Journal of Environmental Research
Vol. 14, No. 27, Spring & Summer 2023

Journal Homepage: www.iraneiap.ir
Print ISSN: 2008-9597 Online ISSN 2008-9590

Presenting a Programme for Estrategical Managment to Control Air Pollution (Case Study:Isfahan)

Sona Kebriaeezadeh[1], Jamal Ghodduosi[2*], Ali Asghar Alesheikh[3], Reza Arjmandi[4], Seyed Alireza Haji Seyed Mirzahosseini[5]

1. PhD Candidate Environmental Management group, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Invited Lecturer. Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Professor of Department of GIS Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran
4. Faculty Member of Management, Planning and Environmental Education Group, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
5. Faculty Member of Environmental Engineering -Air Pollution group, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Document Type
Research Paper

Received
2021/11/15

Accepted
2023/06/12

DOI: 10.22034/eiap.2023.179288

Abstract
Nowadays, rapid expansion of urban and inter city industrial areas together industries in adjacent areas are considered as one of the mahn factors affecting increase of environment contamination as well as air pollution.A basic alternatives to reduce and/or control air pollution probem seemed to be proramming a sterategical air pollution management. This study with the aim introducing sterategical air pollution management is conducted in the Isfahan city.The needed data were collected through the filed studies in relation to environmental characteristics affecting rate of air pollution and measured data in the existing air pollution stations.Questionary form were distributed between experts using Dephi method and the gained data were analyzed through the use of combination method of SWOT,QSPM and fuzzy network hierarchical analysis (F.ANP) techniques. Results show that launching the city with emphasis in reducing the use of private cars in combination of policy-making and planning of expanding the public transportation network in the first step and limiting the establishment of industrial units inside the city and gaing polution taxes as well as improving the condition of public roads are in the next step. Accordingly, the most appropriate and practical strategic strategy to control air pollution is reducing the use of private cars with especial emphases on combination of policy-making and planning of expanding the public transportation.

Keywords: Air pollution management, F.ANP, Isfahan, SWOT, QSPM.

* Corresponding author Email: jamal_go@yahoo.com

Introduction

Faculty Member of Environmental Engineering -Air Pollution group, Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Mirzahosseini@gmail.com).

The expansion of urban areas along with the establishment of industrial units inside and outside the city leads to the ever-increasing destruction of the urban environment. One of the consequences of the expansion of cities, which itself is caused by the increase in the urban population, is the increase in vehicles and, as a result, the increase in the volume of air pollution in addition to other environmental pollution. Undoubtedly, the intensity and stability of air pollution, regardless of its origin and source, is influenced by environmental factors. (Talib et al., 2001), by measuring the amount of air pollutants including: CO, SO2, NOx, PM10 and determining the share of their emission by industrial units in three points of Isfahan city, they concluded that the share of industrial units within the city compared to other sources of production The source of air pollutants is low, while mobile sources have the largest share in the production of air pollutants.

This research is a descriptive-inferential research that was carried out as follows: a) Collecting and extracting information and statistics of air pollution in order to use the statistics of relevant institutions and descriptive, descriptive and quantitative basic results and statistics through review and review of articles. Scientific-research inside and outside the country and specialized reports and theses related to air pollution in urban areas to prepare a list of identified factors, criteria and characteristics effective in air pollution in urban areas. b) Determining the location of places for collecting information and field statistics such as building density, traffic conditions, types of vehicles, industrial units using the map of Isfahan city and GPS device in order to provide the required data. c) Preparation of a questionnaire under the title of checklist of factors affecting air pollution and the criteria and characteristics of each of them containing three columns including agree, disagree and abstain for a survey of experts (with an environmental education field with a master's degree and a doctorate respectively with at least 15, 10 and 5 years of work experience in the departments responsible for environmental protection, Isfahan Municipality, professors specializing in environmental management and pollution in universities in the form of research questionnaire number 1. d) Calculating the number of questionnaires by identifying and specifying the number of experts for screening The checklist of factors affecting the state of air pollution and the characteristics of each of them was made by using the website of Iran's special environmental assembly. Based on this, 43 experts were identified as the statistical population of the research. e) Calculating the adequacy of the data using the Morgan and Karjesi table prepared and presented based on Cochran's formula [Qodosi, 2016], 40 items of the questionnaire were determined, which were distributed among 43 experts and collected after completion. So that the characteristics were determined based on the frequency of more than 50% consensus of experts as the items of questionnaire number 2 of the research. f) Compilation of questionnaire number 2 of the research containing the items subject to the consensus of the experts' opinion resulting from the output of the questionnaire number 1 of the research and distributing it among the experts to perform a pairwise comparison based on the hourly scale g) Calculating the average numerical values of the pairwise comparison of the characteristics and adjusting them using table 2 based on Fuzzy triangle method to implement FANP model. h) Calculating the weight and rating of the characteristics based on the fuzzy numerical values in order to determine the priority of each of them was done using the Decision Super software. i) Implementation of SWOT and QSPM techniques through the identification of strengths, weaknesses, opportunities and threats related to air pollution based on the output obtained from the implementation of the fuzzy network analysis model (FANP). In such a way, for each of the characteristics, a score between one and four was given according to the amount of impact on air pollution, where the number 4 means high impact and the number 1 means very low impact. So that by considering the value of the final score less or more than 2.5, internal factors were identified as weaknesses and strengths and external factors as opportunities and threats, respectively. Then, the weighted score of each of the internal and external factors in Isfahan city was obtained from the product of the weight in their score. A similar calculation was also done for the strategies to determine the strategic priorities of Isfahan air pollution management with the QSPM technique.

According to the investigations carried out in the field of effective factors in the production of air pollutants in cities from research sources, the result of the screening of factors and characteristics based on the survey of experts using research questionnaires indicates the effectiveness of 6 factors and a total of 34 related characteristics. Considering the results of previous researches that show the non-linearity of the relationship

between the factors that produce air pollution in urban areas, therefore, in the current research, the Fuzzy Network Analysis (F.ANP) method is used for ranking and prioritizing the criteria. and the indicators of each of the factors have been used, and the results show that among the criteria, the transportation criterion and among the indicators, the vertical expansion of city buildings, oil and gas refineries, vehicle traffic, and air inversion have priority in terms of impact. Are the air pollution of Isfahan city. The total weighted score of internal factors (IFE) and external factors (EFE) are equal to (2.65) and (2.02) respectively, indicating the superiority of external factors compared to external factors. Based on this, the action it has been determined the strategic strategies of pollution management in Isfahan city, which indicates the need to adopt aggressive and conservative strategies to solve the problem of air pollution in Isfahan city. According to the contents of the IFE and EFE factor weighting points tables and the result of a survey of experts regarding the solutions based on the comparison of internal and external factors and determining their implementation priorities, including: receiving tolls from air polluting industries and factories, launching an urban light train in order to reduce the use From private cars, policymaking and planning of expansion of public transportation network and collection of tolls from air polluting industries and factories are brought using QSPM technique. The obtained result indicates that the priority is to start a light urban train, emphasizing the reduction of the use of private cars in combination with policy and planning in the field of expanding the public transportation network, in the second priority, and improving the condition of public roads and main roads in the next priorities. Which explains the progress and delay of urban management measures to control air pollution in Isfahan city. Taking into account the results obtained from the analysis of sources of air pollutants in Isfahan city and the fact that the factors are transportation, physical, industrial, environmental, social and economic factors in the order of priority, on the one hand and the result of examining the points Strength and weakness, opportunities and threats and strategic management planning review using SWOT and QSPM techniques indicate that there are 11 strengths and 21 weaknesses, 2 opportunities and 5 threats related to air pollution in Isfahan city, which with implementation Making 4 strategies, respectively, including launching a light urban train with an emphasis on reducing the use of private cars in combination with policy and planning in the field of expanding the public transportation network, and improving the condition of public roads and main axes in the first stage and receiving tolls from industries and the factories that produce air pollutants along with policy making and planning the expansion of the public transportation network in the second stage, while reducing the intensity of air pollution, we can solve this problem in the city of Isfahan and in other cities with similar conditions. The results obtained from this research confirm and agree with the findings of (Lin et al., 2012), in the context of the contribution of the concentration of the three main air pollutants including NO2, PM10 and SO2 and (Singh et al., 2017), in air pollution in the regions It is a city that can be used as the main indicators to evaluate air quality. But it is necessary to pay attention to the fact that in some researches such as the research done by (Edussuriya et al., 2014), it has been emphasized that it is not possible to generalize factors or a set of specific parameters in the form of a general rule. which are more important compared to each other in air pollution in all urban areas. For example (Hejazi, 2008), based on the measured data of air pollution at Azadi and Laleh stations in Isfahan, based on the results obtained by comparing the correlation coefficients between different air pollutants and meteorological parameters, they concluded that the temperature and air pressure in both stations are one of the most effective factors in the concentration of nitrogen oxides and carbon monoxide in the air of Isfahan city. In addition to these research results (Talib et al., 2001), in relation to air pollutants and determining the contribution of different sources producing NOX, CO, SO2, PM10 pollutants in three air pollution monitoring stations in Isfahan, which is similar to the results of the present study, has shown that a small share of the pollution of Isfahan city is related to industries, and mobile sources (motor vehicles) have the largest share in the production of air pollutants in this city.

