Urban Economics and Planning

Homepage: http://eghtesadeshahr.tehran.ir/

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Social Cost-Benefit Analysis of Replacing defective Catalytic Converters in Tehran's Light Vehicles to Reduce Air Pollution

Morteza Tahamipour Zarandi[1*], Mina Moghiseh[2]

[1] *Assistant Professor of Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*
[2] *Master's student in Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

ARTICLE INFO

Article History:
Received 2022-01-05
Accepted 2022-03-08

Keywords:
Air pollution
catalytic converters
conditional valuation method
light vehicles
Tehran

ABSTRACT

INTRODUCTION

Air pollution has become the main environmental problem in Iran's largest metropolis. According to the Tehran Environmental Protection Agency studies, 70% of deaths in Tehran are due to respiratory and heart problems, which are directly or indirectly related to air pollution in this city. Transportation system includes light vehicles, diesel vehicles, and motorcycles are the leading causes of pollution in Tehran. In Tehran, the share of mobile sources (vehicles) of the total emitted gas pollutants equals 82.9%. Since Tehran's primary sources of emissions are mobile, emission control of these sources is an efficient solution to improve Tehran's air quality. To control the gas pollutants emitted by light vehicles, which have the largest share of emissions, the use of catalytic converters is one of the most practical solutions. Catalytic converters have been used since the 1970s to reduce air pollution. In Iran, using this part is mandated by the Environment Organization, and all domestically made cars from the second half of 2002 must be equipped with that. This part uses catalytic materials to convert harmful compounds from the car engine into ineffective or less dangerous compounds. Therefore, this research investigates the justifiability of catalytic converter replacement in Tehran from the economic point of view and in the form of social cost-benefit analysis.

MATERIALS AND METHODS

In this study, the costs include replacing the catalyst part and its installation. The revenues include indirect revenues from the monetary benefits of reducing emissions due to this measure and valuing the reduction of air pollution in Tehran, and estimating the willingness to pay. To assess the financial benefits of emission reduction, previous independent studies in this field have been used. For evaluating clean air, the conditional valuation method (CVM) and the logit model have been used. To estimate this valuation, the willingness to pay for citizens living in Tehran, districts 6 and 22, respectively, is considered a sample of areas with high and medium pollution levels. 411 questionnaires were completed through simple random sampling. Among these residents, almost half of them (207 people) were from districts 6, and the other half (204 people) were

DOI: 10.22034/UE.2022.3.01.08

*Corresponding Author: Email: *m_tahami@sbu.ac.ir*

from districts 22. Through the pretest results, the average willingness to pay was estimated at 500,000 Rials, and based on this amount, the upper limit was set at 1,000,000 Rials, and the lower limit was set at 250,000 Rials.

FINDINGS

The results show the total cost of catalysts replacement for light vehicles is equal to 49834 billion rials. 293894 tons of CO pollutants and 20569 tons of NOx pollutants can be prevented by the timely replacement of the catalyst part. The emission cost of these pollutants for CO and NOx gas is equal to 24962 and 79878 thousand Rials, respectively. Therefore, the monetary benefit of reducing CO and NOx pollutants emissions due to regular replacement of catalytic components in 2020 will be equal to 7336 and 1643 billion rials, respectively. According to the logistic model, the expected willingness to pay for Tehran households equals 912 thousand Rials, so the annual economic value of reducing air pollution in Tehran per household equals 31834 billion Rials. Finally, the net present value in the proposed scenario No. 1 is 84521 billion Rials, in the proposed scenario No. 2, 99067 billion Rials, and in the proposed scenario No. 3, 113612 billion Rials. The internal rate of return for scenarios 1, 2, and 3 is 68%, 82%, and 99%, respectively. The benefit-to-cost ratios for Scenarios 1, 2, and 3 are 1.32, 1.39, and 1.48, respectively. These estimates show the economic justifiability of the scenarios.

CONCLUSIONS

Currently, there are different methods to reduce air pollution. One of the most accessible and practical methods is to replace defective catalysts in light vehicles. The method of technical inspection in Iran is not strict at all since the exemption period is long, and the catalyst part's accuracy or even its presence is not monitored. The high cost of this part also makes car owners reluctant to replace this vital part voluntarily. Government can put financial support and invest in the implementation of replacing this part which is both practical and economical. The government can collect funds through city tolls and, as a result, counteract the hidden costs of pollution by reducing pollution emissions, such as office and school closures, which occur due to the over-emission of air pollutants.

COPYRIGHTS

©2022 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Tahamipour Zarandi M., Moghiseh M. (2022). Social Cost-Benefit Analysis of Replacing defective Catalytic Converters in Tehran's Light Vehicles to Reduce Air Pollution. Urban Economics and Planning, 3(1): 104-120.

DOI: 10.22034/UE.2022.03.01.08

فصلنامه اقتصاد و برنامه ریزی شهری

سایت نشریه: http://eghtesadeshahr.tehran.ir/

مقاله پژوهشی

تحلیل هزینه – فایدهٔ اجتماعی تعویض مبدل‌های کاتالیستی غیرفعال در خودروهای سبک شهر تهران برای کاهش آلودگی هوا

مرتضی تهامی پور زرندی[1*]، مینا مقیسه[2]

[1] استادیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[2] کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵

تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷

کلمات کلیدی:

آلودگی هوا

خودروهای سبک

روش ارزش‌گذاری مشروط

شهر تهران

مبدل‌های کاتالیستی

DOI: 10.22034/UE.2022.03.01.08

چکیده:

در این مطالعه به تحلیل هزینه – فایدهٔ اجتماعی به‌کارگیری یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها در کاهش انتشار آلاینده‌های گازی یعنی تعویض مبدل‌های کاتالیستی غیرفعال در خودروهای سبک شهر تهران پرداخته شده است. برای این منظور، هزینهٔ تعویض مبدل‌ها، تمایل به پرداخت ساکنان شهر تهران برای کاهش آلودگی هوا و منافع حاصل از کاهش انتشار آلودگی در سال ۱۳۹۹ بررسی شده است. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات میدانی و تکمیل پرسش‌نامه به دست آمد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مجموع هزینه‌های مرتبط با تعویض مبدل کاتالیستی برای یک دورهٔ برابر با ۴۹۸۳۴ میلیارد ریال، ارزش تمایل به پرداخت سالانهٔ شهروندان تهرانی با استفاده از روش ارزش‌گذاری مشروط معادل ۳۱۸۳۴ میلیارد ریال و منفعت سالانهٔ حاصل از کاهش انتشار نیز ۸۹۸۷ میلیارد ریال برآورد شده است. بر این اساس و با توجه به دورهٔ بررسی ۲۰ ساله و مفروضات مدل اقتصادی، تعویض مبدل‌های کاتالیستی در سناریوهای مختلف دارای توجیه اقتصادی است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود نهادهای مدیریت شهری با در نظر گرفتن منافع ایجادشده، زمینهٔ تأمین منابع مالی و تعویض این قطعه را برای کاهش آلودگی هوای شهر تهران مورد پیگیری قرار دهند.

مقدمه

کیفیت محیط زیست از جمله مواردی است که بر سلامت افراد اثر می‌گذارد و کاهش کیفیت آن در وهلهٔ اول باعث به خطر افتادن وضعیت سلامت در جامعه و در وهلهٔ دوم باعث کاهش بهره‌وری در نیروی کار و رشد اقتصادی خواهد شد [۱]. محیط زیست در حالت عادی می‌تواند مقداری از آلودگی‌های تولیدشده توسط جوامع مختلف به‌خصوص شهری و صنعتی را تعدیل کند، اما گاهی میزان انتشار مواد مضر در حدی است که در این مکان‌ها نرخ و سرعت پاک شدن از مواد آلاینده از میزان تولید آن‌ها کمتر است و بنابراین، خطر ایجاد می‌شود [۲]. از جمله این آلودگی‌های محیط زیستی بحث آلودگی هواست که امروزه مقابله و یا پیشگیری از انتشار آن در کلان‌شهرها به دغدغه‌ای جدی تبدیل شده است. این معضل نتیجهٔ مستقیم افزایش بی‌رویه در فعالیت‌های صنعتی، زیاد شدن مصرف سوخت‌های فسیلی و بالا رفتن تراکم جمعیتی است. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند آلودگی هوا در شهرهایی که تراکم بالای جمعیتی، مسکن و ترافیک دارند و یا اینکه صنعت‌محورند، در سطوح بالاتری قرار می‌گیرد. علاوه بر اینکه انتشار و غلظت گازهای آلاینده در سطح شهرها یکنواخت و یکسان نیست، آلاینده‌های منتشرشده در محیط‌های آلوده نیز محدود به این نقاط نیستند و در جو پراکنده و رقیق می‌شوند. پراکندگی و رقیق شدن آلاینده‌های هوا به‌شدت تحت تأثیر شرایط هواشناسی به‌ویژه جهت باد، سرعت باد و وضعیت جوی محیط قرار دارد. به علاوه، وضعیت توپوگرافی و ساختارهای شهری نیز منجر به تغییرات پیچیده‌ای در وضعیت غلظت این آلاینده‌ها می‌شود [۳].

در شهر تهران، افزایش کنترل‌نشده تعداد وسایل نقلیه و نگهداری

نویسنده مسئول:

ایمیل: m_tahami@sbu.ac.ir

نامناسب از آن‌ها، ساختمان‌های بلند، هوای آرام و بدون باد و موقعیت جغرافیایی (موقعیت توپوگرافی) سبب افزایش غلظت آلاینده‌های هوا شده و آلودگی هوا را به اساسی‌ترین معضل محیط زیستی بزرگ‌ترین کلان‌شهر ایران تبدیل کرده است [۴]. طبق مطالعات سازمان حفاظت محیط زیست شهر تهران، ۷۰ درصد مرگ‌ومیرها در تهران ناشی از مشکلات تنفسی و قلبی است که این مشکلات ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با آلودگی هوای این شهر دارد [۵]. همچنین، این شهر از نظر مواجه شدن با متوسط غلظت سالانه تعدادی از آلاینده‌های مهم، همواره ناسالم است که باعث می‌شود در بیش از دو سوم روزها وضعیت هوا در شرایط ناسالم گزارش شود [۶]. ناوگان حمل‌ونقل شامل خودروهای سبک (تاکسی، سواری و وانت)، وسایل نقلیهٔ دیزلی (اتوبوس‌ها، مینی‌بوس‌ها و وسایل نقلیهٔ دیزلی سنگین) و موتورسیکلت‌ها اصلی‌ترین عامل ایجاد آلودگی در شهر تهران هستند، در گروه آلاینده‌های مصنوعی قرار دارند و سهم قابل توجهی از آلودگی هوای این شهر را به خود اختصاص می‌دهند [۷]. در شهر تهران، سهم منابع متحرک (انواع وسایل نقلیه) از کل آلاینده‌های گازی منتشرشده برابر با ۹/۸۲ درصد است که سهم خودروهای سواری ۸/۳۷ درصد، خودروهای دیزلی شامل مینی‌بوس، اتوبوس واحد، اتوبوس سرویس و کامیون ۸/۴ درصد، موتور سیکلت‌ها ۳/۲۱ درصد و تاکسی‌ها و وانت‌ها به‌ترتیب ۴/۹ و ۵/۹ درصد است [۸].

