



Fine Dust is a Threat to the Sustainable Development of Health Tourism (Case Study: Tehran City)

Sayedeh Somayeh Hosseini¹ , Fatemeh Sabok Khiz² , Rahman Zandi³ , Hossein Abed⁴

1. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Tourism, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: ss.hosseini@geo.ui.ac.ir
2. Assistant Professor, Tourism, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: f.sabokkhiz@geo.ui.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. Email: r.zandi@geo.ui.ac.ir
4. MS. A, Climatology, Manager of Hamedan meteorological Office, Hamedan, Iran Email: Kamranabed@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 25 February 2025

Revised: 21 July 2025

Accepted: 19 August 19

Published: 15 March 2026

Keywords:

Air pollution,
Particulate matter,
Health tourism,
FPPSI method.

ABSTRACT

Introduction: This research is in line with one of the general policies of the Islamic Republic of Iran's health system and one of the challenges related to air pollution and particulate matter on the emerging health tourism industry in Tehran. Considering Tehran's high capacity in providing integrated health services, it seems necessary to assess the pollution status caused by this threat in different regions of Tehran for the development of health villages and its impact on tourists.

Materials and Methods: Considering the data, the type of applied research and the data were collected by library method and referring to relevant organizations. Also, Excel and MATLAB software were used to analyze the FPPSI model and to display the data. In this study, the average and maximum concentrations of suspended particles below 10 microns for sensitive groups were investigated for the development of health tourism during the years 2016-2017.

Conclusion: Destructive environmental factors, especially air pollution, have negative effects on the health of residents, tourists, and their decisions. Recently, the relationship between air pollution and the development of this type of tourism has revealed the need for a comprehensive and multidisciplinary approach to redefine health, tourism, and the environment, which can lead to the promotion of measures and policies aimed at changing the quality of the environment and a healthy life for tourists.

Cite this article: Hosseini, S., Sabokkhiz, F., Zandi, R. & Abed, K. (2026). Fine dust is a threat to the sustainable development of health tourism (Case study: Tehran city). *Journal of Geography and Planning*, 30(95), 353-370. <http://doi.org/10.22034/gp.2025.66088.3369>



© The Author(s).

Publisher: University of Tabriz.

DOI: <http://doi.org/10.22034/gp.2025.66088.3369>

Introduction

Academic research on the impact of dust on tourism has only begun in recent years and lacks systematic analyses, especially on health tourism. Therefore, we first develop a theoretical framework based on a systematic review to show the in-depth mechanism why particulate matter can lead to changes in health tourists' behavior and even lead to changes in travel plans. This not only improves the main theoretical basis of the literature on particulate matter and health tourism, but also deepens the academic understanding of health tourists' environmental perception. Then, we selected the FPPSI method to identify the pollution status of this threat, the PM10 concentration index, in different areas of Tehran for the development of health tourism, in order to accurately measure the amount of this pollutant. As a result, we enriched the literature on tourism and particulate matter pollution.

Materials and Methods

The data required for this study was obtained in the first stage through a systematic review of selected criteria (direct and indirect effects, exposure to pollution in both short and long term) for the relationship between PM and its adverse health consequences and then on tourism in PubMed and Scopus databases.

The data used in the second stage were downloaded from the "Air Quality Control Company" website hourly (23-00) for particulate matter below 10 microns during a seven-year statistical period (2016-2022). Then, the daily minimum and maximum data were extracted from the 24-hour data, and the monthly average minimum and maximum output was extracted from the daily minimum and maximum data.

To assess the level of sustainability, the new FPPSI model, which means the polygonal full permutation of synthetic indicators, was used. This model has a very high power in assessing and analyzing the current state of sustainable development, considering the upper limit, lower limit and standard values of the data.

Results

In order to develop health tourism, the results of the second part of this study were dedicated to identifying the pollution status caused by the PM10 particle concentration index in different regions of Tehran and, in accordance with the data obtained, the annual average FPPSI of suspended particles below 10 microns in Tehran during the years 2016-2022 was collected (Table 3). The results obtained showed that this pollutant is relatively high in Tehran, except for the east (corresponding to regions numbered 4, 7, 8 and 13), indicating unhealthy conditions for sensitive groups.

Based on the results obtained, the average absolute maximum pollution during the years 2016-2022 is related to the southwest and center of Tehran with an average FPPSI of 0.072034 and 0.088631 corresponding to regions numbers: 16, 19, 20 and 6, 9, 11, 17 and 10. The results of the stability assessment with the FPPSI model (Table 4) show that the level of particulate matter below 10 microns in Tehran (except for East Tehran) is relatively high and indicates unhealthy conditions for sensitive groups. According to the results, the lowest absolute maximum of particulate matter below 10 microns during the years 2016-2022 is related to the East (0.69243384) and then; Northwest (0.159863) and Northeast (0.156628) with FPPSI values: 0.072034 and 0.088631 corresponding to regions No.: 16, 19, 20 and 6, 11, 17, 9 and 10.

Conclusion

Nowadays, tourists tend to choose destinations with better environmental quality due to their increased awareness of the health risks of polluted environments, so air quality can both increase the attractiveness of a destination for health tourists and act as a threat to the sustainable development of tourism. To reduce the negative impact of particulate matter pollution on health tourism, there are two logical approaches, emphasizing the importance of cross-sectoral cooperation to address the challenges posed by air pollution in tourism. One is related to pollution control (creating effective responses, governments, local communities and tourism operators) and the other is related to improving the quality of inbound tourism. To control particulate matter pollution, it is necessary to formulate, cross-sectoral cooperation and implement an effective and scientific policy, policies that effectively balance tourism growth with environmental protection amidst increasing environmental challenges. For example, long-term environmental regulations and their quality assessment by agencies can force the upgrading of existing structures, and innovation in green technology can be activated through fiscal and tax incentives, and special attention can be paid to changing tactics in economic development to curb pollution. Such partnerships can foster the development of cleaner transportation options, green infrastructure, the use of new technologies for air purification and comprehensive air quality monitoring systems, and create healthier and more attractive environments for residents and visitors. On the other hand, continuous improvement in the quality of inbound tourism programs can be created through a knowledge-based indirect service system based on

the integration of information technology with tourism and a focus on the development of smart tourism. This, in addition to helping to increase the quality of the inbound tourist experience, will revive discussions about sustainable tourism and increase awareness of the possibility of minimizing the ecological footprint of tourism.

Keywords: Air pollution, Particulate matter, Health tourism, FPPSI method.





ریزگردها تهدیدی برای توسعه پایدار گردشگری سلامت (مطالعه موردی: شهر تهران)

سیده سمیه حسینی^۱✉، فاطمه سبک خیز^۲، رحمان زندی^۳، حسین عابد^۴

۱. نویسنده مسئول، استادیار، گروه گردشگری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: ss.hosseini@geo.ui.ac.ir

۲. استادیار، گروه گردشگری، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: f.sabokkhiz@geo.ui.ac.ir

۳. دانشیار، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: r.zandi@geo.ui.ac.ir

۴. کارشناس ارشد آب و هواشناسی، مدیر اداره هواشناسی همدان، همدان، ایران. رایانامه: Kamranabed@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

مقدمه: این پژوهش در راستای یکی از سیاست های کلی نظام سلامت جمهوری اسلامی ایران و از چالش های مرتبط با آلودگی هوا و ریزگردها بر صنعت نوظهور گردشگری سلامت در تهران است، با توجه به ظرفیت بالای تهران در ارائه خدمات یکپارچه سلامت، ارزیابی وضعیت آلودگی های ناشی از این تهدید کننده در مناطق مختلف تهران برای توسعه دهکده های سلامت و تاثیر آن بر گردشگران ضروری به نظر می رسد.

مواد و روش ها: با توجه به داده ها، نوع پژوهش کاربردی و داده ها به روش کتابخانه ای و مراجعه به ساز مان های مربوطه گردآوری شده است. همچنین جهت تجزیه و تحلیل از مدل FPPSI و برای نمایش داده ها، نرم افزارهای Excel و MATLAB به کار گرفته شد. در این پژوهش میانگین و بیشینه غلظت ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون برای گروه های حساس جهت توسعه گردشگری سلامت طی سال های ۱۳۹۵-۱۴۰۱ بررسی شدند.

نتیجه گیری: فاکتورهای مخرب زیست محیطی به ویژه آلودگی هوا تأثیرات منفی بر سلامت ساکنان، گردشگران و تصمیمات آنها دارد، اخیرا رابطه بین آلودگی هوا و توسعه این نوع گردشگری نیاز به رویکردی جامع و چند رشته ای را برای بازتعریف سلامتی، گردشگری و محیط زیست آشکار کرده که میتواند به ترویج اقدامات و سیاست هایی با هدف تغییر در جهت بهبود کیفیت محیط و زندگی سالم برای گردشگران منجر شود.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴

کلیدواژه ها:

آلودگی هوا،

ریزگردها،

گردشگری سلامت،

روش Full Permutation

Polygon Synthetic

Indicator

استناد: حسینی، سیده سمیه؛ سبک خیز، فاطمه؛ زندی، رحمان و عابد، کامران (۱۴۰۵). ریزگردها تهدیدی برای توسعه پایدار گردشگری سلامت (مطالعه موردی:

شهر تهران). *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۳۰ (۹۵)، ۳۵۳-۳۷۰.

<http://doi.org/10.22034/gp.2025.66088.3369>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز.



پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

ذرات معلق (PM_{10}) یک آلاینده خطرناک در هوا است که، تمام ذرات معلق در هوا با قطرهای بین ۰/۰۰۰۱ تا ۱۰۰ میکرومتر را در برمی‌گیرد. این ذرات از کل ذرات معلق (TSP_{10}) تشکیل شده است که، از دو اندازه ذره اصلی PM_{10} (ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرومتر) و $PM_{2.5}$ (ذرات معلق کوچکتر از ۲/۵ میکرومتر) تشکیل شده است. به دلیل تحرک سریع و توانایی آن در پخش شدن در یک منطقه وسیع، تهدیدات مختلفی برای سلامت ساکنان و گردشگران ایجاد می‌کند.

برای محافظت از سلامت عمومی، سازمان جهانی بهداشت^۵ دستورالعمل جهانی کیفیت هوا و محدودیت‌های میانگین سالانه غلظت $PM_{2.5}$ را در سال ۲۰۲۱ تشدید کرد (میانگین سالانه غلظت $PM_{2.5}$ را از ۱۰ میکروگرم در مترمکعب به ۵ میکروگرم در مترمکعب). سازمان ملل همچنین اهداف توسعه پایدار (SDGs) را با هدف کاهش قابل ملاحظه تعداد مرگ و میر و بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا، آب و خاک پیشنهاد کرد (سازمان ملل متحد،^۶ ۲۰۱۵).