References

Edussuriya, P. Chan A. & M. Aldo (2014), Urban Morphology & Air Quality in dense residential environment: correlation between morphological parameters & air pollution at street level, Journal of Engineering & Technology, 9(1), Pages 64-80.

Ghodoosi, J. (2017), textbook of modeling and simulation and its application in environmental management. Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, Faculty of Environment and Energy, 110 pages.

Hejazi. A, (2008), Air Pollution and Air Quality Assessment in Isfahan, M.Sc. Thesis, University of Isfahan.

Lin, M. TChan, j. Cao, Y-C. Zhang, J. J. Zhu, Z-S. & Zhang, R. J, (2012), Regression Analyses between Recent Air Quality and Visibility Changes in Megacities at Four Haze Regions in China. Aerosol and Air Quality Research, 12, Pages 1049–1061.

Singh, A. Bloss, W. J. & Francis D. Pope, (2017), 60 years of UK visibility measurements: impact of meteorology andatmospheric pollutants on visibility. Atmos. Chem. Phys., 17, Pages 2085–2101.

Talib. M, Taybi. A, & Shafepoor. M, (2001), The role of industries in the emission of pollutants in the atmosphere of Isfahan, Proceedings of the Sixth National Congress of Chemical Engineering of Iran, Volume 5, Environmental Reactor Design.

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ١٤، شماره ٢٧، بهار و تابستان ١٤٠٢، از صفحه ٥٩ تا ٧٦

تدوین برنامه مدیریت راهبردی کنترل آلودگی هوا (مطالعه موردی شهر اصفهان)

سونا کبریایی‌زاده[١]، جمال قدوسی*[٢]، علی‌اصغر آل‌شیخ[٣]، رضا ارجمندی[٤]، سید علیرضا حاجی سید میرزاحسینی[٥]

١. دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط‌زیست ،دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
٢. عضو هیت علمی بازنشسته پژوهشکده حفاظت خاک و آب، سازمان آموزش و تحقیقات جهاد کشاورزی، تهران، ایران
٣. عضو هیت علمی گروه GIS ، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
٤. عضو هیت علمی گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
٥. عضو هیت علمی گروه مهندسی محیط‌زیست-آلودگی هوا، دانشکده منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ وصول مقاله: ١٤٠٠/٠٨/٢٤ تاریخ پذیرش مقاله: ١٤٠٢/٠٣/٢٢

چکیده

امروزه گسترش پهنه مناطق شهری و صنعتی درون و برون شهری به عنوان عامل اصلی افزایش آلودگی‌های محیط‌زیست به ویژه آلودگی هوا شناخته شده است. یکی از راهکارهای اساسی به منظور کاهش یا مهار آلودگی هوا، تدوین برنامه مدیریت راهبردی در مناطق شهری می‌باشد. در این تحقیق با هدف تدوین با انجام بررسی‌های میدانی جهت بررسی خصوصیات محیط‌زیست درون و پیرامون شهری، عوامل مرتبط با اقدامات انسان در آلودگی هوا و تشدید آن، اقدام به شناسایی و تجزیه و تحلیل عوامل موثر در آلودگی هوا در شهر اصفهان در قالب مطالعه موردی از طریق جمع‌آوری داده با استفاده از پرسشنامه و توزیع و جمع‌آوری آن‌ها پس از تکمیل توسط خبرگان مبتنی بر روش دلفی و با هدف تدوین برنامه مدیریت راهبری کاهش و کنترل آلودگی هوا شده است. نتایج به دست آمده مبتنی بر خروجی‌های حاصل از بکارگیری تکنیک‌های SWOT و QSPM در ترکیب با مدل تحلیل سلسله مراتبی شبکه‌ای فازی(FANP)، نشان داد که راه‌اندازی قطار سبک شهری با تاکید بر کاهش استفاده از خودروهای شخصی در تلفیق با سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی در زمینه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی، در اولویت دوم و بهبود وضعیت معابر عمومی و محورهای اصلی در اولویت‌های بعدی می‌باشد که تبیین کننده تقدم و تأخر اقدامات مدیریت شهری برای کنترل آلودگی هوای در شهر اصفهان است. نتایج به دست آمده به ترتیب از مهمترین راهکارهای مهار و کنترل کیفیت هوا هستند که از طریق اتخاذ استراتژی رقابتی قابل دستیابی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: مدیریت آلودگی هوا، FANP، اصفهان، SWOT، QSPM.

* نویسندهٔ مسئول: Email: jamal_go@yahoo.com
DOI: 10.22034/eiap.2023.179288
DOR: 20.1001.1.20089597.1402.14.27.4.6

سرآغاز

گسترش مناطق شهری همراه با استقرار واحدهای صنعتی درون و بیرون شهری، تخریب روز افزون محیط‌زیست شهری را در پی دارد. یکی از پیامدهای گسترش شهرها که خود ناشی از افزایش جمعیت شهری است، افزایش وسایل نقلیه و در نتیجه افزایش حجم ترافیک آلودگی هوا افزون بر سایرآلودگی‌های محیط‌زیست است. بی تردید شدت و پایداری آلودگی هوا صرف نظر از منشاء و منبع آن تحت تاثیر عوامل محیط‌زیستی می‌باشد. (Lyu et al., 2016) گزارش نموده‌اند که تغییرات انتشار کل ذرات معلق در هوا تابعی از تغییرات انتشار ذرات اولیه دی‌اکسیدگوگرد و اکسیدهای نیتروژن می‌باشد. همچنین تاثیرات رشد اقتصادی و شدت انرژی همیشه به عنوان دو عامل اصلی موثر در تغییرات انتشار آلاینده‌های هوا در طول دوره بوده و اثرات کارایی انتشار، ساختار تولید و رشد جمعیت نیز به طور کلی کمتر به تغییرات کلی انتشار منجر گردیده و تاثیر عوامل مختلف در بین آلاینده‌های مختلف متفاوت است. (Ramezanian et al., 2019)، با استناد به تحقیق خود در زمینه آلودگی هوا در تهران به این نتیجه رسیده‌اند که فصول سال بر مقدار آلودگی در هوا موثرند. به طوری که طی یک ماه در ۳ فصل مختلف در تهران، مقادیر CO و NO2 در هوا به ترتیب بین ۳۰- ۵۵ و ۰/۱- ۰/۴ ppm تغییر می‌کند. (Kassomenos et al., 2014)، با مطالعه مقادیر $PM_{2.5}$, COx ,SOx ,NO_X و PM_{10} در سه منطقه شهری به این نتیجه رسیده‌اند که گازهای خروجی از اگزوز خودروها بخش زیادی از خطر ناشی از مواجهه ذرات بر سلامت انسان دارد و اقدامات لازم برای کاهش آلاینده‌های مورد بررسی از طریق کاهش قابل ملاحظه ترافیک شهری و اقدامات مربوط به آن می‌تواند راهکار عملی مناسبی در زمینه کاهش آلاینده‌های مورد بررسی باشد. همچنین با توجه به نتیجه استفاده از SWOT برای تعیین استراتژی‌های کنترل آلودگی هوا در شهر تهران، بهره‌مندی از فرصت‌ها و غلبه بر نقاط ضعف را مناسبترین راهکار استراتژیک معرفی نموده و افزایش بودجه برای حفظ محیط‌زیست، همکاری و هماهنگی بین بخش‌های خصوصی و دولتی، تجهیز حمل‌ونقل عمومی به وسایل نقلیه کم مصرف و سبز، فعالیت گسترده برای آگاهی‌های عمومی و انتقال صنایع آلاینده درون شهری به برون شهری را به عنوان راهکارهای برتر برای مدیریت آلودگی هوا ارایه کرده‌اند. (Vafa-Arani et al., 2014)، با مدل‌سازی سیستم دینامیک برای آلودگی هوای شهری در قالب مطالعه موردی در شهر تهران جهت تخمین رفتار پارامترهای موثر بر آلودگی هوا، بهبود تکنولوژی در صنایع خودروسازی، بهبود کیفیت تولید سوخت خودروها، برنامه‌های کنترل ترافیک، توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل عمومی را به عنوان راهکارهای کاهش و کنترل کیفیت ارایه نموده‌اند. (Talib et al., 2001)، با اندازه‌گیری میزان آلاینده‌های هوا شامل: CO, SO_2 NO_x, PM_{10} و تعیین سهم انتشار آن‌ها توسط واحدهای صنعتی در سه نقطه از شهر اصفهان نتیجه‌گیری نموده‌اند که سهم واحدهای صنعتی درون شهری در مقایسه با دیگر منابع تولیدکننده آلاینده‌های هوا کم است در حالی که منابع متحرک بیشترین سهم را در تولید آلاینده‌های هوا دارند. (Lotfi et al., 2017)، با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها به این نتیجه رسیدند که بیشترین سهم زیرسیستم‌های تشدید کننده آلودگی هوا در شهر اصفهان، حمل و نقل و ترافیک شهری، و واحدهای صنعتی درون وبرون شهری هستند. اگر چه استفاده از روش‌های آماری و زمین آمار و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌های مختلف برای بررسی و تجزیه و تحلیل جنبه‌های مختلف آلودگی هوا در داخل و خارج کشور به صورت گسترده استفاده شده است اما مدلسازی در خصوص مدیریت آلودگی هوا تحقیقات لازم به خصوص در داخل کشور چندان گسترده نبوده است. این در حالی است که به نظر می‌رسد یکی از اصلی‌ترین راهکارها برای فایق آمدن بر معضل آلودگی هوا در مناطق شهری، تمرکز و تاکید بر تدوین برنامه مدیریت راهبردی کنترل آلودگی هوا باشد. زیرا ترکیب کردن سیاست‌ها و استراتژی‌های مختلف و اعمال همزمان آن‌ها می‌تواند برای مقایسه عملیاتی کردن و هزینه‌های اجرایی، مفید باشد که دستیابی به راه‌حل‌های مشخص کردن نامعلوم‌ها (عدم قطعیت‌ها) است. در این زمینه (Aghaei, 2019)، با استناد به نتیجه استفاده از رویکرد تحلیل سیستمی چند مشخصه‌ای برای مدیریت کنترل هوا به این نتیجه رسیده است که خودروهای شخصی بیشترین سهم را در میان شیوه‌های مختلف حمل و نقل در تولید انواع آلاینده‌های دارند و حدود ۶۰ درصد از آلاینده‌های تولیدی ناشی از حمل و نقل مربوط به آلاینده منوکسیدکربن است و کمترین میزان انتشار مربوط به آلاینده اکسیدهای گوگرد می‌باشد. امروزه استفاده از مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی در