از آنجا که منبع اصلی انتشار آلاینده‌ها در شهر تهران منابع متحرک هستند، کنترل انتشار ناشی از این منابع یک راه‌حل کارا برای بهبود کیفیت هوای تهران است. به منظور کنترل آلاینده‌های گازی منتشرشده از سمت خودروهای سبک که بیشترین سهم انتشار را به خود اختصاص می‌دهند، استفاده از مبدل کاتالیستی در قسمت خروجی گازهای حاصل از احتراق موتور از کاربردی‌ترین راه‌حل‌ها است [۹]. مبدل کاتالیستی از دههٔ ۱۹۷۰ میلادی با هدف کاهش آلودگی هوا، بر سر راه خروجی موتورهای بنزینی نصب شده است و در ایران نیز استفاده از این قطعه از نظر سازمان محیط زیست اجباری بوده و تمامی خودروهای ساخت داخل از نیمهٔ دوم سال ۱۳۸۱ باید به این قطعه مجهز باشند [۱۰]. این قطعه که مؤثرترین سیستم پس‌تصفیه برای کاهش الاینده‌های خروجی از موتور (بین ۹۰ تا ۹۵ درصد کاهش آلودگی) است، با استفاده از مواد کاتالیزگر ترکیبات مضر خروجی از موتور خودرو را به ترکیبات بی‌اثر یا کم‌خطرتر تبدیل می‌کند. در ایران، بر اساس قانون جدید معاینهٔ فنی خودروها در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، خودروهایی با عمر ۴ سال یا کمتر نیازی به سنجش کارکرد و دریافت برگه معاینهٔ فنی ندارند و برای خودروهایی با عمر بیش از ۴ سال که لازم است سالانه معاینهٔ فنی انجام دهند، وجود داشتن یا نداشتن مبدل کاتالیست سالم در معاینهٔ فنی سنجیده نمی‌شود و متأسفانه الزام قانونی در باب تعویض آن وجود ندارد. حال اینکه نتایج مطالعات شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران در زمینهٔ میزان انتشار آلاینده‌های سمی در خودروهای دارای کاتالیست و بدون آن نشان می‌دهد یک خودروی بدون کاتالیست فعال حدود ۱۰ برابر یک خودروی دارای کاتالیست فعال آلایندهٔ منواکسید کربن منتشر می‌کند [۱۱]. در عین اهمیت کارکرد سیستم کاتالیست در کاهش آلودگی هوا، گرانی این قطعه و نبود الزام قانونی در مورد تعویض آن باعث می‌شود در بین صاحبان خودرو علاقه‌ای برای تعویض آن نباشد. بنابراین، در این پژوهش از دیدگاه اقتصادی و در قالب تحلیل هزینه فایدهٔ اجتماعی به بررسی توجیه‌پذیری تعویض مبدل کاتالیستی در سطح شهر تهران پرداخته می‌شود تا این سؤال پاسخ داده شود که آیا حمایت مالی دولت برای این پروژه قابل توجیه است یا خیر؟

پیشینهٔ تحقیق

تجزیه‌وتحلیل‌های اقتصادی یا به بیانی دیگر، ارزیابی فایده‌ها و هزینه‌های به‌کارگیری روش‌های کاهش‌دهندهٔ آلودگی‌های محیطی به تعیین اندازهٔ آلودگی و حل آن کمک زیادی می‌کند. بیات و همکاران با تأکید بر تأثیرات منفی ذرات معلق به‌خصوص PM۲/۵ بر سلامت و مرگ‌ومیرهای منتسب به این گاز، خسارت‌های ناشی از آلودگی هوای شهر تهران بر سلامت شهروندان را برای سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ با استفاده از سه روش ارزش زندگی آماری، ارزش یک سال زندگی و روش دیه اسلامی برآورد کرده‌اند. طبق نتایج این مطالعه، مواجه شدن با PM۲/۵ در هوای آزاد بر سلامت عمومی افراد در شهر تهران تأثیر به‌سزایی دارد و بسته به نوع مدل، برای سال ۱۳۹۷ می‌توان از حدود ۶۴۰۰ یا ۵/۱۳ درصد از کل مرگ‌ومیر مربوط به این گاز آلاینده پیشگیری کرد که به معنای کاهش خسارت ۷/۲ میلیارد دلاری یا ۳/۴ درصد از کل تولید ناخالص داخلی شهر تهران است [۱۲]. عابدی و خیری با هدف مقابله با آلودگی هوا در شهر تهران، به بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی احداث بام سبز در منطقهٔ ۹ شهر تهران پرداخته‌اند. با استفاده از آزمون انتخاب و شاخص‌های سودآوری، نتایج آن‌ها نشان می‌دهد احداث بام سبز از بعد اقتصادی در این منطقه توجیه ندارد، اما از منظر ارزش منافع زیست‌محیطی این اقدام منجر به ایجاد ارزش حال خالص ۳۴۹/۱۱ میلیون ریال به ازای هر متر مربع و نرخ بازده داخلی ۵۳ درصد می‌شود. ارزش محیط زیستی که شهروندان این منطقه برای هر متر مربع احداث بام سبز قائل هستند، به طور میانگین برابر با ۴۴/۵ میلیون ریال است که در این حالت نسبت فایده به هزینهٔ برابر با ۹۲/۱ است [۲]. تهامی‌پور و سفاهن نیز با استفاده از رویکرد تحلیل هزینه - فایده به بررسی فرایند مدیریت پسماند از منظر مالی و اقتصادی پرداخته‌اند. طبق بررسی این مطالعه اگرچه از نظر بخش خصوصی سرمایه‌گذاری در این زمینه از لحاظ مالی و اقتصادی توجیه ندارد، اما با حمایت مالی دولت می‌توان به توجیه‌پذیری دست یافت. طبق نتایج، نرخ بازده داخلی برابر با ۴۰ درصد، نسبت فایده به هزینهٔ ۲/۱ و دورهٔ بازگشت سرمایه ۲۵/۴ سال است [۱۳].

در بحث ارزیابی مشارکت و تمایل به پرداخت افراد برای کاهش آلودگی هوا، Wang و همکاران تمایل به پرداخت خانوارهای شهر شانگهای چین را با هدف کاهش آلودگی‌های هوا و کاهش بیماری‌های تنفسی کودکان از طریق روش ارزش‌گذاری مشروط محاسبه کرده‌اند. با بررسی پرسش‌نامه‌های انجام‌شده در سطح جامعه و در بیمارستان با

افرادی که صاحب بچه هستند، مشخص شد که ۲/۷۰ درصد والدینی که در بیمارستان حضور داشتند و ۶/۵۲ درصد از والدین در سطح جامعه به‌ترتیب مایل به پرداخت ۵۰۴ و ۴۲۸ یوان چین در سال هستند. افرادی که تمایلی به پرداخت در این باب نداشتند، معتقدند درآمد کم و اعتقاد به اینکه این وظیفهٔ دولت و نهادهای مسئول است که برای بهبود کیفیت هوا تلاش کنند، بر نظرشان تأثیر می‌گذارد [۱۴]. Akhtar و همکاران تمایل به پرداخت خانوارهای ساکن در شهر لاهور پاکستان را برای کاهش آلودگی هوا از رهیافت روش ارزش‌گذاری مشروط سنجیده‌اند. بر اساس نتایج آن‌ها، ۵/۹۲ درصد خانوارها مایل هستند۸۶/۹ دلار در ماه برای بهبود وضعیت هوا پرداخت کنند. از نتایج قابل توجه در این مطالعه این است که با وجودی که پاکستان کشوری کم‌درآمد است و بودجهٔ کمی را به طرح‌های مرتبط با کاهش آلودگی هوا اختصاص می‌دهد، اما مردم به پرداخت و مشارکت برای این نوع طرح‌ها مایل هستند [۱۵]. Liu و همکاران تمایل به پرداخت کارگران واحد تولیدی برای بهبود کیفیت هوا در شهر نانچانگ چین را برآورد کرده‌اند. بررسی نتایج نشان می‌دهد ۵۳ درصد از این افراد به پرداخت برای کاهش آلودگی هوا تمایل دارند و متغیرهای سطح تحصیلات، محل سکونت، شغل، درآمد سالانهٔ خانوار و تجربهٔ سفر بر تمایل به پرداخت این افراد تأثیر دارند [۱۶]. Ning و Lee هدف خود را بررسی تمایل به پرداخت نسل جوان (گروه سنی ۱۸ تا ۲۹ سال) در شهر داژو کرهٔ جنوبی و پکن چین برای اقدامات کنترل‌کننده و کاهش‌دهندهٔ آلودگی ناشی از آلایندهٔ ذرات معلق ریز در این دو شهر قرار داده‌اند. حدود یک سوم از پاسخ‌دهندگان کره‌ای و یک پنجم از پاسخ‌دهندگان چینی به دلیل نبود اعتماد به اثربخشی این اقدامات کنترل‌کننده برای این آلاینده در کره و محدودیت بودجه در چین، تمایل به پرداخت منفی داشته‌اند. مقدار کل تمایل به پرداخت سالانه برای داژو در حدود ۴۷۵۷۲ میلیون وون کرهٔ جنوبی (۴۵/۴۲ میلیون دلار آمریکا) و همین مقدار برای پکن در حدود ۱۴/۳۲۶۰ میلیون یوان (۹۴/۴۷۴ میلیون دلار آمریکا) است [۱۷]. Wu و همکاران در استان جیانگ‌سو چین، به اندازه‌گیری ضررهای اقتصادی مستقیم ناشی از آلودگی هوا (دوده در هوا) با استفاده از روش ارزش‌گذاری مشروط پرداخته‌اند و با استفاده از الگوی لوجیت، عوامل مؤثر بر تمایل به پرداخت را در این مطالعه مورد بررسی قرار دادند. با مصاحبه با ۱۱۲۳ خانواده، کل ضرر اقتصادی ناشی از بیماری‌های مرتبط با دوده گرفتن هوای شهر و کل هزینهٔ درمان بیماری‌های مرتبط با این وضعیت به‌ترتیب برابر با ۳۸/۲۲ میلیارد رنمینبی چین و ۴/۸ میلیارد دلار برای این استان برآورد شده است. ۹/۵۵ درصد خانواده‌های ساکن مایل به پرداخت سالانه ۶/۱۱ میلیارد رنمینبی (۹۷/۵۱ درصد از کل ضرر) برای از بین بردن دوده هستند. میزان ۰۵/۱۱ میلیارد رنمینبی باقی‌مانده از ضرر اقتصادی را نیز دولت مسئول پرداخت آن را به عهده می‌گیرد [۱۸].