آلودگی هوا نه تنها سلامت انسان را به خطر می‌اندازد، بلکه بر روانشناسی درونی و رفتار بیرونی افراد و گردشگران نیز تأثیر منفی می‌گذارد (گودرمن و همکاران،^۸ ۲۰۱۵). بنابراین اثرات نامطلوب آلودگی هوا را می‌توان به اثرات مستقیم و غیر مستقیم تقسیم کرد. در حالی که تحقیقات زیادی بر روی اثرات فیزیولوژیک متمرکز شده‌اند، شواهد جدیدی نیز وجود دارد که، نشان می‌دهد بین آلودگی هوا و سلامت روان ارتباط وجود دارد.

اثرات مستقیم با آسیب به سلامت جسمانی و تجارب منفی مرتبط با آن اشاره دارد. به عنوان مثال، مطالعات آزمایشگاهی اپیدمیولوژیک و سم شناسی نشان داده است که آلودگی هوا به سیستم عصبی (اندرسون و همکاران،^۹ ۲۰۱۲)، عملکرد مغز (بروک و همکاران،^{۱۰} ۲۰۱۱) و عملکرد قلبی ریوی (اورمن و همکاران،^{۱۱} ۲۰۱۴) آسیب می‌رساند و قرار گرفتن در معرض $PM_{2.5}$ محیط (ذرات ریز با قطر آیرودینامیکی ≥ 2.5 میکرومتر) احتمال مرگ زودرس ناشی از بیماری‌های خاص مانند بیماری ایسکمیک قلب^{۱۲}، بیماری عروق مغزی (سکته مغزی)، بیماری مزمن انسدادی ریه^{۱۳} عفونت‌های تنفسی تحتانی^{۱۴}، دیابت نوع^{۱۵} ۲ و سرطان ریه^{۱۶}، موری و همکاران،^{۱۷} ۲۰۲۰، را افزایش و باعث مرگ بیش از چهار میلیون نفر در سراسر جهان در سال ۲۰۱۹ شد (استانوی و همکاران،^{۱۸} ۲۰۱۸). بنابراین؛ ریزگردها مسئول میلیون‌ها مرگ قابل پیشگیری سالانه در سراسر جهان است. در کلان شهرها مثل دهلی نو، با بیش از ۳۵۰۰ مرگ و میر سالانه قلبی عروقی (گورجر و همکاران،^{۱۹} ۲۰۱۰). آلودگی هوا یک مشکل جدی برای سلامتی است که می‌توان گفت ریزگردها یکی از علل اصلی بیماری‌های قلبی عروقی و سکته در مناطق

1. particulate matter
2. Total Suspended Particulates
3. particulate matter 10 microns
4. particulate matter 2.5 microns
5. World Health Organization
6. Sustainable Development Goals
7. United Nations
8. Gauderman et al.
9. Andersen et al.
10. Brook et al.
11. Urman et al.
12. Ischemic heart disease (IHD)
13. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)
14. Lower respiratory tract infections (LRI/LRTI)
15. Diabetes mellitus (DM)
16. Lung Cancer (LC)
17. Murray et al.
18. Stanaway et al.
19. Gurjar et al.

شهری در نظر گرفته شده است (لیو و همکاران^۱، ۲۰۱۹).

علاوه بر اثرات فیزیولوژیکی، اثرات روانی و رفتاری آلودگی هوا به دلیل ماهیت نهفته و تظاهر کند علائم، توجه بیشتری را به خود جلب می‌کند (شاینگ و همکاران^۲، ۲۰۱۷). این به نوبه خود احساسات منفی را تقویت و بهره‌وری اجتماعی را کاهش می‌دهد (آروین و و لیو^۳، ۲۰۱۲). از پیامدهای دیگر سلامت روانی، التهاب مربوط به سیستم عصبی مرکزی^۴ (CNS؛ التهاب عصبی) است که نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی افسردگی (لیو و همکاران^۵، ۲۰۱۲) و روان‌پریشی (بارن و همکاران^۶، ۲۰۱۷) دارد. اختلال در تنظیم محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال^۷ (HPA) نیز در افسردگی نقش دارد (لوپز-دیوران و همکاران^۸، ۲۰۱۹) این عوارض بر گروه‌های حساس و بیماران بیشتر از سایر افراد تأثیر می‌گذارند.

قرار گرفتن در معرض ریزگردها با شواهدی در مورد اثرات پاتوفیزیولوژیک تأیید می‌شود. برای مثال، نشان داده شده است که قرار گرفتن در معرض ریزگردها با نشانگرهای التهاب عصبی مانند فعال شدن گلیال و استرس اکسیداتیو در انسان مرتبط است (بلوک و کالدرون^۹، ۲۰۰۹؛ بلوک و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۲). بررسی‌های قبلی به طور خاص بر پیامدهای شناختی (گوگسن و سانیر^{۱۰}، ۲۰۱۲؛ زیوین و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۵) یا آلاینده‌های غیر از ریزگردها (لاندبرگ^{۱۲}، ۱۹۹۶) متمرکز شده‌اند همچنین شواهد جدیدی وجود دارد که نشان می‌دهد، ریزگردها ممکن است بر رشد شناختی (ژانگ و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۸)، عملکرد شناختی (کلپورد و همکاران^{۱۴}، ۲۰۱۶) و خطر زوال عقل (چن و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۷) تأثیر منفی بگذارد. روی هم رفته، این یافته‌ها تأثیرات گسترده ریزگردها بر سلامت فیزیولوژیکی را نشان می‌دهند و از فرضیه ارتباط با پیامدهای مرتبط با سلامت روان نیز حمایت کنند. بنابراین قرار گرفتن در معرض ذرات معلق به عنوان یک محرک خارجی منفی در مدل کلاسیک فرآیند تصمیم‌گیری گردشگری، چه به صورت کوتاه مدت و چه بلند مدت نه تنها یک خطر بالقوه برای سلامت افراد جامعه و گردشگران از نظر روانشناسی و فیزیولوژی محسوب می‌شود بلکه بر احساسات برانگیخته شده زیبایی شناختی گردشگران نیز تأثیر می‌گذارد (پودیال و همکاران^{۱۶}، ۲۰۱۳) در نتیجه این تأثیر ترکیبی به نوبه خود انگیزه‌های سفر را مختل یا با کاهش تمایل گردشگران به سفر، نیروی محرکه گردشگری را تضعیف می‌کند و به طور مستقیم کیفیت محیط مقاصد گردشگری و جذابیت آن مقاصد را برای گردشگران کاهش می‌دهد (کوزاک^{۱۶}، ۲۰۰۲).

تحقیقات آکادمیک در مورد تأثیر گرد و غبار بر گردشگری تنها در سال‌های اخیر آغاز شده است و فاقد تحلیل‌های سیستماتیک بر گردشگری به‌ویژه گردشگری سلامت است، بنابر این در این پژوهش قصد داریم ابتدا یک چارچوب نظری مبتنی بر مرور سیستماتیک جهت ایجاد مکانیسم عمیق برای نمایش چرایی تغییر در برنامه‌های سفر، درک عمیق و آکادمیک از ادراک محیطی گردشگران سلامت به واسطه ذرات معلق و در نتیجه تغییر رفتار گردشگران سلامت ایجاد شود سپس به شناسایی وضعیت آلودگی ناشی از این تهدید کننده، شاخص غلظت ذرات با قطر PM_{10} ، در مناطق مختلف تهران با تمرکز بر گروه‌های حساس یا آسیب‌پذیر (گردشگران سلامت) در راستای اهداف این پژوهش و توسعه گردشگری سلامت پرداخته شود.

1. Li et al.
2. Xiang et al.
3. Arvin and Lew
4. central nervous system (CNS; neuroinflammation)
5. Liu et al.
6. Barron et al.
7. hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA)
8. Lopez-Duran et al.
9. Block and Calderón-Garcidueñas
10. Guxens and Sunyer
11. Tzivian et al
12. Lundberg
13. Zhang et al.
14. Clifford et al.
15. Chen et al.
16. Kozak

پیشینه‌ی پژوهش

آلودگی هوا و گرد و غبار به طور قابل توجهی بر گردشگری سلامت، به ویژه در مناطقی که تحت تأثیر طوفان‌های گرد و غبار و ذرات معلق هستند، تأثیر می‌گذارد. وجود ذرات معلق ریز، که اغلب ناشی از شیوه‌های کشاورزی و رویدادهای گرد و غبار طبیعی و صنعتی است، می‌تواند به دلیل نگرانی‌های بهداشتی، گردشگران را از سفر منصرف کند و منجر به کاهش تعداد بازدیدکنندگان و خسارات مالی برای مشاغل محلی شود (سرینامفون و همکاران، ۲۰۲۲). این وضعیت با خطرات سلامتی مرتبط با قرار گرفتن در معرض گرد و غبار، که شامل مشکلات تنفسی و قلبی عروقی و همچنین سایر بیماری‌ها مانند مننژیت و سوزش پوست است، تشدید می‌شود (گودی^۱، ۲۰۲۰) (کوک^۲ و همکاران، ۲۰۱۱). در نتیجه، گردشگری سلامت، که به محیط‌های پاک متکی است، ممکن است آسیب ببیند زیرا بازدیدکنندگان بالقوه سلامت و ایمنی خود را در اولویت قرار می‌دهند.

کوک و همکاران (۲۰۱۱)، به بررسی تأثیر گرد و غبارهای طبیعی بر سلامت انسان پرداخته و نتایج پژوهش آنان نشان می‌دهد که، عناصر و ترکیباتی که توسط پدیده‌های گرد و غبار منتقل می‌شوند و ممکن است به طور بالقوه بر سلامت انسان تأثیر بگذارند، متنوع هستند و شامل فلزات کمیاب و شبه فلزات، عناصر رادیواکتیو، فلوراید، سیلیکات‌ها، ترکیبات آزیست طبیعی و نمک‌های قلیایی می‌شوند. رویدادهای گرد و غبار طبیعی ممکن است در پراکندگی عوامل بیماری‌زا و آلرژن‌های زیستی نقش داشته باشند و پیامدهای بهداشتی چنین پدیده‌هایی - که اغلب در فواصل قابل توجهی رخ می‌دهند - اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. گرد و غبارهای زمین‌زاد همچنین تأثیرات غیرمستقیم اجتماعی - اقتصادی بر سلامت دارند و تأثیرات مداومی بر کیفیت آب، تولید مواد غذایی و زیرساخت‌هایی مانند شبکه‌های حمل و نقل دارند.

بر اساس نتایج تحقیقات حسینی و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر دی‌اکسید گوگرد بر ناپایداری محیطی و کیفیت هوای شهر ایلام از نظر جذب گردشگری سلامت، بیشتر از سایر آلاینده‌ها از جمله ذرات معلق است. این نتایج با یافته‌های گزارش‌شده توسط صیدایی و همکاران (۱۳۹۷) برای کلان‌شهر اصفهان و حسینی و همکاران (۱۳۹۶) برای کلان‌شهر اهواز مطابقت داشت.

خانی آبادی و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر طوفان‌های گرد و غبار خاورمیانه بر سلامت انسان پرداخته‌اند، این پژوهش بر تأثیرات طوفان‌های گرد و غبار بر سلامت، از جمله مشکلات تنفسی و قلبی عروقی، تمرکز دارد، اما در مورد گردشگری سلامت در رابطه با قرار گرفتن در معرض گرد و غبار بحثی نمی‌کند.