ترکیب و تلفیق با منطق فازی (Fuzzy Logic) برای تدوین الگو و برنامه‌های مدیریتی در زمینه‌های مختلف مانند F.ANP مورد توجه قرار گرفته است. (Chang, 1996)، با استفاده از بسط و تجزیه‌وتحلیل مدل (F.AHP) ، به این نتیجه رسیده است که به دلیل بالابودن میزان عدم قطعیت مدل‌های تصمیم‌گیری چند مشخصه‌ای (MCDM)، استفاده از تلفیق مدل‌های مذکور با منطق فازی، افزون بر کاهش عدم قطعیت که به مفهوم افزایش اطمینان بیشتر به نتیجه حاصل از تجزیه و تحلیل موردنظر می‌باشد، موجب اولویت‌بندی آن‌ها مبتنی بر رتبه‌بندی ترجیحی با دقت زیادتر نیز می‌شود. بر این اساس (Wang et al., 2007)، با تحقیق درباره راهکارهای کاهش آلاینده‌ها در هوا با استفاده از روش تلفیقی مدل‌های تصمیم‌گیری چند مشخصه‌ای با منطق فازی گزارش نمودند که شناسایی میزان تاثیر آگاهی اقشار مختلف مردم (یا آگاه‌سازی آنان)، از میزان اثرات افزایش غلظت آلاینده‌های در هوا و شناسایی منابع تولیدکننده آن‌ها می‌تواند منجر به کاهش آلاینده‌ها در هوا شود.

در تحقیق حاضر با هدف توسعه و ارایه الگویی برای تدوین برنامه مدیریت راهبردی کنترل آلودگی هوا نیز از روش ترکیبی تکنیک‌های SWOT و QSPM با مدل تحلیل شبکه‌ای فازی (F.AHP)، اقدام به تدوین برنامه مدیریت راهبردی کنترل آلودگی هوا به عنوان الگو در شهر اصفهان که با جمعیت حدود ۱۹۰۸۹۶۸ نفری واقع در اقلیم خشک و به طور متوسط دارای صد روز هوای ناسالم درسال (Statistics of Isfahan city, 2013) شده است.

مواد و روش‌ها

روش: این پژوهش از نوع تحقیقات توصیفی- استنباطی است که به شرح زیر اجرا شده است:

الف. جمع‌آوری و استخراج اطلاعات و آمار آلودگی هوا به منظور استفاده از آمارنامه‌های نهادهای ذی‌ربط و نتایج و آمار پایه توصیفی، تشریحی و کمی از طریق مرور و بررسی مقالات علمی- پژوهشی داخل و خارج کشور و گزارشات تخصصی و پایان‌نامه‌های مرتبط با آلودگی هوا در مناطق شهری جهت تهیه لیستی از عوامل، معیار و مشخصه‌های شناسایی شده موثر در آلودگی هوای مناطق شهری.

ب. تعیین موقعیت مکانی محل‌های گردآوری اطلاعات و آمار میدانی مانند تراکم ساختمانی، وضعیت ترافیک، نوع وسایل نقلیه، واحدهای صنعتی با استفاده از نقشه شهر اصفهان و دستگاه GPS به منظور فراهم نمودن داده‌ها مورد نیاز.

ج. تهیه پرسشنامه تحت عنوان چک لیست عوامل موثر در وضعیت آلودگی هوا و معیارها و مشخصه‌های هر یک از آن‌ها حاوی سه ستون شامل موافق، مخالف و ممتنع برای نظرسنجی از خبرگان (با رشته تحصیلی محیطزیست دارای مدرک تحصیلی کارشناسی کارشناسی ارشد و دکتری به ترتیب با حداقل ۱۵ ،۱۰ و ۵ سال سابقه کار در دوایر مسئول حفاظت محیطزیست، شهرداری اصفهان، استادان متخصص در مدیریت محیطزیست و آلودگی دانشگاه‌ها در قالب پرسشنامه شماره ۱ پژوهش.

د. محاسبه تعداد پرسشنامه از طریق شناسایی و مشخص نمودن تعداد نفرات خبرگان برای غربال‌گری چک لیست عوامل موثر در وضعیت آلودگی هوا و مشخصه‌ها هر یک از آن‌ها با استفاد از سایت مجمع مختصصین محیطزیست ایران صورت گرفت. بر این اساس ۴۳ نفر خبره به عنوان جامعه آماری پژوهش، مشخص شدند.

ه. محاسبه کفایت داده‌ها با استفاده از جدول مورگان و کرجسی که بر اساس فرمول کوکران تهیه و ارایه شده است [Ghodoosi، ۲۰۱۷]، ۴۰ فقره پرسشنامه تعیین شد که برای حصول اطمینان بین ۴۳ نفر از خبرگان توزیع و پس از تکمیل جمع‌آوری گردید. به طوری که مشخصه بر اساس فراوانی بیشتر از ۵۰ درصد اجماع نظر خبرگان به عنوان گویه‌های پرسشنامه شماره ۲ پژوهش مشخص شدند.

و. تدوین پرسشنامه شماره ۲ پژوهش حاوی گویه‌های مورد اجماع نظر خبرگان حاصل از خروجی پرسشنامه شماره ۱ پژوهش و توزیع آن بین خبرگان جهت انجام مقایسه زوجی براساس مقیاس ساعتی(جدول ۱)

ز. محاسبه میانگین مقادیر عددی مقایسه زوجی مشخصه‌ها و تنظیم آن‌ها با استفاده از جدول (۲) مبتنی برروش مثلث فازی (جدول ۲) جهت اجرای مدلFANP.

ح. محاسبه وزن و رتبه‌بندی مشخصه‌ها مبتنی بر مقادیر عددی فازی شده به منظور مشخص نمودن ارجحیت هر یک از آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار Decision Super- صورت گرفت.

جدول (۱): مقدار عددی متناظر زبانی بر اساس مقیاس ساعتی(Ghodoosi, 2017)

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
اهمیت یکسان	اهمیت کم	کمی مهم	کمی مهم تا مهم	مهم	مهم تا خیلی مهم	خیلی مهم	خیلی مهم تا مطلقا" مهم	مطلقا" مهم
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

ز) محاسبه میانگین مقادیر عددی مقایسه زوجی مشخصه ها و تنظیم آنها با استفاده از جدول ۲ مبتنی برروش مثلث فازی (جدول ۲)جهت اجرای مدلFANP.

جدول(۲): مقدار عددی متناظر بیان کلامی اهمیت معیار ها در روش چانگ مبتنی بر مثلث فازی (Chang, 1996)

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
اهمیت یکسان	اهمیت کم	کمی مهم	کمی مهم تا مهم	مهم	مهم تا خیلی مهم	خیلی مهم	خیلی مهم تا مطلقا" مهم	مطلقا" مهم
۱،۱،۱	۱،۲،۳	۲،۳،۴	۳،۴، ۵	۴، ۵، ۶	۵،۶، ۷	۶،۷، ۸	۷،۸، ۹	۸،۹، ۹
l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l,m,u,	l* l,m,u,

u: محتمل ترین،**m**:کمترین،l,m,u, **بیشترین اعداد.**

ط. اجرای تکنیک‌های SWOT و QSPMاز طریق شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید مرتبط با آلودگی هوا مبتنی بر خروجی به دست آمده از اجرای مدل تحلیل شبکه ای فازی (FANP). به نحوی که برای هریک از مشخصه‌ها یک امتیاز بین یک تا چهار بر حسب میزان تاثیر در آلودگی هوا داده شد که عدد ۴ به معنی تاثیر زیاد و عدد ۱ به معنی تاثیر بسیارکم می‌باشد. به طوری‌که با در نظر گرفتن مقدار نمره نهایی کمتر و یا بیشتر از ۲/۵ عوامل داخلی به ترتیب به نقاط ضعف و قوت و عوامل خارجی فرصت‌ها و تهدیدها مشخص گردیدند. سپس امتیاز موزون هریک از عوامل داخلی و خارجی در شهر اصفهان از حاصل‌ضرب وزن در امتیاز آن‌ها به دست آمد. محاسبه مشابه نیز برای راهبردها برای تعیین نمودن اولویت‌های راهبردی مدیریت آلودگی هوای اصفهان با تکنیک QSPM انجام شد.