در ایران نیز مطالعاتی که در آن‌ها تمایل به پرداخت افراد در زمینهٔ ارزش‌گذاری کالاهای محیط زیستی نظیر ارزش‌گذاری هوای پاک بررسی می‌شود، بسیار انجام شده است. برای نمونه، تهامی‌پور و همکاران میزان ارزش اقتصادی هوای پاک در شهر تهران را با در نظر گرفتن دو منطقه با سطح آلودگی متوسط و زیاد یعنی منطقهٔ قلهک و جنت‌آباد برآورد کرده‌اند. طبق نتایج، بیشترین نارضایتی افراد از وضعیت آلودگی هوا، اول آثار مخرب این وضعیت بر سلامتی افراد، دوم مشکلات سلامتی ناشی از آن و پس از آن، به‌ترتیب سوزش چشم، دید ضعیف، گردوغبار سیاه و در انتها، بوی نامطبوع بوده است. طبق نتایج، ۸۲ درصد خانوارها حاضرند برای کاهش ۵۰ درصدی آلودگی هوا پرداخت انجام دهند. متوسط تمایل به پرداخت برای هر خانوار نیز حدود ۵۶۱۸ ریال در ماه است و با تعمیم این عدد به کل ساکنان شهر تهران، خانوارهای تهرانی حاضرند سالانه حدود ۱۹۰ میلیارد ریال برای کاهش ۵۰ درصدی آلودگی هوا بپردازند [۱۹]. فتاحی نیز میزان تأثیرپذیری هزینه‌های عمومی سلامت از آلودگی هوا و نقش عوامل مختلف از جمله درآمد سرانه را بررسی کرده و با به‌کارگیری مدل پنل پویا و گشتاورهای تعمیم‌یافته برای کشورهای درحال‌توسعه نشان می‌دهد هزینه‌های عمومی سلامت در این کشورها با یک وقفه بر هزینه‌های عمومی سلامت در کشورهای درحال‌توسعه تأثیر معنادار داشته و همچنین، آلودگی هوا نیز بر هزینه‌های عمومی سلامت تأثیر مثبت دارد و درآمد سرانه نیز بیشترین تأثیر را بر هزینه‌های سلامت دارد [۲۰]. وهابی راد و همکاران نیز به تخمین ارزش بهبود کیفیت هوا در جنوب غرب شهر تهران پرداخته‌اند. برآورد آن‌ها که از طریق روش آزمون انتخاب و الگوی لوجیت آشیانه‌ای انجام شده است، نشان می‌دهد متوسط تمایل به پرداخت افراد برای بهبود مطلق و نسبی مرگ‌ومیر به‌ترتیب ۱۰۲۴۰۶ و ۸۵۳۵۹ ریال، برای بهبود مطلق و نسبی دید افقی به‌ترتیب ۷۲۲۰۲ و ۲۴۱۶۲ ریال و برای بهبود مطلق هزینه‌های شست‌وشو ۳۵۰۱۱ ریال است. در میان پاسخ‌دهندگان ۸/۶۴ درصد افراد تمایل به مشارکت و پرداخت دارند. متوسط تمایل به پرداخت هر خانوار در هر سال ۳۱۹۱۴۰ ریال و ارزش بهبود کیفیت هوای مناطق جنوب غرب تهران ۱۱۸۷۰۵ میلیارد ریال است [۵]. در نهایت، عابدیان و همکاران با استفاده از روش ارزش‌گذاری مشروط به بررسی تمایل به پرداخت شهروندان منطقهٔ ۵ تهران برای کاهش آلودگی هوا پرداخته و پس از آن، امکان‌سنجی خرید اتوبوس‌های الکتریکی با استفاده از مشارکت مردمی را طی یک دورهٔ یک‌ساله بررسی کرده‌اند. طبق این پژوهش، ۹/۸۵ درصد شهروندان در این منطقه مایل هستند برای بهبود کیفیت هوا پرداخت انجام دهند و تمایل به پرداخت آن‌ها برای بهبود کیفیت هوا ماهانه برابر با ۶۱۴۵۰ ریال است. نتایج امکان‌سنجی این پژوهش نیز نشان می‌دهد نهاد شهرداری با بهره‌گیری از مشارکت مردمی می‌تواند ۱۸ دستگاه اتوبوس الکتریکی را در یک دورهٔ یک‌ساله جایگزین اتوبوس‌های فرسودهٔ دیزلی در ناوگان اتوبوسرانی منطقهٔ ۵ کند. منفعت حاصل از اجرای این اقدام ۲۶۶۹۶ میلیارد ریال در زمینهٔ کاهش آلودگی هوا، آلودگی صوتی مصرف سوخت و هزینه‌های نگهداری اتوبوس‌های دیزلی برای شهرداری است [۲۱].

مواد و روش‌ها

تحلیل هزینه - فایده

در تحلیل هزینه – فایده، منافع و هزینه‌های مختلف انجام یک کار با هم مقایسه می‌شوند. در واقع، این روش به دنبال بررسی و کمی کردن کلیهٔ هزینه‌ها و فواید یک طرح و به دنبال آن، انجام کار به شیوهٔ به‌صرفه (حداکثرسازی منافع در مقابل حداقل‌سازی هزینه‌ها) است [۲۲]. در ساختار کلی تحلیل هزینه فایده، ملاک‌های تصمیم‌گیری مختلفی برای انجام سرمایه‌گذاری وجود دارد. از جملهٔ این ملاک‌ها، ارزش خالص فعلی، نرخ بازده داخلی و نسبت فایده به هزینه است.

ارزش خالص فعلی یک پروژه تفاوت میان جریان‌های نقدی تنزیل‌شده مورد انتظار و سرمایه‌گذاری اولیه است [۲۳]. رابطهٔ ۱ تفاوت بین ارزش فعلی جریان ورودی و ارزش فعلی جریان خروجی پول (ارزش فعلی تنزیل‌شدهٔ پروژه) را طی یک دورهٔ زمانی می‌سنجد:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - I \qquad (۱)$$

هنگام ارزیابی یک پروژه، در صورتی که ارزش خالص فعلی طرح بزرگ‌تر یا مساوی با صفر باشد، پروژه دارای توجیه اقتصادی است.

نرخ بازده داخلی نرخ تنزیلی است که در آن ارزش خالص فعلی برابر با صفر است یا به بیان دیگر، در این نرخ ارزش فعلی منافع طرح با ارزش فعلی هزینه‌های آن برابر است. نرخ بازده داخلی با استفاده از رابطهٔ ۲ محاسبه می‌شود [۲۳]:

$$IRR = \sum_{t=1}^{n} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} - I = 0 \qquad (۲)$$

در صورتی که نرخ بازده داخلی پروژه با نرخ تنزیل درنظرگرفته‌شده در طرح مساوی یا از آن بزرگ‌تر باشد، طرح توجیه اقتصادی دارد.

نسبت فایده به هزینه نیز از تقسیم ارزش فعلی فایده‌ها به ارزش فعلی هزینه‌ها از طریق رابطهٔ ۳ به دست می‌آید:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \qquad (۳)$$

در این حالت، اگر عدد به‌دست‌آمده برابر با عدد یک یا بزرگ‌تر باشد (به معنای مساوی بودن یا بزرگ‌تر بودن نسبت فایده به هزینه) طرح دارای توجیه اقتصادی است [۲۳].

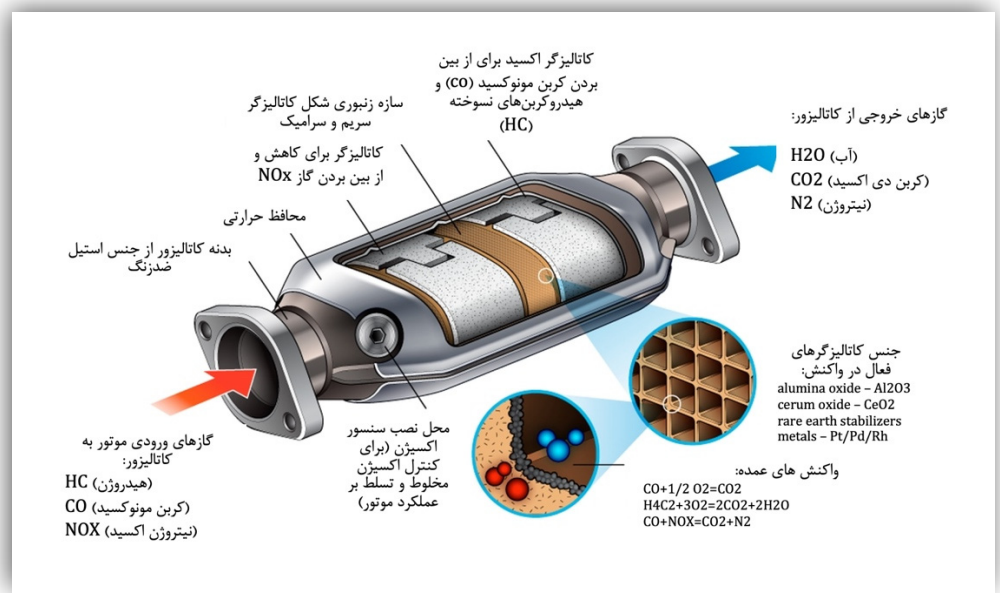
برای طراحی و اجرای سیاست تعویض مبدل کاتالیستی در خودروهای سبک شهر تهران، از یک طرف حضور و مشارکت مردم از طریق بررسی تمایل به پرداخت و ارزشی که برای هوای پاک قائل هستند، مورد توجه قرار گرفته و از طرف دیگر، منفعت‌های حاصل از کاهش انتشار آلودگی در نتیجهٔ استفاده از این قطعه اندازه‌گیری شده است. بنابراین، در این مطالعه هزینه‌ها شامل هزینه‌های تعویض قطعهٔ کاتالیست و نصب آن و درآمدها دربرگیرندهٔ درآمدهای غیرمستقیم حاصل از منفعت‌های پولی کاهش انتشار در نتیجهٔ انجام این اقدام و ارزش‌گذاری کاهش آلودگی هوای تهران و برآورد تمایل به پرداخت افراد است. برای برآورد منفعت‌های پولی کاهش انتشار از مطالعاتی که پیش‌تر به صورت مستقل در این زمینه انجام شده است، استفاده شده و در مورد ارزش‌گذاری نیز روش ارزش‌گذاری مشروط و الگوی لوجیت به کار گرفته شده است. در ادامه، به توضیح شیوهٔ محاسبهٔ هزینه‌ها و درآمدها پرداخته می‌شود.

برآورد هزینهٔ مبدل کاتالیست

یکی از روش‌های بی‌خطرسازی دودهای اگزوز، استفاده از مبدل‌های کاتالیستی است. مبدل کاتالیست قطعه‌ای محفظه‌ای شکل است که حاوی مادهٔ کاتالیزوری بوده، در مسیر گازهای خروجی اگزوز قرار می‌گیرد و پس از رسیدن به دمای بالا باعث شکسته شدن ترکیبات گازهای خروجی شده و گازهای سمی و آلوده‌کنندهٔ محیط زیست نظیر هیدروکربن‌ها، منواکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن را به ترکیبات آب، کربن دی‌اکسید و نیتروژن تبدیل می‌کند. این قطعه پس از مدتی بر اثر عواملی نظیر ۱) حرارت بالا؛ ۲) سمی شدن به وسیلهٔ مواد خروجی از موتور؛ ۳) خرابی مکانیکی مبدل؛ ۴) ضربه؛ ۵) ضربه‌های مکانیکی خارجی واردشده کارایی و کیفیت اولیهٔ خود را از دست می‌دهد [۱۰] بنابراین، به منظور حفظ تداوم کارکردهای آن برای محیط زیست باید مورد تعویض قرار بگیرد. بر اساس نظرات کارشناسان فنی لازم است در دستهٔ خودروهای سبک برای خودروی سواری شخصی این تعویض هر سه سال یک بار، برای تاکسی هر یک سال یک بار و برای وانت هر دو سال یک بار این تعویض انجام شود. در این مطالعه، برای تعیین متوسط هزینهٔ تمام‌شده برای این تعویض از کارشناسان شرکت ایران دلکو که یک شرکت دانش‌بنیان و از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان کاتالیست خودرو و موتورسیکلت در ایران و خاورمیانه است، کمک گرفته شده است. این شرکت در سال ۱۳۷۰ با تولید دلکو خودروهای پیکان و نیسان جونیور تأسیس شد و از سال ۱۳۸۴ تحت لیسانس شرکت اینترکات آلمان اولین مبدل کاتالیستی خود را به بازار روانه کرده است. بنا بر اعلام این شرکت، ایران دلکو به عنوان تنها تولیدکنندهٔ مبدل‌های کاتالیستی در ایران ظرفیت تولید سالانه ۱۲ میلیون قطعه را دارد. هزینه‌هایی که باید برای سمت فروشنده خدمت تأمین مالی شود، شامل هزینه‌های تعویض کاتالیست و نصب آن است [۲۴].

