Archive of SID.ir

Journal of Urban Management & Environmental Engineering

Journal homepage: https://jumee.kgut.ac.ir
Vol.1, No.4; 2023.pp: 67-84

Research paper

(Received Jan. 28, 2024 Accepted Feb. 26, 2024)

Investigating the environmental status of air pollution in Tehran using AHP-DPSIR combined model

Mohammad Javad Mohammadizadeh*[1], Abdolreza Karbasi[2], Gholamreza Nabi Bidhandi[2]

[1]*Climate Change and Health Research Center, Dezful University of Medical Sciences, Khuzestan, Iran*
[2] *Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran*

Abstract

One of the problems of management programs to control and reduce air pollution in Iran, especially in Tehran, is the lack of prioritization and the level of effectiveness of executive steps in order to focus human and financial resources. Therefore, step-by-step performance considering executive priority is a suitable solution to achieve this goal. Using the DPSIR framework in the SOE study of Tehran air pollution provides a systematic and comprehensive method to understand and address this critical issue. It not only helps in diagnosing the problem, but also in formulating and evaluating effective solutions, thereby contributing to the sustainable development of the city. The AHP-DPSIR hybrid model is a suitable model for finding the prioritization of environmental programs with a comprehensive and managerial approach, considering uncertainty with a hierarchical structure. In this study, responses to the improvement of pressure factors, stimulus, current situation and effects were investigated and compared in a hierarchical format, and at the end, their preference level was obtained. Development and improvement of public transportation, improvement of fuel quality, improvement of vehicle emission standard, technical examination of vehicle and finally urban traffic management were recognized as the implementation steps of Tehran's air pollution control and reduction program. The model developed in this study is suggested for use in similar cases, especially in developing countries that face the same management problem as Iran. This model has high flexibility and accuracy in prioritization with a comprehensive approach.

Keywords: DPSIR Model, Analytical Hierarchical Process, State of Environment, Air Pollution, Tehran.

* Corresponding Author: Mohammad Javad Mohammadizadeh
Email: *mjmohammadiz@gmail.com*
Phone: 06142429731

Doi: 10.48306/jumee.2024.440388.1033

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نشریه علمی مدیریت شهری و مهندسی محیط زیست

آدرس نشریه:https://jumee.kgut.ac.ir

سال اول/شماره چهارم/زمستان ۱۴۰۲/صفحه ۶۷-۸۴

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۷ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۲/۱۶

بررسی وضعیت محیط زیستی آلودگی هوا در شهر تهران با استفاده مدل ترکیبی AHP-DPSIR

محمد جواد محمدی زاده [*۱]، عبدالرضا کرباسی [۲]، غلامرضا نبی بیدهندی [۲]

[۱] مرکز تحقیقات تغییر اقلیم و سلامت، دانشگاه علوم پزشکی دزفول

[۲] دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

چکیده

یکی از مشکلات برنامه های مدیریت کنترل و کاهش آلودگی هوا در ایران و خصوصا در تهران عدم بررسی اولویت بندی و میزان اثر بخشی گام های اجرایی به جهت تمرکز منابع انسانی و مالی است. لذا، عملکرد گام به گام با در نظر گرفتن اولویت اجرایی راهکاری مناسب برای رسیدن به این هدف است. استفاده از چارچوب DPSIR در مطالعه SOE آلودگی هوای تهران، یک روش سیستماتیک و جامع برای درک و پرداختن به این موضوع حیاتی ارائه می‌کند. این نه تنها به تشخیص مشکل کمک می کند، بلکه در تدوین و ارزیابی راه حل های موثر، در نتیجه به توسعه پایدار شهر کمک می کند. مدل هیبریدی AHP-DPSIR مدلی مناسب برای یافتن اولویت بندی برنامه های محیط زیستی با رویکردی جامع و مدیریتی با در نظر گرفتن عدم قطعیت با ساختاری سلسله مراتبی است. در این مطالعه، پاسخ های به بهبود عوامل فشار، محرک، وضعیت کنونی و اثرات در قالبی سلسله مراتبی بررسی و مقایسه شدند و در انتها میزان ارجحیت آنها نسبت به یکدیگر بدست آمد. توسعه و بهبود حمل و نقل عمومی، بهبود کیفیت سوخت، بهبود استاندارد آلایندگی خودرو، معاینه فنی خودرو و در نهایت مدیریت ترافیک شهری به ترتیب گام های اجرایی برنامه کنترل و کاهش آلودگی هوای تهران شناخته شدند. مدل توسعه یافته در این مطالعه برای استفاده در موارد مشابه خصوصا کشورهای در حال توسعه که با مشکل مدیریت مشابه ایران مواجه هستند پیشنهاد می شود. این مدل از انعطاف پذیری بالا و دقت در اولویت بندی با رویکردی جامع برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: مدل DPSIR، تحلیل سلسله مراتبی، وضعیت محیط زیستی، آلودگی هوا، تهران

[*] نویسنده مسئول: محمد جواد محمدی زاده

ایمیل: mjmohammadiz@gmail.com

شماره تماس: ۰۶۱۴۲۴۲۹۷۳۱

Doi: 10.48306/jumee.2024.440388.1033

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱-مقدمه

آلودگی هوای شهری همچنان یک چالش زیست محیطی حیاتی است که به طور قابل توجهی بر سلامت انسان، تعادل اکولوژیکی و توسعه اقتصادی تأثیر می گذارد. تهران، پایتخت ایران نیز از این موضوع جهانی مستثنی نیست. توسعه سریع شهرنشینی، فعالیت های صنعتی و افزایش ترافیک وسایل نقلیه منجر به بدتر شدن کیفیت هوا بصورت قابل ملاحظه ای شده است. این تخریب زیست محیطی خطرات شدیدی برای سلامت ساکنان آن و اکوسیستم های اطراف آن به همراه دارد. درک و کاهش این اثرات مستلزم یک رویکرد جامع و سیستماتیک برای ارزیابی و برنامه ریزی زیست محیطی است [۱].