حسینی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به ارزیابی موانع و تدوین چشم‌اندازهای توسعه گردشگری پزشکی تهران پرداخته‌اند، نتایج تحقیق نشان داد که یکی از موانع محیطی مرتبط با توسعه گردشگری پزشکی مربوط به شاخص موقعیت زیست محیطی و زیرشاخص کیفیت هوا در تهران می‌باشد. این نتایج با یافته‌های گزارش‌شده توسط حسینی و همکاران (۱۳۹۹) برای کلان‌شهر شیراز و حسینی و همکاران (۲۰۲۰) برای شهریزد مطابقت داشت.

بریمانی و همکاران (۱۳۹۷) به ارزیابی رقابت‌پذیری مقاصد گردشگری سلامت با تاکید بر منابع و جاذبه‌های محوری (مطالعه موردی: چشمه‌های آبگرم رامسر) پرداختند، نتایج نشان داد منابع و جاذبه‌های محوری با رشد و توسعه گردشگری سلامت رابطه معکوس دارد و همچنین در مقاصد گردشگری سلامت رامسر دو عنصر فرهنگ و تاریخ و جاذبه‌های محیطی در توسعه و رقابت‌پذیری مقاصد گردشگری سلامت نسبت به دیگر عناصر اثر گذاری بیشتری دارند.

ولیزاده و نامداری (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی-مکانی غلظت ریزگردها در حوضه نفوذ ریزگردهای دریاچه ارومیه در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی)، به این نتیجه رسیده‌اند که دریاچه ارومیه تا سال ۲۰۰۸ با جذب ریزگردها تأثیر زیادی در کاهش ریزگردهای

وارد شده از جنوب غربی منطقه به استان آذربایجان شرقی داشته است، این در حالی است که از سال ۲۰۰۹ در محدوده دریاچه ارومیه افزایش نسبی ریزگرد نسبت به سایر مناطق در استان‌های آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی وجود داشته است.

سرینامفون و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی تحت عنوان تأثیر ذرات معلق کوچک بر گردشگری و کسب و کارهای کوچک و متوسط مرتبط در چیانگ مای، تایلند، به این نتایج رسیدند که ذرات معلق کوچک بر گردشگری سلامت در چیانگ مای تأثیر منفی می‌گذارند، زیرا بر عوامل مشتری تأثیر می‌گذارند و منجر به کاهش تعداد بازدیدکنندگان و لزوم تعدیل در عملیات برای محافظت از سلامت کارمندان و مشتریان می‌شوند.

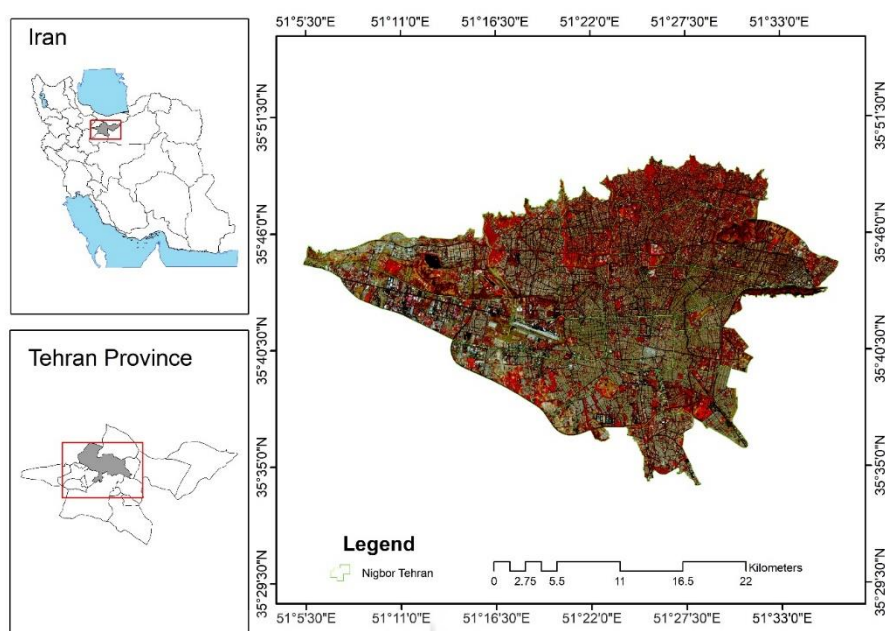
زندی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی اثربخشی الگوریتم آکرمن در پایش طوفان‌های گرد و غبار؛ مطالعه موردی استان ایلام، ایران، به نتایج زیر دست یافتند، که نشان‌دهنده توانایی بالای الگوریتم در تشخیص پدیده گرد و غبار است. بنابراین می‌توان گفت که طوفان‌های گرد و غبار را می‌توان با دقت بالایی از طریق الگوریتم آکرمن مدل‌سازی و شبیه‌سازی کرد.

محققان دیگر همچون: کیم و همکاران (۲۰۱۶)، کیم و کیم (۲۰۱۷)، کیومورتزاوغلو^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، لین^۲ و همکاران (۲۰۱۷)، ورت^۳ و همکاران (۲۰۱۷)، دونگ و همکاران (۲۰۱۹) از جنبه‌های مختلف به ارزیابی این پدیده پرداخته‌اند. اما مروری بر سوابق تحقیقات صورت گرفته در ایران و جهان نشان می‌دهد که جای یک تحقیق نسبتاً جامع که بتواند به نقش ریزگردها بر توسعه پایدار و گردشگری سلامت بپردازد، خالیست. لذا، دستیابی به این مهم از اهداف پژوهش حاضر می‌باشد.

مواد و روش

تهران، پایتخت ایران با جمعیت ۹۰۳۱۷۶۲ نفر در سال ۱۴۰۱، بزرگترین منطقه شهری ایران (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان تهران. معاونت آمار و اطلاعات، ۱۴۰۲) و یکی از بزرگترین شهرهای غرب آسیا است که با مشکلات جدی کیفیت هوا (مانند سایر شهرهای بزرگ) مواجه است این بستر در موقعیت ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی در کوهپایه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز با مساحتی حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع در ارتفاع ۹۰۰-۱۸۰۰ متر از سطح دریا واقع شده واز شمال، شمال غرب، شرق و جنوب شرق با ارتفاعات مرتفع تا متوسط احاطه شده است (شکل ۱) که از انتقال هوای آلوده جلوگیری می‌کند و باعث می‌شود هوای آلوده در داخل شهر محبوس شود. این شهر از نظر ویژگی‌های آب و هوایی، قاره‌ای با میانگین حداکثر دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه‌ها، متوسط حداقل دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد در سردترین ماه‌ها و رطوبت نسبی ۴۰ درصد (کاوسه‌لار و یدوم^۴، ۲۰۱۹؛ یوسفیان و همکاران، ۲۰۲۰) است.

1. Kioumourtzoglou
2. Lin
3. Vert
4. Kousehlar and Widom



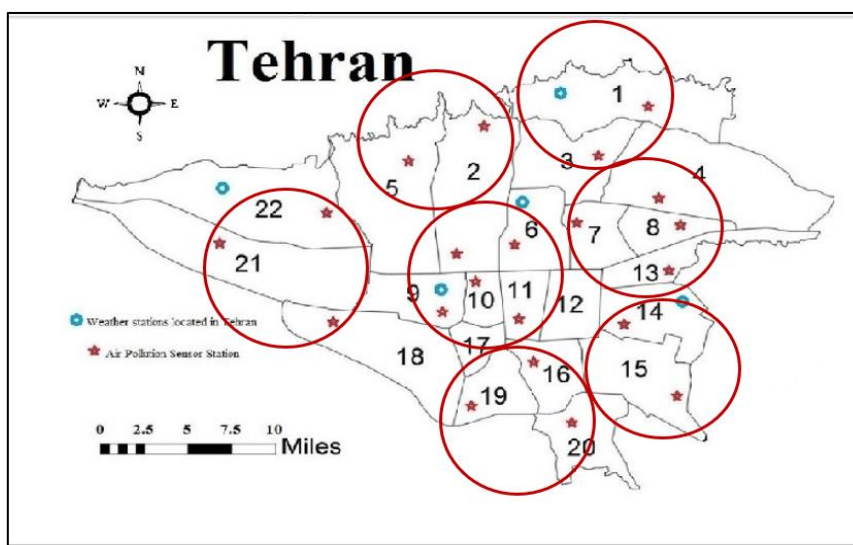
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

داده‌های مورد نیاز برای این مطالعه در مرحله اول از طریق بررسی سیستماتیک معیارهای انتخابی (پیامدهای مستقیم و غیر مستقیم، قرار گرفتن در معرض آلودگی به هر دوصورت کوتاه مدت و بلند مدت) برای ارتباط بین PM و پیامدهای نامطلوب آن روی سلامت و پس از آن روی گردشگری در پایگاه پابمد و اسکوپوس بود که ذکر دو نکته حایز اهمیت است:

نکته اول: کلمات کلیدی در عبارات جستجو عبارت بودند از آلودگی هوا (ذرات معلق، PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، و ذرات بسیار ریز) اثرات روانی (اختلالات روانپزشکی، افسردگی، اضطراب، دوقطبی، روان پریشی، خودکشی) و اثرات فیزیولوژیکی (بیماری ایسکمیک قلب (IHD)، بیماری عروق مغزی (سکته مغزی)، بیماری مزمن انسدادی ریه (COPD) عفونت‌های تنفسی تحتانی (LRI)، دیابت نوع II (DM) و سرطان ریه (LC) و در مرحله دوم گردشگری و گردشگری سلامت نیز اضافه گردید.

نکته دوم: اتفاق نظر در مورد آستانه تشخیص قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا کوتاه‌مدت و بلندمدت وجود ندارد قرار گرفتن در معرض آلودگی کوتاه مدت عموماً به میانگین مواجهه در دوره‌های چند ساعته، روزی یا هفته‌ای اشاره دارد. قرار گرفتن در معرض آلودگی طولانی مدت به طور کلی به میانگین قرار گرفتن در طی یک دوره چند ساله و در برخی مطالعات چند ماهه اشاره دارد. برای این تجزیه و تحلیل، ما مطالعات را بر اساس مدت زمان قرار گرفتن در معرض آلودگی به هر دوصورت کوتاه مدت و بلند مدت مرد ارزیابی قرار دادیم.