منطقه مورد مطالعه

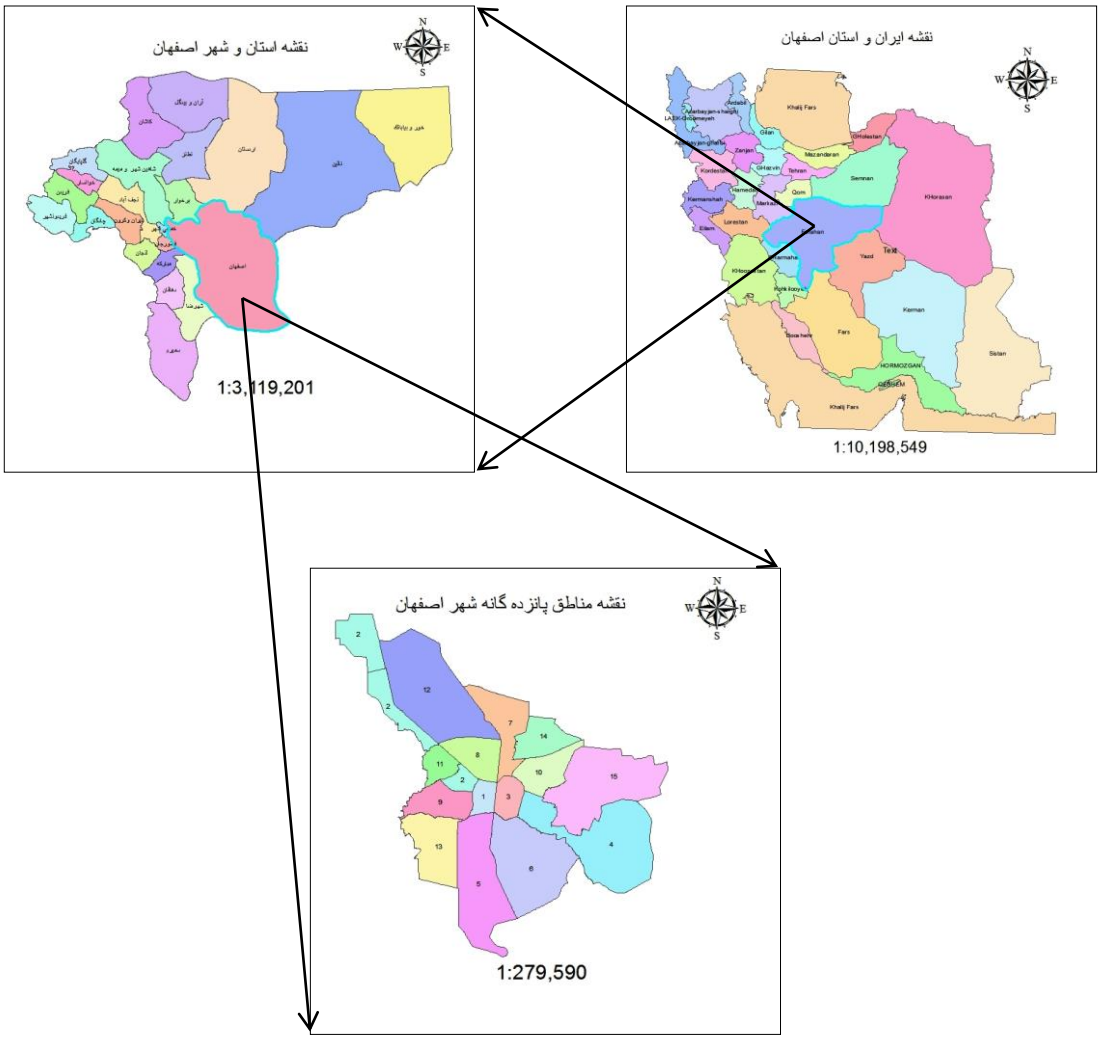
این پژوهش به صورت موردی در شهر اصفهان با مشخصات جغرافیایی ۵۱ درجه ۳۳ دقیقه تا ۵۱ درجه ۵۰ دقیقه طول شرقی ۳۲ درجه ۳۲ دقیقه تا ۳۲ درجه ۵۱ دقیقه عرض شمالی و واقع در ۴۲۴ کیلومتری جنوب کلان شهر تهران با متوسط ارتفاع ۱۵۷۳ متر از سطح دریا دارای اقلیم خشک مدیترانه‌ای انجام شده است (نقشه ۱).

کلان شهر اصفهان با توجه به جمعیت شهری و وسعت آن که طی ادوار گذشته و تا زمان اجرای این بررسی دارای تغییرات جمعیتی و مساحت قابل ملاحظه بوده است. افزایش تعداد خودروها و گستره مناطق صنعتی موجب بروز معضل شدید آلودگی هوا با متوسط یک صد روز هوای ناسالم در سال در این شهر شده است. به همین دلیل دستیابی به راهکارهای استراتژیک در چارچوب برنامه مدیریت کنترل آلودگی هوا در این شهر یکی از الزامات گریزناپذیر می‌باشد که توجیه کننده ضرورت انجام این تحقیق نیز می‌باشد.

جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه: همان طور که قبلا اشاره گردید جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه‌ها تعداد خبرگان در حد کفایت داده‌ها که تبیین کننده‌ی تعداد پرسشنامه‌های شماره ۱ و ۲ پژوهش بوده که از طریق تهیه چک لیست مشخصه‌های عوامل موثر در آلودگی هوا در تطبیق با اصول و نیاز اجرائی مدل تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP) مشخص شدند.

نتایج

با توجه به بررسی‌های انجام شده در زمینه عوامل موثر در تولید آلاینده‌های هوا در شهرها از منابع تحقیقاتی (جدول ۳)، نتیجه غربالگری عوامل و مشخصه‌های مبتنی بر نظرسنجی از خبرگان با بکار گیری پرسشنامه‌های شماره ۱ و ۲ پژوهش به شرح مندرجات جدول (۴) است که حاکی از موثر بودن۶ عامل و جمعا ۳۴ مشخصه مربوط به آن‌ها در آلودگی هوا می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت مکانی محل اجرای پژوهش

جدول (۳): لیست عوامل و مشخصه‌های شناسایی شده موثر در آلودگی هوا در مناطق شهری مستخرج از منابع علمی- پژوهشی

ردیف	معیار	عنوان مقاله	نویسندگان	محل و سال انتشار
۱	وسایل نقلیه موتوری	Residents' perception of air quality, pollution sources control in Nanchang, China	Xiong Liao&et al	Atmospheric Pollution Research, Volume 6, Issue 5, 2015, Pages 835-841
۲	احتراق سوخت‌های فسیلی	Do N-isotopes in atmospheric nitrate deposition reflect air pollution levels?	Fabian Beyn& et al	Atmospheric Environment, Volume 107, 2015, Pages 281-288
۳	پوشش گیاهی شهری	Review on urban vegetation and particle air pollution e Deposition and dispersion	Sara Janh & et al	Atmospheric Environment, Volume 105, 2015, Pages 130-137
۴	فرایندهای صنعتی، تولید انرژی از ایستگاه‌های برق، ترافیک شهری، گرمایش خانگی، وسایل حمل‌ونقل عمومی	Artificial neural networks forecasting of $PM_{2.5}$ pollution using air mass trajectory based geographic model and wavelet transformation	Xiao Feng& et al	Atmospheric Environment, Volume 107, 2015, Pages 118-128
۵	شرایط آب هوایی	Risk assessment for cardiovascular and respiratory mortality due to air pollution and synoptic meteorology in 10 Canadian cities	Jennifer K.& et al	Environmental Pollution, 185, 2014, pages 322-332
۶	ترافیک، احتراق زیست توده	Oxidative burden of fine particulate air pollution and risk of cause-specific mortality in the Canadian Census Health and Environment Cohort(CanCHEC)	Scott Weichenthal, D. & et al	Environmental Research,146, 2016, pages 92–99

ادامه جدول (۳): لیست عوامل و مشخصه‌های شناسایی شده موثر در آلودگی هوا در مناطق شهری مستخرج از منابع علمی- پژوهشی