ضرورت انجام یک ارزیابی عمیق زیست محیطی در تهران ناشی از نیاز فوری به رسیدگی به بحران تشدید آلودگی هوا است. موقعیت جغرافیایی منحصر به فرد تهران، همراه با جمعیت متراکم و فعالیت های صنعتی آن، به سناریوی پیچیده آلودگی هوا کمک می کند. این شهر به طور مکرر مه دود را تجربه می کند که منجر به شرایط اضطراری بهداشت عمومی و اختلالات اقتصادی می شود. علاوه بر این، تدابیر و سیاست های موجود در مقابله موثر با این موضوع ناکافی بوده است. این سناریو مستلزم یک چارچوب علمی قوی برای تجزیه و تحلیل علل، اثرات و راه‌حل‌های بالقوه آلودگی هوای تهران است و از این طریق تصمیم‌گیری آگاهانه و برنامه‌ریزی شهری پایدار را تسهیل می‌کند.

چارچوب[۱] DPSIR که توسط آژانس محیط زیست اروپا ایجاد شده است، رویکردی جامع برای ارزیابی زیست محیطی ارائه می دهد. این مدل به ویژه برای گزارش‌های وضعیت محیطی (SOE[۲]) مناسب است زیرا روشی ساختاریافته و جامع برای تجزیه و تحلیل مسائل زیست‌محیطی ارائه می‌کند [۲].

مدل DPSIR چندین مزیت را برای گزارش های SOE ارائه می دهد [۳, ۴]:

- رویکرد سیستمی: چارچوبی جامع ارائه می‌کند که فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی را با نتایج محیطی مرتبط می‌کند و درک عمیق‌تر از تعامل پیچیده بین عوامل مختلف را تسهیل می‌کند.
- شناسایی نقاط اهرمی: با تقسیم موضوع به اجزای مختلف، چارچوب DPSIR به شناسایی نقاط مؤثر مداخله برای سیاست‌ها و استراتژی‌های مدیریتی کمک می‌کند.
- تجزیه و تحلیل مقایسه ای: امکان مقایسه شرایط محیطی در طول زمان و در مناطق مختلف جغرافیایی را فراهم می کند که در ارزیابی اثربخشی اقدامات اجرا شده بسیار مهم است.
- تسهیل تعامل ذینفعان: ساختار واضح DPSIR به برقراری ارتباط مسائل پیچیده زیست محیطی با ذینفعان، از جمله سیاست گذاران، رهبران صنعت و مردم کمک می کند و تلاش های مشترک در مدیریت زیست محیطی را تقویت می کند.
- هدایت تحقیق و نظارت: DPSIR می تواند تحقیقات هدفمند و تلاش های نظارتی را هدایت کند و به جمع آوری داده های مربوطه و ارزیابی روندهای زیست محیطی کمک کند.

در ایران شهرهای اندکی مطالعات SOE را در قالب چهارچوب DPSIR انجام دادند. مهمترین شهرها عبارتند از تهران و مشهد که به دنبال آن مقالات متعددی نیز به چاپ رسیده است که در ادامه برخی از پژوهش های مرتبط ذکر شده است.

اسدی (۱۴۰۱) وضعیت محیط زیست شهر مشهد را با استفاده از مدل DPSIR بررسی نمود [۵]. جامعه آماری شهر مشهد بر اساس هفت بعد مورد مطالعه در سند توسعه محیط زیست شهر مشهد (۱۳۹۶) انتخاب شده است. پس از شناسایی عوامل DPSIR در هر بعد، از نظر ۱۴ تن از خبرگان استفاده شده و با اهمیت ترین و اثرگذارترین عوامل تلفیق و مشخص شد و سپس تحلیل علی معلولی انجام شده است. نتایج نشان می دهد که گسترش شهرنشینی، رشد جمعیت شهری، مهاجرت و حاشیه نشینی، رشد و توسعه صنعتی، سبک زندگی و گرایش به رفاه بیشتر، رشد سریع فناوری، تغییر اقلیم و نبود مدیریت یکپارچه شهری و زیست محیطی مهمترین نیروهای محرکه ای هستند که در یک سلسله روابط علی معلولی به روند فشار، وضعیت، اثر و در نهایت پاسخ هایی منجر می شوند.

زبردست و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از مدل DPSIR برنامه ریزی محیط زیستی آلودگی هوا را در چارچوب نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ برای شهر تهران پیشنهاد کردند [۶]. طبق نظر ایشان مهم ترین نیروهای محرکه موثر در آلودگی هوای تهران، شامل

---

[۱] Drivers-Pressures-State-Impact-Responses

[۲] State of Environment

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مسائل اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی، وسایل نقلیه موتوری و استقرار نامناسب صنایع است که شاخص های آن ها به صورت کمّی ارائه شده است. در بخش فشارها نیز به مسائلی نظیر میزان مصرف سوخت های فسیلی، انتشار گازهای آلاینده، میزان پیمایش، خودروهای فرسوده و ترافیک پرداخته شده است. در بخش وضعیت، شاخص های کیفیت هوا و نقشه غلظت آلاینده ها ارائه و در بخش اثر نیز هزینه های خارجی مرتبط آلودگی هوای تهران محاسبه شده است. در نهایت با استفاده از همین چارچوب مفهومی، پاسخ های مناسب به تفکیک اجزای مدل ارائه شد.