برآورد منافع حاصل از کاهش انتشار آلودگی

در ارزیابی اقتصادی منافع حاصل از کاهش آلودگی هوا از بخش حمل‌ونقل، تعیین قیمت سایه‌ای آلاینده‌های منتشرشده از این بخش



شکل ۱. اجزای تشکیل‌دهندهٔ مبدل کاتالیست در خودروها [۹]

بسیار مهم است. هزینه‌های ناشی از انتشار آلاینده‌های محیط زیستی در واقع هزینه‌هایی خارجی هستند که با توجه به اثرات زیان‌باری که این آلاینده‌ها بر اکوسیستم‌ها و سلامت انسان دارند، ایجاد می‌شوند. برای محاسبهٔ این‌گونه هزینه‌های آسیب به محیط زیست که در بازار مستقیم مورد محاسبه قرار نمی‌گیرند، باید به کمی‌سازی منفعت پولی این آلاینده‌ها یا درونی‌سازی آن‌ها پرداخت. برای محاسبهٔ این هزینه‌ها روش‌های گوناگونی وجود دارد [۲۵]. در این مطالعه، برای محاسبهٔ نتایج این بخش از یافته‌های مطالعهٔ رحیمی و همکاران استفاده شده است [۲۶].

برآورد ارزش هوای پاک

به منظور ارزیابی بسیاری از خدمات و کالاهای زیست‌محیطی که قابلیت مبادله در بازار را ندارند، باید از روش‌های غیربازاری استفاده کرد [۲۷]. روش‌های مختلفی برای برآورد ارزش اقتصادی این کالاها و خدمت غیر بازاری وجود دارد. هوای پاک از جملهٔ این کالاها و خدمات است که در مطالعات بسیار زیادی نظیر مطالعهٔ Wang و همکاران، Liu و همکاران، Washizu و همکاران، وهابی راد و همکاران، عابدیان و همکاران بر پرکاربرد بودن و کارایی روش ارزش‌گذاری مشروط در تعیین ارزش آن تأکید شده است [۵، ۱۴، ۱۶، ۲۱ و ۲۵]. بنابراین، در این مطالعه از روش ارزش‌گذاری مشروط برای تخمین این ارزش در شهر تهران استفاده می‌شود.

در روش ارزش‌گذاری مشروط تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی بر پایهٔ متغیرهای وابسته و متغیرهای طبقه‌بندی باینری (یا صفر و یک یا دوتایی) انجام می‌شود [۲۱]. در این مطالعه، متغیر وابسته میزان تمایل به پرداخت افراد برای بهبود کیفیت هواست که محاسبهٔ آن برای فرد i به صورت رابطهٔ ۴ تعریف می‌شود [۲۸]:

$$WTP_i = F\left(Q_i,\ Y_i,\ T_i,\ S_i\right) \qquad (۴)$$

WTP_i بیانگر تمایل به پرداخت، Q_i کیفیت یا مقدار منبع زیست‌محیطی، Y_i سطح درآمد، T_i شاخص سلیقه و S_i برداری از عوامل اقتصادی- اجتماعی فرد i است. این تابع نشان‌دهندهٔ این است که تمایل به پرداخت تحت تأثیر چه عواملی است. پرکاربردترین ابزار محاسبهٔ تمایل به پرداخت در این روش، تابع مطلوبیت تصادفی است که مبنای طرح انتخاب دوگانه در مدل ارزش‌گذاری مشروط است. تابع مطلوبیت برای فرد i در طرح انتخاب دوگانه به صورت رابطهٔ ۵ در نظر گرفته می‌شود [۳۰ و ۳۱]:

$$U = U\left(P, Y, S\right) \qquad (۵)$$

U بیانگر تابع مطلوبیت غیرمستقیم، Y درآمد و S برداری از ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی فرد i است. اگر فرد بابت کالای زیست‌محیطی پرداخت انجام دهد، P برابر با یک و اگر پرداختی انجام ندهد، P برابر با صفر خواهد بود.

فرض بر این است که هر فرد حاضر است مبلغی از درآمد خود را برای بهره‌گیری از منافع یک کالا یا خدمت زیست‌محیطی بپردازد و این بهره‌گیری باعث ایجاد مطلوبیت برای وی می‌شود. بنابراین، اگر به فرد پیشنهاد شود برای حفظ کارکردها و یا استفاده از یک مکان زیست‌محیطی یا شرایطی که در آن کیفیت مکان مورد نظر از q_0 به q_1 بهبود یابد و یا جلوگیری از تنزل کیفیت آن مکان از q_1 به q_0 آیا مایل است B ریال برای این تغییر پرداخت کند یا خیر، Hanemann مطلوبیت قبل و بعد از پرداخت مبلغ پیشنهادی را به صورت رابطهٔ ۶ تعریف می‌کند [۳۱]:

$$U(1, Y - B; S) + \varepsilon_1 \geq U(0, Y; S) + \varepsilon_0 \quad (۶)$$

رابطهٔ بالا بیان می‌کند که میزان مطلوبیت ایجادشدهٔ ناشی از بهره‌گیری از کالای محیط زیستی بعد از پرداخت مبلغ مورد نظر بیشتر از حالت اولیه است. این رابطه همچنین بیان می‌کند مطلوبیت فرد از دو جزء تشکیل شده است: جزء U بخش معلوم و به‌صورت جمع‌پذیر جداکردنی و جزء ε بخش تصادفی تابع مطلوبیت است که معمولاً دارای میانگین صفر و به‌طور یکسان و مستقل توزیع می‌شود. تفاوت مطلوبیت یا همان ΔU به صورت رابطهٔ ۷ بیان شود [۳۱]:

$$\Delta U = U(1, Y - B; S) - U(0, Y; S) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_0) \quad (۷)$$

چنانچه ΔU از صفر بزرگ‌تر باشد، یعنی پاسخ‌دهنده مطلوبیت خود را با گفتن پاسخ بله که به معنای موافق بودن با پرداختن مبلغی پیشنهادی است، حداکثر می‌کند [۲۱]. در روش ارزش‌گذاری مشروط، متغیر وابسته یک مقدار صفر یا یک اختیار می‌کند و بنابراین، باید از از یک مدل کیفی نظیر لوجیت یا پروبیت استفاده شود. در انتخاب مدل کیفی، اگر ε به صورت نرمال توزیع شود به یک مدل پروبیت ختم می‌شود و اگر به‌صورت لوجستیک توزیع شود، به مدل لوجیت ختم می‌شود. در این پژوهش، برای بررسی تأثیر متغیرهای اثرگذار بر تمایل به پرداخت افراد در راستای کاهش آلودگی هوا از مدل لوجیت استفاده شده است. طبق الگوی لوجیت، احتمال اینکه فرد i یکی از پیشنهادها را بپذیرد $P(Y_i = 1)$ از طریق رابطهٔ ۸ به دست خواهد آمد [۳۱ و ۳۲]:

$$P_i = \frac{1}{1+\exp(-\Delta U)} = \frac{1}{1+\exp\{-(\alpha+\beta B+\gamma Y+\theta S)\}} = F_\eta(\Delta U) \quad (۸)$$

$F_\eta(\Delta U)$ تابع توزیع تجمعی با یک اختلاف لوجستیک استاندارد است و دربرگیرندهٔ ویژگی‌های اجتماعی – اقتصادی افراد مصاحبه‌شونده است. α, β, γ و θ ضرایب متغیرها هستند.

پارامترهای مدل لوجیت با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی که رایج‌ترین تکنیک برای تخمین مدل لوجیت است، برآورد می‌شوند [۱۹]. محاسبهٔ انتگرال‌گیری در محدودهٔ صفر تا بالاترین پیشنهاد، اگر بالاترین پیشنهاد با علامت M نشان داده شود، به‌صورت رابطهٔ ۹ است:

$$E(WTP) = \int_0^M F_\eta(\Delta U)\, dB = \int_0^M \left(\frac{1}{1+\exp\{-(\alpha^*+\beta B)\}}\right) dB \quad (۹)$$

$E(WTP)$ مقدار انتظاری تمایل به پرداخت و α^* عرض از مبدأ تعدیل شده است. α^* از طریق جمع جبری میانگین (یا مد در متغیرهای صفر یا یک) متغیرهای اجتماعی – اقتصادی فرد با عرض از مبدأ اصلی به صورت رابطهٔ ۱۰ محاسبه می‌شود:

$$\alpha^* = \alpha + \gamma Y + \theta S \quad (۱۰)$$

تخمین اثر نهایی تغییر در یک واحد متغیرهای مستقل بر احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی توسط فرد i، یکی از نتایج مدل لوجیت است. احتمال اینکه فرد i مبلغ پیشنهادی را بپذیرد، به صورت رابطهٔ ۱۱ است [۳۳]:

$$P_i = F\left(\beta X_i^*\right) = \frac{1}{1+exp^{\beta X_i^*}} \quad (۱۱)$$

X_i متغیرهای توضیحی و β پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند. برای ارزیابی اثرات نهایی تغییر در هر یک از متغیرهای توضیحی X_i بر احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی باید به صورت رابطهٔ ۱۲ از رابطهٔ ۱۱ مشتق جزئی گرفته شود:

$$ME = \frac{\partial P_i}{\partial X_{ik}} = \frac{exp^{X_i^*\beta}}{\left(1+exp^{X_i^*\beta}\right)^2}\beta_k \quad (۱۲)$$

پس از برآورد مدل، از نتایج رابطهٔ ۱۲ برای تفسیر ضرایب به جای پارامترها استفاده می‌شود [۱۹].