داده‌های استفاده شده در مرحله دوم از سایت «شرکت کنترل کیفیت هوای» بصورت ساعتی (۲۳-۰۰) برای ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون در طی یک دوره آماری هفت ساله (۱۳۹۵-۱۴۰۱) و (۲۰۱۶-۲۰۲۲) دانلود گردید سپس از داده‌های ۲۴ ساعته کمینه و بیشینه روزانه استخراج شده و از داده‌های کمینه و بیشینه روزانه، خروجی میانگین کمینه و بیشینه ماهانه استخراج شد. برای بالا بردن دقت میانگین ماهانه، مستقیماً از داده‌های ساعتی در هر ماه، خروجی میانگین ماهانه استخراج شد. برای تهیه مقادیر سالانه فراسنج‌های کمینه و بیشینه از میانگین داده‌های روزانه، برای میانگین سالانه از داده‌های ساعتی خروجی دریافت شد. در ادامه برای کاهش حجم اطلاعات، ایستگاه‌ها منطقه‌بندی شدند مبنای منطقه بندی، نزدیکی ایستگاه‌ها به یکدیگر لحاظ گردید. در نهایت شبکه ایستگاه‌های آلودگی سنجی تهران به هفت منطقه (هر منطقه بین دو تا پنج ایستگاه) شامل: غرب، شمال، شمال شرق، شرق، جنوب شرق، جنوب، مرکز تهران تقسیم شد (شکل ۲).



شکل ۲. تقسیم‌بندی ایستگاه‌های آلودگی سنجی تهران در هر منطقه

نکته ۱: خلاء داده ایی برای ایستگاه در مواردی قابل توجه بوده است ولی به دلیل هم پوشانی زمانی با ایستگاه‌های موجود در منطقه‌بندی، عملاً خلاء داده‌ها کم شدند به طوری که برای هر ساعت در هر منطقه حداقل بین یک و حداکثر تا پنج عدد داده موجود بوده است. لذا در این مطالعه تحت هیچ عنوان و از هیچ روشی داده‌سازی و پر کردن خلاء آماری صورت نپذیرفت

نکته ۲: ستاره‌های قرمز روی نقشه محل دقیق ایستگاه هستند نه شماره‌های مربوط به منطقه شهرداری مناطق

نکته ۳: لازم به ذکر است که اگرچه داده‌های مانیتورینگ ماهواره‌ای نیز در تعیین غلظت ذرات معلق می‌تواند استفاده شود و برخی از مطالعات با بکارگیری شاخص‌های استخراج ریزگردها به ردیابی این پدیده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداخته‌اند (ولیزاده کامران و نامداری، ۱۳۹۶) اما ممکن است تحت تأثیر عوامل هواشناسی قرار گیرند، از آنجایی که داده‌ها به داده‌های منبع سطحی تعلق دارند، می‌توانند به عنوان یک اندازه‌گیری معتبر (شاو و همکاران^۱، ۲۰۱۷، هوانگ^۲، ۲۰۱۷) برای آلودگی ذرات معلق استفاده شوند.

میانگین و بیشینه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون برای گروه‌های حساس بین سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۱ در جدول شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون - ناسالم برای گروه‌های حساس

شرق	مرکز	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال شرق	میانگین سالانه
۴۵	۹۴	۱۸۴	۱۸۱	۱۷۴	۱۸۶	۱۷۷	۱۳۹۵
۴۴	۹۷	۱۸۴	۱۷۲	۱۸۴	۱۹۱	۱۸۷	۱۳۹۶
۴۳	۸۶	۱۸۱	۱۷۹	۱۷۴	۱۷۵	۱۸۰	۱۳۹۷
۴۴	۸۵	۱۷۸	۱۷۸	۱۷۸	۱۶۳	۱۸۱	۱۳۹۸
۴۶	۸۷	۱۶۵	۱۸۱	۱۸۰	۱۵۵	۱۹۲	۱۳۹۹
۴۷	۸۵	۱۸۰	۱۸۳	۱۹۶	۱۷۸	۱۶۱	۱۴۰۰
۴۷	۹۸	۱۸۴	۱۸۸	۱۹۰	۱۸۱	۱۶۵	۱۴۰۱

منبع: نگارندگان بر اساس داده‌های سازمان محیط زیست

جدول ۲. بیشینه مطلق سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون - ناسالم برای گروه‌های حساس

شرق	مرکز	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال شرق	بیشینه مطلق
۶۵	۱۵۳	۲۲۸	۲۵۴	۱۹۹	۲۵۴	۱۷۷	۱۳۹۵
۶۲	۱۵۳	۲۳۶	۲۰۸	۲۴۸	۲۳۹	۲۴۸	۱۳۹۶
۵۸	۱۴۹	۲۴۸	۲۱۴	۲۰۱	۱۹۴	۲۳۸	۱۳۹۷
۶۳	۱۴۷	۲۴۲	۲۲۶	۲۳۲	۱۶۳	۲۳۲	۱۳۹۸
۶۵	۱۴۵	۱۸۹	۲۳۸	۲۰۳	۱۵۵	۲۲۰	۱۳۹۹
۶۵	۱۵۳	۲۱۸	۲۵۰	۲۵۲	۲۰۳	۱۶۵	۱۴۰۰
۶۴	۱۵۳	۲۳۶	۲۵۴	۲۵۴	۲۴۰	۱۷۳	۱۴۰۱

منبع: نگارندگان بر اساس داده‌های سازمان محیط زیست

جهت ارزیابی میزان پایداری از مدل جدید FPPSI به معنای چند ضلعی جایگشت کامل شاخص‌های مصنوعی استفاده شده است. این مدل با توجه به در نظر گرفتن مقادیر حد بالا، حد پایین و استاندارد داده‌ها، از توان بسیار بالایی در ارزیابی و تحلیل وضع موجود توسعه پایدار برخوردار می‌باشد. در روش FPPSI، یک چند ضلعی n طرفه به نمایندگی از حداکثر ارزش نظری هر یک از شاخص‌های n با شعاعی در هر راس (یعنی فاصله از مرکز چند ضلعی) ایجاد می‌شود، که توسط محدوده فوقانی مقدار استاندارد برای هر شاخص تعریف می‌شود. بنابراین، یک n ضلعی $(n-1)!/2$ طرفه وجود دارد.

شاخص مصنوعی از طریق میانگین نسبت مساحت هر چند ضلعی n طرفه به مساحت چند ضلعی تعریف شده با استفاده از مقدار استاندارد ۱ برای هر شاخص، تعریف شده است.

روند استانداردسازی می‌تواند به شرح زیر توضیح داده شود:

$$F(X) = a \frac{X + b}{X + c}, \quad a \neq 0, \quad X \geq 0$$

که در آن $f(x)$ با شرایط زیر روبرو می‌شود:

$$f(x)|_{x=L} = -1$$

$$f(x)|_{x=T} = 0$$

$$f(x)|_{x=U} = 1$$

که در آن U ، L و T به ترتیب بالاترین حد و پایین‌ترین حد و آستانه را برای پارامتر X ، نمایش می‌دهند. بنابراین:

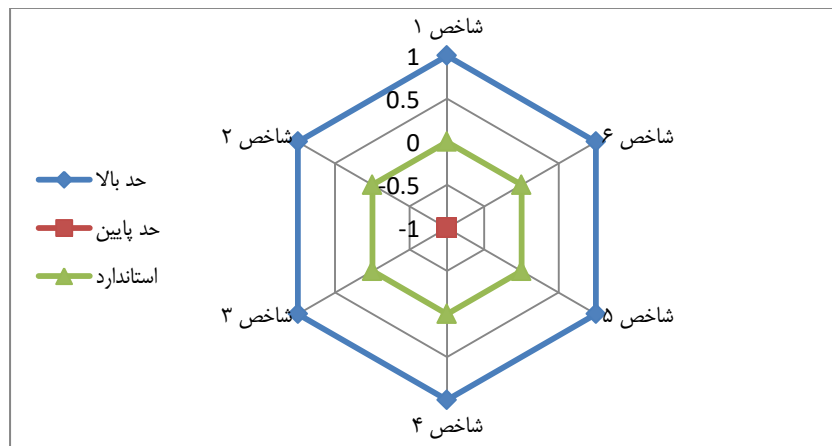
$$f(x) = \frac{(U - L)(U - T)}{(U + L - 2T)X + UT + LT - 2LU}$$

سپس معادله از طریق رابطه زیر استاندارد می‌شود:

$$Si = \frac{(Ui - Li)(Xi - Ti)}{(Ui + Li - 2Ti)Xi + UiTi + LiTi - 2UiLi}$$

چند ضلعی n طرفه منظم بیرونی می‌تواند با n شاخص تشکیل شود به طوری که n راس $sn=1$ را نمایش می‌دهند. نقاط مرکزی $si=-1$ و شعاع از هر راس به نقطه مرکزی نشان‌دهنده ارزش شاخص استاندارد مربوطه است.

چند ضلعی درونی بین چند ضلعی بیرونی و مرکز چند ضلعی قرار می‌گیرد نشان‌دهنده مقدار آستانه شاخص‌ها می‌باشد جایی که $si=0$ است. داخل چند ضلعی درونی مقادیر شاخص‌های استاندارد کمتر از آستانه خود و منفی هستند؛ خارج از چند ضلعی درونی مقادیر بزرگتر از ارزش آستانه و مثبت هستند (شکل ۳).



شکل ۳. چند ضلعی جایگشت کامل شاخص‌های مصنوعی

تعداد مثلث تشکیل شده توسط خطوط بین نقطه مرکزی و شاخص‌های n (رئوس) از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

مساحت چند ضلعی را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$0.5 \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \sum_{i \neq j} (Si + 1)(Sj + 1)$$

که در آن Si نشان دهنده شاخص i و $Si + 1$ نشان دهنده فاصله از نقطه پایانی شاخص i به نقطه مرکزی است. فاصله استاندارد $[-1, +1]$ باشد.

تعداد $n \times (n-1)!/2 = n!/2$ مثلث وجود دارد که از تعداد شاخص‌های $(n-1)!/2$ تشکیل شده است. مجموع مساحت آنها عبارت است از:

$$\left(0.5 \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \sum_{i \neq j} (Si + 1)(Sj + 1)\right) * \frac{n!}{2} * \frac{2}{n(n-1)}$$

کل مساحت چند ضلعی منظم بیرونی (با طول ضلع برابر با دو واحد) از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$0.5 \times 4 \times n \times \frac{(n-1)!}{2}$$

نهایتاً مقدار FPPSI از طریق محاسبه نسبت ذیل بدست می‌آید:

$$S = \frac{\sum_{i \neq j}^{i,j} (Si + 1)(Sj + 1)}{2n(n-1)}$$

که در آن S ارزش شاخص مصنوعی است که نشان‌دهنده مجموع مقادیر همه شاخص‌ها در یک سطح پایین‌تر در سلسله مراتب است و می‌تواند برای محاسبه سطح بالاتر بلافاصل در سلسله مراتب استاندارد شود (حسینی و همکاران، ۲۰۲۲).

نتایج و بحث

از آنجایی که آلودگی به واسطه ذرات معلق به عنوان پدیده‌ای از آلودگی هوا طبقه بندی می‌شود علاوه بر نگرانی عمومی لازم است، در ادبیات مربوط به ارتباط بین آلودگی هوا و گردشگری نیز بررسی شود. بنابر این یافته‌های بخش اول پژوهش به

طور خلاصه، نشان‌دهنده تعاملات دوجانبه بین گردشگری و آلودگی هوا است، بنابراین علیت دوجانبه بین کیفیت محیطی و توسعه گردشگری با تمرکز ویژه بر مسائل آلودگی و به عبارتی دیگر رابطه مستقیم و منفی بین آلودگی هوا و تعداد گردشگران وجود دارد، چرا که شرایط بد محیطی در کشور مقصد می‌تواند اهداف بازدید مسافران ورودی را کاهش دهد و شرایط محیطی نامناسب در محل مبدأ نیز می‌تواند به عنوان انگیزه‌ای برای مسافران خروجی عمل کند (ونگ و همکاران^۱، ۲۰۱۸).