خوارزمی و همکاران (۱۴۰۱) چالش های محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد را با استفاده از مدل DPSIR بررسی نمودند [۷]. در این پژوهش نقش عوامل موثر در سه بخش میزان تاثیرگذاری در صورت وقوع، احتمال وقوع گزینه در آینده و تشریح وضعیت موجود بررسی شد. طبق نتایج میزان تاثیرگذاری در صورت وقوع به غیر از بعد مدیریت پسماند در سایر ابعاد شامل مدیریت آب، مدیریت یکپارچه زیست محیطی، زیبا سازی شهری، فرهنگ و هویت، ساختمان هوشمند، مدیریت فاضلاب و توسعه برق سبز بالا بود و در احتمال وقوع آینده، گزینه بعد فرهنگ و هویت وضعیت نسبتا مطلوبی را نسبت به سایر ابعاد به خود اختصاص داده است. در انتها وضعیت موجود نشان از وضعیت نامطلوب محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد است.

همچنین مطالعات دیگری نیز با استفاده از مدل DPSIR انجام شده که در ادامه به برخی از آنها اشاره شده است.

رباطی و قازانچای (۱۳۹۸) وضعیت زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی استان مازندران را با استفاده از مدل مفهومی DPSIR مورد بررسی قرار دادند [۸]. در این مطالعه بررسی پیش رانها و عوامل اثرگذار و فشارآور بر منابع طبیعی و اکوسیستم استان مازندران در قالب یک مطالعه توصیفی تحلیلی بر پایه مطالعات کتابخانه ای و مرور جامع بر اساس چارچوب تحلیلی مدل DPSIR انجام شد. نتایج مطالعه حاکی از افزایش مساحت در پوشش های مسکونی، کشاورزی،مرتع، جاده، حمل و نقل و کاهش مساحت جنگل های استان بوده است. همچنین افزایش تراکم جمعیت، توسعه کشاورزی، توسعه راهها، توسعه صنعتی، توسعه شهری از نیروهای محرکه (عوامل پیش ران) این مطالعه بودند. نتایج مطالعه نشان داد که مدل DPSIR می تواند اطلاعات متنوع درباره شرایط استان را طبقه بندی کند تا این اطلاعات برای پاسخ های احتمالی در اختیار سیاستگزاران قرار گیرند و به همین دلیل این روش در دهه های اخیر با سرعت فزاینده ای توسط محققان و سیاستگزاران در حال استفاده است.

صالحی و رمضانی (۱۴۰۱) تاثیر تغییر کاربری زمین بر خدمات اکوسیستم را با استفاده از مدل DPSIR بررسی کردند [۹]. نتایج این مطالعه نشان داد که نیرو محرکه اصلی؛ ایجاد تغییر کاربری زمین، رشد جمعیت، شهرنشینی و رشد اقتصادی است که باعث تحمیل فشارهایی مثل افزایش تقاضا برای زمین (مسکونی، زیرساخت)، تغییر کاربری اراضی کشاورزی، جنگل زدایی و استفاده بیش از حد از منابع می شوند. این شاخص های فشار باعث تغییر کیفیت خاک و تغییرات آب و هوایی در وضعیت سیستم می شوند که اثراتی مانند کاهش بهره وری زمین، کاهش منابع طبیعی، از دست دادن تنوع زیستی و افزایش مهاجرت از روستا به شهر را به دنبال دارند.

کاردان مقدم و روزبهانی (۱۳۹۷) با استفاده از ساختار DPSIR و تحلیل سلسله مراتبی تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی را با مشارکت ذینفعان بررسی نمودند [۱۰]. رویکرد یکپارچه DPSIR در سیستم آبخوان با توجه به وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی می تواند کارایی طرح تعادل بخشی را ارتقاء بخشد. این رویکرد با درنظرگیری چهار بخش نیروی محرک، فشار، حالت و اثرات می تواند جهت تدوین سیاست بهره برداری مناسب با در نظرگیری سازگاری با وضعیت آبخوان بکار گرفته شود. در این پژوهش ضمن پیشنهاد رویکرد یکپارچه DPSIR برای مدیریت آبخوان ها، سیاست سازگاری مناسب جهت بهره برداری بهینه با درنظرگیری تصمیم گیری در ۴ سطح عملیاتی تدوین و پیشنهاد شد.

جعفری و همکاران (۱۳۹۸) تاب آوری شهری را با مدل DPSIR به منظور ارزیابی اثرات سیاست های مدیریت شهری بر شاخص های پایداری را بررسی نمودند [۱۱]. طبق نظر ایشان می توان فشارها و وضعیت ناشی از اقدامات در حوزه توسعه فضایی و کالبدی شهر را از طریق مدل DPSIR ارزیابی کرد. همچنین تقابل مولفه های اثر نیز می تواند در تشدید وضعیت نقش داشته باشد و در این چارچوب قابل بررسی هستند.