در این پژوهش، برای ارزش‌گذاری اقتصادی هوای پاک و اندازه‌گیری میزان تمایل به پرداخت شهروندان ساکن در مناطق ۲۲گانهٔ شهر تهران دو منطقهٔ ۶ و ۲۲ به‌ترتیب به عنوان نمونه‌ای از مناطق با سطح آلودگی بالا و نمونه‌ای از مناطق با سطح آلودگی متوسط در نظر گرفته شده است. پرسش‌نامهٔ این پژوهش در آذرماه سال ۱۳۹۹ و طی ۱۳ تا ۱۷ بعدازظهر انجام شده است. بر اساس جدول مورگان حجم نمونه برای جوامع بیش از ده هزار نفر ۳۸۵ نفر و طبق فرمول کوکران ۳۸۴ نفر در نظر گرفته می‌شود، اما به علت تمایل افراد حاضر به شرکت در پرسش‌نامه و البته،

جدول ۱. میانگین قیمت تمام‌شدهٔ تعویض کاتالیست در یک خودروی سبک در سال ۱۳۹۹ (هزار ریال)

خودرو	عمر مفید	کاتالیست	هزینهٔ نصب	مجموع قیمت کاتالیست و هزینهٔ نصب
سواری شخصی (داخلی و خارجی)	۳	۳۱۵۰۰	۳۰۰۰	۳۴۵۰۰
تاکسی	۱	۲۴۰۰۰	۳۰۰۰	۲۷۰۰۰
وانت	۲	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰	۳۳۰۰۰

مأخذ: [۲۴]

جدول ۲. هزینهٔ تمام‌شدهٔ تعویض کاتالیست به صورت سالانه برای کلیهٔ خودروهای سبک با عمر کمتر از ۲۰ سال در سال ۱۳۹۹ (میلیارد ریال)

خودرو	کمتر از ۵ سال	بین ۵ تا ۱۰ سال	بین ۱۰ تا ۱۵ سال	بین ۱۵ تا ۲۰ سال	مجموع
سواری	۵۰۱۶۸	۳۹۲۲۲	۲۸۷۳۸	۱۱۴۰۰	۱۲۹۵۳۰
تاکسی	۵۸۷	۹۴۶	۱۰۳۱	۳۸۱	۲۹۴۶
وانت	۲۴۱۳	۲۵۱۱	۱۶۸۰	۸۱۵	۷۴۲۲
مجموع	۵۳۱۶۹	۴۲۶۸۰	۳۱۴۵۱	۱۲۵۹۷	۱۳۹۸۹۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

برای اطمینان بیشتر از صحت نتایج، تعداد ۴۱۱ پرسش‌نامه بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده تکمیل شده است. در میان این ساکنان، تقریباً نیمی از آن‌ها (۲۰۷ نفر) از منطقه با سطح آلودگی بیش از ۶/۵ دیگر (۲۰۴ نفر) از منطقه متوسط آلوده ۲۲ بوده‌اند. محله‌های اصلی این دو منطقه به عنوان مکان‌های نمونه برای انجام پرسش‌نامه در نظر گرفته شده‌اند. متغیرهای توضیحی پژوهش شامل مبلغ پیشنهادی (هزار ریال)، سن، جنسیت، وضعیت تأهل، بعد خانوار، سطح تحصیلات، وضعیت اشتغال، متوسط هزینهٔ خانوار در ماه (از آنجا که معمولاً افراد هنگام پاسخ‌گویی به پرسش دربارهٔ میزان درآمدشان، آن را پایین‌تر از مقدار واقعی بیان می‌کنند، در این مطالعه از متغیر متوسط هزینهٔ ماهیانهٔ خانوار به جای متغیر متوسط درآمد ماهانهٔ خانوار استفاده شده است)، منطقهٔ سکونت و سطح رضایتمندی از منطقهٔ سکونت است.

به منظور دستیابی به اطلاعات مورد نیاز برای محاسبهٔ تمایل به پرداخت، ابتدا یک پیش‌آزمون تهیه شده و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده با حجم ۴۰ پرسش‌نامه در بین افراد توزیع شده است. سؤال مربوط به تمایل به پرداخت در این پیش‌آزمون به‌صورت سؤال باز طراحی شده است تا افراد آزادانه تمایل به پرداخت خود را بیان کنند و در نتیجه، تمایل به پرداخت واقعی آن‌ها برای مشارکت در زمینهٔ کاهش آلودگی هوا به دست آید. همچنین، تجزیه‌وتحلیل این پیش‌آزمون نشان داده است کلیهٔ سؤال‌های طراحی‌شده از روایی لازم برخوردارند. از طریق نتایج پیش‌آزمون، میانگین تمایل به پرداخت برابر با ۵۰۰ هزار ریال برآورد شد و بر اساس این مبلغ، حد بالا برابر با ۱۰۰۰ هزار ریال و حد پایین برابر با ۲۵۰ هزار ریال تعیین شد. از نرم‌افزار اکسل برای کدگذاری داده‌های پرسش‌نامه و از نرم‌افزار ایویوز برای تجزیه‌ها و تحلیل‌های آماری و مدل‌سازی و از نرم‌افزار سیمبولب برای محاسبهٔ تمایل به پرداخت‌ها استفاده شده است.

در این پژوهش، نرخ تنزیل اجتماعی برابر با ۱۰ درصد و یک دورهٔ ۲۰ ساله (با فرض قیمت‌های ثابت) در نظر گرفته شده است و در راستای بررسی توجیه‌پذیری اقتصادی پروژهٔ ۳ سناریو پیشنهاد می‌شود. دلیل در نظر گرفتن ۳ سناریوی متفاوت این است که بحث تأمین مالی و زمان برای تعویض این قطعه در نظر گرفته شود. در سناریوی اول، تأمین مالی ۵۰ درصد هزینه‌های مربوط به تعویض قطعهٔ کاتالیست برای خودروهای سواری شخصی به عهدهٔ صاحبان خودرو گذاشته شده است و ۵۰ درصد بقیه از محل درآمدهای پروژه تأمین می‌شود. تمام هزینه‌های تعویض قطعهٔ کاتالیست برای تاکسی و وانت نیز از محل درآمدهای پروژه تأمین خواهد شد. در سناریوی دوم، همانند سناریوی ۱، ۵۰ درصد از هزینه‌های مربوط به تعویض قطعهٔ کاتالیست در خودروهای سواری شخصی از محل درآمدهای پروژه و ۵۰ درصد بقیه به عهدهٔ صاحبان آن‌هاست و برای خودروهای تاکسی و وانت، ۷۵ درصد هزینه‌ها از محل درآمدهای پروژه و تأمین ۲۵ درصد بقیه هزینه به عهدهٔ صاحبان این خودروها خواهد بود. در سناریوی سوم، ۵۰ درصد از هزینه‌های مربوط به تعویض قطعهٔ کاتالیست در هر سه گروه خودروهای سبک اعم از سواری شخصی، تاکسی و وانت از محل درآمدهای پروژه و ۵۰ درصد بقیه به عهدهٔ صاحبان این خودروها است.

یافته‌ها

با توجه به مطالب گفته‌شده، نتایج به‌ترتیب زیر آورده شده است. ابتدا و بر اساس جدول ۱، میانگین هزینه‌های مربوط به تعویض قطعهٔ کاتالیست در دستهٔ خودروهای سبک به شرح زیر خواهد بود:

اگر متوسط هزینهٔ تمام‌شدهٔ مبدل کاتالیست در تعداد خودروهای سبک در شهر تهران (به تفکیک سن) ضرب شود، هزینهٔ تمام‌شده برای تعویض مبدل‌های کاتالیست غیرفعال برای این دسته از خودروها با عمر

جدول ۳. هزینهٔ تمام‌شدهٔ تعویض کاتالیست برای کلیهٔ خودروهای سبک با عمر کمتر از ۲۰ سال با تأثیر عمر مفید در سال ۱۳۹۹ (میلیارد ریال)

خودرو	کمتر از ۵ سال	بین ۵ تا ۱۰ سال	بین ۱۰ تا ۱۵ سال	بین ۱۵ تا ۲۰ سال	مجموع
سواری	۱۶۷۲۳	۱۳۰۷۴	۹۵۸۰	۳۸۰۰	۴۳۱۷۷
تاکسی	۵۸۷	۹۴۷	۱۰۳۱	۳۸۱	۲۹۴۶
وانت	۱۲۰۷	۱۲۵۶	۸۴۰	۴۰۸	۳۷۱۱
مجموع	۱۸۵۱۷	۱۵۲۷۶	۱۱۴۵۱	۴۵۸۹	۴۹۸۳۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

جدول ۴. میزان انتشار سالانهٔ آلاینده‌های سمی از خودروهای سبک در شهر تهران در سال ۱۳۹۶ (تن در سال)

خودرو سبک/گاز	CO	VOCs	NOx	SOx	PM
سواری شخصی	۲۱۳۱۲۸	۳۱۱۰۴	۱۶۲۲۲	۹۲۴	۱۴۵۱
تاکسی	۵۷۲۳۰	۴۴۳۸	۳۵۴۷	۴۷	۲۱۴
وانت	۵۶۱۹۱	۶۴۳۵	۳۰۸۶	۹۰	۱۸۶
مجموع	۳۲۶۵۴۹	۴۱۹۷۷	۲۲۸۵۵	۱۰۶۱	۱۸۵۱

مأخذ: [۸]

کمتر از بیست سال به قرار زیر خواهد بود:

حال با توجه به در نظر گرفتن عمر مفید یادشده در جدول ۱، باید هزینه‌های ارائه‌شده در جدول ۲ به این عمر مفید تقسیم شود تا هزینهٔ تمام‌شده برای هر یک دورهٔ تعویض در هر گروه خودرو به صورت زیر به دست آید:

در تبیین منفعت پولی حاصل از کاهش انتشار گازهای سمی، از جدول ۴ شروع می‌کنیم. این جدول میزان انتشار گازهای سمی به تفکیک هر گروه را در یک سال نشان می‌دهد:

همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، تعویض منظم کاتالیست در کاهش حداقل ۹۰ درصد انتشار انواع اکسیدهای کربن (CO)، اکسیدهای ازت (NOx) و هیدروکربن‌ها از اگزوز هر خودروی سبک مؤثر است. با بررسی آمارنامه‌ها و مطالعات مربوطه مانند گزارش کیفیت هوا و صدای تهران و یا ترازنامهٔ انرژی مشخص شد که میزان انتشار و ارزش پولی اکسیدهای کربن و اکسیدهای ازت در بخش حمل‌ونقل بررسی می‌شود اما در باب هیدروکربن‌های نسوخته داده‌های مربوط به ارزش‌گذاری وجود ندارد [۸ و ۳۴]. بنابراین، درآمدهای این پژوهش در این قسمت محدود به ارزش کاهش انتشار آن دو گاز یادشده است. اگر یک دورهٔ یک‌ساله را در نظر بگیریم، می‌توان بین وضعیتی که یک برنامهٔ منظم برای تعویض قطعهٔ کاتالیست وجود دارد و وضعیتی که کاتالیست‌ها منظم تعویض نمی‌شوند، یک مقایسه در باب میزان انتشار این گازهای آلاینده داشت:

هزینهٔ انتشار هر تن CO و NOx در مطالعهٔ رحیمی و همکاران به‌ترتیب به میزان ۱۸۰۰ و ۵۷۶۰ هزار ریال به ازای هر تن در سال ۱۳۸۶ محاسبه شده است [۲۶]. حال باید این اعداد را با توجه به سال پایهٔ پژوهش، یعنی سال ۱۳۹۹، به‌روزرسانی کرد. در این پژوهش با استفاده از شاخص بهای مصرف‌کننده این تعدیل انجام می‌شود. با توجه به داده‌های مربوط به شاخص بهای مصرف‌کننده برای سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۹۹ مستخرج‌شده از پایگاه داده‌های سری زمانی مرکز آمار، هزینه‌های انتشار هر تن CO و NOx برای سال ۱۳۹۹ به‌ترتیب برابر با ۲۴۹۶۲ و ۷۹۸۷۸ هزار ریال خواهد بود [۳۵]. بنابراین، منفعت ریالی کاهش انتشار هر تن آلاینده‌های CO و NOx در نتیجهٔ تعویض منظم قطعهٔ کاتالیست در دستهٔ خودروهای سبک در سال ۱۳۹۹ به صورت زیر خواهد بود:

در ادامه، به بررسی ارزش هوای پاک برای شهروندان تهرانی پرداخته می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد ۵/۳۷ درصد از پرسش‌شوندگان زن و ۵/۶۲ درصد از آن‌ها مرد بوده‌اند. از نظر وضعیت تأهل، ۲/۲۸ درصد مجرد و ۸/۷۱ درصد متأهل‌اند. بیشترین فراوانی مربوط به سطح تحصیلات مربوط به افراد دارای مدرک دیپلم و لیسانس به‌ترتیب با ۷/۲۸ درصد و ۹/۲۷ درصد است. در میان پرسش‌شوندگان فقط ۵ نفر در نهادهای محیط زیستی غیردولتی عضو هستند که درصد بسیار کمی از تعداد کل افراد نمونه را به خود اختصاص می‌دهد. تعداد اعضای خانوار در میان این افراد از ۱ تا ۹ نفر متغیر است و میانگین بعد خانوار ۳ نفر است. پرسش‌شوندگان حداقل ۱۹ و حداکثر ۸۷ سال با میانگین ۴۵/۴۲ سن دارند. بر اساس نتایج، ۷/۸۴ درصد افراد دارای درآمد مستقیم یا استقلال درآمدی هستند و حداقل متوسط هزینهٔ پرسش‌شوندگان در ماه برابر با ۲۰۰۰۰ ریال و حداکثر برابر با ۳۰۰۰۰۰ ریال است. همچنین، از پرسش‌شوندگان در باب کیفیت هوای مکانی که در آن زندگی می‌کنند، سؤال پرسیده شده است. همان‌گونه که انتظار می‌رود، سطح رضایت افراد از کیفیت هوای منطقهٔ ۶ به‌ندرت از سطح متوسط فراتر می‌رود. هیچ‌یک از افراد در این منطقه از کیفیت هوای آن رضایت بسیار زیاد ندارند، ۴۴/۱ درصد افراد دارای سطح رضایت زیاد، ۷۳/۲۱ درصد افراد دارای سطح رضایت متوسط، ۲۲/۲۲ درصد افراد دارای سطح رضایت کم و ۵۸/۵۴ درصد افراد دارای سطح رضایت بسیار کم هستند. این نسبت‌ها در منطقهٔ ۲۲ تقریباً برعکس است و سطح رضایت افراد ساکن منطقهٔ ۲۲ از هوای

جدول ۵. مقایسهٔ سالانهٔ وضعیت انتشار گازهای آلاینده (تن در سال)

گاز آلاینده	میزان کاهش انتشار در نتیجهٔ تعویض منظم کاتالیست (تن)	ارزش (هزار ریال)	منفعت ریالی کاهش انتشار (میلیارد ریال)
CO	۲۹۳۸۹۴	۲۴۹۶۲	۷۳۳۶
NOx	۲۰۵۶۹	۷۹۸۷۸	۱۶۴۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

جدول ۶. منفعت ریالی کاهش انتشار آلاینده‌های NOx و CO در سال ۱۳۹۹

گاز آلاینده	میزان کاهش انتشار در نتیجهٔ تعویض منظم کاتالیست (تن)	ارزش (هزار ریال)	منفعت ریالی کاهش انتشار (میلیارد ریال)
CO	۲۹۳۸۹۴	۲۴۹۶۲	۷۳۳۶
NOx	۲۰۵۶۹	۷۹۸۷۸	۱۶۴۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

جدول ۷. وضعیت پاسخ به مبالغ پیشنهادی مطرح‌شده برای بهبود کیفیت هوا

پاسخ به مبلغ پیشنهادی میانی	پاسخ به مبلغ پیشنهادی ثانویه		جمع
	بله	خیر	
بله	۱۶۱	۱۰۴	۲۶۵
خیر	۲۵	۱۲۱	۱۴۶
جمع	۱۸۶	۲۲۵	۴۱۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

اطرافشان به‌مراتب در سطح بالاتر و بهتری قرار دارد. این اعداد به‌ترتیب برای منطقهٔ ۲۲، ۸۴/۷ درصد، ۶۲/۱۸ درصد، ۲۱/۳۹ درصد، ۷/۱۴ درصد و ۶/۱۹ درصد است.

در جدول ۷، وضعیت پذیرش یا عدم پذیرش سطوح مختلف مبالغ پیشنهادی از سمت این افراد آورده شده است:

از افرادی که به مشارکت در طرح پیشنهادی تمایلی ابراز نکردند (تمایل به پرداخت صفر)، در باب دلیل (یا دلایل) شان سؤال پرسیده شده است. عوامل وظیفهٔ دولت، بی‌اعتمادی و درآمد سطح پایین سهم بزرگی را در پاسخ منفی این افراد به خود اختصاص می‌دهد. ۵۰ درصد از افراد ساکن در منطقهٔ ۶ که تمایل به مشارکت ندارند، اعتقاد دارند این وظیفهٔ دولت است که برای کاهش آلودگی هوای شهر تهران اقدام کند. به طور مشابه، ۰۷/۴۸ درصد از میان این افراد در منطقهٔ ۲۲ نیز همین نظر را دارند. این نتایج نزدیکی زیادی به نتیجهٔ مطالعهٔ بهجتی و همکاران و مطالعهٔ Wang و Zhang دارد که به‌ترتیب ۴۴ درصد و ۴۱ درصد پاسخ‌دهندگان (بالاترین درصد در میان پاسخ‌دهندگان) بهبود کیفیت هوا را تنها وظیفهٔ دولت می‌دانند [۳۶ و ۳۷]. به‌ترتیب ۱۵/۱۵ و ۶۳/۱۳ درصد افراد در منطقهٔ ۶ نیز که پاسخ منفی به مشارکت داده‌اند، دلیل عدم تمایلشان را به‌ترتیب به بی‌اعتمادی و درآمد سطح پایین نسبت می‌دهند. این نسبت برای این افراد در منطقهٔ ۲۲، به‌ترتیب ۵۳/۱۱ و ۶۱/۹ درصد است. هیچ‌یک از این افراد دلیل عدم تمایل خود را به اینکه پرداخت این مبلغ وظیفهٔ آلوده‌کنندگان است، نسبت نمی‌دهند.

در جدول ۸ نتایج مربوط به الگوی لوجیت روش ارزش‌گذاری مشروط برای مناطق ۶ و ۲۲ آورده شده است:

متغیرهای پیشنهاد، جنسیت، بعد خانوار، سطح تحصیلات، شغل، متغیر متوسط درآمد خانوار در ماه، منطقهٔ سکونت، سطح رضایتمندی از منطقهٔ سکونت از لحاظ آماری معنادار و متغیرهای سن و وضعیت تأهل از لحاظ آماری معنادار نیستند. مهم‌ترین متغیر توضیحی مدل یعنی متغیر پیشنهاد با احتمال پذیرش میانگین رابطهٔ منفی دارد، به این معنا که به ازای هر ۱ واحد افزایش مبلغ پیشنهادی، احتمال پذیرش میانگین کاهش می‌یابد. متغیر سن علامت مثبت دارد؛ به این معنا که سن بیشتر احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی را افزایش می‌دهد. علامت جبری متغیرهای جنسیت و وضعیت تأهل به‌ترتیب نشان می‌دهد احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی در مردان و متأهلان برای دستیابی به هوای پاک بالاتر است. در مورد متغیر بعد خانوار، به ازای یک نفر افزایش در یک خانواده، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی برای آن خانواده کاهش می‌یابد و در مورد متغیر سطح تحصیلات، هر یک سال درس خواندن بیشتر با افزایش در احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی همراه است. متغیر شغل با تمایل به پرداخت افراد رابطهٔ معکوس دارد یا به عبارتی در افرادی که دارای درآمد مستقل

جدول ۸. نتایج برآورد الگوی لوجیت برای تعیین تمایل به پرداخت برای کاهش آلودگی هوا در مناطق ۶ و ۲۲

متغیر توضیحی	ضریب برآوردشده	انحراف استاندارد	مقدار آمارهٔ t	سطح معناداری	اثر نهایی	کشش وزنی
عرض از مبدأ	۳/۴۱۲۹***	۰/۹۰۱۳	۳/۷۸	۰/۰۰۰	۰/۴۶۸۲	-
پیشنهاد	-۰/۰۰۳۲***	۰/۰۰۰۴	-۷/۴۱	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰۴	-۲/۹۹۳۰
سن	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۹۳	۰/۲۳	۰/۸۱۵	۰/۰۰۰۳	۰/۱۲۰۸
جنسیت	۰/۶۵۰۸**	۰/۲۶۰۳	۲/۵۰	۰/۰۱۲	۰/۰۸۹۲	۰/۵۲۳۶
وضعیت تأهل	۰/۱۹۰۵	۰/۲۷۳۵	۰/۶۹	۰/۴۸۶	۰/۰۲۶۱	۰/۱۸۲۴
بعد خانوار	-۰/۲۵۴۹**	۰/۱۰۶۸	-۲/۳۸	۰/۰۱۷	-۰/۰۳۴۹	-۰/۹۹۰۱
سطح تحصیلات	۰/۰۷۶۹**	۰/۰۳۶۷	۲/۰۹	۰/۰۳۶	۰/۰۱۰۵	۱/۵۱۸۸
شغل	-۰/۶۷۳۷*	۰/۳۶۹۲	-۱/۸۲	۰/۰۶۸	-۰/۰۹۲۴	-۰/۷۴۶۳
متوسط درآمد خانوار در ماه	۱/۲۴E***	۳/۷۶E	۳/۲۹	۰/۰۰۱	۱/۷۰E	۱/۲۶E
منطقهٔ سکونت	-۰/۷۰۴۸***	۰/۲۵۶۹	-۲/۷۴	۰/۰۰۶	-۰/۰۹۶۷	-۰/۴۴۰۳
سطح رضایتمندی از کیفیت هوای منطقهٔ سکونت	-۰/۳۳۷۴***	۰/۱۰۹۲	-۳/۰۸	۰/۰۰۲	-۰/۰۴۶۲	-۰/۹۸۴۱
آمارهٔ نسبت درست‌نمایی		مقدار ۹۵/۲۳			ضریب ۰/۰۰	
ضریب تعیین مک فادن			۰/۱۴			

مأخذ: یافته‌های پژوهش. ***: معناداری در سطح ۱ درصد، **: معناداری در سطح ۵ درصد و *: معناداری در سطح ۱۰ درصد

جدول ۹. مجموع میانگین تمایل به پرداخت‌ها برای کاهش آلودگی به تفکیک خانوارها در مناطق ۶ و ۲۲ و کل شهر تهران

منطقه	تعداد خانوار	میانگین تمایل به پرداخت ماهانه (هزار ریال)	میانگین کل تمایل به پرداخت ماهانه (هزار ریال)	میانگین کل تمایل به پرداخت سالانه (میلیارد ریال)
۶ و ۲۲	۱۳۹۷۵۳	۹۱۲/۴۸	۱۲۷۵۲۱۸۱۷	۱۵۳۰
تهران	۲۹۰۷۲۳۹	۹۱۲/۴۸	۲۶۵۲۷۹۷۴۴۳	۳۱۸۳۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