به طور کلی می‌توان گفت که دو جریان فکری مطالعات تأثیرات آلودگی هوا بر گردشگری را بررسی کرده‌اند. یک جریان به ابزارهای نظرسنجی پرسشنامه و مصاحبه برای اندازه‌گیری سطح ادراک ذهنی مسافران متکی بوده و در واقع یک پاسخ روانی به کیفیت واقعی هوا است (بیکن و همکاران^۲، ۲۰۱۷؛ شو و رید^۳، ۲۰۱۹). جریان دیگری از ادبیات تأثیرات آلودگی واقعی هوا بر صنعت گردشگری را با استفاده از شاخص‌های مختلف اندازه‌گیری شده علمی آلودگی هوا بررسی می‌کند (دانگ و همکاران^۴، ۲۰۱۹ و لیو و همکاران^۵، ۲۰۱۹) که عموماً اعتقاد بر این است که آلودگی هوا تأثیر منفی شدیدی بر گردشگری دارد. بنابراین؛ شاخص‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری کیفیت هوا، در مطالعات مختلف متفاوت بوده، $PM_{2.5}$ و PM_{10} دو طیف از پرکاربردترین شاخص‌های آلودگی هوا می‌باشند. آلودگی شدید $PM_{2.5}$ (PM) با قطر آیرودینامیکی کمتر از ۲/۵ میکرومتر ذرات معلق در هوا) دارای پیامدهای داخلی و فرامرزی است (رانا^۶، ۲۰۲۲) که از دیدگاه صنعت؛ گردشگرانی که در معرض آلودگی هوای کوتاه مدت و بلندمدت قرار می‌گیرند، بیشتر مستعد ابتلا به بیماری‌های حاد مربوط به سلامتی هستند (نیدل^۷، ۲۰۰۴). پس می‌توان گفت که درک خطرات برای سلامتی بر انگیزه‌های بازدیدکنندگان بالقوه سفر به ویژه در حوزه سلامت تأثیر منفی می‌گذارد. در این زمینه وجود چند نکته به صورت کلی و خاص حایز اهمیت است:

- **به صورت کلی، گردشگران آسیایی بیشتر از گردشگران غربی نگران کیفیت هوا هستند** (چیونگ و لاو^۸، ۲۰۰۱) و آلودگی هزینه‌های گردشگری را افزایش می‌دهد. بنابراین؛ در بلندمدت، تأثیر مستقیم آلودگی هوا بر هزینه‌های گردشگری احتمالاً با کاهش تجارب گردشگران و شهرت مقاصد سفر، به توسعه گردشگری آسیب می‌زند. همچنین؛ آلودگی هوا به‌طور قابل توجهی گردشگری بین‌المللی ورودی را کاهش می‌دهد به‌طوری که افزایش PM_{10} به میزان ۰/۱ میلی‌گرم بر متر مکعب باعث کاهش ۰/۴۵ درصدی نسبت درآمد گردشگری به تولید ناخالص داخلی محلی (دانگ و همکاران^۹، ۲۰۱۹) و خسارات مالی برای مشاغل محلی خواهد شد (سرینامفون و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۲). به عبارت دیگر آلودگی هوا، به‌ویژه در مقاصد گردشگری شهری، بر رفتار گردشگران تأثیر منفی می‌گذارد، تعداد بازدیدکنندگان را کاهش می‌دهد و پایداری اقتصادی گردشگری را تهدید می‌کند (باکوس و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۴) علاوه بر این، خطرات سلامتی را برای گردشگران و جوامع محلی برجسته می‌کند و بر نیاز به استراتژی‌های تطبیقی و شیوه‌های پایدار تأکید می‌کند.

- **به صورت خاص، گردشگری سلامت، که به محیط‌های پاک متکی است، ممکن است بیشتر آسیب ببیند زیرا** بازدیدکنندگان بالقوه، سلامت و ایمنی خود را در اولویت قرار می‌دهند، چرا که افراد مبتلا به بیماری‌های مزمن زمینه‌ای (به عنوان مثال، گردشگران سلامت) در معرض $PM_{2.5}$ آسیب‌پذیرتر هستند (کیم و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۶). در همین راستا بنظر می‌رسد؛ برای بهبود سلامت روان گروه‌های حساس یا آسیب‌پذیر (گردشگران سلامت)، هر دو رویکرد سیاستی و مراقبت باید همزمان در نظر گرفته شوند (کیم و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۷).

جهت توسعه گردشگری سلامت، نتایج بخش دوم در این پژوهش؛ به شناسایی وضعیت آلودگی ناشی از شاخص غلظت ذرات

1. Wang, et al.
2. Becken, et al.
3. Xu & Reed
4. Dong, et al.
5. Rana
6. Neidell
7. Cheung and Law
8. Srinamphon, et al.
9. Kim, et al.

با قطر PM_{10} ، در مناطق مختلف تهران اختصاص یافت و مطابق با داده‌های بدست آمده؛ میزان-FPPSI میانگین سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون در تهران را طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۱ گردآوری گردید (جدول ۳). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد؛ این آلاینده در شهر تهران به غیر از شرق (منطبق بر مناطق شماره ۴، ۸۰۷ و ۱۳) نسبتاً بالا است و نشان از شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس دارند.

محمودزاده و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی در ارزیابی آلودگی هوای کلان شهر تبریز به این نتیجه رسیدند که عمده ترین آلاینده شهر تبریز مربوط به ذرات معلق (PM_{10}) است.

قربانی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی در خصوص عدالت محیط زیست در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران مبتنی بر توزیع آلودگی اذعان داشتند؛ میزان ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در مناطق ۱، ۱۸ و ۲۱ بیشتر از سایر مناطق است و میزان غلظت ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون در مناطق ۱۸، ۱۷ و ۱۹ بیشتر از سایر مناطق است و به طور کلی نیمه شمالی و شرقی تهران از لحاظ ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون در وضعیت بهتری قرار دارند.

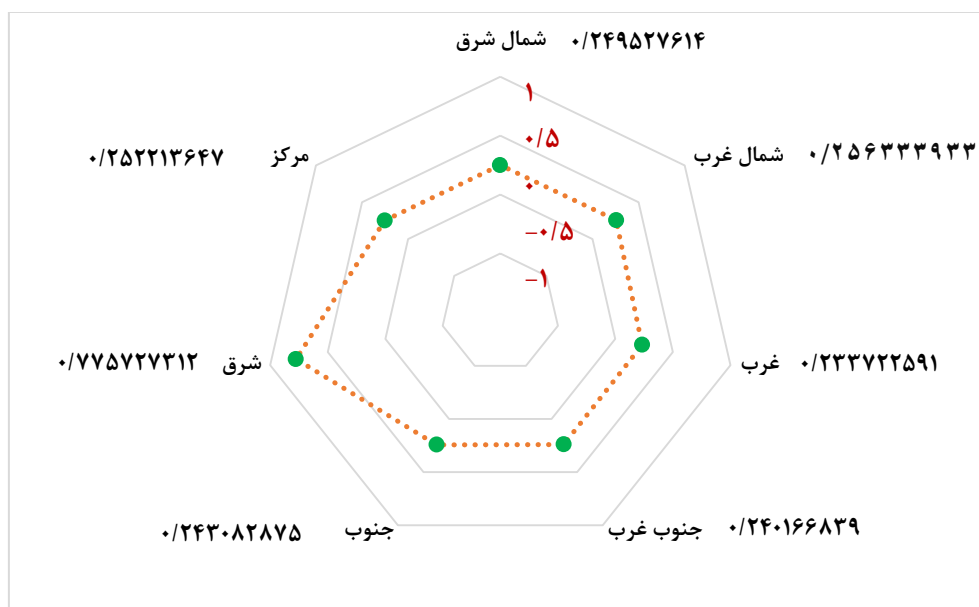
بررسی‌های انجام شده در نتایج مطالعات قبلی و داده‌های به دست آمده نشان دهنده بهبود نسبی کیفیت هوا در چند سال اخیر است. طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ در تهران، حدود ۳۲/۱۰ درصد از روزها دارای AQI برای گروه‌های حساس، ناسالم ارزیابی شده‌اند و کیفیت هوا تنها در ۲۳/۰ درصد از روزها خوب بوده است (جانجانی و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۳. میزان-FPPSI میانگین سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون - ناسالم برای گروه‌های حساس

میانگین سالانه FPPSI-	مرکز	شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال شرق
۱۳۹۵	۰/۲۴۷۰۳۷۵۳	۰/۷۷۶۳۹۱۳۵۶	۰/۲۲۷۸۵۸۶۹۶	۰/۳۳۷۲۴۰۵۲	۰/۲۶۱۰۳۷۸۰۳	۰/۲۲۱۳۲۱۸۵۴	۰/۲۵۰۹۹۱۲۷۴
۱۳۹۶	۰/۲۵۹۵۸۶۰۳۵	۰/۷۸۱۱۵۱۴۶۹	۹/۲۲۷۸۵۸۶۹۶	۰/۲۶۷۷۶۰۲۸۶	۰/۲۲۷۸۵۸۶۹۶	۰/۲۰۵۱۱۸۲۶۳	۰/۲۱۸۰۶۵۳۶۳
۱۳۹۷	۰/۲۶۷۹۸۶۵۸۹	۰/۷۸۵۹۲۵۶۲۵	۰/۲۳۷۷۲۴۰۵۲	۰/۳۴۴۳۴۱۳۶۱	۰/۲۶۱۰۳۷۸۰۳	۰/۲۵۷۶۷۴۰۳۱	۰/۲۴۱۰۲۸۶۴۶
۱۳۹۸	۰/۲۶۱۷۴۹۹۹۶	۹/۷۸۱۱۵۱۴۶۹	۰/۲۴۷۶۶۲۲۲۷	۰/۳۴۷۶۶۲۲۲۷	۰/۲۴۷۶۶۲۲۲۷	۰/۲۹۸۴۷۴۱۴۸	۰/۲۳۷۷۲۴۰۵۲
۱۳۹۹	۰/۲۵۳۱۶۳۹۶۲	۰/۷۷۱۶۴۵۲۲۷	۰/۲۹۱۵۸۹۱۱۳	۰/۳۳۷۲۴۰۵۲	۰/۲۴۱۰۲۸۶۴۶	۰/۳۲۶۳۶۲۹۵۷	۰/۲۰۱۹۰۱۰۶۱
۱۴۰۰	۰/۲۴۵۶۰۸۳۱۳	۹/۷۶۶۹۱۳۰۱۹	۰/۲۴۱۰۲۸۶۴۶	۰/۲۳۱۱۳۹۱۰۷	۰/۱۸۹۱۰۹۶۹۴	۰/۲۴۷۶۶۲۲۲۷	۰/۳۰۵۳۹۳۷۸۷
۱۴۰۱	۰/۲۳۰۳۶۴۱۰۱	۰/۷۶۶۹۱۳۰۱۹	۰/۲۲۷۸۵۸۶۹۶	۰/۲۱۴۸۱۶۷۸۷	۰/۲۰۸۳۴۳۲۶۶	۰/۲۳۷۷۲۴۰۵۲	۰/۲۹۱۵۸۹۱۱۳

بر اساس نتایج، میانگین سالانه بیشترین میزان آلاینده‌گی طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۲۲ مربوط به غرب تهران با میانگین FPPSI ۰/۲۳۳۷۲۳ و منطبق بر مناطق شماره ۲۲، ۲۱ و پس از آن جنوب غرب و جنوب می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین میانگین سالانه آلاینده‌گی در طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱ مربوط به غرب تهران (منطبق بر مناطق ۲۲ و ۲۱) با میانگین FPPSI ۰/۲۳۳۷۲۳ است و پس از آن، جنوب غرب و جنوب تهران قرار دارند (شکل ۴).



