



Lorestan University

Online ISSN: 2717-2325

Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas

Journal homepage: <http://www.gsma.lu.ac.ir>

Research Paper

The Analysis of air pollution sources in 22 districts of Tehran city by using DPSR model

Javad Hajjalizadeh^{*1}, Seyed CHmran Mosavi², Mohamadsadeg Afrasiyabirad³

¹Department of Geography Education, Farhangian University, Tehran, Iran

² PhD student in geography and urban planning, Payam Noor University, Tehran

³ PhD student in geography and urban planning, Shahid Beheshti University, Tehran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 4 April 2023;

Accepted: 11 November 2023

Available online 4 February 2024

Keywords: Pollutions, Air Quality, Tehran, Environmental Hazards, DPSR model

ABSTRACT

Air pollution is one of the main problems of industrial and large cities such as Tehran, so that this city was introduced as the second most polluted city in the world after New Delhi. The geographical position of this city is such that polluted air due to phenomena such as inversion. It is not possible to evacuate around. Air pollution and especially its reduction to an acceptable level has become a very important environmental issue in Tehran. The purpose of this article is to investigate the air quality situation in urban areas of Tehran. The present research is an analytical-descriptive method in terms of research method, based on the nature of the problem, and the required data have been collected through interviews and questionnaires. To weigh the sub-indices from the Hierarchical Analysis model and Expert choice software, to draw the maps and overlap and integrate the sub-indices from Arc GIS software and to analyze the driving force model, pressure, status and the answer is used. The results showed that the air quality index in the districts fluctuated from 31 to 42.4, which is the worst situation related to districts 3, 7, 10, 18 and the best situation to regions 2, 5, 8, 13, 14, 15, 21 and 22 allocated. By combining air quality sub-indices, it was determined that 9 districts have suitable conditions, 2 urban areas have relatively good conditions and 11 districts have very unsuitable conditions.

1. Introduction

The emergence of the industrial revolution, the increase in the standard of living, the invention of the automobile and the advancement of transportation technology have caused the growth of cities after the world war in such a way that it has led to the formation of environmental problems, types of pollution, traffic, Poverty, poor housing, etc. have become in cities (Boundry and Burel, 2003, 55). Today, air pollution is considered one of the major problems of big cities in the world and has become one of the main management challenges of countries. According to the report of the World Health Organization, every year 3

million people die due to air pollution and many people suffer from diseases caused by it (Samakovlis, 2005, 89). Tehran is one of the most polluted cities in the world (Graedel and Crutzen, 1993, 56). The geographical situation of this city is such that polluted air cannot be discharged to the surroundings due to phenomena such as inversion. Air pollution and especially reducing it to an acceptable level has become a very important environmental issue in Tehran (Car, Fuel and Environment Research Center, 2019, 21). Today, one of the direct effects of the increase in air pollution is the intensification of global warming (Harmens, 2007, 147). In recent years, the attention

\ Corresponding Author.

Email Addresses: j.hajjalizadeh@cfu.ac.ir (J.Hajjalizadeh), chamran.mousavi@yahoo.com (S.CH.Mosavi), Afrasiyabirad.sa@gmail.com (M.Afrasiyabirad)

To cite this article:

Hajjalizadeh, J., Mosavi, S. CH. Afrasiyabirad, M.S. (2023). The Analysis of air pollution sources in 22 districts of Tehran city by using DPSR model. Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas, 4 (16), 1-20.

Doi:10.52547/gsma.4.4.1

of many climatological specialists has been drawn to the issue of air warming and the changes that will occur in the climate (Haines, 2006, 367, Joakim, 2005, 39; Derwent, 2006, 40) especially this the warming of the air is more noticeable in the areas that face more air pollution. Currently, air pollution is the most important environmental problem in Tehran, which in some years has been reported to be unhealthy up to 30% of days.

It is noteworthy that on the days when air pollution in Tehran is declared an emergency, the death rate increases by 20%, and it can be concluded that the air pollution emergency has a direct relationship with an increase in mortality. Climate changes in Tehran during the last three decades and its increase of 3 degrees are among the climatic changes of the capital and among other environmental problems, which is directly related to the amount of air pollutants.

2. Methodology

In terms of the research method, the present research is an analytical-descriptive method according to the nature of the problem. The required data has been collected from the Tehran Air Quality Control Company during the statistical period 2016. With the participation of experts, sub-indices will be introduced to evaluate the air quality of the regions, and the sub-indices will be calculated with the elite method, scoring and weighting with the AHP method and then using statistical methods. The value of the sub-indices fluctuates between 0 and 100, and the higher the value, the better the environmental performance, and the lower the number, the worse the environmental performance. For each region, the proximity-to-target value of the index is calculated based on the gap between the results of the index of that region and the targets.

3. Results

Industrial development, increase in population, expansion of urbanization and as a result the development of transportation have turned air pollution in Tehran into one of the most important challenges for people and officials. The problem that causes the multiplicity of sources and also the decision-making bodies has complex dimensions and its reduction, apart from the technical issues and the need to know the sources, requires the high cooperation of the people and the authorities. The investigation of the air quality situation in Tehran shows that the quality index according to the announcement of air authorities in a year is 21 clean days (29%), 233 healthy days (64%), 105 unhealthy days for sensitive groups of society

(29%) and 1 a very unhealthy day (less than 1%) is indicated for all citizens.

4. Discussion

Air pollution is one of the main problems of big industrial cities like Tehran. In this study, based on the cause-and-effect model (DPSIR), it was determined that the concentration and density of the population (residents and non-residents) in Tehran, followed by the need for transportation and as a result the use of fossil fuels, are among the most important driving forces. It pollutes the air. Tehran is considered one of the most polluted cities in the world. The air quality index is from 31 to 42.4, the worst air quality is in areas 3, 7, 10, and 18, and the best quality is in areas 2, 5, 8, 13, 14, 15, 21, and 22. Relatively, the areas with better performance were located in the outskirts of the studied area, which were far from the city center. In general, the air pollution in Tehran is increasing day by day, and on the other hand, the measures taken to reduce this pollution.

5. Conclusion

The number of workshops and vehicles in the city is one of the main factors affecting air pollution. The annual pollution production rate of the city of Tehran from polluting sources is about 726 thousand tons among them, the share of stationary resources is 15% and the share of mobile resources is 85%. Based on the fuel consumed, the largest share of pollutant emissions is from mobile sources related to gasoline, followed by oil-gas, natural gas, and liquefied gas, and the highest amount of emissions was related to the transportation sector. The air pollution of Tehran city is beyond the annual limit, while the trend of changes in the annual concentration of 2.5 microns has been decreasing in recent years, and the pollutant of 10 microns has been increasing after going through a decreasing trend in the last two years. Stable weather conditions and the occurrence of temperature inversion phenomenon have been the main aggravating factors and the increase in the concentration of suspended particles of 2.5 microns. The annual concentration of PM2.5, CO and SO₂ pollutants has decreased compared to 2013, and the concentration of other pollutants has increased, and the concentration of all pollutants has been above the permissible limit from the point of view of the annual standard. In total, 9 regions have good conditions, 2 urban regions have relatively good conditions and 11 regions have very unfavorable conditions. In general, the air pollution in Tehran is increasing day by day, and on the other hand, the measures taken to reduce this pollution have not had a positive trend. The reason for this problem is not finding the correct root of

the problem of air pollution in Tehran. The excessive and increasing concentration of population and activity and as a result the

increasing need for transportation is the root cause of Tehran's air pollution problems.



دانشگاه لرستان

شاپای الکترونیکی: ۲۳۲۵-۲۷۱۷

فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی

http://www.gsma.lu.ac.ir



مقاله پژوهشی

تحلیلی بر وضعیت منابع آلاینده هوا در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل DPSR

جواد حاجی علی زاده^{۱*} سیدچمران موسوی^۲ محمدصادق افراسیابی راد^۳

^{۱*} استادیار گروه آموزش جغرافیا، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

^۲ دانش آموخته دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، شاغل در مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی.

^۳ دانش آموخته دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله:

۱۴۰۲/۰۱/۱۵

پذیرش نهایی:

۱۴۰۲/۰۸/۲۰

تاریخ انتشار:

۱۴۰۲/۱۱/۱۵

واژگان کلیدی:

آلاینده ها، کیفیت هوا، تهران،

مخاطرات محیطی،

مدل DPSR

چکیده

آلودگی هوا از مسائل عمده شهرهای بزرگ جهان محسوب می شود و به یکی از چالش های اصلی مدیریتی کشورها تبدیل شده است. هدف از مقاله حاضر بررسی وضعیت کیفیت هوا در مناطق شهری تهران می باشد. پژوهش حاضر به لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است و داده های مورد نیاز از طریق مصاحبه و پرسشنامه جمع آوری شده است. جهت وزن دهی به زیر شاخص ها از مدل تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار Expert choice، جهت ترسیم نقشه ها و همپوشانی و تلفیق زیر شاخص ها از نرم افزار Arc GIS و جهت تحلیل از مدل نیروی محرکه، فشار، و وضعیت و پاسخ استفاده شده است. نتایج نشان داد میزان شاخص کیفیت هوا در مناطق از ۳۱ تا ۴۲/۴ در نوسان می باشد که بدترین وضعیت مربوط به مناطق ۳، ۷، ۱۰، ۱۸ بوده و بهترین وضعیت به مناطق ۲، ۵، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۱ و ۲۲ اختصاص داشته است. با تلفیق زیر شاخص های کیفیت هوا مشخص گردید ۹ منطقه از شرایط مناسب، ۲ منطقه شهری دارای شرایط نسبتاً مناسب و ۱۱ منطقه دارای شرایط بسیار نامناسب می باشند.