نبوده‌اند، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی بیشتر است؛ از آنجا که عمده این افراد خانم‌های خانه‌دار هستند، این نتیجه می‌تواند ناشی از این باشد که این افراد به علت اهمیتی که برای سلامت خانواده خود قائل هستند، با توجه کمتری نسبت به بار هزینه‌ای، تمایل به مشارکت بیشتری برای پرداخت به منظور بهبود کیفیت هوا از خود نشان می‌دهند. همچنین، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی افزایش می‌یابد، اگر متوسط درآمد ماهانهٔ خانوار یک واحد افزایش یابد. در باب متغیر منطقهٔ سکونت، منفی بودن این متغیر نشان می‌دهد سکونت در منطقهٔ ۲۲ که یک منطقهٔ متوسط آلوده است، نسبت به سکونت در منطقهٔ ۶ که یک منطقهٔ زیاد آلوده است، بالاتر بودن احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی را در پی دارد. در حالی که با توجه به نظرات پاسخ‌دهندگان کیفیت هوای منطقهٔ ۲۲ در سطح مطلوب‌تری نسبت به منطقهٔ ۶ قرار دارد، این استقبال بیشتر در منطقهٔ ۲۲ می‌تواند متأثر از این باشد که اغلب ساکنان این منطقه به علت اینکه تا چند سال پیش هوای پاک را تجربه می‌کرده‌اند، قدر هوای پاک را بهتر می‌دانند و برای بازگرداندن آن به مشارکت در طرح‌هایی با مظمون کاهش آلودگی هوا اهتمام بیشتری می‌ورزند. پاسخ‌دهندگان در این منطقه اغلب اظهار می‌کردند که متأسفانه تنها چندین سال است که هوای این منطقه به دلیل برج‌سازی‌های فراوان که مانع از انتقال جریان آلودگی‌ها به بیرون از شهر می‌شود، آلوده شده است و آن‌ها حتی حاضر به پرداخت مبالغی پیش از مبالغ پیشنهادشده نیز هستند تا کیفیت هوا به وضع سابق بازگردد، اما در مقابل به نظر می‌رسد بیشتر شهروندان ساکن در منطقهٔ ۶ به آلودگی هوایی که برای سال‌های طولانی در این منطقه وجود دارد، عادت کرده و تمایل کمتری به مشارکت شخصی و پرداخت هزینه برای ایجاد تغییر در وضعیت آن دارند. از این‌رو، می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که افراد ساکن در منطقهٔ ۲۲ که منطقه‌ای است دارای آلودگی به نسبت کمتر، نسبت به افراد ساکن در منطقهٔ ۶ تهران که از پرآلوده‌ترین مناطق در شهر تهران است، برای طرح‌های کاهش آلودگی هوا آمادگی و مشارکت بیشتری دارند. در باب متغیر سطح رضایتمندی از کیفیت هوای

جدول ۱۰. هزینه‌ها و درآمدها در سناریوهای ۱، ۲ و ۳ (میلیارد ریال)

سناریو	سال	هزینه‌های تعویض و نصب کاتالیست جدید				درآمدها		
		هزینهٔ سواری	هزینهٔ تاکسی	هزینهٔ وانت	مجموع هزینه‌ها	منفعت کاهش انتشار	درآمد تمایل به پرداخت	مجموع درآمدها
سناریوی ۱	سال اول	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۷۵۱۳۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سوم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهارم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	-	۶۷۷۱۱	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پنجم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال ششم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفتم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۷۵۱۳۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هشتم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نهم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دهم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	-	۶۷۷۱۱	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال یازدهم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوازدهم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سیزدهم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۷۵۱۳۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهاردهم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پانزدهم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال شانزدهم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	-	۶۷۷۱۱	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفدهم	-	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۱۰۳۶۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هجدهم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نوزدهم	۶۴۷۶۵	۲۹۴۶	۷۴۲۲	۷۵۱۳۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال بیستم	-	۲۹۴۶	-	۲۹۴۶	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
سناریوی ۲	سال اول	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۲۵۴۰	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سوم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهارم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	-	۶۶۹۷۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پنجم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال ششم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفتم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۲۵۴۰	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هشتم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نهم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دهم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	-	۶۶۹۷۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال یازدهم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوازدهم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سیزدهم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۲۵۴۰	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهاردهم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پانزدهم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال شانزدهم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	-	۶۶۹۷۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفدهم	-	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۷۷۵	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هجدهم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نوزدهم	۶۴۷۶۵	۲۲۰۹	۵۵۶۶	۷۲۵۴۰	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال بیستم	-	۲۲۰۹	-	۲۲۰۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳

ادامه جدول ۱۰. هزینه‌ها و درآمدها در سناریوهای ۱، ۲ و ۳ (میلیارد ریال)

سناریو	سال	هزینه‌های تعویض و نصب کاتالیست جدید					درآمدها	
		هزینهٔ سواری	هزینهٔ تاکسی	هزینهٔ وانت	مجموع هزینه‌ها	منفعت کاهش انتشار	درآمد تمایل به پرداخت	مجموع درآمدها
سناریو ۳	سال اول	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۶۹۹۴۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سوم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهارم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	-	۶۶۲۳۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پنجم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال ششم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفتم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۶۹۹۴۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هشتم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نهم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دهم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	-	۶۶۲۳۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال یازدهم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال دوازدهم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال سیزدهم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۶۹۹۴۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال چهاردهم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال پانزدهم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال شانزدهم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	-	۶۶۲۳۸	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هفدهم	-	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۵۱۸۴	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال هجدهم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال نوزدهم	۶۴۷۶۵	۱۴۷۳	۳۷۱۱	۶۹۹۴۹	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳
	سال بیستم	-	۱۴۷۳	-	۱۴۷۳	۸۹۷۹	۳۱۸۳۴	۴۰۸۱۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

جدول ۱۱. شاخص‌های ارزیابی مالی برای سناریوهای ۱، ۲ و ۳ (میلیارد ریال)

شاخص‌ها / سناریوها	NPV (ارزش خالص فعلی)			IRR (نرخ بازدهی داخلی/درصد)	BCR (نسبت فایده به هزینه)
	ارزش حال هزینه‌ها به قیمت سال پایه	ارزش حال درآمدها به قیمت سال پایه	ارزش سود خالص به قیمت سال پایه		
سناریو ۱	۲۶۲۹۴۵	۳۴۷۴۶۶	۸۴۵۲۱	۶۸	**۱/۳۲**
سناریو ۲	۲۴۸۳۹۹	۳۴۷۴۶۶	۹۹۰۶۷	۸۲	**۱/۳۹**
سناریو ۳	۲۳۳۸۵۳	۳۴۷۴۶۶	۱۱۳۶۱۲	۹۹	**۱/۴۸**

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

سکونت نیز علامت منفی نشان‌دهندهٔ این است که در کل به موجب اینکه فرد از کیفیت هوا رضایت بیشتری دارد، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی کاهش می‌یابد. نتایج مربوط به رابطهٔ بعد خانوار و تعداد سال‌های تحصیل با تمایل به پرداخت، با نتایج مطالعهٔ تهامی‌پور و همکاران، Wang و Mullahy و Liu و همکاران مطابقت دارد [۱۶، ۱۹ و ۳۸]. نتایج مربوط به رابطهٔ متوسط درآمد خانوار در ماه و تمایل به پرداخت با نتایج مطالعهٔ تهامی‌پور و همکاران (۱۳۹۳)، Akhtar و همکاران (۲۰۱۷)، Liu و همکاران (۲۰۱۸) و عابدیان و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد [۱۵، ۱۶، ۱۹ و ۲۱]. آماره‌هایی که در انتهای جدول ۱۳ آورده شده‌اند، بیانگر قدرت توضیح‌دهندگی الگوی پژوهش است. مقدار آمارهٔ درست‌نمایی که برابر با ۲۳/۹۵ است، با توجه به احتمال آماره که برابر با صفر است، نشان می‌دهد تغییرات توضیح‌داده‌شده به وسیلهٔ الگوی پژوهش، در سطح بالاتر از یک درصد معنادار شده است یا به بیانی، متغیرهای توضیحی در الگو توانسته‌اند به‌خوبی متغیر وابسته را توصیف کنند. ضریب تعیین مک فادن نیز نشان می‌دهد متغیرهای توضیحی مدل حدود ۱۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته مدل را توضیح داده‌اند. البته، از آنجا که متغیر تمایل به

پرداخت (متغیر وابسته مدل لوجیت) تنها به صورت دو مقدار صفر و یک است، این ضریب به طور طبیعی مقدار پایینی اختیار می‌کند.

اگر ضرایب تخمین‌زده‌شده در جدول ۸ را در رابطهٔ زیر جای‌گذاری کنیم، می‌توانیم مقدار انتظاری تمایل به پرداخت برای هر فرد را به دست آوریم. این مقدار ارزش اقتصادی هوای پاک در شهر تهران را به ازای هر فرد را نشان می‌دهد:

میانگین تمایل به پرداخت فردی (هزار ریال):

$$E(WTP)=\int_0^{1000}\frac{1}{1+\exp\left(-\left(4.29E+00-\left(-0.003223\right)x\right)\right)}dx \cong 912.48$$

اگر این مبلغ در تعداد خانوارهای ساکن مناطق ۶ و ۲۲ و همچنین، شهر تهران ضرب شود، ارزش اقتصادی کاهش آلودگی هوای شهر تهران برای هر خانوار مشخص می‌شود. ارزش اقتصادی کاهش آلودگی مطابق با تمایل به پرداخت‌های بیان‌شده برابر است با:

در نهایت، در قالب سه سناریوی پیشنهادی یادشده، به بررسی هزینه‌ها و درآمدهای حاصل پرداخته شده است:

ارزش حال خالص جریان وجوه در سناریوهای ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب برابر با ۸۴۵۲۱، ۹۹۰۶۷ و ۱۱۳۶۱۲ میلیارد ریال به دست آمده است؛ مثبت بودن این عدد به معنای توجیه‌پذیری اقتصادی این سناریوها است. نرخ بازده داخلی برای این سه سناریو نیز به‌ترتیب برابر با ۶۸، ۸۲ و ۹۹ درصد است؛ با توجه به نرخ تنزیل پروژه که ۱۰ درصد است، بنابراین این سناریوها دارای توجیه‌پذیری اقتصادی هستند. نسبت فایده به هزینه نیز به‌ترتیب برای هر سه سناریو برابر با ۳۲/۱، ۳۹/۱ و ۴۸/۱ است؛ با توجه به اینکه این اعداد از یک بزرگ‌تر هستند، نشان از توجیه‌پذیری اقتصادی سناریوها دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

در حال حاضر، روش‌های متفاوتی برای کاهش آلودگی هوا مطرح است، اما به‌جرئت از قاب لدسترس‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها، تعویض کاتالیست‌های غیرفعال در خودروهای سبک است که باعث کاهش سطح قابل توجهی از آلودگی هوای شهر تهران می‌شود. روش انجام معاینهٔ فنی در کشور ایران اصلاً سخت‌گیرانه نیست و نه تنها دورهٔ معافیت از آن طولانی‌مدت است، بلکه بر صحت و یا حتی وجود قطعهٔ کاتالیست هیچ‌گونه نظارتی نمی‌شود. بنابراین، با توجه به اینکه تعویض این قطعه به عنوان یک پروژه از دیدگاه اقتصادی- اجتماعی دارای توجیه است، پیشنهاد می‌شود کنترل و تعویض این قطعه در بازدید معاینهٔ فنی به طور جدی مد نظر قرار گیرد.