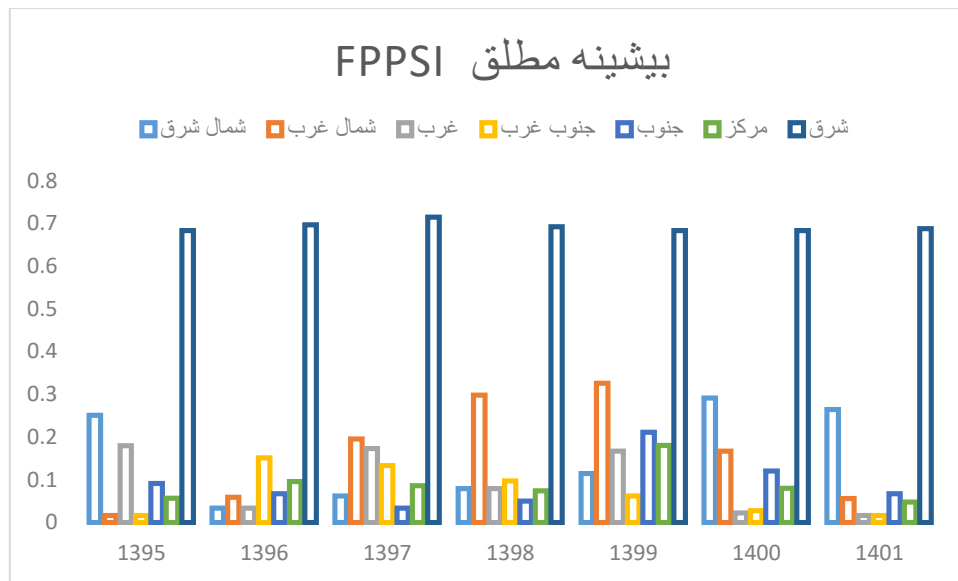
شکل ۴. FPPSI سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون - ناسالم برای گروه‌های حساس

بر اساس نتایج بدست آمده؛ میانگین بیشترین بیشینه مطلق آلاینده‌گی طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۱ مربوط به جنوب غرب و مرکز تهران با میانگین FPPSI ۰/۰۷۲۰۳۴ و ۰/۰۸۸۶۳۱ منطبق بر مناطق شماره‌های: ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۶، ۹، ۱۱، ۱۷ و ۱۰ می‌باشد. نتایج حاصل از ارزیابی میزان پایداری با مدل FPPSI (جدول ۴) نشان می‌دهد؛ میزان آلاینده‌گی ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون در شهر تهران (به‌استثنای شرق تهران) نسبتاً بالا بوده و شرایط ناسالم برای گروه‌های حساس را نشان می‌دهد.

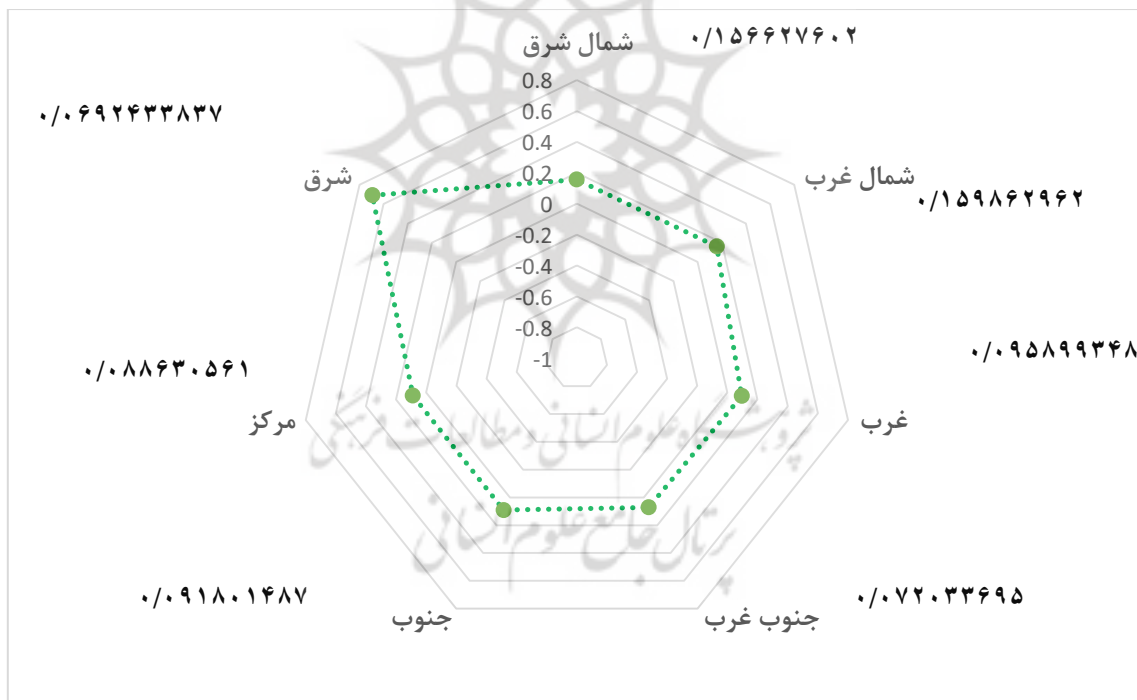
جدول ۴. میانگین FPPSI سال‌های مختلف میزان FPPSI - بیشینه سالانه ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون - ناسالم برای گروه‌های حساس

شرق	مرکز	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	شمال شرق	- بیشینه FPPSI مطلق
۰/۶۸۴۰۴۵۷۵۶	۰/۰۵۶۵۳۴۷	۰/۰۹۱۰۴۸۱۸۷	۰/۰۱۶۵۷۲۱۷۶	۰/۱۷۹۵۹۶۷۰۴	۰/۰۱۶۵۷۲۱۷۶	۰/۲۵۰۹۹۱۲۷۴	۱۳۹۵
۰/۶۹۷۵۵۹۶۷۸	۰/۰۹۵۸۱۴۴۶۵	۰/۰۶۷۶۵۸۸۴۲	۰/۱۵۱۴۴۴۰۵	۰/۰۳۳۳۶۹۶۰۵	۰/۰۵۸۹۹۸۳۴۵	۰/۰۳۳۳۶۹۶۰۵	۱۳۹۶
۰/۷۱۵۷۶۰۲۸۳	۰/۰۸۵۸۷۹۷۸۹	۰/۰۳۳۳۶۹۰۵	۰/۱۳۳۰۴۰۳۶۵	۰/۱۷۳۲۹۲۶۴۸	۰/۱۹۵۴۸۹۹۴۵	۰/۰۶۱۸۷۸۴۹۶	۱۳۹۷
۰/۶۹۳۰۴۲۱۲۷	۰/۰۷۴۰۵۹۸۴۹	۰/۰۵۰۳۹۶۹۰۹	۰/۰۹۶۹۶۳۴۴۸	۰/۰۷۹۲۹۹۵۵۱	۰/۲۹۸۴۷۴۱۴۸	۰/۰۷۹۲۹۹۵۵۱	۱۳۹۸
۰/۶۸۴۰۴۵۷۵۶	۰/۱۸۰۳۰۶۱۹	۰/۲۱۱۵۷۶۰۹۸	۰/۰۶۱۸۷۸۴۹۶	۰/۱۶۷۰۱۸۶۸۷	۰/۳۲۶۳۶۲۹۵۷	۰/۱۱۴۸۷۵۳	۱۳۹۹
۰/۶۸۴۰۴۵۷۵۶	۰/۰۷۹۹۵۶۰۴۱	۰/۱۲۰۹۰۱۹۲۳	۰/۰۲۷۷۴۵۱۵۱	۰/۰۲۲۱۴۶۰۶۵	۰/۱۶۷۰۱۸۶۸۷	۰/۲۹۱۵۸۹۱۱۳	۱۴۰۰
۰/۶۸۸۵۳۷۵۰۵	۰/۰۴۷۸۶۲۸۹	۰/۰۶۷۶۵۸۸۴۲	۰/۰۱۶۵۷۲۱۷۶	۰/۰۱۶۵۷۲۱۷۶	۰/۰۵۶۱۲۴۵۷۹	۰/۲۶۴۳۸۹۸۷۸	۱۴۰۱

بر اساس نتایج، کمترین بیشینه مطلق ذرات معلق زیر ۱۰ میکرون طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۱ مربوط به شرق ۰/۶۹۲۴۳۳۸۴ و پس از آن؛ شمال غرب (۰/۱۵۹۸۶۳) و شمال شرق (۰/۱۵۶۶۲۸) با مقدار FPPSI: ۰/۰۷۲۰۳۴ و ۰/۰۸۸۶۳۱ منطبق بر مناطق شماره: ۱۶، ۱۹، ۲۰، ۶، ۹، ۱۱، ۱۷ و ۱۰ می‌باشد.



شکل ۵. میانگین بیشینه مطلق در منطقه‌ی مورد مطالعه



شکل ۶. پراکندگی میزان آلودگی حاصل از مدل در منطقه‌ی مورد مطالعه

مقایسه یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعه قربانی و همکاران (۱۳۹۸) مبنی بر میزان ذرات معلق کمتر از ۱۰ میکرون در مناطق ۱، ۱۸ و ۲۱ بیشتر از سایر مناطق تهران است تایید گردید. با این حال؛ باید توجه داشت که در مطالعه قربانی و همکاران، مناطق نیمه شمالی و شرقی تهران از لحاظ ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرون در وضعیت بهتری قرار داشتند.

همچنین بررسی داده‌های به‌دست‌آمده در پژوهش جانجانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ در طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷ در تهران، حدود ۳۲/۱۰ درصد از روزها دارای AQI ناسالم برای گروه‌های حساس ارزیابی شده‌اند و کیفیت هوا تنها در ۰/۲۳ درصد از

روزها خوب اعلام گردیده که نشان از بهبود کیفیت هوا در چند سال اخیر می‌باشد.