ردیف	معیار	عنوان مقاله	نویسندگان	محل و سال انتشار
۷	سرعت صنعتی شدن، گسترش شهرنشینی، رشد جمعیت، توسعه اقتصادی	Biodiversity of roadside plants and their response to air pollution in an Indo-Burma hotspot region: implications for urban ecosystem restoration	Prabhat Kumar Rai	Journal of Asia-Pacific Biodiversity, Volume 9, Issue 1, 30 2016, Pages 47-55
۸	ترافیک شهری	Long-term traffic air and noise pollution in relation to mortality andhospital readmission among myocardial infarction survivors	Cathryn, T. & et al	International Journal of Hygiene and Environmental Health, 219, 2016, pages 72–78
۹	رشد صنعتی شدن و شهرنشینی	Analysis of residents' willingness to pay to reduce air pollution to improve children's health in community and hospital settings in Shanghai, China	Keran Wang & et al	Science of the Total Environment, 533,2015, pages 283–289
۱۰	درجه حرارت بسیار بالای هوا و تغییرات آب و هوای جهانی	Temperature modifies the acute effect of particulate air pollution on mortality in eight Chinese cities	Xia Meng & et al	Science of the Total Environment, 2012, pages 215–221
۱۱	فعالیت‌های انسانی، احتراق سوخت‌های فسیلی، خودروها، هواپیما	Measuring and Evaluating Air Pollution Per Inhabitant: A Statistical Approach	Marina Dobrot& et al	APCBEE Procedia, 5, 2013, pages 33 – 37
۱۲	تنوع وترکیب صنایع	Software for Environmental Impact Assessment of Air Pollution Dispersion Based on ArcGIS	Shengjun Zhonga, & et al	Procedia Environmental Sciences, Volume 10, Part C, 2011, Pages 2792-2797
۱۳	وجود رشته کوه در اطراف مناطق شهری	Medical consultation in productive age population related with air pollution levels in Bogota city	García-Ubaque J & et al	Procedia Environmental Sciences,2011, 4, pages 165–169
۱۴	وسایل نقلیه دیزلی	Impact of passenger car NOx emissions and NO2 fractions on urban NO2 pollution - Scenario analysis for the city of Antwerp, Belgium	Bart Degraeuwe &et al	Atmospheric Environment, 126, 2016, pages 218-224
۱۵	احتراق سوخت فسیلی، صنایع، سوزاندن بیوماس	Carbonaceous particles in the air of theMoravian-Silesian Region, Czech Republic	Marek Kucbel &et al	Perspectives in Science, Volume 7, 2016, Pages 333-336
۱۶	نیروگاه‌های تولید برق و صنایع خودروسازی در اطراف مناطق شهری	Trans-boundary air pollution in Windsor, Ontario (Canada)	Lindsay Miller&et al	Procedia Environmental Sciences, 2, 2010, pages 585-594
۱۷	فعالیت صنایع اطراف ودرون شهری	Receptor modeling studies for the characterization of air particulate lead pollution sources in Valenzuela sampling site (Philippines)	Preciosa Corazon B.& et al	Atmospheric Pollution Research, Volume 2, Issue 2, 2011, Pages 213-218
۱۸	تراکم جمعیت و صنعتی شدن	Does urban forestry have a quantitative effect on ambient air quality in an urban environment?	P.J. Irga&et al	Atmospheric Environment, Volume 120, 2015, Pages 173-181
۱۹	وجود نواحی صنعتی در اطراف و درون شهر	Preliminary study of the sources of ambient air pollution in Serpong, Indonesia	Muhayatun Santoso&et al	Atmospheric Pollution Research, Volume 2, Issue 2, 2011, Pages 190-196
۲۰	وسعت شهر	Influence of the Small City on the Air Pollution of the State Reserve	Golokhvast K.S.	IERI Procedia Volume 9, 2014, Pages 20-25
۲۱	توپوگرافی،شرایط اقلیمی،وارونگی‌های دمایی، الگوهای فشار هوا، جمعیت، صنایع	بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران	Safavid. Seyed Yahya, Alijani Behlool	Geographical Research, No. ۵۸, pp. ۹۹-۱۱۲
۲۲	شبکه حمل و نقل، تعداد خودروها، استفاده از سوخت‌های فسیلی و گاز طبیعی	ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی گسترش بی رویه شهر (مطالعه موردی: پروژه مسکن مهر- شهرها طرقبه)	Hosseini. Mehdi & at al	Regional Planning Quarterly, Fifth Year, Issue ۱۸

جدول (۴): عوامل و مشخصه‌های غربالگری شده موثر در آلودگی هوا توسط خبرگان

معیار	شاخص	معیار	شاخص
کالبدی	گسترش عمودی/افقی شهر	صنعتی	پالایشگاه‌های نفت و گاز
اقتصادی	توسعه اقتصادی		نواحی صنعتی
اجتماعی	استفاده از سوخت‌های فسیلی		ترکیب صنایع
	احتراق زیست توده		رشد صنعتی شدن
	تراکم جمعیت		نیروگاه‌ها

معیار	شاخص	معیار	شاخص
حمل و نقل	ترافیک وسایل نقلیه	محیط‌زیستی	وارونگی هوا
	تعداد خودروها		توپوگرافی و تاثیر نواحی کوهستانی
	شبکه حمل و نقل		نوع اقلیم
	وسایل نقلیه موتوری		پوشش گیاهی شهری

نتیجه تجزیه و تحلیل عوامل موثر در آلـودگی هـوای مناطق شهری بر اساس روش تحلیل شبکه‌ای فـازی (F.ANP)

همان طور که قبلا نیز ذکر گردید، با در نظرگرفتن نتایج حاصل از تحقیقات پیشین که مبین خطی نبودن رابطه بین عوامل تولید کننده آلودگی هوا در مناطق شهری است از این‌رو در پژوهش حاضر از روش تحلیل شبکه فازی (F.ANP) برای رتبه و اولویت بندی معیارها و شاخص‌های هر یک از عوامل استفاده گردیده که نتایج در جدول ۵، به ترتیب در جداول ۵ و ۶ نشانگر این است که در بین معیارها، معیار حمل ونقل و در بین شاخص‌ها به ترتیب گسترش عمودی وافقی ساختمان های شهر، پالایشگاه‌های نفت و گاز، ترافیک وسایل نقلیه و وارونگی هوا دارای اولویت از نظر تاثیر برآلودگی هوای شهر اصفهان هستند.

جدول (۵): وزن و رتبه معیارهای عوامل موثر در آلودگی هوای مناطق شهری

معیار	وزن	رتبه
حمل و نقل	۰/۲۹۸	۱
کالبدی	۰,۲۱۷	۲
صنعتی	۰/۲۱۱	۳
محیطزیستی	۰/۱۶۷	۴
اجتماعی	۰/۰۹۷	۵
اقتصادی	۰/۰۱۰	۶

جدول (۶): وزن و رتبه شاخص‌های هر یک از معیار های عوامل موثر درآلودگی هوای منا طق شهری

معیار	شاخص	وزن	رتبه	معیار	شاخص	وزن	رتبه
کالبدی	گسترش عمودی/افقی شهر	۰/۶۷۲	۱	صنعتی	پالایشگاه‌های نفت و گاز	۰/۴۶۷	۱
اجتماعی	استفاده از سوخت‌های فسیلی	۰/۱۸۷	۲		رشد صنعتی شدن	۰/۲۷۱	۲
	تراکم جمعیت	۰/۰۵۷	۳		ترکیب صنایع	۰/۱۴۹	۳
	احتراق زیست توده	۰/۰۵۳	۴		نواحی صنعتی	۰/۰۷۳	۴
اقتصادی	توسعه اقتصادی	۰/۰۳۱	۵		نیروگاه‌ها	۰/۰۴۰	۵
حمل‌ونقل	ترافیک وسایل نقلیه	۰/۴۶۵	۱	محیط‌زیستی	وارونگی هوا	۰/۴۶۱	۱
	تعداد خودروها	۰/۲۹۴	۲		توپوگرافی و تاثیر نواحی کوهستانی	۰/۲۵۰	۲
	شبکه حمل و نقل	۰/۱۴۹	۳		پوشش گیاهی شهری	۰/۱۶۷	۳
	وسایل نقلیه موتوری	۰/۰۹۲	۴		نوع اقلیم	۰/۱۲۲	۴

نتیجه تجزیه و تحلیل ارزیابی راهبردهای مدیریت آلودگی هوا در شهر اصفهان

نظر به این که برای برنامه‌ریزی مدیریت راهبردی کنترل آلودگی هوا از تکنیک SWOT و QSPM استفاده گردیده، بر این اساس ضمن شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها مرتبط با موضوع آلودگی هوا در شهر اصفهان، نتیجه محاسبه وزن و امتیاز هر یک از آن‌ها در جداول (۷ و ۸) آورده شده‌اند.

جدول (۷): امتیازوزنی نقاط قوت و ضعف(عوامل داخلی:IFE) موثر در آلودگی هوای شهر اصفهان

ردیف	نقاط قوت (S)	وزن	امتیاز	امتیاز وزنی
۱	وجود باغات و فضای سبز	۰/۰۲۵	۲	۰/۰۵
۲	وجود رویکرد توسعه پایدار در گسترش شهر در بین مسئولان	۰/۰۶	۳	۰/۱۸

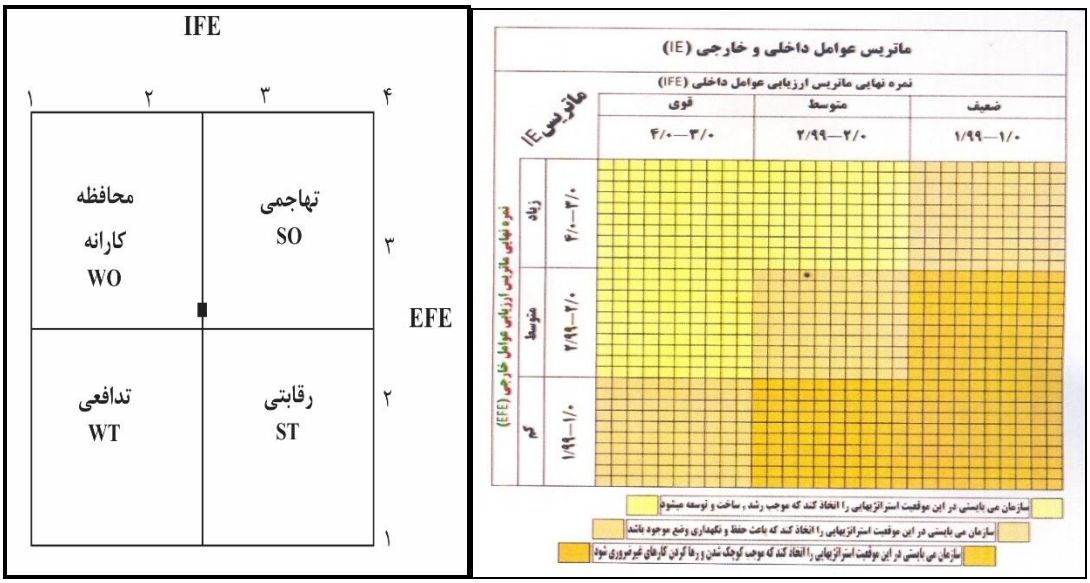
ادامه جدول (۷): امتیازوزنی نقاط قوت و ضعف(عوامل داخلی:IFE) موثر در آلودگی هوای شهر اصفهان