۱. مقدمه

و ... در شهرها شده است (Baundry and Burel, 2003).

55). امروزه آلودگی هوا از مسائل عمده شهرهای بزرگ جهان محسوب می شود و به یکی از چالش های اصلی مدیریتی کشورها تبدیل شده است. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت در هر سال ۳ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا می میرند و افراد زیادی از

پیدایش انقلاب صنعتی، افزایش سطح زندگی، ابداع خودرو و پیشرفت فناوری حمل و نقل موجب رشد بیش از اندازه شهرها پس از جنگ جهانی شده است به گونه ای که منجر به شکل گیری مشکلات محیط زیستی، انواع آلودگی ها، ترافیک، فقر، بدمسکنی

* نویسنده مسئول:

پست الکترونیک نویسندگان: j.hajjalizadeh@cfu.ac.ir، حاجی علی زاده، chamran.mousavi@yahoo.com (س.ج. موسوی)، Afrasiyabirad.sa@gmail.com (م.ص.)

افراسیابی راد.

نحوه استنادی به مقاله: حاجی علی زاده، جواد موسوی، چمران افراسیابی راد، محمدصادق (۱۴۰۲). تحلیلی بر وضعیت منابع آلاینده هوا در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل DPSR. فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی. سال چهارم، شماره ۴ (۱۶)، صص ۲۰-۱.

59, 2005). آلودگی هوا تأثیرات بسیار زیادی بر روی ویژگی‌های اقلیمی مناطق مختلف می‌گذارد (Schaub, 2007, 147) به همین دلیل دانش آب و هواشناسی توجه و تأکید بسیار زیادی بر روی بررسی تأثیرات آلاینده‌های جوی بر ویژگی‌های آب و هوایی دارد. (Christopher et al, 2007, 3). امروزه یکی از اثرات مستقیم افزایش آلودگی‌های هوا، تشدید گرمایش جهانی است (Harmens, 2007, 147). در سال‌های اخیر توجه بسیاری از متخصصان اقلیم‌شناسی به مساله گرم شدن هوا و تغییراتی که در اقلیم بوجود خواهد آمد جلب شده است (Haines, 2006, 367, Joakim, 2005, 39; Derwent, 2006, 40) بخصوص این که گرم شدن هوا بیشتر در مناطقی محسوس است که با آلودگی بیشتر هوا مواجه می‌باشند. آلودگی هوا در حال حاضر مهمترین معضل محیط زیست شهر تهران به شمار می‌رود که در بعضی از سال‌ها تا حدود ۳۰ درصد از روزها ناسالم گزارش شده است این نکته قابل توجه است که در روزهایی که آلودگی هوا در کلان شهر تهران در حالت اضطراب اعلام می‌گردد میزان مرگ و میر نیز ۲۰ درصد افزایش می‌یابد و می‌توان این گونه برداشت نمود که شرایط اضطراب آلودگی هوا نسبت مستقیمی با ازدیاد مرگ و میر دارد. تغییرات آب و هوایی تهران طی سه دهه گذشته و افزایش ۳ درجه‌ای آن از جمله تغییرات اقلیمی پایتخت و از دیگر معضلات محیط زیست می‌باشد که این مهم در ارتباط مستقیم با میزان انتشار آلاینده‌های هوا قرار دارد.

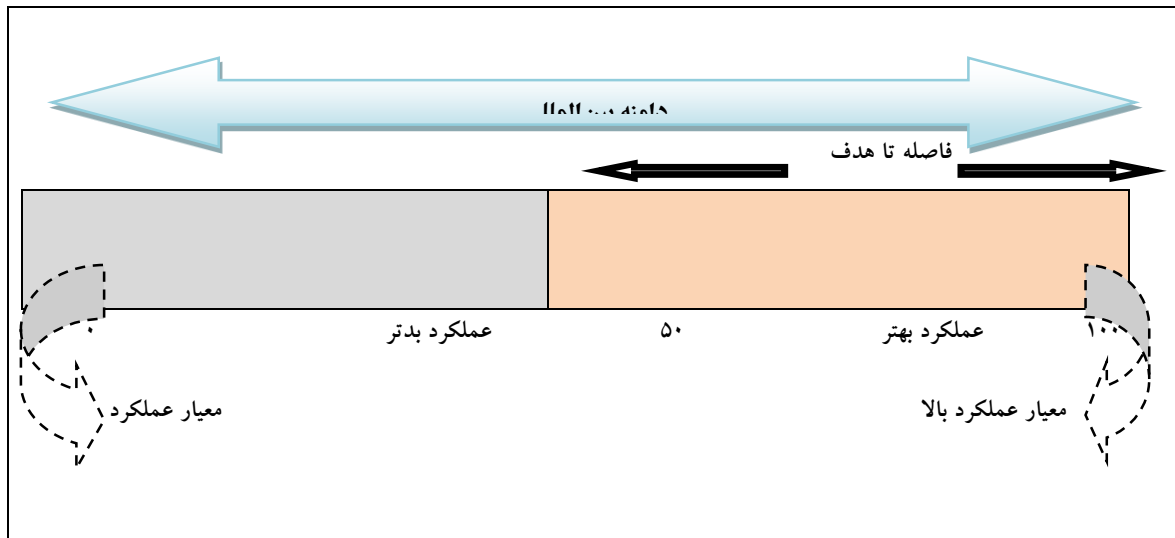
۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر به لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است. داده‌های مورد نیاز از شرکت کنترل کیفیت هوا شهر تهران طی دوره آماری ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۴ جمع‌آوری شده است. با مشارکت کارشناسان زیر شاخص‌هایی جهت ارزیابی کیفیت هوا مناطق معرفی و زیرشاخص‌ها با روش

بیماری‌های ناشی از آن رنج می‌برند (Samakovlis, 2005, 89). شهر تهران یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان می‌باشد (Graedel and Crutzen, 1993, 56). آلودگی هوا یکی از معضلات اصلی شهرهای صنعتی و بزرگ مانند تهران است به طوری که این شهر در برهه‌ای دومین شهر آلوده جهان بعد از دهلی نو معرفی شد و در سال ۱۳۸۸ به منزله هشتمین پایتخت جهان از لحاظ آلودگی هوا شناخته شده است (Statistics and information of Tehran city and municipality, 1391, 59). وضعیت جغرافیایی این شهر به گونه‌ای است که هوای آلوده به علت پدیده‌هایی مثل وارونگی امکان تخلیه به اطراف را پیدا نمی‌کند. آلودگی هوا و به خصوص کاهش آن به یک سطح قابل قبول به مسئله بسیار مهم محیط زیستی در تهران تبدیل شده است (Automotive, Fuel and Environment Research Center, 2019, 21). آلاینده‌های شیمیایی در لایه تروپوسفر همراه با آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های بشری نسبت ترکیبات هوا را تغییر داده و روی هوای محلی، منطقه‌ای و اقلیم جهانی تأثیر می‌گذارند. در شهرها آلاینده‌های متعددی تولید می‌شود که مجموع آنها مه دود شهری را تشکیل می‌دهند، اگر هوا پایدار بوده و ارتفاع لایه وارونگی دما پائین باشد آلاینده‌ها متراکم شده و غلظت آلودگی بالا می‌رود. اگر جو ناپایدار باشد و باد بوزد، مواد زاید از جو شهری خارج شده و پس از صعود به سمت لایه‌های بالاتر با هوای آن لایه‌ها مخلوط شده و رقیق می‌گردند (botkin, 2002, 59). گسترش شهرنشینی و توسعه شهرها به همراه افزایش شتابان جمعیت و توسعه فعالیت‌های صنعتی با مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی به شدت آلودگی‌ها را افزایش داده است که عواقب آن در درجه اول به صورت امراض و بیماری‌های تنفسی، تشدید بیماری‌های قلبی و ریوی، متوجه ساکنان شهرها می‌شود و در مرحله بعد، به عنوان عاملی در تشدید نوسانات اقلیمی و تأثیرات زیست محیطی نقش ایفا می‌نماید (chappelka, 2007, 149). یکی از جنبه‌های مهم اقلیم، تغییرات اقلیمی است و تغییرات دراز مدت مشخصه سیاره زمین است (shaemi,

نخبگی، امتیازدهی و باروش AHP وزن دهی و سپس با استفاده از روش های آماری محاسبه خواهند شد. مقدار زیر شاخص ها بین ۰ تا ۱۰۰ در نوسان بوده و هر چقدر مقدار آن بیشتر باشد نشان گر عملکرد محیط زیستی بهتر و هر چقدر رقم یاد شده کمتر باشد نشان دهنده عملکرد بدتر در زمینه محیط زیست است. برای هر منطقه، ارزش نزدیکی یا مجاورت شاخص با هدف مورد نظر (proximity-to-target) بر مبنای شکاف بین نتایج حاصل از شاخص آن منطقه و اهداف محاسبه می گردد که این مهم در شکل ۱ به وضوح بیان شده است. روند کار به این صورت است که زیر شاخص ها همگن و نرمال سازی می شوند و از طریق شیوه های لگاریتمی و تقسیم بر میانگین و جمع کردن باهمدیگر عدد مشخص پیدا می شود و بدین وسیله میزان عملکرد و میزان آسیب پذیری برای هر زون به دست می آید و بعد اقدام به هم واحد شدن می کنیم