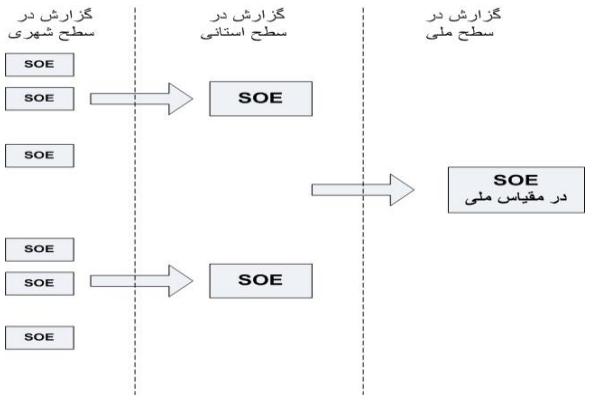
امیر بیگی و همکاران (۱۴۰۰) مدل یکپارچه مدیریت آلودگیهای محیط زیستی در سکونتگاههای غیررسمی را بر اساس چهارچوب DPSIR در شهر مشهد بررسی نمودند [۱۲]. در این پژوهش با روش مشاهده مبتنی بر پیمایش میدانی، تحلیل مطالعات مرتبط، بررسی اسناد بالادستی و سندهای توسعه شهری مشهد، مولفه های اصلی DPSIR در موضوع پژوهش شناسایی شدند و سپس با کسب نظر خبرگان عوامل نهایی موثر در آلودگی محیط زیستی سکونتگاههای غیررسمی مشهد شناسایی شدند. طبق نتایج افزایش جمعیت ناشی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

از نرخ بالای مهاجرت به شهر مشهد و توسعه نامتوازن فضایی- کالبدی سکونتگاههای غیررسمی، ویژگیهای اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی حاکم بر این سکونتگاهها، در کنار پایین بودن سواد محیط زیستی ساکنان و نبود حکمروایی خوب شهری، به عنوان مهمترین نیروهای محرکه در ایجاد آثار آلودگی های محیط زیستی در سکونتگاه های غیررسمی شهر مشهد هستند.

حفظ ترتیب در انجام مطالعات بر حسب مقیاس مطالعه بسیار مهم است. به عبارت دیگر بایستی در وحله اول مطالعات برای شهر های یک منطقه انجام شوند. سپس برای کل استان و در نهایت برای کشور. همانطور که ملاحظه می شود تعداد مطالعات مقیاس شهرها بیشتر از حالت استان ها خواهد بود و در نهایت منجر به گزارش نهایی ملی در مقیاس کشوری می شود. همچنین، اطلاعات خروجی مطالعات مقیاس شهری به عنوان اطلاعات ورودی برای مطالعات مقیاس استانی است و خروجی مطالعات استانی، اطلاعات ورودی مطالعات مقیاس کشوری خواهد بود. البته مطمئنا در مقیاس استانی اطلاعات بیشتری نسبت به مقیاس شهری مورد نیاز خواهد بود. در شکل (۱) ترتیب مورد نظر نشان داده شده است.



شکل ۱- سطح بندی مطالعات SOE

در ضمن این گزارشات در کشورهای توسعه یافته به صورت سالیانه تهیه می شوند. یکی از نکات مهم در این امر قابلیت دنبال کردن اتفاقات و روند وضعیت محیط زیستی در مناطق برحسب این گزارشات است. برای مثال کشور استرالیا و نیوزلند هر سال این گزارشات را با فرمت و شاخص های محیط زیستی ثابت تهیه می کنند و لذا مسئولین و محققین می توانند روند تغییرات زمانی را نیز مطالعه و بررسی کنند. در کشور ایران این روند را می توان در سازمان آمار ایران مثال زد که اطلاعات لازم را با فرمت و موضوعات ثابت در دوره های زمانی یکسان جمع آوری و ارائه می کند.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱-مدل DPSIR

مدل DPSIR از حروف اول پنج کلمهٔ نیروی محرکه، فشارها، وضعیت، و پاسخ‌ها تشکیل شده است که به ترتیب زنجیره علت و معلولی را در مورد هر یک از مؤلفه‌های محیط‌زیستی بیان می‌کند. این مدل سعی دارد گروهی از عوامل را که تعیین‌کننده مشخصه‌های تأثیرگذار بر محیط‌زیست در هر سطح جغرافیایی(محلی، منطقه‌ای، ملی و جهانی) هستند تعریف کرده و آنها را به هم ربط دهد. که در این پژوهش کلان شهر تهران(سطح محلی) مورد نظر می‌باشد.

بنابراین این مدل به عنوان چارچوب تحلیلی شناخته می‌شود که در جستجوی ایجاد یک رابط منطقی بین عامل‌ها است. این مدل وضعیت (S) محیط‌زیست و روند آن را ارزیابی نموده و عوامل مستقیم(فشار) و غیرمستقیم(نیروی محرکه) که موجب بروز این وضعیت شده‌اند را شناسایی و معرفی می‌کند. همچنین پاسخ‌هایی(R) را که بهبود وضعیت انجام شده یا باید صورت گیرد به همراه وزن‌دهی هر کدام از عوامل را شناسایی و معرفی می‌کند. همانند هر پژوهشی انجام این تحقیق نیز مستلزم وجود اطلاعات پایه‌ای و پایشی مناسب و به هنگام و مورد اعتماد در حوزه محیط‌زیست در تهران است که ممکن است با موانع و مضایقی مواجه باشد.