ردیف	نقاط قوت (S)	وزن	امتیاز	امتیاز وزنی
۳	وجود شبکه حمل و نقل عمومی گسترده (اتوبوس و تاکسی)	۰/۰۵	۲	۰/۱۰
۴	وجود طرح ترافیک در مناطق پر تراکم و تردد	۰/۰۷۲	۴	۰/۲۹
۵	استفاده برخی از صنایع از سیستم‌های سنجش آلایندگی	۰/۰۶	۳	۰/۱۸
۶	وجود دیدگاه برنامه‌ریزی استراتژیک و نگرش به آینده در مدیران شهری	۰/۰۵	۲	۰/۱۰
۷	اجرای موثر برنامه مطالعات راه‌اندازی قطار سبک شهری	۰/۰۶	۳	۰/۱۸
۸	وجود محورهای اصلی مناسب جهت تردد وسایل نقلیه	۰/۰۲۵	۲	۰/۰۵
۹	دریافت عوارض از صنایع آلاینده هوای درون شهری	۰/۰۵۳	۳	۰/۱۶
۱۰	وجود زیرساخت‌های مناسب خدمات الکترونیکی جهت کاهش استفاده از خودروها	۰/۰۵	۲	۰/۱۰
ردیف	**نقاط ضعف (W)**	**وزن**	**امتیاز**	**امتیاز وزنی**
۱	پایین بودن سطح فرهنگ استفاده از تکنولوژی و فن آوری جدید	۰/۰۱	۱	۰/۰۱
۲	عدم وجود برنامه‌ریزی کلان برای رفع موانع و مشکلات ناشی از آلودگی هوا	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۳	بخشی نگری در تصمیم‌گیری‌ها و عدم هماهنگی بین حوزه‌های مختلف	۰/۰۵	۴	۰/۱۹
۴	نبود طرح جامع ترافیک	۰/۰۳	۲	۰/۰۷
۵	عدم اولویت دهی به مسایل محیطزیستی	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۶	پائین بودن شاخص‌های کیفی محیطزیست شهری	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۷	عدم ساماندهی مشاغل آلوده کننده هوا	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۸	فروش تراکم ساختمانی(شامل مسکونی و تجاری) که موجب افزایش تردد و ترافیک می‌شود	۰/۰۱	۱	۰/۰۱
۹	عدم اجرای برنامه‌های آموزشی کافی برای شهروندان به منظور ارتقای فرهنگ شهروندی	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۱۰	عدم وجود تنوع کافی در خدمات شبکه حمل و نقل عمومی	۰/۰۴	۳	۰/۱۲
۱۱	ارایه نامتوازن خدمات حمل و نقل عمومی با تراکم جمعیت	۰/۰۳	۲	۰/۰۷
۱۲	ناکارآمدی قوانین و استانداردهای کنترل کیفیت و کاهش آلودگی هوا	۰/۰۴	۳	۰/۱۲
۱۳	ناهماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی مرتبط با آلودگی هوا و تغییر اقلیم	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۱۴	فقدان ساختار سازمانی مناسب در زمینه تغییر اقلیم	۰/۰۱	۱	۰/۰۱
۱۵	ناکارآمدی طرح جامع موجود در خصوص پیشگیری و مقابله با پدیده گرد وغبار	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۱۶	عدم کفایت اعتبارات مالی موردنیاز کنترل و کاهش آلودگی هوا	۰/۰۳	۲	۰/۰۷
۱۷	عدم توجه و مشارکت شهروندان در زمینه کاهش و کنترل آلودگی هوا	۰/۰۲	۲	۰/۰۵
۱۸	پایین بودن راندمان سیستم‌های کنترل آلودگی در واحدهای صنعتی آلاینده هوا	۰/۰۵	۴	۰/۱۹
۱۹	ضعف فرهنگی در خصوص استفاده از خودروهای شخصی	۰/۰۴	۳	۰/۱۱
۲۰	نامناسب بودن وضعیت معابر عمومی برای تردد خودروها و امکانات زیرساختی مرتبط	۰/۰۲	۲	۰/۰۳
۲۱	عدم یکپارچگی در مدیریت آموزش، مهندسی و اعمال قوانین حمل و نقل و ترافیک شهری	۰/۰۱	۱	۰/۰۱
	جمع کل	۱/۰۰	–	۲/۶۵

جدول (۸): امتیاز وزنی فرصت‌ها و تهدیدها (عوامل خارجی: EFE) موثر برآلودگی هوای شهر اصفهان

ردیف	فرصت شهر اصفهان (O)	وزن	امتیاز	امتیاز وزنی
۱	وجود امکانات توسعه ایجاد فضاهای سبز شهری	۰/۱۷	۱	۰/۱۳
۲	وجود زمینه فرهنگ استفاده از دوچرخه توسط شهروندان	۰/۳۳	۲	۰/۵۳
ردیف	**تهدید شهر اصفهان (T)**	**وزن**	**امتیاز**	**امتیاز وزنی**
۱	وجود کارخانه‌های آلوده کننده هوا در سطح شهر	۰/۱۳	۳	۰/۴۰
۲	وجود کارخانجات پیرامون شهری با تراکم زیاد آلوده کننده هوا	۰/۱۳	۳	۰/۴۰
۳	عدم تناسب افزایش خودروهای شخصی با ظرفیت شهر	۰/۰۹	۲	۰/۲۳
۴	بیابانی شدن مناطق پیرامون شهری	۰/۰۹	۲	۰/۲۳
۵	روند بی رویه رشد جمعیت شهری و عدم پراکنش و سکونت متوازن در گستره شهر	۰/۰۶	۲	۰/۱۰
	جمع کل	۱/۰۰		۲/۰۲

جمع کل امتیاز وزنی عوامل داخلی (IFE) و خارجی (EFE) به ترتیب برابر با (۲/۶۵) و (۲/۰۲) نشان‌دهنده برتری عوامل خارجی در مقایسه با عوامل خارجی است. بر این اساس اقدام به مشخص نمودن راهبردهای استراتژیک مدیریت آلودگی شهر اصفهان شده که نشانگر لزوم اتخاذ استراتژی‌های تهاجمی و محافظه کارانه برای رفع معضل آلودگی هوا در شهر اصفهان می‌باشد (شکل ۲) .



شکل (۲): نمودارارزیابی عوامل داخلی و خارجی موثر در آلودگی هوای شهر اصفهان

با توجه به مندرجات جداول امتیاز وزنی عوامل IFE و EFE جداول (۷ و ۸) و نتیجه نظرسنجی از خبرگان در خصوص راهکارها بر اساس مقایسه عوامل درونی و بیرونی و تعیین اولویت‌های اجرایی آن‌ها شامل: دریافت عوارض از صنایع و کارخانجات آلوده‌کننده هوا، راه‌اندازی قطار سبک شهری در جهت کاهش استفاده از خودروهای شخصی، سیاستگذاری و برنامه‌ریزی گسترش شبکه حمل و نقل عمومی و دریافت عوارض از صنایع و کارخانجات آلوده کننده هوا با استفاده از تکنیک QSPM نتایج در جداول (۹ و ۱۰) آورده شده اند.