امتیازدهی به هر یک از شاخص ها بر اساس تأثیر گذاری و در دامنه نوسان امتیاز ۱ تا ۹ صورت گرفته که این امتیازدهی و ارجحیت دادن میان زیر شاخص ها را کارشناسان امر طی مصاحبه ها و نشست های مختلف ابراز نموده اند و مجموع امتیاز هر زیر شاخص نیز از طریق اعمال ضرایب اهمیت هر یک بدست آمده است. مدلی که به منظور تلفیق اطلاعات مذکور مورد استفاده قرار گرفته در اصل یک مدل وزنی بر اساس مدل AHP است. لازم به ذکر است برای هر زیر شاخص کیفیت هوا که ۶ زیر شاخص می باشند به طور مجزا نقشه تهیه خواهد و از همپوشانی و تلفیق نقشه های زیر شاخص ها نقشه وضعیت شاخص کیفیت هوا در سطح ۲۲ منطقه استخراج خواهد شد اما به دلیل رعایت اختصار تنها نقشه نهایی آورده خواهد شد. نحوه طبقه بندی، امتیاز دهی، محل آخذ و دوره آماری زیر شاخص های کیفیت هوا نیز در جدول شماره ۱ به تفصیل آورده شده است.



شکل ۱: نزدیکی یا مجاورت شاخص با هدف مورد نظر

جدول ۱: نحوه طبقه‌بندی، امتیازدهی، محل اخذ و دوره آماری زیرشاخص‌های کیفیت هوا

دوره آماری	محل اخذ داده	توضیحات	امتیازبندی و پهنه‌ها بر حسب طبقه‌بندی زیرشاخص‌ها		طبقه‌بندی زیرشاخص‌ها	زیرشاخص
			بسیار مناسب	مناسب		
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	مناطق‌ای که دارای میزان کمتری از ذرات معلق باشند امتیاز بیشتری خواهند گرفت	بسیار مناسب	۱۰۰	کمتر از ۱۵/۴	میانگین غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق کمتر از دو و نیم میکرون $PM_{2.5}$ بر حسب میکروگرم در متر مکعب
			مناسب	۸۰	۳۰-۱۵/۵	
			نسبتاً مناسب	۶۰	۴۵-۳۰/۱	
			نامناسب	۴۰	۴۵/۱-۰/۶۱	
			بسیار نامناسب	۲۰	بیشتر از ۶۵	
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	مناطق‌ای که دارای میزان کمتری از ذرات معلق باشند امتیاز بیشتری خواهند گرفت	بسیار مناسب	۱۰۰	کمتر از ۲۰	میانگین غلظت سالانه آلاینده ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون PM_{10} بر حسب میکروگرم در متر مکعب
			مناسب	۸۰	۵۴-۲۰/۱	
			نسبتاً مناسب	۶۰	۱۰۰-۵۴/۱	
			نامناسب	۴۰	۱۵۰-۱۰۰/۱	
			بسیار نامناسب	۲۰	بیشتر از ۱۵۰	
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	منطقه‌ای که دارای کمترین میزان مونوکسید کربن باشد امتیاز بیشتری دریافت خواهد نمود	بسیار مناسب	۱۰۰	کمتر از ۳۵	میانگین غلظت آلاینده مونوکسید کربن Co بر حسب (ppm)
			مناسب	۸۰	۵۵-۳۵/۱	
			نسبتاً مناسب	۶۰	۷۵-۵۵/۱	
			نامناسب	۴۰	۱۲۴-۷۵/۱	
			بسیار نامناسب	۲۰	بیشتر از ۱۲۴	
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	منطقه‌ای که دارای کمترین میزان ازن باشد امتیاز بیشتری دریافت خواهد نمود	بسیار مناسب	۱۰۰	کمتر از ۷۵	میانگین آلاینده ازن O_3 بر حسب (ppb)
			مناسب	۸۰	۱۰۰-۷۵/۱	
			نسبتاً مناسب	۶۰	۱۵۰-۱۰۰/۱	
			نامناسب	۴۰	۲۰۰-۱۵۰/۱	
			بسیار نامناسب	۲۰	بیشتر از ۲۰۰	
۹۴-۱۳۸۶			بسیار مناسب	۱۰۰	کمتر از ۷	

دوره آماری	محل اخذ داده	توضیحات	امتیازبندی و پهنه ها بر حسب طبقه بندی زیر شاخص ها		طبقه بندی زیر شاخص - ها	زیر شاخص
			۸۰	مناسب	۱۳-۷/۱	
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	منطقه ای که دارای کمترین میزان دی اکسید گوگرد باشد امتیاز بیشتری دریافت خواهد نمود	۶۰	نسبتاً مناسب	۲۰-۱۳/۱	میانگین آلایندگی دی اکسید گوگرد SO ₂ بر حسب (ppb)
			۴۰	نامناسب	۳۰-۲۰/۱	
			۲۰	بسیار نامناسب	بیشتر از ۳۰	
			۱۰۰	بسیار مناسب	کمتر از ۲۱	
۹۴-۱۳۸۶	شرکت کنترل کیفیت هوا	منطقه ای که دارای کمترین میزان دی اکسید نیتروژن باشد امتیاز بیشتری دریافت خواهد نمود	۶۰	نسبتاً مناسب	۷۰-۵۰/۱	میانگین آلایندگی دی اکسید نیتروژن NO ₂ بر حسب (ppb)
			۴۰	نامناسب	۱۰۰-۷۰/۱	
			۲۰	بسیار نامناسب	بیشتر از ۱۰۰	
			۸۰	مناسب	۵۰-۲۱/۱	

منبع: شرکت کنترل کیفیت هوا، ۱۳۹۴

شورای عالی حفاظت محیط زیست استفاده می شود. جدول شماره ۲ گویای این مطلب است.

چون استاندارد منسجمی در ایران برای آلایندگی ها وجود ندارد. به همین جهت از بررسی کوتاه مدت آلایندگی ها از راهنمای دانشگاه علوم پزشکی و برای طولانی مدت از دستورالعمل

روی هم گذاری و تلفیق نقشه های فاکتور مراحل زیر انجام پذیرفت:

جدول ۲: استاندارد مورد استفاده جهت آلایندگی های معیار بر اساس

شاخص های AQI^۲

آلایندگی	حد استاندارد رد	بازه استاندارد مورد استفاده در پژوهش
ذرات معلق کمتر از ۲.۵ میکرون بر حسب میکروگرم در متر مکعب	۱۵،۴	۰-۱۵،۴
ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون بر حسب میکروگرم در متر مکعب	۲۰	۰-۲۰
مونوکسید کربن (ppm)	۳۵	۰-۳۵
دی اکسید نیتروژن (ppb)	۲۱	۰-۲۱
اوزن (ppb)	۷۵	۰-۷۵
دی اکسید گوگرد (ppb)	۷	۰-۷

Source: Laws, Regulations, Rules and Standards of Human Environment, 2019

• تهیه نقشه های فاکتور است تا ندارد (برای هر زیر شاخص یک نقشه تهیه خواهد شد)

• وزن دهی به فاکتورها با استفاده از روش وزن دهی

AHP

• وزن دهی به کلاس های هر یک از فاکتورها

پس از آن که لایه های اطلاعاتی مربوط به هر زیر شاخص به نقشه های فاکتور استاندارد تبدیل شدند و وزن مناسب آنها و کلاس های زیر مجموعه ای آنها به روش AHP در نرم افزار Expert Choice تعیین گشت، این نقشه ها آماده ورود به مدل هم پوشانی شاخص می باشند. این مدل در نرم افزار Arc GIS با استفاده از ابزار weighted overlay قابل دستیابی است. در این مرحله هر یک از نقشه های فاکتور مربوط به هر زیر شاخص که به فرمت raster می باشند، به همراه وزن نسبی (ضریب AHP) همان نقشه که در جداول بالا آورده شدند و اوزان (ضرایب AHP) کلاس ها یا طبقات مربوطه به مدل انتخابی وارد می گردند. لازم به توضیح است

جهت ترسیم نقشه ها از نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS بهره برده شده است که جهت روی هم گذاری لایه ها از مدل هم پوشانی و منطق فازی استفاده شده است. جهت

Air Quality Index^۲

زنجیره علت و معلول را در ارتباط با کیفیت هوا بیان می‌نماید به دلیل اطلاعات موجود و قابل دسترس استفاده خواهد شد. در این مدل سعی می‌شود گروهی از عوامل را که تعیین‌کننده‌ی مشخصه‌های تأثیرگذار بر میزان آلاینده‌های هوا در هر سطح جغرافیایی محلی هستند، تعریف کرده و آن‌ها را به هم ربط دهد که در این پژوهش در سطح منطقه شهری تهران و بصورت محلی در مناطق ۲۲ گانه این امر صورت خواهد پذیرفت. این مدل به منزله چارچوب تحلیلی شناخته می‌گردد (Blanc and et al, 2004, 45-48). مدل DPSR در جستجوی ایجاد یک ارتباط منطقی بین عامل‌هاست تا از این طریق وضعیت S محیط‌زیست و روند آن را ارزیابی کرده و از عامل‌هایی که (به مثابه‌ی علت‌های مستقیم) بر منابع طبیعی فشار P می‌آورند و یا (به مثابه‌ی علت‌های غیر مستقیم) علت عوامل فشار تلقی شده و به عنوان نیروی محرکه D شناخته می‌شوند (و ممکن است به مثابه‌ی "علت‌های مستقیم" وضعیت موجود تلقی شوند) تا پاسخ‌های R محلی برای چگونگی برخورد با مسئله‌های محیط‌زیست را شناسایی کند (Kristensen, 2004, 28).