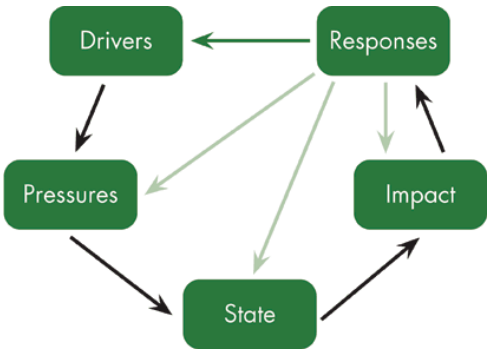
اگر چه این مدل به طور گسترده در ارزیابی های زیست محیطی بکار گرفته می شود. اما بنظر می رسد قابلیت بسیار بالایی در بررسی پدیده های محیطی و اقلیمی داشته باشد. از آنجائیکه بیشتر تحقیقات کشور در حال حاضر بر مبنای روش های آکادمیک صورت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

می گیرد مدل معرفی شده این قابلیت را داراست تا با رویکردی کاربردی به عنوان ابزاری جهت تصمیم گیری ها و تدوین برنامه ها مدیریتی و اجرایی استفاده گردد. در حقیقت این روش از علل به وجود آورنده پدیده تا اقدامات و سیاست های اتخاذ شده و حتی مورد نیاز را شناسایی و بررسی می کند. نکته ای که جهت برنامه ریزی و تدوین استراتژی مقابله و انطباق با پدیده ها بسیار ضروریست.

یکی از ایرادات مدل DPSIR این است که واکنش های پیشنهاد شده همه در یک سطح در نظر گرفته می شوند (شکل ۰-۱) و لذا نمی توان برنامه اجرایی آنها را بر اساس اولویت و یا میزان اثر گذاری آنها مشخص کرد.



شکل ۰-۱- ارتباط اجزا مدل DPSIR

DPSIR ابزار مؤثری برای تشریح مسایل محیطزیستی و درک ارتباطات بین انتشار آلاینده و اثرات آن‌هاست. این ابزار، ساختار سازمان یافته‌ای را برای تجزیه‌وتحلیل مسایل محیطزیستی در مقیاس‌های مختلف مکانی از آبخیزهای کوچک تا سیستم‌های جهانی فراهم می‌کند. رویکرد DPSIR شکل توسعه یافته چارچوب PSR است که توسط سازمان همکاری و توسعه اقتصادی ایجادشده است. این چارچوب مفهومی جهت سازمان‌دهی اطلاعات وضعیت محیطزیست و ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و تغییرات احتمالی محیطزیست استفاده می‌شود. این رویکرد، بر اساس رابطه علی- معلولی است که با فعالیت‌های انسانی (نیرومحرکه) و فشار بر محیطزیست شروع و سپس با تغییرات کمّی و کیفی منابع طبیعی منجر به پاسخ‌های اجتماعی می‌شود.

به منظور استخراج مؤلفه‌ها و موضوعات اصلی بر اساس مدل DPSIR با توجه به ضرورت تحقیق و اهداف اصلی و فرعی مورد نظر، بر اساس نقطه نظرات اخذ شده از سوی صاحب نظران، مدیران مرتبط، فعالان محیطزیست و خبرگان این موضوع، مؤلفه‌ها در قالب تدوین ارکان هدفمند برنامه‌ریزی راهبردی، استخراج می‌شوند.

جدول ۱- جامعه خبره در مطالعات DPSIR

ردیف	گروه هدف	هدف مورد نظر
۱	مدیران	ارزیابی میزان مؤلفه‌های مؤثر در برنامه‌ریزی راهبردی آلودگی هوا
۲	مدیران ارشد	استخراج نقاط ضعف، قوت، فرصت، تهدید، و استراتژی‌های مورد نظر در برنامه‌ریزی راهبردی آلودگی هوا
۳	خبرگان	شناسایی متغیرهای مؤثر بر برنامه‌های راهبردی آلودگی هوا
۴	کارشناسان ارشد	شناسایی وضعیت موجود محیطزیستی با رویکرد آلودگی هوا

گزارشات وضعیت محیط زیستی (SOE) در سال های اخیر در بسیاری از کشور های دنیا برای بررسی مسائل محیط زیستی، وضعیت کنونی و روند آنها مطالعه و تهیه شدند. این گزارش ها عمدتا برای سیاست‌گذاری‌های دولت و مقامات محیط زیست مورد استفاده قرار می گیرند.

کشور های توسعه یافته ای مانند آمریکا، استرالیا و نیوزلند و همچنین کشور های در حال توسعه ای مانند هند و آفریقای جنوبی در تهیه این گزارشات سعی و تلاش زیادی در سالهای اخیر کرده‌اند. برای مثال در کشور نیوزلند ارائه این گزارشات به صورت سالیانه به مقامات دولتی برای مناطق مختلف کشور الزامی است که خود نشان دهنده اهمیت این موضوع در حفظ کیفیت محیط زیست و اخذ تصمیمات درست است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲-۲-تصمیم گیری چند معیاره

مسائل ساده ای که تعداد اندکی معیار و گزینه برای تصمیم گیری دارند را می توان بدون استفاده از روش های خاص حل کرد؛ اما زمانی که تعداد معیارها و آلترناتیوها زیاد می شود لازم است که با روشهای سیستماتیک و مقبول اقدام به حل مسئله و تصمیم گیری شود [۱۳]. استفاده از این تکنیک ها باعث ساختاردهی به ارزش ها و ذهنیات تصمیم گیران می شود.