در این خصوص همچنین در مطالعه‌ای مشابه، لی و همکاران (۲۰۱۹) ویژگی‌های مکانی-زمانی کیفیت هوا را در ویفانگ چین بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷، بیش از ۴۰ تا ۵۰ درصد از روزها دارای AQI بالای ۱۰۰ بوده‌اند. همچنین، مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۲۱) کاهش AQI را در سراسر چین طی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۹ نشان می‌دهد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تلاش‌های صورت گرفته برای بهبود کیفیت هوا در چین تا حدودی موفقیت‌آمیز بوده‌اند.

نتایج مطالعه اخیر برهانی و همکاران، ۲۰۲۲ در تهران نشان داد که طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰، میانگین سالانه غلظت $PM_{2.5}$ کاهش یافته و AQI از $104/08$ به $83/87$ کاهش یافته است. علاوه بر این؛ متصدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز $AQI\ SO_2$ را در تهران به مدت ۶ سال (۲۰۰۶-۲۰۱۳) با استفاده از یک شبکه عصبی مصنوعی مدل‌سازی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمام قله‌های AQI در این مدت کمتر از ۱۰۰ بوده است که نشان‌دهنده کیفیت هوا قابل قبول است.

با این وجود، نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، کیفیت هوای تهران کاهش یافته و تعداد روزهای همراه با هوای پاک نیز کاهش پیدا کرده است. این مسئله می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی باشد، در پژوهشی قاسمی بگناش و همکاران (۱۴۰۰) اذعان کردند که آلودگی‌های خطرناک تبریز از سه الگوی اصلی، پرفشار عربستان، پرفشار شرق اروپا و الگوی دو هسته‌ای، پرفشار خاورمیانه (آزور) و سیبری تاثیر می‌پذیرند. از میان سه الگوی استخراج شده الگوی پرفشار سیبری و پرفشار شرق اروپا بیشترین تاثیر را بر روی آلودگی‌های خطرناک PM_{10} تبریز دارد.

رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS، الگوهای اصلی ورود ریزگرد به تهران را شناسایی کردند و نشان دادند که این پدیده عمدتاً از خارج از کشور و در فصول مختلف وارد ایران می‌شود و هنگام عبور از برخی سطوح پست از قبیل دریاچه‌ها و پلایاها و برخی چاله‌های داخلی مجدداً تغذیه می‌شوند. علاوه بر ریزگردها، عوامل دیگری نیز در آلودگی هوای تهران نقش دارند، از جمله:

- منابع آلودگی: ترافیک، صنایع، نیروگاه‌ها، سیستم‌های گرمایشی و غیره.

- شرایط جوی: وارونگی دما، بادهای محلی و غیره.

- توپوگرافی: محصور بودن تهران بین کوه‌ها

- توسعه شهری و شهرسازی نامناسب.

با توجه به یافته‌های این پژوهش و مطالعات دیگر، دو رویکرد سیاستی یکی مربوط به کنترل آلودگی (ایجاد واکنش‌های مؤثر، دولت‌ها، جوامع محلی و گردانندگان گردشگری) و دیگری مربوط به بهبود کیفیت گردشگری ورودی برای کاهش آلودگی هوا و بهبود گردشگری سلامت در تهران ارائه می‌شود.

نتیجه‌گیری

گردشگران امروزه با توجه به آگاهی بیشتر در مورد خطرات سلامتی محیط‌های آلوده تمایل دارند مقاصدی با کیفیت محیطی بهتر را انتخاب کنند، بنابر این کیفیت هوا هم می‌تواند جذابیت یک مقصد را برای گردشگران سلامت افزایش دهد و هم به عنوان تهدیدی برای توسعه پایدار گردشگری باشد. برای کاهش تأثیر منفی آلودگی ناشی از ذرات معلق بر گردشگری سلامت دو رویکرد منطقی با تاکید بر اهمیت همکاری بین بخشی برای رسیدگی به چالش‌های ناشی از آلودگی هوا در گردشگری وجود دارد.

یکی مربوط به کنترل آلودگی (ایجاد واکنش‌های مؤثر، دولت‌ها، جوامع محلی و گردانندگان گردشگری) و دیگری مربوط به

بهبود کیفیت گردشگری ورودی است. برای کنترل آلودگی ناشی از ذرات معلق، تدوین، همکاری بین بخشی و اجرای یک سیاست اثرگذار و علمی ضروری است، سیاست‌هایی که به طور موثر رشد گردشگری را با حفاظت از محیط زیست در میان چالش‌های فزاینده زیست‌محیطی متعادل کنند. به عنوان مثال، مقررات بلندمدت زیست محیطی و ارزیابی کیفیت آن توسط دستگاه‌ها می‌تواند ساختارهای موجود را مجبور به ارتقاء کند، همچنین می‌توان نوآوری در فناوری سبز را از طریق مشوق‌های مالی و مالیاتی فعال و به تغییر تاکتیک در توسعه اقتصادی برای مهار آلودگی توجه ویژه کرد. چنین مشارکت‌هایی می‌تواند توسعه گزینه‌های حمل و نقل پاک‌تر، زیرساخت‌های سبز، استفاده از فناوری‌های نوین برای تصفیه هوا و سیستم‌های جامع نظارت بر کیفیت هوا را تقویت کند و محیط‌های سالم‌تر و جذاب‌تری را برای ساکنان و بازدیدکنندگان ایجاد کند، از طرف دیگر بهبود مستمر کیفیت برنامه‌های گردشگری ورودی را می‌توان از طریق یک سیستم خدمات غیرمستقیم دانش‌محور مبتنی بر ادغام فناوری اطلاعات با گردشگری و تمرکز بر توسعه گردشگری هوشمند ایجاد کرد این امر خود علاوه بر کمک به افزایش کیفیت تجربه گردشگران ورودی، بحث‌ها در مورد گردشگری پایدار را دوباره زنده و آگاهی از امکان به حداقل رساندن ردپای اکولوژیکی گردشگری را افزایش خواهد داد.

منابع

- بریمانی، فرامرز؛ رمضان‌زاده لسبویی، مهدی؛ تبریزی، نازنین و نوذراصل، سهند (۱۳۹۷). ارزیابی رقابت پذیری مقاصد گردشگری سلامت با تأکید بر منابع و جاذبه‌های محوری (مطالعه موردی: چشمه‌های آبگرم رامسر). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۲(۶۳)، ۵۰-۲۶. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_7466.html
- پناهی، علی و ستاری، علیرضا (۱۳۹۷). تحلیلی بر پتانسیل‌های اقلیم گردشگری در شهرهای دامنه سبلان. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۱(۶۲)، ۶۱-۷۷. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_7112.html
- حسینی، سیده سمیه؛ نادرخانی، زلیخا و یزدان بخش، بنت‌الهدی (۱۳۹۶). ارزیابی پایداری زیست‌محیطی شهر اهواز با تأکید بر آلودگی هوا (با استفاده از روش FPPSI). *نشریه محیط زیست طبیعی*، ۷۰(۲)، ۳۰۹-۳۱۷. https://jne.ut.ac.ir/article_63859.html?lang=fa
- حسینی، سیده سمیه؛ تقوایی، مسعود (۱۴۰۱). جایگاه گردشگری پزشکی در یکپارچه‌سازی خدمات و رقابت‌پذیری مقصدها: ارزیابی موانع و تدوین چشم‌اندازها؛ مورد مطالعه کلان منطقه ده سلامت- تهران. سلامت و بهداشت، ۱۳(۲)، ۲۵۵-۲۷۶. <http://healthjournal.arums.ac.ir/article-1-2599-fa.html>
- صیدایی، سید اسکندر؛ حسینی، سیده سمیه و یزدان‌بخش، بنت‌الهدی (۱۳۹۷). ارزیابی پایداری زیست‌محیطی شهر اصفهان با تأکید بر آلودگی هوا. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۹(۱)، ۱۱۳-۱۲۶. https://gep.ui.ac.ir/article_22967.html?lang=fa
- ولیزاده کامران، خلیل و نامداری، سودابه (۱۳۹۹). بررسی تغییرات زمانی-مکانی غلظت ریزگردها در حوضه نفوذ ریزگردهای دریاچه ارومیه در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۴(۷۲)، ۴۲۷-۴۴۶. https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_10826.html
- Andersen, Z. J., Kristiansen, L. C., and Andersen, Z. J. (2012). Stroke and long-term exposure to outdoor air pollution from nitrogen dioxide: a cohort study. *Stroke: a journal of cerebral*. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.111.629246>
- Arvin, B. M., and Lew, B. (2012). Life satisfaction and environmental conditions: Issues for policy. *International Journal of Global Environmental*, Issues 12, 76-90. <https://doi.org/10.1504/IJGENVI.-2012.047876>
- Attademo L, Bernardini F, Garinella R, Compton MT. (2017). Environmental pollution and risk of psychotic disorders: a review of the science to date. *Schizophr Res*, 181: 55-59, PMID: 27720315, <https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.10.003>