۲.۲. معرفی محدوده مورد مطالعه

قلمرو مکانی پژوهش کلانشهر تهران مرکز استان تهران می‌باشد تهران در دامنه‌های رشته کوه البرز می‌باشد و ۷۳۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. از نظر جغرافیایی نیز در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. تهران پرجمعیت‌ترین شهر و پایتخت ایران و مرکز استان و شهرستان تهران است. این شهر در برآورد سال ۱۴۰۱ بالغ بر ۹۰۳۹۰۰۰ نفر جمعیت داشته است و براساس برآورد سال ۲۰۱۸، سازمان ملل متحد، سی و چهارمین شهر پر جمعیت

که در طی تمام مراحل تهیه نقشه‌های فاکتور و مدل‌سازی همواره نکات زیر مدنظر قرار گرفتند:

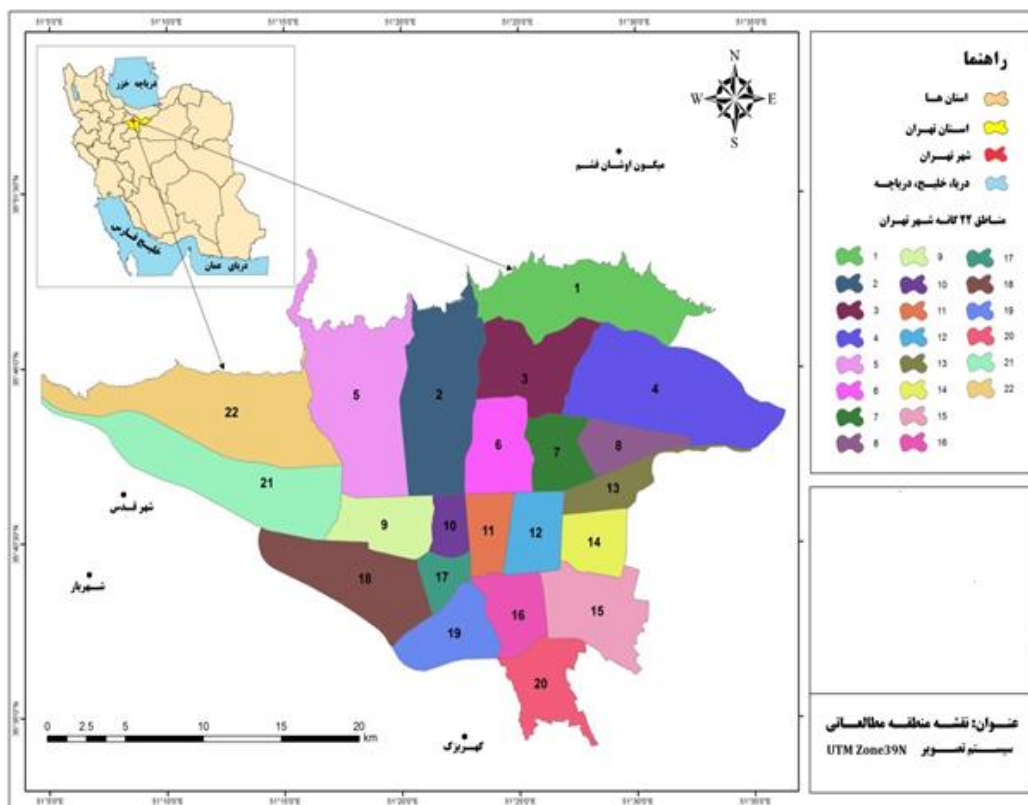
- سیستم مختصات در تمام نقشه‌ها UTM Zone 39N انتخاب شد.
- قدرت تفکیک (Cell Size) تمام نقشه‌ها برابر با ۵۰ متر در نظر گرفته شد.
- برای تمام نقشه‌ها مرز مشخص (مناطق ۲۲ گانه) در نظر گرفته شد.

۱.۲. مدل تحلیلی پژوهش

استفاده از مدل‌های علی- معلولی از روش‌های چندبعدی و سیستمی برای مطالعه علل ایجاد مشکلات محیط زیستی و رابطه بین سیستم‌های محیط زیستی در جهت ارائه راه- حل‌های مناسب است. (Atkins et al, 2015, 215-). چارچوب این مدل یک طرح تحلیل عملکردی برای ساختاردهی به ارتباطات سیستمی در مدیریت موضوعات و مسائل محیط زیست و منابع محیطی است (EEA, 2010, 89). این مدل ابزاری جهت تلفیق اطلاعات اقتصادی، اجتماعی و طبیعی در یک چارچوب و به منظور ایجاد پایه و اساسی برای تحلیل‌های دقیق‌تر (Bidone and Lacerda, 2013, 5-16) و مهمترین هدف آن، تعیین گزینه‌های سیاستی و ارزیابی راهکارها برای حذف مشکلات محیط زیستی است. با کاربرد این مدل می‌توان علاوه بر ساختاردهی به اطلاعات به تعیین ارتباطات مهم و دستیابی به درک همه جانبه از مشکلات محیط زیستی (Ness et al, 2015, 479-488) و در نهایت به راهکارهای عملی و مدیریتی محیط زیستی دست یافت (Gabrielsen and Bosch, 2010, 75). در پژوهش حاضر از مدل DPSR که از حروف اول چهار کلمه‌ی نیروی محرکه یا پیش‌برنده، فشارها، وضعیت و پاسخ‌ها تشکیل گردیده که به ترتیب

به ۳۷۴ محله تقسیم شده‌اند. (طرح راهبردی-ساختاری توسعه و عمران شهر تهران ۱۳۸۵-۱۳۸۶) در شکل شماره ۱ موقعیت مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران نمایش داده شده‌اند.

جهان و پرجمعیت‌ترین شهر باختر آسیا می‌باشد و دومین شهر پرجمعیت خاورمیانه است. تهران از ۲۲ منطقه تشکیل یافته است که مساحت آن با محاسبه حریم شهری ۷۳۰ کیلومتر مربع می‌باشد. خود این ۲۲ منطقه دوباره به ۱۲۳ ناحیه و نواحی هم



شکل شماره ۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه

همین طور ارگان‌های تصمیم‌گیرنده، ابعاد پیچیده‌ای داشته و کاهش آن، به غیر از مباحث فنی و نیاز به شناخت منابع، نیازمند همکاری بالای مردم و مسئولان امر است. صنعت آلودگی هوا را در تهران به ارمغان آورده است. بررسی وضعیت کیفیت هوا در تهران بیانگر این نکته است که شاخص کیفیت طبق اعلام مراجع هوا در یک سال ۲۱ روز پاک (۲۹٪)، ۲۳۳ روز سالم (۶۴٪)، ۱۰۵ روز ناسالم برای گروه‌های حساس جامعه (۲۹٪) و ۱ روز بسیار ناسالم (کمتر از ۱٪) برای همه شهروندان نشان داده شده است. قابل ذکر است که ذرات معلق موجود در آلاینده‌ها کمتر

۳. یافته‌های پژوهش

باتوجه به اعلام سازمان بهداشت جهانی، هر سال ۷ میلیون نفر از جمعیت زمین به علت آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند که شش میلیون نفر متعلق به قاره آسیا است. اگر بیماری‌ها و اثرات سوء بهداشتی مرتبط با آلودگی هوا، تاثیرات مخرب آن بر محیط‌زیست و هزینه‌های میلیارد دلاری نیز بر آن افزوده گردد، اهمیت موضوع بیشتر هم مشخص می‌شود. توسعه صنعتی، افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی و در نتیجه توسعه حمل و نقل، آلودگی هوا را در شهر تهران به یکی از مهمترین چالش‌های مردم و مسئولان تبدیل نموده است؛ مساله‌ای که باعث تعدد منابع و

آلودگی هوای شهر تهران بالاتر از حد مجاز سالانه قرار دارد در حالی که روند تغییرات غلظت سالانه‌ی $PM_{2.5}$ در سال‌های اخیر روند کاهشی داشته و آلاینده 10 میکرون نیز پس از طی روند کاهشی در دو سال اخیر با افزایش روبه‌رو بوده است. می‌توان گفت شرایط جوی پایدار و وقوع پدیده‌ی وارونگی دما از عمده‌ترین عوامل تشدیدکننده و افزایش غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ بوده است. بطور کلی غلظت سالانه‌ی آلاینده‌های 2.5 میکرون، CO و SO_2 کاهش داشته و غلظت سایر آلاینده‌ها روند افزایشی داشته است. همچنین غلظت تمام آلاینده‌ها از دیدگاه استاندارد سالانه فراتر از حد مجاز بوده است. لازم به ذکر است که برای آلاینده‌های CO و O_3 حد استاندارد سالانه تعریف نشده است. جدول شماره ۳ اشاره به همین موضوع دارد.

