010). "Individual tradable permit market and traffic congestion: An experimental study," *MPRA Paper 26638*, University Library of Munich, Germany.
- Crals E., Vereeck L., (2005) A more sustainable urban transport system: the case of tradable entry permits, *WIT Transactions on the Built Environment*, 77, 301-311
- Crals E., Vereeck L., (2006) Road pricing versus tradable entry rights: a transaction cost approach, *WIT Transactions on the Built Environment*, 89, 881-890
- de Palma and Lindsey, (2020). Tradable permit schemes for congestible facilities with uncertain supply and demand, *Economic Transportation*, 21 , Article 100149
- Dogterom, Nico & Ettema, Dick & Dijst, Martin, (2018). "Activity-travel adaptations in response to a tradable driving credits scheme," *Transport Policy*, Elsevier, vol. 72(C), pages 79-88.
- Dulal, Hari & Timilsina, Govinda. (2010). *Urban Road Transportation Externalities: Costs and Choice of Policy Instruments*. World Bank Research Observer. 26. 162-191.
- Furutbotn, E.G. & Richter, R.(1997). *Institutions and Economic Theory: The Contribution of*