- Attademo, L., Bernardini, F., Garinella, R., Compton, M. T. (2017). Environmental pollution and risk of psychotic disorders: are view of the scientetodate. *Schizophr Res*, 181: 55–59, PMID: 27720315, <https://doi.org/10.1016/j.schres.2016.10.003>.
- Barker, M. L., Mathieson, A., and Wall, G. (1982). Tourism: economic, physical, and social impacts. *Geographical Review*, 73:466. <http://doi.org/10.2307/214346>
- Barron, H, Hafizi, S, Andreazza, AC, MizrahiR. (2017). Neuro inflammation and oxidative stress in psychosis and psychosis risk. *Int J Mol Sci*, 18(3): E651, PMID: 28304340, <https://doi.org/10.3390/ijms18030651>.
- Barimani, Faramarz, Ramezanzadeh Lesboei, Mehdi, Tabrizi, Nazanin and Nozrasal, Sahand. (2018). Assessing the competitiveness of health tourism destinations with emphasis on core resources and attractions (Case study: Ramsar hot springs). *Geography and Planning*, 22(63), 26-50. (In Persian) https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_7466.html
- Becken, S.; Jin, X.; Zhang, C.; Gao, J. (2017). Urban air pollution in China: destination image and risk perceptions. *J. Sustain. Tour.* 2017, 25, 130–147. <http://dx.doi.org/10.1080/09669582.2016.1177067>
- Block ML, Calderón-Garcidueñas L. (2009). Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends Neurosci*, 32(9): 506–516, PMID: 19716187, <https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.05.009>
- Block, ML., Elder, A., Auten, RL., Bilbo, SD., Chen, H., Chen, JC., et al. (2012). The outdoor air pollution and brain health workshop. *Neurotoxicology*, 33(5):972–984, PMID: 22981845, <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2012.08.014>
- Brook, RD., Rajagopalan, S., Pope, III CA., Brook, JR., Bhatnagar, A., Diez-Roux, AV., et al. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21): 2331–2378, PMID: 20458016, <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3181>
- Brook, R. D., Weder, A. B., and Sanjay, R. (2011). “Environmental Hypertensionology” the effects of environmental factors on blood pressure in clinical practice and research. *J. Clin. Hypertens.* 13, 836–842. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7176.2011.00543.x>
- Panahi, Ali and Sattari, Alireza. (2018). An analysis of the potential of tourism climate in the cities of Sabalan range. *Geography and Planning*, 21(62), 61-77. (In Persian) https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_7112.html
- Chen H, Kwong JC, Copes R, Hystad P, van Donkelaar A, Tu K, et al.. (2017). Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: a population-based cohort study. *Environ Int*, 108: 271–277, PMID: 28917207, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.08.020>
- Cheung, C., and Law, R. (2001). *The impact of air quality on tourism: the case of Hong Kong*. *Pac. Tour. Rev.* 5, 69–74. https://www.researchgate.net/publication/233491614_The_Impact_of_Air_Quality_on_Tourism_-_The_Case_of_Hong_Kong
- Cho J, Choi YJ, Suh M, Sohn J, Kim H, Cho SK, et al.. 2014. Air pollution as a risk factor for depressive episode in patients with cardiovascular disease, diabetes mellitus, or asthma. *J Affect Disord*, 157:45–51, PMID: 24581827, <https://doi.org/10.1016/j.jad.2014.01.002>
- Clifford A, Lang L, Chen R, Anstey KJ, Seaton A. (2016). Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course—a systematic literature review. *Environ Res*, 147: 383–398, PMID: 26945620, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.01.018>
- Cook, A., Derbyshire, E., & Plumlee, G. (2011). *Impact of natural dusts on human health*. In *Encyclopedia of environmental health* (pp. 178-186). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11665-3>
- Deng, T.; Li, X.; Ma, M. Evaluating impact of air pollution on China’s inbound tourism industry: A spatial econometric approach. *Asia Pac. J. Tour. Res.* 2017, 22, 771–780. <https://doi.org/10.1080/10941665.2017.1331923>
- Dong, D.; Xu, X.; Wong, Y.F. (2019). *Estimating the Impact of Air Pollution on Inbound Tourism in China: An Analysis Based on Regression Discontinuity Design*. *Sustainability* 2019, 11, 1682. <https://doi.org/10.3390/su11061682>
- Gauderman, W. J., Urman, R., and Avol, E. (2015). Association of improved air quality with lung development

- in children. *N. Engl. J. Med.* 372, 905–913. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1414123>
- Goudie, A. S. (2020). *Dust storms and human health*. Extreme weather events and human health: International case studies, 13-24. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-23773-8>
- Guxens M, Sunyer J. (2012). A review of epidemiological studies on neuropsychological effects of air pollution. *Swiss Med Wkly* 141(1): w13322, PMID: 22252905, 10.4414/smw.2011.13322. <https://doi.org/10.57187/smw.2012.13322>
- Hosseini S.S., Taghvaei M., Seidaei E.S., Gholami Y., Ataev Z.V. (2022). Air pollution: A threat to health tourism development in the Islamic Republic of Iran (case study: Ilam city). *South of Russia: ecology, development.* 17(2): 140-149. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-2-140-149>
- Hosseini, S. S., Tagvayi, M., Ataev, Z. V., & Bratkov, V. V. (2020). Problems and prospects of creating health tourism villages as a potential for developing medical tourism in the Islamic Republic of Iran (Case study: Yazd province). *South of Russia: ecology, development.*; 15(3):97-116. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-97-116>
- khaniabadi, Y. O., Daryanoosh, S. M., Amrane, A., Polosa, R., Hopke, P. K., Goudarzi, G.,... & Armin, H. (2017). Impact of Middle Eastern Dust storms on human health. *Atmospheric pollution research*, 8(4), 606-613. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.11.005>
- Kim J, KimH. (2017). Demographic and environment al factors associated with men- tal health: across-sectional study. *Int JE nviron Res Public Health*, 14(4): E431, PMID: 28420189, <https://doi.org/10.3390/ijerph14040431>
- Kim KN, Lim YH, Bae HJ, Kim M, Jung K, Hong YC. (2016). Long-Term Fine Particulate Matter Exposure and Major Depressive Disorder in a Community-Based Urban Cohort. *Environ Health Perspect.* 124(10): 1547-1553. <https://doi.org/10.1289/EHP192>
- Kioumourtoglou MA, Power MC, Hart JE, Okereke OI, Coull BA, Laden F, Weisskopf MG. (2017). The Association Between Air Pollution and Onset of Depression Among Middle-Aged and Older Women. *Am J Epidemiol.* 1; 185(9): 801-809. <https://doi.org/10.1093/aje/kww163>
- Kozak, M. (2002). Comparative analysis of tourist motivations by nationality and destinations. *Tour. Manag.* 23, 221–232. [https://doi.org/10.1016/S0261-5177\(01\)00090-5](https://doi.org/10.1016/S0261-5177(01)00090-5)
- Lenzen, M.; Sun, Y.Y.; Faturay, F.; Ting, Y.P.; Geschke, A.; Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nat. Clim. Chang.* 8, 522–528. <https://www.nature.com/articles/s41558-018-0141-x>
- Lin H, Guo Y, Kowal P, et al. (2017). Exposure to air pollution and tobacco smoking and their combined effects on depression in six low- and middle-income countries. *British Journal of Psychiatry.* 211(3):157-162. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.117.202325>
- Liu, J.; Pan, H.; Zheng, S. (2019). Tourism Development, Environment and Policies: Differences between Domestic and International Tourists. *Sustainability* 2019, 11, 1390. <http://dx.doi.org/10.3390/su11051390>
- LiuY, HoRC-M, Mak A. (2012). Interleukin (IL)-6, tumournecrosisfactoralpha (TNF-α) andsolubleinterleukin-2receptors (sIL-2R) areelevate dinpatients with major depressive disorder: ameta-analysisandmeta-regression. *JAffectDisord* 139(3):230–239, PMID: 21872339, <https://doi.org/10.1016/j.jad.2011.08.003>.
- Lopez-Duran NL,KovacsM,GeorgeCJ. (2009). Hypothalamic–pituitary–adrenal axis dysregulation in depressed children and adolescents: ameta-analysis. *Psychoneuroendocrinology*, 34(9):1272–1283, PMID: 19406581, <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.03.016>.
- Lundberg A. (1996). Psychiatric aspects of air pollution. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 114(2): 227–231, PMID: 8637739, 10.1016/S0194-5998(96)70172-9. <https://doi.org/10.1016/s0194-59989670172-9>
- Neidell, M. J. (2004). Air pollution, health, and socio-economic status: the effect of outdoor air quality on childhood asthma. *J. Health Econ.* 23, 1209–1236. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2004.05.002>
- Petrini R, Ghezzi L, Arrighi S, Genovesi L, Frassi C, Pandolfi L. (2022). Trace Elements in Soil and Urban Groundwater in an Area Impacted by Metallurgical Activity: Health Risk Assessment in the Historical Barga Municipality (Tuscany, Italy). *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Oct 17; 19(20): 13419. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013419>

- Poudyal, N. C., Paudel, B., and Green, G. T. (2013). Estimating the impact of impaired visibility on the demand for visits to national parks. *Tour. Econ.* 19, 433–452. <https://doi.org/10.5367/te.2013.0204>
- Srinamphon, P., Chernbumroong, S., & Tippayawong, K. Y. (2022). The effect of small particulate matter on tourism and related SMEs in Chiang Mai, Thailand. *Sustainability*, 14(13), 8147. <http://dx.doi.org/10.3390/su14138147>
- Tzivian L, Winkler A, Dlugaj M, Schikowski T, Vossoughi M, Fuks K, et al. 2015. Effect of long-term outdoor air pollution and noise on cognitive and psychological functions in adults. *Int J Hyg Environ Health*, 218(1):1–11, PMID: 25242804, <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2014.08.002>
- Urman, R., McConnell, R., and Islam, T. (2014). Associations of children's lung function with ambient air pollution: joint effects of regional and near-roadway pollutants. *Thorax* 69, 540–545. <https://doi.org/10.1136/THORAXJNL-2012-203159>
- Valizadeh Kamran, Khalil and Namdari, Sudabeh. (2019). Investigating the temporal-spatial changes in dust concentration in the Urmia Lake dust infiltration basin during the period 2000-2015 using satellite images (case study of East Azerbaijan and West Azerbaijan). *Geography and Planning*, 24(72), 427-446. (In Persian) https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_10826.html
- Vert C, Sánchez-Benavides G, Martínez D, Gotsens X, Gramunt N, Cirach M, Molinuevo JL, Sunyer J, Nieuwenhuijsen MJ, Crous-Bou M, Gascon M. (2017). Effect of long-term exposure to air pollution on anxiety and depression in adults: A cross-sectional study. *Int J Hyg Environ Health*. 220(6): 1074-1080. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.06.009>. Epub 2017 Jul 3. PMID: 28705430.
- Wang, L.; Fang, B.; Law, R. (2018). *Effect of air quality in the place of origin on outbound tourism demand: Disposable income as a moderator*. *Tour. Manag.* 68, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.03.007>
- Woodside, A. G., Pearce, B., and Wallo, M. (1989). Urban tourism: an analysis of visitors to New Orleans and competing cities. *J. Travel Res.* 27, 22–30. <https://doi.org/10.1177/004728758902700305>
- Xiang, P., Yan, L., and Zhou, K. (2017). Adverse effects and theoretical frameworks of air pollution: An environmental psychology perspective. *Advances in Psychological Science*, 25, 691–700. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2017.00691>
- Xu, X.; Reed, M. (2019). Perceived pollution and inbound tourism for Shanghai: a panel VAR approach. *Curr. Issues Tour*, 22, 601–614. <https://doi.org/10.1080/13683500.2018.1504898>
- Zandi, R., Nasiri, A., & Salehi, J. (2023). Evaluating the effectiveness of ackerman's algorithm in monitoring dust storms: A Case study of Ilam province, Iran. *Desert Ecosystem Engineering Journal*, 4(2), 27-36. <https://doi.org/10.22052/jdee.2023.242098.1073>
- Zandi, Rahman, (2017). *Evaluation of the policies affecting the dust phenomenon in Iran, First International Conference on Silk Road Geographic Information System*, Isfahan. (In Persian) <https://civilica.com/doc/717327>
- Zhang N., Ren R., Zhang Q., Zhang T. (2020). *Air pollution and tourism development: An interplay*. *Ann. Tour. Res.* 85:103032. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.103032>
- Zhang X, Chen X, Zhang X. (2018). *The impact of exposure to air pollution on cognitive performance*. *Proc Natl Acad Sci USA*, 115(37):9193–9197, PMID: 30150383, <https://doi.org/10.1073/pnas.1809474115>
- Zikirya B., Wang J., Zhou C. (2021). The Relationship between CO2 Emissions, Air Pollution, and Tourism Flows in China: A Panel Data Analysis of Chinese Provinces. *Sustainability*. 13: 11408. <https://doi.org/10.3390/su132011408>