از 2.5 میکرون و کمتر از 10 میکرون جهت ارزیابی کیفیت هوا به دلیل تأثیرات بیشتر این آلاینده‌ها در آلودگی هوای مناطق شهری تهران انتخاب شدند و آلاینده‌های مونوکسید کربن، ازن، دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن به علت نقش آنها بر تغییرات و نوسانات آب و هوایی برای ارزیابی وضعیت چگونگی تغییرات آب و هوایی به عنوان شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها انتخاب گردیدند. طی این سال‌های اخیر ذرات معلق آلاینده بویژه بااندازه قطر کمتر از 2.5 میکرون به عنوان آلاینده شاخص شهر تهران در نظر گرفته شده است. در مجموع باید گفت در شهر بزرگ تهران آلاینده‌های ذرات معلق با قطر کوچکتر از 2.5 میکرون و ذرات معلق با قطر کمتر از 10 میکرون، در وضعیت نامطلوبی قرار دارند و تمام روزهای آلوده به دلیل بالا رفتن غلظت این دو آلاینده بویژه 2.5 میکرون رخ داده است. غلظت این دو آلاینده در تمامی ایستگاه‌های سنجش

جدول ۳: وضعیت آلاینده‌های هوا در طی یک سال

آلاینده	روند تغییرات غلظت سالانه طی ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۳	درصد تغییرات نسبت به سال ۱۳۹۳	میزان غلظت نسبت به استاندارد سالانه
CO	روند کاهشی	-۱۲	-
$PM_{2.5}$	روند کاهشی	-۱۰	فراتر از حد استاندارد
PM_{10}	روند افزایشی	۹	فراتر از حد استاندارد
SO_2	روند کاهشی	-۲۶	فراتر از حد استاندارد
NO_2	روند افزایشی	۸	فراتر از حد استاندارد
O_3	روند افزایشی	۹	-

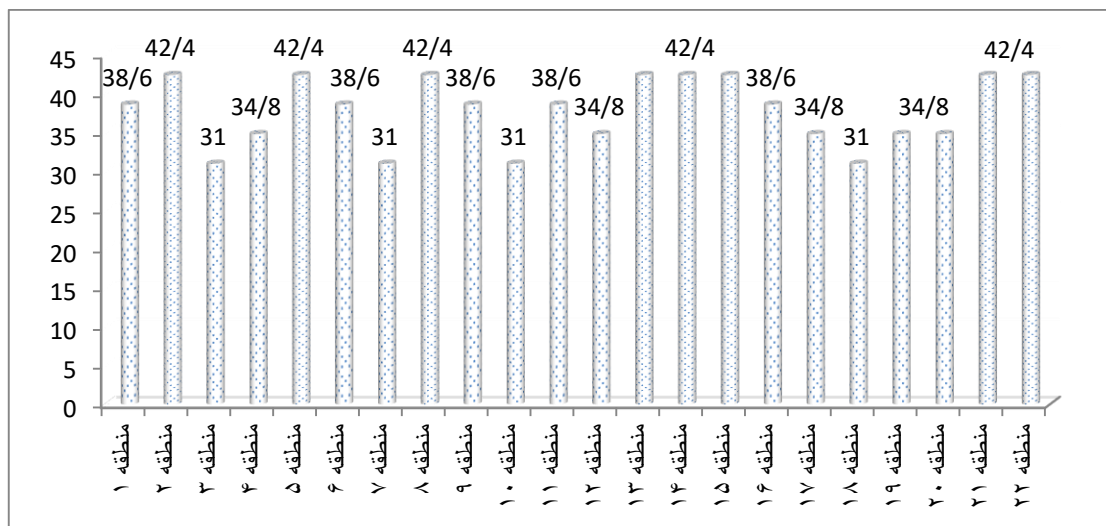
منبع: محاسبات محققین بر اساس داده‌های اخذ شده از شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۴

همان‌گونه که بیان گردید برای مثال در سال ۱۳۹۴ تنها ۶٪ روزهای سال پاک بوده است و اکثر روزها به میزان ۶۴٪ سالم بوده است و نکته با اهمیت در صد روزهای ناسالم برای گروه‌های حساس (۲۹٪) می‌باشد. در مجموع سال، ۷۰٪ روزها در شرایط مطلوب و ۳۰٪ روزها در وضعیت نامطلوبی قرار داشته است. طی بازه زمانی ۲۱ آذر الی ۱۰ دی ماه، طولانی‌ترین بازه اوضاع نامطلوب کیفیت هوا در

در کلانشهر تهران هر سال به طور تقریبی ۷۲۶ هزار تن آلاینده وارد هوا می‌شود. در این بین منابع آلاینده متحرک ۱۵٪ می‌باشد که اکثراً منواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد و ترکیبات آلی را تولید می‌کنند و منابع آلاینده ثابت هم ۸۵٪ سهم آلاینده‌گی را به خود اختصاص می‌دهند که مابقی آلاینده‌ها را تولید می‌کنند.

تهران ندارند و نمی شود از تاثیر آنها چشم پوشی کرد. سرب حاصل از سوخت هاب فسیلی مصرفی در خودروها با ورود به بدن، کارکرد مغز را به ویژه در کودکان مختل می کند. باران اسیدی باعث اسیدی شدن آب رودخانه ها، دریاچه ها، خاک، نابودی درختان و مزارع و کاهش مقاومت آن ها به خصوص در برابر سرما و همچنین باعث تسریع هوازدگی و فرسودگی ساختمان ها نیز می شود. برخی بیماری ها مانند آسم، بیماری قلبی و ریوی در مواقع آلودگی هوا تشدید می شوند. آلاینده ها توان گیاهان را برای مقابله با بیماری ها و حشرات کاهش می دهند و در رشد آن ها تأثیر منفی می گذارند. همان گونه که در شکل ۴ مشخص است میزان شاخص کیفیت هوا از ۳۱ تا ۴۲/۴ می باشد که بدترین وضعیت کیفیت هوا مربوط به مناطق ۳، ۷، ۱۰، ۱۸ بوده و بهترین کیفیت به مناطق ۲، ۵، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۱ و ۲۲ اختصاص داشته است به طور نسبی مناطقی که دارای عملکرد بهتری بوده اند در حواشی محدوده مورد مطالعه استقرار داشته اند که از مرکز شهر فاصله داشته اند.

سال رخ داده است به طوری که در این مدت، ۱۷ روز ناسالم برای گروه های حساس و ۳ روز ناسالم برای همه شهروندان ثبت شده است. قابل توجه است که در همه روزهای این دوره آلاینده های شاخص، ذرات معلق با قطر کوچکتر از ۲/۵ میکرون بوده است و سایر آلاینده ها با وجود بالا رفتن غلظت در شرایط نسبتاً مطلوبی به لحاظ استاندارد کوتاه مدت قرار داشته اند. اصلی ترین عوامل تاثیر گذار در افزایش آلاینده ها در این دوره تداوم اوضاع جوی پایدار، وقوع پدیده ی اینورژن به همراه عدم وزش باد قوی بوده است. علت عمده آلودگی هوای شهر تهران ناشی از فعالیت منابع متحرک (خودرو، موتورسیکلت، هواپیما و قطار) و منابع ثابت شامل واحدهای صنعتی، خانگی، اداری و تجاری، خدماتی و همچنین گسترش مناطق بیابانی که موجب بروز ریزگردها شده است، می باشد. آلودگی هوا در حال حاضر اصلی ترین مشکل محیط زیست کلانشهر تهران به شمار می رود که در بعضی از سال ها تا حدود ۳۰٪ از روزها ناسالم گزارش شده اند. ورود آلاینده های ناشی از استفاده از سوخت های فسیلی هم تاثیر کمی در آلودگی هوای شهر



شکل شماره ۴: امتیاز و وضعیت کیفیت هوا در مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران

شمار می روند. از مهمترین پارامترهای هواشناسی که بر آلودگی هوا تأثیر می گذارند می توان به الگوهای فشار هوا،

طبق اعلام آمارهای تفصیلی هواشناسی، عوامل طبیعی از عوامل مهم در کمتر شدن یا افزایش پدیده آلودگی هوا به

وشهرهای دوردست که برای گرفتن خدمات اداری و سیاسی واقتصادی به دلیل پایتخت بودن وارد تهران می شوند و جمعیت تهران را روزانه به حدود ۱۳ میلیون نفر می رسانند نقش بسیار تعیین کننده ای در روند افزایشی آلودگی هوا دارند.

به این ترتیب، بایستی بیان نمود که پتانسیل تولید بار محیط زیستی شامل مصارف انرژی، آب، تولید آلودگی‌ها، افزایش تولید انواع پسماندها، توسعه پراکنده شهری، افزایش ساخت و سازها، تخریب باغات و فضاهای سبز تا حد بسیار زیادی نتیجه فزونی و تراکم جمعیت می باشد که به عنوان مهمترین نیروی محرکه و فشار در جهت تخریب محیط زیست عمل می نماید. دومین نیروی محرکه و پیشران که موجب تشدید آلودگی هوا در سطح شهر تهران گردیده ازدیاد وسایل نقلیه موتوری بوده است. مطابق با جدول شماره ۴ تعداد سفرهای روزانه شهری تهران بالغ بر ۱۸/۳ میلیون سفر بوده است که از این میزان تنها ۳۸٪ بوده است که ۲۰٪ متعلق به حمل و نقل با مترو و ۱۸٪ نیز به حمل و نقل با مینی بوس و اتوبوس اختصاص داشته است که البته این ناوگان عمدتاً فرسوده بوده و بدین لحاظ باعث تشدید آلودگی هوا می گردند. از مجموع ۱۸/۳ میلیون سفر روزانه، ۱۱ میلیون سفر با وسایل حمل و نقل عمومی و ۷/۳ میلیون سفر با وسایل نقلیه شخصی صورت پذیرفته است قابل ذکر است که حمل و نقل با موتورسیکلت ۵/۵٪ از سهم را به خود اختصاص داده است. افزایش جمعیت در شهر تهران منجر به افزایش تعداد سفرهای دورن شهری شده است. این تعداد سفرها اصلی ترین عامل غیرمستقیم بروز آلودگی هوا در شهر تهران است.