اما از طرفی، گرانی این قطعهٔ کاتالیست باعث عدم تمایل داوطلبانهٔ صاحبان خودرو به تعویض این قطعه مهم می‌شود. بنابراین، مسئله مطرح‌شده در این مطالعه آن است که آیا با برنامه‌ریزی برای تأمین مالی هزینه‌های مربوط به تعویض مبدل‌های کاتالیستی غیرفعال خودروها در شهر تهران می‌توان اقدامات مؤثری در زمینهٔ کاهش آلودگی هوا در این شهر انجام داد یا خیر؟ بر اساس نتایج این مطالعه، مجموع کل هزینه‌های مرتبط با تعویض کاتالیست طی یک دوره برای کلیهٔ خودروهای سبک با عمر کمتر از بیست سال در شهر تهران برابر با ۴۹۸۳۴ میلیارد ریال و در باب درآمدها نتایج حاصل از روش ارزش‌گذاری مشروط نشان می‌دهد شهروندان تهرانی سالانه ۳۱۸۳۴ میلیارد ریال تمایل به پرداخت برای کاهش آلودگی هوا دارند و منفعت سالانه حاصل از کاهش انتشار نیز برابر با ۸۹۸۷ میلیارد ریال است. در بررسی سه سناریوی تحلیل هزینه – فایدهٔ اجتماعی، سناریوی ۱ با ارزش سود خالص ۸۴۵۲۱ میلیارد ریال و نرخ بازده داخلی ۶۸ درصد و نسبت فایده به هزینه ۳۲/۱، سناریوی ۲ با ارزش سود خالص ۹۹۰۶۷ میلیارد ریال و نرخ بازده داخلی ۸۲ درصد و نسبت فایده به هزینهٔ ۳۹/۱ و سناریوی ۳ با ارزش سود خالص ۱۱۳۶۱۲ میلیارد ریال و نرخ بازده داخلی ۹۹ درصد و نسبت فایده به هزینهٔ ۴۸/۱ همگی دارای توجیه اجرایی هستند و حمایت مالی و سرمایه‌گذاری دولت بر اجرای این طرح را که هم عملی و هم اقتصادی است، توجیه می‌کنند. دولت می‌تواند در بحث ارزش‌گذاری از طریق عوارض شهری این وجوه را وصول کند و در نتیجه، به موجب کاهش انتشار آلودگی با هزینه‌های پنهان آلودگی برای مثال تعطیلی‌های ادارات و مدارس که به علت بالا رفتن بیش از حد انتشار آلاینده‌های هوا اتفاق می‌افتد، مقابله کند.

علاوه بر این، چالش‌های عمدهٔ محیط زیستی در شهر تهران تنها محدود به آلودگی هوا نیست، بلکه چالش‌های دیگری نظیر آلودگی صوتی، ازدیاد پسماندها، بحران‌های آبی به علت افزایش مهاجرت افراد به شهر تهران و... نیز مطرح هستند که با بهره‌گیری از ابزارها و رهیافت‌های مناسب مانند پرداخت برای خدمات اکوسیستم (Payments for ecosystem services (PES)، می‌توان گام‌های مهمی در جهت مدیریت و کاهش آن‌ها برداشت. به عنوان مثال، مطالعات گوناگون نشان می‌دهند آلاینده‌های PM۲/۵ و PM۱۰ از عمده‌ترین منابع ایجادکنندهٔ خسارت‌های ناشی از آلودگی هوا بر سلامت انسان و سایر جانداران هستند. در شهر تهران میزان انتشار این دو آلاینده همواره در سطح بالایی قرار دارد، اما همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، استفاده از قطعهٔ کاتالیست بر کاهش میزان انتشار ذرات معلق تأثیری ندارد و به همین دلیل، در این مطالعه نمی‌توان کاهش انتشار این دو آلاینده و اثرات آن را مورد بررسی قرار داد و توصیه می‌شود در مطالعات آتی مورد بررسی قرار گیرند.

مشارکت نویسندگان

درصد مشارکت نویسندهٔ اول (نویسندهٔ مسئول) در این مقاله ۷۰ درصد و نویسندهٔ دوم ۳۰ درصد است.

تشکر و قدردانی

مقالهٔ حاضر مستخرج از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد خانم مینا مقیسه تحت راهنمایی دکتر مرتضی تهامی‌پور زرندی و مشاوره آقای دکتر رسام مشرفی در دانشگاه شهید بهشتی بوده است.

تعارض منافع

این مقاله فاقد تعارض منافع است.

منابع

[1] Izadkhasti H, Balaghi Inalou Y. Analyzing the effects of government allocation expenditures on health and preventing the emission of pollutants on economic growth: An endogenous growth approach. Economic research (sustainable growth and development). 2017; 17 (4): 21-43. [In Persian]

[2] Abedi S, Kheiri F. Economic Evaluation of Green Roof Construction in Tehran (Case Study of District 9): Choice Modelling approach and Cost-benefit Analysis. Journal of environmental studies. 2020; 46 (3): 391-410. [In Persian]

[3] Gulia S, Nagendra S M S, Khare M and Khanna I. Urban air quality management-A review. Atmospheric Pollution Research 2015; 6(2): 304-286.

[4] Affandizadeh Sh, Rahimi A. Evaluation of the effects of air pollution caused by the transportation system in Tehran. Fourth National Congress of Civil Engineering. University of Tehran, Tehran, Iran. May 2008. [In Persian]

[5] Vahabi Rad Sh, Khodavardizadeh M and Hashemi Bonab S. Estimating the value of air quality improvement in Tehran: application of choice modelling method. Journal of environmental studies. 2019; 45 (2): 269-286. [In Persian]

[6] Air pollution and health reports. Fourth National Conference on Air and Noise Pollution Management. The Sharif University of Technology, Tehran, Iran. January 2016. [In Persian]

[7] Arianfar Y, Saei H and Abbasalizadeh M. Investigation of air pollution in Tehran and the share of cars in this pollution. First National Conference on Environmental Health, Health and Sustainable Environment. Permanent Secretariat of the Conference, Hamedan, Iran. September 2014. [In Persian]

[8] Tehran Annual Air and Noise Quality Report, Period of March 2019 - March 2020. June 2020. QM99/03/01(U)/1. [In Persian]

[9] Gholipour S, Ghasemi Sh. Control of environmental pollutants in metropolitans by using catalytic converters in cars. First International Conference on Environment and Natural Resources. Kharazmi high Institute of Science and Technology, Shiraz, Iran. September 2015. [In Persian]

[10] Halek F, Abbaspour Sani K and Zavari Kamal V. Effects of catalytic converters on reducing pollutant emissions. National Conference on Air Flow and Pollution. University of Tehran, Tehran, Iran. November 2012. [In Persian]

[11] Mahtabi M, Taherian M. Evaluating the effectiveness of technical inspection on improving vehicle performance and reducing air pollution (Case study: city of Tehran). Environmental science and technology. 2017. [In Persian]

[12] Bayat R, Doroudy R and Hasanvand M. Economic analysis of the cost of deaths due to air pollution in Tehran. Economics and urban planning. 2020; 9 (3): 188-197. [In Persian]

[13] Tahamipour M, Safahan A. Cost-benefit Analysis of urban Solid Waste Management; Case study: city of Robat Karim. Economics and urban planning. 2021; 2 (1): 28-36. [In Persian]

[14] Wang K, Wu J, Wang R, Yang Y, Chen R, Maddock J E, et al. Analysis of Residents' Willingness to Pay to Reduce Air Pollution to Improve Children's Health in Community and Hospital Settings in Shanghai, China. Science of the Total Environment 2015; 533: 289-283.

[15] Akhtar S, Saleem W, Nadeem V, M Shahid I and Ikram A. Assessment of Willingness to Pay for Improved Air Quality using Contingent Valuation Method. Environmental Science and Management 2017; 3(3): 286-279.

[16] Liu R, Liu X, Pan B, Zhu Hui, Yuan Z and Lu Y. Willingness to Pay for Improved Air Quality and Influencing Factors among Manufacturing Workers in Nanchang, China. Sustainability 2018; 10(5): 11-1.

[17] Ning P, Lee S. Estimating the Young Generation's Willingness to Pay (WTP) for PM2.5 Control in Daegu, Korea, and Beijing, China. Sustainability 2019; 11(20): 20-1.

[18] Wu X, Guo J, Wei G and Zou Y. Economic losses and willingness to pay for haze: the data analysis based on 1123 residential families in Jiangsu province, China. Environmental science and pollution research international 2020; 27(15): 17877-17864.

[19] Tahamipour M, Hazarehfar S and Ghavidel V. Estimating the Tehran households' willingness to pay for reducing air pollution: Application of conditional valuation method. Third National Conference on Air and Noise Pollution Management. Sharif University of Technology Tehran, Iran. January 2014. [In Persian]

[20] Fattahi M, Asari A, Sadeghi H and Asgharpour H. Experimental analysis of the relationship between air pollution and general health costs: A dynamic panel data approach. Economic modeling. 2015; 99 (3): 43-60. [In Persian]

[21] Abedian S, Mirsanjari M and Salman Mahini A. Estimating the fifth district citizens' willingness to pay in Tehran for improving air quality using the conditional valuation method. Economic policymaking. 2020; 12 (24): 1-40. [In Persian]

[22] Mirsoleimani F, Ismaili Givi M and Fahimnia F. Analysis of cost-benefit and opportunity cost of maintaining print and electronic resources collections in information service centers. Library and Information Science. 2016; 19 (1): 50-80. [In Persian]

[23] Lotfalipour M, Islami Gisaki S. Cost-benefit assessment and sensitivity analysis of Sarcheshmeh copper complex. Economic studies. 2007; 4 (3): 83-99. [In Persian]

[24] Iran Delco Company Website. Irandelco.com.

[25] Mousavi M, Barzegar N and Memarzadeh A. Estimation of the shadow price of environmental pollutants due to the consumption of fossil fuels in economic sectors (Case study: Tehran province). Environmental science and technology. 2014; 16 (4): 13-26. [In Persian]

[26] Rahimi K, Zanganeh Ranjbar P, AlNouri Foroushani H and Sherafatipour S. Providing a model for calculating the annual tax on vehicles with the approach of increasing sustainable revenues of urban management. Economics and Urban Management. 2015; 3 (10): 1-19. [In Persian]

[27] Madani sh. comparing two methods of visitors' willingness to pay and regional travel costs to estimate the consumer surplus in recreational value. Policymaking of economic development of Al-Zahra University. 2014; 2 (3): 71-93. [In Persian]

[28] Suri A, Ebrahimi M. Natural resource economics and the environment. Second Edition - Revised. Hamedan: Nour Elm Publishing; 2006.

[29] Washizu A, Nakano S, Ishii H and Hayashi Y. Willingness to Pay for Home Energy Management Systems: A Survey in New

York and Tokyo. Sustainability 2019; 11(17): 20-1.
[30] Manski C F. The Structure of Random Utility Models. Theory and Decision 1997; 8 (3): 254-229.
[31] Hanemann W M. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. Agricultural Economics 1984; 66 (3): 341-332.
[32] Judge G C, Griffiths W E, Hill R C, Lutkepohl H and Lee T C. The Theory and Practice of Econometrics. 2th Ed. New York: Wiley; 1985.
[33] Maddala G S. Introduction of econometrics. 2th Ed. New York: Macmillan; 1991.
[34] Iran Energy Balance Sheets 2017.
[35] Iran Statistics Center website. www.amar.org.ir.
[36] Behjati T, Mortazavi A and Abdullahi B. Estimating the value of clean air and determining the factors affecting the Tehran residents' willingness to pay. Journal of Economic Research. 2010; 10 (4): 19-40. [In Persian]
[37] Wang Y, Zhang Y S. Air quality assessment by contingent valuation in Ji'nan, China. Environmental Management 2009; 90(2): 1029-1022.
[38] Wang H, Mullahy J. Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing, China. Science of the total environment 2006; 367 (1): 57-50.