یکی از کارامدترین ابزارهایی که برای حل مسائلی که برای حل آن ها لازم است که همزمان چند هدف و معیار مورد توجه قرار گیرند، تحلیل تصمیم چند معیاره است. تصمیم گیری چند معیاره یکی از انواع مدل های تصمیم گیری است که با بکارگیری چندین معیار (گاها ناهمگون)، مسئله تصمیم را به نحو شایسته ای بهینه سازی می کند [۱۴]. تحلیل تصمیم چند معیاره به دو نوع تصمیم گیری چند هدفه[۱]و تصمیم گیری چند شاخصه[۲]تقسیم بندی می شود [۱۳]. در مسائل تصمیم گیری چند شاخصه گزینه ها بر اساس چند شاخص گوناگون اولویت بندی می شوند. یک مسئله تصمیم گیری را می توان در قالب روش های تصمیم گیری چند شاخصه کلاسیک سازماندهی و بیان نمود [۱۵].

روش های تصمیم گیری چند شاخصه در دهه ۱۹۸۰ رو به توسعه نهادند. ازجمله این روش ها می توان موارد زیر را نام برد:

۱.فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).

۲.SWA[۳]

۳.TOPSIS[۴]

۴.روش های Outranking مانند ELECTRE

مراحل انجام تحلیل سلسله مراتبی در ادامه ارائه شده است:

مرحله اول- مقایسات زوجی

جدول‌های مقایسه‌ای بر اساس درخت سلسله مراتب از پایین به بالا تهیه می‌شوند. به عبارت دیگر، گزینه‌های رقیب در سطح ۳ باید به واسطه هر یک از فاکتورها در سطح ۲ مورد مقایسه دو به دو قرار گیرند. مقایسه دو به دو با استفاده از مقیاسی ک از ترجیح یکسان تا بی‌اندازه مرجح، طراحی شده است انجام می‌گیرد. تجربه نشان داده است که استفاده از $\frac{۱}{۹}$ تا ۹ تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا مقایسات را به گونه‌ای مطلوب انجام دهد. به همین علت استفاده از جدول زیر در امتیاز دهی مقایسه‌ای به صورت یک مقیاس استاندارد در آمده است.

جدول ۲- مقیاس مقایسه دو به دو در AHP

درجه اهمیت در مقایسه دو به دو	مقدار عددی
ترجیح یکسان	۱
یکسان تا نسبتا ارجح	۲
نسبتا ارجح	۳
نسبتا تا قویا ارجح	۴
قویا ارجح	۵
قویا تا بسیار قوی ارجح	۶
ارجیح بسیار قوی	۷
بسیار تا بی اندازه ارجح	۸
بی اندازه ارجح	۹

[۱] Multi Objective Decision Making

[۲] Multi Criteria Decision Making

[۳] Simple Weighted Addition

[۴] Technique for Ordered Preference by Similarity to an Ideal Solution

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

هنگام مقایسه دو به دو، در آغاز باید معادل اهمیت دو به دو به طریق رتبه‌ای مشخص گردد. سپس مقدار عددی متناظر با آن در ماتریس مقاسیات زوجی آورده شود.

مرحله دوم- استخراج از اولویت‌ها ازماتریس‌های مقایسه گروهی

برای استخراج اولویت صرفا ماتریس‌های مقایسه گروه را در نظر میگیریم. برای تعیین اولویت از مفهوم نرمال‌سازی[۱] و میانگین موزون[۲] استفاده می‌شود.

مرحله سوم- انتخاب بهترین گزینه

برای انتخاب بهترین سیستم لازم است که مقادیر هر ردیف در مقادیر متناظر فاکتورها ضرب شوند.

مرحله چهارم- نرخ ناسازگاری

یک ماتریس ممکن است سازگار و یا ناسازگار باشد در ماتریس سازگار محاسبه وزن، ساده بوده و با استفاده از نرمالیزه کردن تک تک ستون‌ها به دست می‌آید. علاوه بر محاسبه وزن در ماتریس‌های ناسازگار، محاسبه مقدار ناسازگاری نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. در حالت کلی می‌توان گفت که میزان قابل قبول ناسازگاری یک ماتریس یا سیستم، بستگی به تصمیم‌گیرنده دارد اما توماس ال ساعتی[۳] عدد ۰/۱ را به عنوان حد قابل قبول ارایه می‌نماید و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است در قضاوت‌ها تجدیدنظر گردد [۱۶]. اگر عناصر ماتریس مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله بگیرد، مقادیر ویژه آن نیز مقدار کمی از حالت سازگاری خود فاصله خواهد گرفت.

از طرف دیگر طبق تعریف برای هر ماتریس مربعی A داریم:

$$A \times W = \lambda . W \qquad (۱)$$

که در آن W و λ به ترتیب بردار ویژه و مقدار ویژه ماتریس A می‌باشند. در حالتی که ماتریس A سازگار باشد یک مقدار ویژه برابر n بوده (بزرگ‌ترین مقدار ویژه) و بقیه آنها برابر صفر هستند. بنابراین در این حالت می‌توان نوشت:

$$A \times W = n . W \qquad (۲)$$

در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی A ناسازگار باشد، λ_{max} کمی از n فاصله می‌گیرد که می‌توان نوشت:

$$A \times W = \lambda_{max} . W \qquad (۳)$$

از آنجا که λ_{max} همواره بزرگتر یا مساوی n است و چنانچه ماتریس از حالت سازگاری کمی فاصله بگیرد λ_{max} از n کمی فاصله خواهد گرفت بنابراین تفاضل λ_{max} و n می‌تواند معیار خوبی برای اندازه‌گیری ناسازگاری ماتریس باشد. بی‌تردید مقیاس (λ_{max} -n) به مقدار n (طول ماتریس) بستگی داشته و برای رفع این وابستگی می‌توان مقیاس را به صورت زیر تعریف نمود که به آن شاخص ناسازگاری (I.I) گویند که مطابق رابطه زیر نشان داده شده است.