سرعت باد، وارونگی دما، باران، رطوبت نسبی، دما، ابر و مه اشاره کرد. از سویی پارامتر دما از طریق ایجاد اختلاف فشار در مناطق مختلف، باعث حرکت و پراکندگی آلاینده‌ها در سطح شهر شده و در نتیجه غلظت آلاینده‌ها را کاهش می دهد. به خصوص عامل باد بیشترین تاثیر را در کاهش آلودگی هوای تهران دارد. علاوه بر این افزایش مداوم تولید ساختمانهای جدید و بلندمرتبه و روند توسعه به سمت غرب تهران به ویژه منطقه ۲۲ که در مسیر باد غالب غربی قرار دارد از جریان باد به درون شهر ممانعت می نماید. از پایداری جوی هم باید به عنوان عامل دیگر از عوامل تشدید کننده آلودگی هوای تهران نام برد که به وارونگی دما منجر می شود که طی آن جریان هوا معکوس شده و باعث پایداری بیشتر هوا و تراکم گازهای آلاینده در سطح شهر می شود. تهران نیز با توجه به توپوگرافی خاص آن که به وسیله ارتفاعات البرز از سه جهت احاطه گردیده، علاوه بر عوامل طبیعی مؤثر بر افزایش یا کاهش آلودگی هوا، فعالیت های زیستی، اجتماعی و اقتصادی شهروندان مؤید بخش قابل توجهی از آلاینده های هوا است که به اشکال گوناگون در سطح جو شهری منتشر می شود. بطور کلی روند بالا رفتن میزان جمعیت، استفاده بیش از حد اوسایل حمل و نقل شخصی و در موارد زیادی هم فرسوده به دلیل عدم خدمات رسانی بهینه و به اندازه وسایل حمل و نقل عمومی، افزایش ساخت و سازها و گسترش فعالیت های عمرانی متأثر از یکدیگر بوده و از نیروی های محرکه و پیشران آلودگی هوا می باشند. در کنار جمعیت ساکن شهر تهران بایستی جمعیت شهرهای پیرامونی که به صورت پاندولی به تهران سفر می کنند را نیز اضافه نمود که بر اساس آمارها این میزان به حدودی ۴ میلیون نفر می رسد که از شهرهای اطراف

جدول ۴: وضعیت حمل و نقل عمومی و ترافیک شهر تهران طی سال های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴

عنوان	واحد	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴
تعداد سفرهای روزانه درون شهری	میلیون سفر روزانه	۱۷/۷	۱۸	۱۸,۳
تعداد جابجایی های روزانه درون شهری	میلیون جابجایی روزانه	۲۲/۷	۲۳/۱	۲۳/۶
تعداد سفرهای حمل و نقل عمومی روزانه درون شهری	میلیون سفر روزانه	۹/۹	۱۰/۵	۱۱
سهم حمل و نقل عمومی در جابجایی های درون شهری	درصد	۵۶/۱	۵۸/۲	۶۰
سهم حمل و نقل ریلی (مترو) در جابجایی های درون شهری	درصد	۱۳/۸	۱۶/۴	۱۸
سهم حمل و نقل عمومی با اتوبوس و مینی بوس در جابجایی های درون شهری	درصد	۲۰	۲۰	۲۰
سهم حمل و نقل با تاکسی و آژانس ها در جابجایی های درون شهری	درصد	۲۲/۳	۲۱/۸	۲۲
سهم حمل و نقل با موتورسیکلت در جابجایی های درون شهری	درصد	۵/۵	۵/۵	۵/۵
سهم حمل و نقل با دوچرخه در جابجایی های درون شهری	درصد	۰/۴	۰/۵	۰/۶
سهم حمل و نقل با سرویس های اداری- آموزشی در جابجایی های درون شهری	درصد	۷/۵	۷	۷

Source: Transport and Traffic Organization of Tehran Municipality, 2014

عامل اصلی دیگری که بر آلودگی هوای کلانشهر تهران اثرگذار بوده است وجود فعالیت های صنعتی است. بر اساس سرشماری انجام پذیرفته، ۷۳۲۹ واحد کارگاهی در تهران و اطراف آن مشغول تولید بوده اند مناطق ۱۲، ۴، ۶، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ کل این کارگاه ها را در خود جای داده اند (Mining, Industry and Trade Organization of Tehran Province, 2014).
بیشترین کارگاه های صنعتی در غرب تهران واقع شده اند که با توجه به وزش باد غالب از غرب دود و آلودگی حاصل از این کارگاه ها مستقیماً به داخل شهر هدایت می شوند. همچنین صنایع کانی غیرفلزی مشتمل بر واحدهای شن و ماسه و واحدهای آسفالت در حاشیه شهر تهران دارای تراکم بیشتری نسبت به سایر مناطق بوده و فعالیت آن ها با انتشار ذرات همراه می باشد. عامل بعدی که باعث افزایش آلودگی در سطح مناطق شهری تهران می گردد مصرف انرژی است. عدم بهسازی کارخانجات با مصرف سوخت بالا، پایین بودن

کیفیت سوخت و در مجموع فقدان الگوی مشخص مصرف سوخت در بخش های مختلف خانگی، صنعتی و ... منجر به مصرف بالای سوخت در کلانشهر تهران شده است. در مجموع مصرف چهار فرآورده شهر تهران شامل بنزین موتور، نفت سفید، نفتگاز و نفتکوره ۸۲۶۴ میلیون لیتر بوده است. این میزان مصرف ۱۰/۵٪ مصرف کل کشور را شامل می شود و تهران را در رتبه ۱ قرار داده است. از مجموع مصرف چهار فرآورده فوق، ۵۰۵۶ میلیون لیتر بنزین موتور (۲۰٪ کل کشور)، ۳۵ میلیون لیتر نفت سفید (۱٪ کل کشور)، ۲۹۶۲ میلیون لیتر نفت گاز (۸/۱٪ کل کشور) و ۲۱۲ میلیون لیتر نفت کوره (۱/۶٪ کل کشور) بوده است. سرانه مصرف بنزین موتور به ازاء هر نفر معادل ۴۱۵ لیتر بوده که از این جهت تهران در رتبه ۶ قرار گرفته است. در ذیل و نیز در جدول ۵ بر اساس مدل DPSR عوامل مؤثر بر کیفیت هوا به طور مشخص بیان شده است.

جدول ۵: تحلیل شاخص کیفیت هوا با استفاده از مدل DPSR

نیروی محرکه (D)	فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)
- عوامل طبیعی (شرایط توپوگرافی و اقلیمی)	- افزایش مصرف سوخت های فسیلی در بخش های	- وضعیت نامناسب مناطق ۳، ۴، ۷، ۱۰، ۱۸ و ۲۰ بر اساس ارزیابی زیرشاخص ها	- تجدیدنظر در الگوی مصرف انرژی در تمامی بخش ها

<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از انرژی های نو - توسعه حمل و نقل عمومی به ویژه ریلی - نوسازی ناوگان حمل و نقل عمومی - اصلاح کیفیت سوخت - توسعه فضای سبز شهری - محدود نموده توسعه شهری - مدیریت منابع متحرک (افزایش سهم حمل و نقل عمومی، نوسازی ناوگان تاکسیرانی، افزایش سهم استفاده از سیستم حمل و نقل پاک) - مدیریت ترافیک (کاهش تعداد فروش مجوزهای روزانه طرح ترافیک یا متوقف نمودن طرح، شناسایی و رفع مشکل گرهمهای ترافیکی) - مدیریت منابع ساکن (ایجاد بامهای سبز در محیطهای شهری، حمایت از کاربرد انرژی های نو، ساماندهی و رفع آلودگی کارگاه های آلاینده، توسعه فضای سبز) 	<ul style="list-style-type: none"> - وضعیت بسیار نامناسب ۱۱ منطقه - مناطق ۳، ۷، ۱۳، ۱۰، ۱۵، ۱۸ و ۲۰ آلوده ترین مناطق - تنها ۲۱ روزی هوای پاک - ۱۰۶ روز ناسالم - ۳۰ درصد روزهای سال در شرایط فراتر از حد استاندارد آلاینده ها - ۱۱۱ روز نامطلوب از لحاظ ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون - ۱۱ روز نامطلوب از لحاظ ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون - آلوده ترین روز با شاخص ۲۵۲ - روند افزایشی آلاینده های کمتر از ۱۰ میکرون، دی اکسید نیتروژن و ازن - تولید روزانه ۱۲۰۰ تن آلاینده - ۷۲۶ هزار تن تولید آلاینده در سال - ۸۵ درصد از تولید آلاینده ها سهم منابع متحرک - طولانی ترین دوره آلودگی ۲۰ روز - تشدید نوسانات اقلیمی - افزایش ۳ درجه ای دما طی سه دهه گذشته - باران اسیدی - تأثیر بر بهداشت عمومی شهروندان (تشدید بیماری های ریوی و قلبی و مرگ و میر زودرس) 	<ul style="list-style-type: none"> عمده مصرف (خانگی، تجاری، عمومی، صنعتی و حمل و نقل) - استفاده از خودروهای شخصی - عدم توسعه حمل و نقل ریلی - توسعه بزرگراه ها - تخریب فضاهای سبز - ازدیاد سفرهای روزانه درون و برون شهری - فروش طرح های ترافیک روزانه و سالانه - بلندمرتبه سازی در حاشیه شهر به ویژه در مسیر جریان باد - عدم همکاری شهرداری و دولت در اجرای طرح ها - عدم استفاده از انرژی های نو به جای سوخت های فسیلی - تردد روزانه ۵/۳ میلیون خودرو در تهران 	<ul style="list-style-type: none"> - جمعیت ساکن تهران - جمعیت روزانه تهران - نرخ رشد جمعیت - گسترش شهرنشینی - مهاجرپذیری - تعداد وسایل نقلیه موتوری - تعداد سفرهای روزانه دورن شهری - میزان مصرف انواع سوخت های فسیلی در بخش های مختلف (خانگی، تجاری، عمومی، صنعتی و حمل و نقل) - توسعه صنعتی
--	---	--	--