جدول (۹): نتیجه نمره دهی محاسبه نمره کل جذابیت استراتژی های مدیریت آلودگی هوای شهر اصفهان

نقاط قوت (S)	امتیاز موزون	بهبود وضعیت معابر عمومی و محورهای اصلی تردد خودرو ها		راه اندازی و توسعه قطار سبک شهری با تاکید بر کاهش استفاده از خودروهای شخصی		سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در زمینه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی		دریافت عوارض از صنایع و کارخانجات آلوده کننده هوا	
		نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت	نمره جذابیت	کل نمره جذابیت
وجود باغات و فضاهای سبز درون شهری	۰/۰۲۵								
وجود رویکرد توسعه پایدار بین مسئولین در گسترش شهر	۰/۰۶۰			۱	۰/۰۶	۲	۰/۱۲	۲	۰/۱۲
وجود شبکه حمل و نقل عمومی گسترده (اتوبوس و تاکسی)	۰/۰۵۰							۴	۰/۲۰
اجرای طرح ترافیک در مناطق پر تردد	۰/۰۷۲								
استفاده برخی از صنایع از سیستم‌های سنجش آلایندگی	۰/۰۶۰			۳	۰/۱۸				
وجود دیدگاه برنامه‌ریزی استراتژیک در مدیران شهری	۰/۰۵۰	۲	۰/۱۰					۲	۰/۱۰

اجرای موثر برنامه مطالعات راه اندازی قطار سبک شهری	۰/۰۶۰					۴	۰/۲۴	۳	۰/۱۸
وجود محورهای اصلی مناسب جهت تردد وسایل نقلیه	۰/۰۲۵	۴	۰/۱۰					۱	۰/۰۲۵
دریافت عوارض از صنایع آلاینده هوای درون شهری	۰/۰۵۳			۴	۰/۲۱				
وجود زیرساخت‌های مناسب خدمات الکترونیکی جهت کاهش استفاده از خودروها	۰/۰۵۰								
نقاط ضعف (w)	**وزن**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**
پایین بودن سطح فرهنگ استفاده از تکنولوژی و فن آوری جدید	۰/۰۱۰							۳	۰/۰۳۰
عدم وجود برنامه‌ریزی کلان برای رفع موانع و مشکلات ناشی از آلودگی هوا	۰/۰۱۵۰					۱	۰/۰۱۵		
بخشی‌نگری در تصمیم‌گیری‌ها و عدم هماهنگی بین حوزه‌های مختلف	۰/۰۴۸	۱	۰/۰۴۸	۱	۰/۰۴۸	۱	۰/۰۴۸	۱	۰/۰۴۸
نبود طرح جامع ترافیک	۰/۰۳۵					۱	۰/۰۳۵		
ناکارآمدی طرح جامع کاهش آلودگی هوا	۰/۰۱۵								
عدم ساماندهی مشاغل آلوده کننده هوا	۰/۰۱۵			۴	۰/۰۶۰				
توسعه اقتصادی مرکز شهر که موجب افزایش تردد و ترافیک می‌شود	۰/۰۱۰					۱	۰/۰۱۰		
عدم اجرای برنامه‌های آموزشی کافی برای شهروندان به منظور ارتقای فرهنگ شهروندی	۰/۰۱۵					۱	۰/۰۱۵		
عدم وجود تنوع کافی در خدمات شبکه حمل و نقل عمومی	۰/۰۴۰	۰/۱۲				۴	۰/۰۱۶	۳	۰/۰۱۲
ارایه نامتوازن خدمات حمل و نقل عمومی با تراکم جمعیت	۰/۰۳۵	۰/۱۰۵				۴	۰/۰۱۴	۳	۰/۰۱۱
ناکارآمدی قوانین و استانداردهای کنترل کیفیت و کاهش آلودگی هوا	۰/۰۴۰			۳	۰/۱۲۰				
ناهماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی مرتبط با آلودگی هوا و تغییر اقلیم	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵
عدم اولویت دهی مسئولان به مسائل محیطزیستی	۰/۰۱۰								
پائین بودن شاخص‌های کیفی محیطزیست شهری	۰/۰۱۵								
عدم کفایت اعتبارات مالی موردنیاز کنترل و کاهش آلودگی هوا	۰/۰۳۰	۳	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۱	۰/۰۹	۳	۰/۰۹
فقدان ساختار سازمانی مناسب در زمینه مسائل محیطزیستی	۰/۰۲۵								
پایین بودن راندمان سیستم‌های کنترل آلودگی در واحدهای صنعتی آلاینده هوا	۰/۰۴۳			۱	۰/۴۲۵				
ضعف فرهنگی در خصوص استفاده از خودروهای شخصی	۰/۰۴۰							۱	۰/۰۴
نامناسب بودن وضعیت معابر عمومی برای تردد خودروها و امکانات زیرساختی مرتبط	۰/۰۱۵	۴	۰/۰۶						
عدم یکپارچگی در مدیریت، مهندسی و اعمال قوانین حمل و نقل و ترافیک شهری	۰/۰۱۰					۳	۰/۰۳		
فرصت ها(O)	**وزن**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**
وجود امکانات توسعه و ایجاد فضاهای سبز شهری	۰/۰۴۰			۳	۰/۱۲۰				
وجود زمینه فرهنگ استفاده از وسایل نقلیه پاک	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵
عدم اولویت دهی مسئولان به مسائل محیطزیستی	۰/۰۱۰								
تهدیدها(T)	**وزن**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**	**نمره جذابیت**	**کل نمره جذابیت**
عدم کفایت اعتبارات مالی موردنیاز کنترل و کاهش آلودگی هوا	۰/۱۳۹	۳	۰/۰۹	۳	۰/۰۹	۱	۰/۰۹	۳	۰/۰۹
فقدان ساختار سازمانی مناسب در زمینه مسائل محیطزیستی	۰/۱۳۹			۴	۰/۵۵۶				
پایین بودن راندمان سیستم‌های کنترل آلودگی در واحدهای صنعتی آلاینده هوا	۰/۱۲۲			۴	۰/۵۵۶				
ضعف فرهنگی در خصوص استفاده از خودروهای شخصی	۰/۱۲۲								
نامناسب بودن وضعیت معابر عمومی برای تردد خودروها و امکانات زیرساختی مرتبط	۰/۰۵۳								
عدم یکپارچگی در مدیریت، مهندسی و اعمال قوانین حمل و نقل و ترافیک شهری	۰/۱۳۹							۱	۰/۰۶

جدول (۱۰): اولویت‌بندی استراتژی‌های کنترل آلودگی هوای شهر اصفهان

استراتژی ها	نمره جذابیت	اولویت
راه اندازی قطار سبک شهری جهت کاهش استفاده از خودروهای شخصی	۲/۲۶	۱
سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در زمینه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی	۱/۱۹	۲
دریافت عوارض از صنایع و کارخانجات آلوده	۰/۸۶	۳
بهبود وضعیت معابر عمومی و محورهای اصلی تردد خودروها	۰/۴۱	۴

نتیجه به دست آمده نشانگر در اولویت بودن راه اندازی قطار سبک شهری با تاکید بر کاهش استفاده از خودروهای شخصی در تلفیق با سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در زمینه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی، در اولویت دوم و بهبود وضعیت معابر عمومی و محورهای اصلی در اولویت‌های بعدی می‌باشد که تبیین‌کننده تقدم و تاخر اقدامات مدیریت شهری برای کنترل آلودگی هوای در شهر اصفهان است.

بحث و نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل منابع تولید آلاینده‌های هوا در شهر اصفهان و مشخص شدن این که عوامل به ترتیب اولویت عوامل حمل و نقل، کالبدی، صنعتی، محیطزیستی، اجتماعی و اقتصادی هستند از یکسو و نتیجه حاصل از بررسی نقاط قوت و ضعف و فرصت و تهدیدها و بررسی برنامه‌ریزی مدیریت راهبردی با استفاده از تکنیک‌های SWOT و QSPM نشانگر این است که تعداد ۱۱ نقطه قوت و ۲۱ نقطه ضعف، ۲ فرصت و ۵ تهدید در رابطه با آلودگی هوا در شهر اصفهان وجود دارد، که با اجرایی نمودن ۴ راهبرد به ترتیب شامل راه اندازی قطار سبک شهری با تاکید بر کاهش استفاده از خودروهای شخصی در تلفیق با سیاستگذاری و برنامه‌ریزی در زمینه گسترش شبکه حمل و نقل عمومی، و بهبود وضعیت معابر عمومی و محورهای اصلی در مرحله اول و دریافت عوارض از صنایع و کارخانجات تولید کننده آلاینده‌های هوا همراه با سیاستگذاری و برنامه‌ریزی گسترش شبکه حمل و نقل عمومی در مرحله دوم می‌توان ضمن کاهش شدت آلودگی هوا نسبت به رفع این معضل در شهر اصفهان و در سایر شهرهای با شرایط مشابه اقدام نمود. نتایج به دست آمده از این پژوهش تاییدکننده و در همخوانی با یافته (Lin et al., 2012)، در زمینه سهم مشارکت غلظت سه آلاینده اصلی هوا شامل NO_2, PM_{10} و SO_2 و (Singh et al., 2017)، در آلودگی هوا در مناطق شهری است که می‌توان از آن‌ها به عنوان شاخص‌های اصلی برای ارزیابی کیفیت هوا استفاده نمود. اما لازم است به این نکته توجه شود که در برخی از پژوهش‌ها مانند پژوهش انجام شده توسط (Edussuriya et al., 2014)، نیز بر این نکته تاکید شده است که نمی‌توان در قالب یک قاعده کلی و به صورت عام عوامل یا مجموعه‌ای از پارامترهای خاصی را که از اهمیت بیشتری در مقایسه با یکدیگر برخوردار باشند به طور یکسان در آلودگی هوا در تمامی مناطق شهری معرفی نمود. به طور مثال (Hejazi, 2008)، بر اساس اطلاعات اندازه‌گیری شده آلودگی هوای ایستگاه‌های آزادی و لاله در شهر اصفهان بر اساس نتایج به دست آمده مقایسه ضرایب همبستگی بین آلاینده‌های مختلف هوا و پارامترهای هواشناسی نتیجه گیری نموده‌اند که دما و فشار هوا در هر دو ایستگاه، از موثرترین عوامل در غلظت اکسیدهای نیتروژن و مونوکسید کربن در هوای شهر اصفهان هستند . افزون بر این نتایج پژوهش (Talib et al., 2001)، در رابطه با آلاینده‌های هوا و تعیین سهم منابع مختلف تولید کننده آلاینده‌های NO_X,CO,SO_2,PM_{10} در سه ایستگاه پایش آلودگی هوا درشهر اصفهان که همانند نتایج پژوهش حاضر می‌باشد نشان داده است که سهم کمی از آلودگی شهر اصفهان مربوط به صنایع است و منابع متحرک (وسایل نقلیه موتوری) بیشترین سهم را درتولید آلاینده‌های هوا در این شهر دارند.