---

[۱] Normalize

[۲] weighted average

[۳] Thomas L. Saaty

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

$$I.I.=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-۱} \qquad (٤)$$

مقادیر شاخص ناسازگاری (I.I) را برای ماتریس‌هایی که اعداد آن‌ها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند محاسبه کرده‌اند و آن‌را شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی $(I.I.R.)$ نام نهاده‌اند که مقادیر آن‌ها برای ماتریس‌های n بعدی مطابق است [۱۷].

جدول ۳- شاخص ناسازگاری ماتریس های تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
I.I.R	۰	۰	۰,۵۸	۰,۹	۱,۱۲	۱,۲۴	۱,۳۲	۱,۴۱	۱,۴۵	۱,۴۵

برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری (I.I) بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R) هم بعد آن، معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری می‌باشد که نرخ ناسازگاری (I.R) نامیده می‌شود. چنانچه این عدد کوچکتر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری سیستم قابل قبول است وگرنه باید در قضاوت‌ها تجدید نظر نمود.

۲-۳-منطقه مورد مطالعه

تهران بزرگ‌ترین شهر و پایتخت ایران و مرکز استان تهران و شهرستان تهران است. جمعیّت آن ۸٬۲۴۴٬۵۳۵ نفر است و بیست و پنجمین شهر پرجمعیّت جهان به شمار می‌آید. مساحت این شهر ۷۳۰ کیلومتر مربّع است.

این شهر یکی از بزرگ‌ترین شهرهای غرب آسیا و بیست و هفتمین شهر بزرگ دنیا است. شهر تهران، در شمال کشور ایران و جنوب دامنه رشته‌کوه البرز واقع شده‌است. این شهر دارای یک شبکه متراکم بزرگ‌راهی و چهار خطّ فعّال مترو است که فقط در بهار سال ۱۳۹۰، ۱۲۹ میلیون مسافر را جابه‌جا کرده‌اند.

آب و هوای شهر تهران تاثیرگرفته از کوهستان در شمال (نسیم توچال) و دشت در جنوب است. جز منطقه‌های شمالی تهران که تحت تأثیر کوهستان، تا اندازه‌ای معتدل و مرطوب هستند، آب و هوای دیگر منطقه‌های شهر کمابیش گرم و خشک و در زمستان‌ها اندکی سرد است. مهم‌ترین منبع بارش در این شهر بادهای مرطوب مدیترانه‌ای و اطلسی هستند که از سوی غرب می‌وزند. رشته کوه البرز همچون سدی از نفوذ بسیاری از توده‌های هوا جلوگیری می‌کند، از همین روی سبب گردیده که هوای تهران از یک سو خشک‌تر و از سوی دیگر از آرامش نسبی برخوردار باشد.

بر پایه آمار رسمی نزدیک به ۷۳۹ بوستان فعال در تهران وجود دارد که بیش از ۱۲٫۵۳۴٫۲۸۳ مترمربع از سطح تهران را به خود اختصاص داده‌اند. آلودگی هوا در شهر تهران عمدتاً مصنوعی و ناشی از فعالیّت وسایل نقلیه‌است که سهمی ۸۰ درصدی در آلودگی هوای شهر دارند و تولیدکننده گازهای سمی دی اکسید نیتروژن و مونو اکسید کربن هستند. این وسایل نقلیّه گاز دی اکسید کربن نیز تولید می‌کنند که هرچند سمّی نیست اما سبب گرم شدن زمین می‌شود. ارائه یارانه سوخت و در نتیجه ارزان بودن آن و تعرفه بالای گمرکی بر خودروهای وارداتی و در نتیجه افت کیفیت تولیدات خودرو و ورود سالانه انبوهی از خودروهای تازه‌ساز از یک سو و محصور بودن در بین کوه‌ها از ۳ طرف که مانع خروج آلودگی‌ها از شهر می‌شود عوامل اصلی آلودگی هوا در تهران هستند.

سالانه بیش از ۵۰۰ گرم ذرّات آلاینده معلّق وارد بدن هر تهرانی می‌شود در حالی که بدن تنها توانایی پالایش ۲۳۰ گرم آلاینده را در سال دارد. آلودگی هوا به تنهایی در شهر تهران روزانه حدود ۳۰ تن را به کام مرگ می‌فرستد [۱۸-۲۰]. همچنین کیفیت پایین بنزین عرضه شده در ایران که خود ناشی از تحریم‌های علیه ایران و استفاده از مواد آلاینده به جای کاتالیست در فرایند تولید بنزین است نیز جزو دلایل آلودگی هوای شهرهای بزرگ نظیر تهران دانسته می‌شود [۲۱].