همان گونه که مشخص است اکثر مناطقی که در محدوده و حریم شهر قرار داشته اند از وضعیت مناسب تری برخوردار بوده اند. از نظر زیرشاخص میزان غلظت ذرات معلق کمتر از PM_{10} این زیرشاخص نسبت به ذرات معلق کمتر از $PM_{2.5}$ وضعیت مناسبی ندارد به طوری که اکثر مناطق (۱۸ منطقه) در شرایط نسبتاً مناسب تا نامناسب قرار گرفته اند و تنها ۴ منطقه در شرایط مناسب قرار داشته اند و همان گونه که بیان شد میزان ذرات معلق کمتر از PM_{10} روند افزایشی نسبت به سال پیش داشته است. مناطق شهری تهران از لحاظ

شاخص کیفیت هوا توسط شش زیرشاخص میزان غلظت ذرات معلق کمتر از $PM_{2.5}$ ، میزان غلظت ذرات معلق کمتر از PM_{10} ، میزان غلظت ازن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و دی اکسید کربن مناطق سنجیده خواهد شد و میزان زیرشاخص های بیان شده در جدول شماره ۶ آورده شده اند. از لحاظ زیر شاخص میزان غلظت ذرات معلق کمتر از $PM_{2.5}$ این زیرشاخص وضعیت نسبتاً مناسبی دارد به طوری که اکثر مناطق (۱۳ منطقه) در شرایط نسبتاً مناسب قرار گرفته اند و ۹ منطقه در شرایط مناسب قرار داشته اند

اکسیدکربن این زیرشاخص‌ها از وضعیت مناسب‌تری نسبت به دو زیرشاخص دیگر داشته‌اند و تنها مناطق ۴ و ۱۰ از وضعیت نامناسبی برخوردار بوده‌اند.

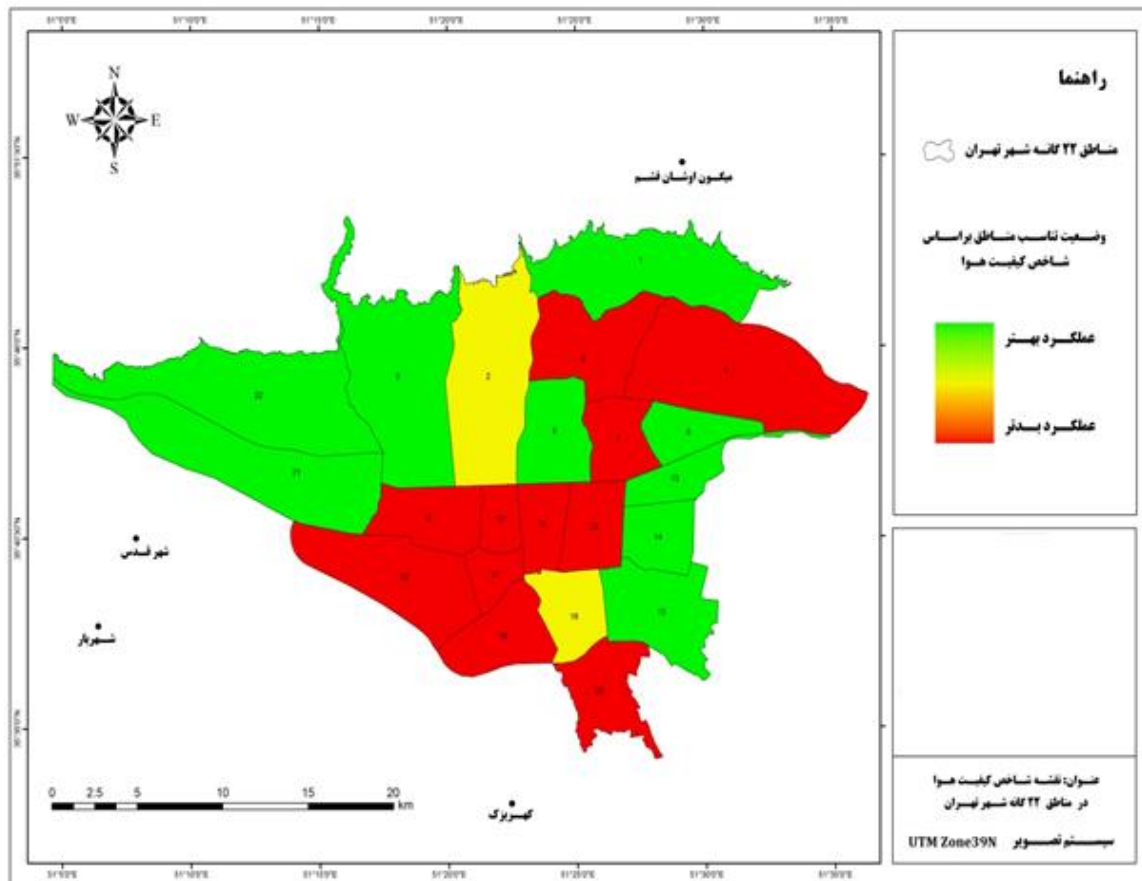
زیرشاخص‌های میزان غلظت ازن و دی‌اکسیدگوگرد در شرایط مناسبی برخوردار نیستند به طوری که از نظر این سه زیرشاخص تنها مناطق ۳ و ۴ دارای شرایط مناسبی بوده‌اند. از نظر زیرشاخص‌های میزان دی‌اکسیدنیترژن و دی

جدول ۶: سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر زیرشاخص‌های کیفیت هوا

زیرشاخص سطح	میزان غلظت ذرات معلق کمتر از ۲٫۵ میکرون	میزان غلظت ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون	میزان غلظت ازن (برحسب ppb)	میزان غلظت دی‌اکسید گوگرد (برحسب ppb)	میزان غلظت مونوکسیدکربن (برحسب ppm)	میزان غلظت نیترژن (برحسب ppb)
بسیار مناسب	-	-	-	-	۷، ۶، ۵، ۳، ۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۸، ۱۷، ۱۵، ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲	-
مناسب	۱۳، ۸، ۶، ۵، ۱، ۲۲ و ۲۱، ۱۵، ۱۴	۲۱ و ۱۶، ۴، ۲	-	۴ و ۳	۱۶ و ۴، ۱	۸، ۷، ۶، ۵، ۳، ۱، ۲، ۱۷، ۱۴، ۱۶، ۱۲، ۹، ۲۱ و ۱۹، ۱۸
نسبتاً مناسب	۱۰، ۹، ۷، ۴، ۳، ۲، ۱۷، ۱۶، ۱۲، ۱۱، ۲۰ و ۱۹، ۱۸	۷، ۶، ۵، ۳، ۱، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۹، ۱۷، ۱۵، ۲۲ و ۲۰	۲۲ و ۶، ۲	۱۴ و ۱۱، ۹، ۶، ۸، ۲، ۱	-	۲۲ و ۲۰، ۱۵، ۱۳، ۱۱
نامناسب	-	۱۸	۷، ۴، ۵، ۳، ۱، ۱۳، ۹، ۱۱، ۸، ۱۹ و ۱۷، ۱۴	۱۷، ۱۶، ۱۲، ۱۰، ۷، ۵، ۲۲ و ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸	-	۱۰ و ۴
بسیار نامناسب	-	-	۱۵، ۱۲، ۱۰، ۱۸، ۱۶، ۲۰ و ۲۱	۱۵ و ۱۳	-	-

مشخص است در مجموع ۹ منطقه از شرایط مناسب، ۲ منطقه شهری دارای شرایط نسبتاً مناسب و ۱۱ منطقه دارای شرایط بسیار نامناسب می‌باشند. سطح‌بندی مناطق ۲۲ گانه طبق نقشه شماره ۴ و جدول شماره ۷ ذکر شده است.