فهرست منابع

Aghaei. S. 2019. Systematic analysis of air pollution emission in Isfahan due to urban transportation. Master Thesis of Isfahan University of Technology.

Beyn, F., Matthias, V., Aulinger, A., & Dähnke, K. (2015). Do N-isotopes in atmospheric nitrate deposition reflect air pollution levels?. Atmospheric Environment, 107, 281-288.

Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. European journal of operational research, 95(3), 649-655.

Degraeuwe. Bart. Thunis. Philippe. Clappier. Alain. Weiss. Martin. Lefebvre. Wouter. Janssen. Stijn D. Vranckx. Stijn. (2016). Impact of passenger car NOx emissions and NO2 fractions on urban NO2 pollution -Scenario analysis for the city of Antwerp. Belgium, Atmospheric Environment .126 . Pages 218-224

Dobrot. Marina. Petrovic. Natasa. Cirovicand. Veljko. Jeremic. Marko. (2013). Measuring and Evaluating Air Pollution Per Inhabitant: A Statistical Approach, APCBEE Procedia. 5. Pages 33 – 37

Edussuriya, P. R. I. Y. A. N. T. H. A., Chan, A. N. D. R. E. W., & Malvin, A. (2014). Urban morphology and air quality in dense residential environments: Correlations between morphological parameters and air pollution at street-level. Journal of engineering science and technology, 9(1), 64-80.

Feng, X., Li, Q., Zhu, Y., Hou, J., Jin, L., & Wang, J. (2015). Artificial neural networks forecasting of PM2. 5 pollution using air mass trajectory based geographic model and wavelet transformation. Atmospheric Environment, 107, 118-128.

García-Ubaque, J. C., Garcia-Ubaque, C. A., & Vaca-Bohórquez, M. L. (2011). Medical consultation in productive age population related with air pollution levels in Bogota city. Procedia Environmental Sciences, 4, 165-169.

Ghodoosi. J. (2017). textbook of modeling and simulation and its application in environmental management. Islamic Azad University. Science and Research Branch of Tehran. Faculty of Environment and Energy. 110 pages.

Golokhvast. K.S. (2014). Influence of the Small City on the Air Pollution of the State Reserve. IERI Procedia.9 . Pages 20 – 25

Hejazi. A. (2008). Air Pollution and Air Quality Assessment in Isfahan. M.Sc. Thesis. University of Isfahan.

Hosseini. Mehdi. electrician. Masoumeh. Baqerzadeh. Fahima. Siami. Ghadir. (2015). Environmental Impact Assessment of Irregular Urban Development (Case Study: Mehr Housing Project - Torqabeh City). Regional Planning Quarterly.Fifth Year, Issue 18.

Irga, P. J., Burchett, M. D., & Torpy, F. R. (2015). Does urban forestry have a quantitative effect on ambient air quality in an urban environment?. Atmospheric Environment, 120, 173-181.

Janhall. Sara. (2015). Review on urban vegetation and particle air pollution e Deposition and dispersion.Atmospheric Environment. 105. Pages 130-137

Kassomenos, P. A., Vardoulakis, S., Chaloulakou, A., Paschalidou, A. K., Grivas, G., Borge, R., & Lumbreras, J. (2014). Study of PM10 and PM2. 5 levels in three European cities: Analysis of intra and inter urban variations. Atmospheric Environment, 87, 153-163.

Kucbel, M., Sýkorová, B., & Růžičková, J. (2016). Carbonaceous particles in the air of the Moravian-Silesian Region, Czech Republic. Perspectives in Science, 7, 333-336.

Liao, X., Tu, H., Maddock, J. E., Fan, S., Lan, G., Wu, Y., ... & Lu, Y. (2015). Residents' perception of air quality, pollution sources, and air pollution control in Nanchang, China. Atmospheric pollution research, 6(5), 835-841.

Lin, M., Tao, J., Chan, C. Y., Cao, J. J., Zhang, Z. S., Zhu, L. H., & Zhang, R. J. (2012). Regression analyses between recent air quality and visibility changes in megacities at four haze regions in China. Aerosol and air quality research, 12(6), 1049-1061.

Lotfi. S. Mousavian. Hejazi. S,Hosseini pooya. A. Salehzaheh. S. J. (2017). Systematic analysis of factors causing urban environmental pollutants in Isfahan and its effects. research project of Isfahan Municipality and Isfahan University of Technology.

Lyu, W., Li, Y., Guan, D., Zhao, H., Zhang, Q., & Liu, Z. (2016). Driving forces of Chinese primary air pollution emissions: an index decomposition analysis. Journal of Cleaner Production, 133, 136-144.

Meng, X., Zhang, Y., Zhao, Z., Duan, X., Xu, X., & Kan, H. (2012). Temperature modifies the acute effect of particulate air pollution on mortality in eight Chinese cities. Science of the total environment, 435, 215-221.

Miller, L. J. (2012). A Long Term Geospatial Investigation of Air Quality in Windsor, Ontario, Canada-Comparison to Nearby Cities and Applications of Inter-Species Ratios.

Pabroa, P. C. B., Santos, F. L., Morco, R. P., Racho, J. M. D., VII, A. T. B., & Bucal, C. G. D. (2011). Receptor modeling studies for the characterization of air particulate lead pollution sources in Valenzuela sampling site (Philippines). Atmospheric Pollution Research, 2(2), 213-218.

Rai, P. K. (2016). Biodiversity of roadside plants and their response to air pollution in an Indo-Burma hotspot region: implications for urban ecosystem restoration. Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 9(1), 47-55.

Ramezanian. Bozorg. R. Abadi. G. Mohammad. A. Moattar. F. (2019). Development of a strategic plan through SWOT analysis to control traffic-borne air pollutants using CALINE4 model. International Journal of Human Capital in Urban Management. 4(2). Pages 133-144.

Safavid. Seyed. Yahya. Alijani. Behlool. (2006). A Study of Geographical Factors in Air Pollution in Tehran, Geographical Research. No. 58. pp. 112-99.

Santoso, M., Lestiani, D. D., Mukhtar, R., Hamonangan, E., Syafrul, H., Markwitz, A., & Hopke, P. K. (2011). Preliminary study of the sources of ambient air pollution in Serpong, Indonesia. Atmospheric Pollution Research, 2(2), 190-196.

Scott. Weichenthal. DanielL. Crouse. LaurenPinault. KrystalGodri- Pollitt. Eric. Lavigne. GregEvans. AaronvanDonkelaar. RandallV.Martin. RickT.Burnett. (2016). Oxidative burden of fine particulate air pollution and risk of cause-specific mortality in the Canadian Census Health and Environment Cohort (CanCHEC), Environmental Research.146.Pages 92–99

Shengjun. Zhonga. Legang Zhou. Zhufang. Wang. (2011). Software for Environmental Impact Assessment of Air Pollution Dispersion Based on ArcGIS. Procedia Environmental Sciences. 10. Pages 2792 – 2797.

Singh, A., Bloss, W. J., & Pope, F. D. (2017). 60 years of UK visibility measurements: impact of meteorology and atmospheric pollutants on visibility. Atmospheric Chemistry and Physics, 17(3), 2085-2101.

Statistics of Isfahan city in 2012. (2013). Deputy of Research Planning and Information Technology of Isfahan Municipality. first edition.

Statistics of Isfahan city in 2018. (2019). Deputy of Planning and Human Capital Development of Isfahan Municipality. first edition.

Talib. M. Taybi. A, Shafepoor. M. (2001). The role of industries in the emission of pollutants in the atmosphere of Isfahan. Proceedings of the Sixth National Congress of Chemical Engineering of Iran. Volume 5. Environmental Reactor Design.

Tonne, C., Halonen, J. I., Beevers, S. D., Dajnak, D., Gulliver, J., Kelly, F. J., ... & Anderson, H. R. (2016). Long-term traffic air and noise pollution in relation to mortality and hospital readmission among myocardial infarction survivors. International journal of hygiene and environmental health, 219(1), 72-78.

Vafa-Arani.H. Jahani.S. Dashti.H. Heydari.J. Moazen.S. (2014). A system dynamics modeling for urban air pollution: A case study of Tehran, Iran. Transportation Research Part D: Transport and Environment. Volume 31. August. Pages 21-36.

Vanos, J. K., Hebbern, C., & Cakmak, S. (2014). Risk assessment for cardiovascular and respiratory mortality due to air pollution and synoptic meteorology in 10 Canadian cities. Environmental Pollution, 185, 322-332.

Wang. Keran. JinyiWu. RuiWanga. Yingying. Yang. Renjie. Chen. Jay. E. Maddock. Yuanan. Lu. (2015).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. 533. Pages 283–289

Wang, T. C., & Chen, Y. H. (2007). Applying consistent fuzzy preference relations to partnership selection. Omega, 35(4), 384-388.