نقشه شاخص کیفیت هوا از روی هم‌گذاری و تلفیق شش نقشه زیرشاخص میزان غلظت ذرات معلق کمتر از PM_{2.5}، میزان غلظت ذرات معلق کمتر از PM₁₀، میزان غلظت ازن، دی‌اکسیدگوگرد، دی‌اکسیدنیترژن و دی‌اکسیدکربن به دست آمده است. همان‌طور که در جدول ۲۹ و شکل ۲۹



شکل ۴: سطح بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر شاخص کیفیت هوا

جدول ۷: سطح بندی مناطق ۲۲ گانه از نظر شاخص کیفیت هوا

مناطق سطح	مناطق	مساحت به کیلومتر مربع
بسیار مناسب	-	-
مناسب	۲۲ و ۲۱، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۸، ۶، ۵، ۱	۳۰۸/۱
نسبتاً مناسب	۱۶ و ۲	۶۶
نامناسب	-	-
بسیار نامناسب	۲۰ و ۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۷، ۴، ۳	۲۴۷/۶

تهران از جمله کلان شهرهای آلوده جهان محسوب می گردد. تعداد کارگاهها و وسایل نقلیه موجود در شهر از عوامل اصلی اثرگذار بر آلودگی هوا به شمار می رود. میزان تولید آلودگی سالانه شهر تهران از منابع آلاینده مورد بررسی در حدود ۷۲۶ هزار تن می باشد که در این میان سهم منابع ساکن ۱۵٪ و سهم منابع متحرک ۸۵٪ است. بر اساس سوخت مصرفی بیشترین سهم انتشار آلاینده ها از

۴. بحث و نتیجه گیری

آلودگی هوا از معضلات اصلی شهرهای صنعتی و بزرگ مانند تهران است. در این مطالعه بر اساس مدل علی - معلولی (DPSIR) مشخص گردید که تمرکز و تراکم جمعیت (ساکن و غیر ساکن) در تهران و به دنبال آن نیاز به حمل و نقل و در نتیجه استفاده از سوخت های فسیلی از جمله مهمترین نیروهای محرکه ایجاد کننده آلودگی هواست.

سالیانه آلاینده‌های $PM_{2.5}$ ، CO و SO_2 نسبت به سال ۱۳۹۳ کاهش داشته و غلظت سایر آلاینده‌ها با افزایش روبرو بوده است و غلظت تمام آلاینده‌ها از منظر استاندارد سالانه بالاتر از حد مجاز بوده است. میزان شاخص کیفیت هوا از ۳۱ تا ۴۲/۴ می‌باشد که بدترین وضعیت کیفیت هوا مربوط به مناطق ۳، ۷، ۱۰، ۱۸ بوده و بهترین کیفیت به مناطق ۲، ۵، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۱ و ۲۲ اختصاص داشته است به طور نسبی مناطقی که دارای عملکرد بهتری بوده‌اند در حواشی محدوده مورد مطالعه استقرار داشته‌اند که از مرکز شهر فاصله داشته‌اند. در مجموع ۹ منطقه از شرایط مناسب، ۲ منطقه شهری داری شرایط نسبتاً مناسب و ۱۱ منطقه دارای شرایط بسیار نامناسب می‌باشند. به طور کلی آلودگی هوای روز به روز در تهران بیشتر شده و از طرفی اقدامات صورت گرفته برای کاهش این آلودگی روند مثبتی نداشته است. دلیل این مسئله به ریشه‌یابی نکردن صحیح معضل آلودگی هوای تهران باز می‌گردد. تمرکز بیش از حد و روزافزون جمعیت و فعالیت و در نتیجه نیاز روزافزون به حمل و نقل سرمنشأ مسئله آلودگی هوای تهران است.

این پژوهش حاصل فعالیت‌های علمی نویسندگان می‌باشد.

منابع متحرک مربوط به بنزین و پس از آن به نفت-گاز، گاز طبیعی و گاز مایع اختصاص یافته است و بیشترین میزان انتشار مربوط به بخش حمل و نقل بوده است. بررسی وضعیت کیفیت هوا در شهر تهران نشان دهنده آن است که شاخص کیفیت هوا شامل ۲۱ روز پاک (۲۹٪)، ۲۳۳ روز سالم (۶۴٪)، ۱۰۵ روز ناسالم برای گروه‌های حساس جامعه (۲۹٪) و ۱ روز بسیار ناسالم (کمتر از ۱٪) برای عموم افراد جامعه بوده است. در کلان‌شهر تهران آلاینده‌های ذرات معلق با قطر کمتر از ۲٫۵ میکرون و ذرات معلق با قطر کمتر از ۱۰ میکرون در شرایط نامطلوبی قرار دارند و کلیه روزهای آلوده سال ۱۳۹۴ به علت افزایش غلظت این دو آلاینده بویژه ۲/۵ میکرون رخ داده است. غلظت این دو آلاینده در کلیه ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهر تهران فراتر از حد مجاز سالانه قرار دارد در حالی که روند تغییرات غلظت سالانه ۲/۵ میکرون طی سال‌های اخیر روند کاهشی داشته و آلاینده ۱۰ میکرون نیز پس از طی روند کاهشی در دو سال اخیر با افزایش روبرو بوده است. شرایط جوی پایدار و وقوع پدیده‌ی وارونگی دما از عمده‌ترین عوامل تشدیدکننده و افزایش غلظت ذرات معلق ۲/۵ میکرون بوده است. غلظت

فهرست منابع

- 1- Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M. and Gregory, A. J. 2015. Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach 62, 215-226.
- 2-Burel, F. and Baudry, J. (2003). Landscape Ecology: Concepts, Methods and Applications. Science Publishers, USA.
- 3- Bidone, E. D. and Lacerda, L. D. 2004. The use of DPSIR framework to evaluate sustainability in coastal areas. Case study: Guanabara Bay basin, Rio de Janeiro, Brazil .Regional Environmental Change. 4, 5-16.
- 4- Blanc, I., Friot, D. and Joliet O .2004. EPSILON Composite Indicators methodology.
- 5- Botkin, D. 2002. Environmental problems. Translate by younos karim poor. Oroumijeh: Jahad daneshgahi press.
- 6- Chappelka, H. and S. Pan .2007. Influence of ozone pollution and climate variability on net primary productivity and carbon storage in China's grassland ecosystems from 1961 to 2000. Environmental Pollution, 149:85-94.
- 7- Christopher, M., D. korish and F. Coralel 2007. Erratum to "Modeling human

- exposures to air pollution control (APC) residues released from landfills in England and Wales". *Environment International*, 33: 62-68.
- 8- Derwent, R.G., F. Diffley and G. R. Tucker .2006. External influences on Europe's air quality: Baseline methane, carbon monoxide and ozone from 1990 to 2030 at Mace Head, Ireland. *Atmospheric Environment*, 40: 112-116.
- 9-Detailed plans of 22 districts of Tehran, 1385-86, Supreme Council of Architecture and Urban Planning of Iran, Tehran Municipality.
- 10- EEA. 1999. *Environmental Indicators: Typology and Overview*.
- 11- EEA. 2010. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. European Environment Agency.
- 12- Gabrielsen, P. and Bosch, P. 2010. *Environmental Indicators: Typology and Use in reporting*. European Environment Agency.
- 13- Geiser, L.H. and R.F.E. Crang. (2005). Effects of season and low-level air pollution on physiology and element content of lichens from the U.S. Pacific Northwest. *Science of Total Environment*, 343: 224-233.
- 14- Graedel, T.E. and P.J. Crutzen. 1993. *Atmospheric change: an earth system 17-perspective*. W.H. Freeman and Company, New York.
- 15- Haines, A. 2006. Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation. *The Lancet*, 367: 87-94.
- 16- Harmens, H., J. Richma and L. Terri .2007. Implications of climate change for the stomatal flux of ozone: A case study for winter wheat. *Environmental Pollution*, 146:315-324.
- 17- Joakim, L. and T. Holest .2005. Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe. *Atmospheric Environment*, 39: 441-447.
- 18- Karnosky, D.F., D. Kolel and H. Dulay .2003. Air pollution and global change: A double challenge to forest ecosystems. *Developments in Environmental Sciences*, 3: 165-171.
- 19- Kristensen, P. 2004. *The DPSIR Framework*. National Environmental Research Institute, Denmark. 27-29
- September 2004 workshops on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya.
- 20- *Laws, regulations, rules and standards of human environment*, 2014
- 21-Mining, Industry and Trade Organization of Tehran Province, 2014.
- 22-Ness, B., Anderberg, S, And Olsson, L. 2015. Structuring problems in sustainability science: The multi-level DPSIR framework. *Geoforum*. 41, 479-488.
- 23-Statistics and information of the city and municipality of Tehran (2013): Publications of the Technology and Information Organization of Tehran Municipality.
- 24- Samakovlis, E. 2005. Valuing health effects of air pollution-focus on concentration response functions. *Journal of Urban Economics*, Vol 58.
- 25- Schaub, M. and E. Paoletti .2007. Introductory remarks to the special issue – XXII IUFRO World Congress, 2005 Brisbane 29– Air pollution and climate change: A global overview of the effects on forest vegetation. *Environmental Pollution*, 147: 347-354.
- 26- Shaemi, A. (2005). Determine areas of Iran bioclimatic. PhD thesis. University of Tehran.
- 27- Tang, U.W. and Z.S. Wang .2007. Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: Results from a modeling system. *Environmental Modeling & Software*, 22: 241-247.
- 28-Strategic-structural plan for the development and construction of the city of Tehran, 1385-86, Supreme Council of Architecture and Urban Planning of Iran.
- 29-Transportation and Traffic Organization of Tehran Municipality, 2014.
- 30-Tehran air quality control Company. 1394-1386.
- 31-Vehicle, Fuel and Environment Research Center (2018): *Tehran Air Pollution Comprehensive Plan*.