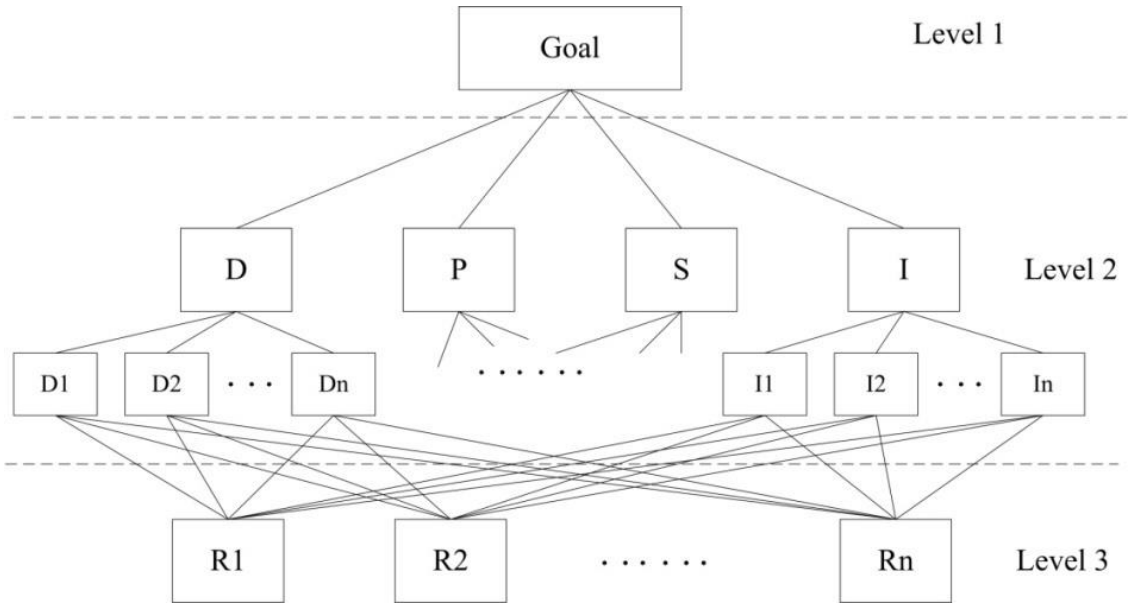
گسترش وسایل نقلیه عمومی به ویژه مترو و فرهنگسازی برای استفاده از این وسایل و الزام خودروسازها به پیروی از استانداردهای روز و رساندن قیمت سوخت مصرفی به سطح قیمت‌های جهانی از مهمترین راهکارهای مبارزه با آلودگی هوا شناخته می‌شوند. مزیت ترکیب روش DPSIR و FAHP امکان توسعه تصمیم گیری در سطح گزینه ها می باشد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۳- بحث و نتایج

همانطور که در قسمت های قبل گفته شد یکی از معایب روش DPSIR ارائه راهکارهای بهبود وضعیت بدون اولویت بندی است. لذا، در این پژوهش سعی شده تا با ترکیب روش DPSIR با تحلیل سلسله مراتبی علاوه بر اجرای مدل DPSIR تغییراتی در ساختار سلسله مراتبی این مدل بر اساس AHP داده شده تا فاکتور R در سطح گزینه های تصمیم گیری قرار گرفته شوند و در نتیجه در حین اجرای مدل DPSIR، مقایسات زوجی نیز به اطلاعات این مدل افزوده شوند و در نهایت الویت بندی پاسخ های به عوامل فشار و نیروی محرکه بدست آیند. با این تفاسیر، نتیجه مدل DPSIR یک برنامه استراتژیک سطح بندی شده با اولویت های اثر گذاری مشخص خواهد بود. در **Error! Reference source not found.** ساختار سلسله مراتبی ترکیبی دو مدل AHP و DPSIR مشاهده می شود.



شکل ۲- ساختار ترکیبی سلسله مراتبی مدل DPSIR در مدل AHP

بر اساس بررسی های انجام شده در رابطه با شرایط و وضعیت IE در شهرک های صنعتی ایران خصوصا شهرک صنعتی البرز استان قزوین، فاکتور های مدل DPSIR در زیر گردآوری شدند. همانطور که نشان داده شده است تعداد ۴ عامل محرک (D)، ۵ عامل فشار (P)، ۴ عامل نشان دهنده وضعیت (S) و ۴ عامل نشان دهنده اثرات (I) به عنوان معیارهای مقایسه بین پاسخ ها (R) پیشنهاد شدند. همچنین، با توجه به معیار های معرفی شده، ۵ پاسخ یا واکنش جهت بهبود وضعیت، کاهش فشارها، هدایت عوامل محرک به سمت بهبود وضعیت و اثرات پیشنهاد شد.

جدول ۴- فاکتورهای DPSIR

Driving force	
D1	فرهنگ پایین رانندگی
D2	جمعیت بالای شهری
D3	ضعف قوانین بازدارنده
D4	ضعف سیستم ارشاد و جریمه رانندگی
Pressure	
P1	خودروهای فرسوده
P2	ترافیک بالا
P3	گمرک بالای خودروهای خارجی
P4	کیفیت پایین خودروهای داخلی
P5	حمل و نقل عمومی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

State	
S1	تعداد زیاد روزهای ناپاک
S2	بالا بودن AQI
S3	تعداد بالای بیماران ریوی و تنفسی در شهر
S4	بالا بودن غلظت آلاینده های هوا
Impact	
I1	خسارت بر سلامت انسان
I2	ترافیک زیاد
I3	خسارت بر پوشش گیاهی
I4	اثرات تجمعی
Responses	
R1	حمل و نقل عمومی
R2	بهبود کیفیت سوخت
R3	بهبود استاندارد آلایندگی خودرو
R4	معاینه فنی خودرو
R5	مدیریت ترافیک

در ادامه طبق روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی، مقایسات زوجی مدل در قالب هر فاکتور DPSI برای گزینه های R در جدول ۵ تا ۱۱ نشان داده شدند. این مقایسات بر اساس نتایج بخش آسیب شناسی و کسب نظرات خبرگان شامل ۱۴ نفر از مدیران شهرداری، ۸ نفر از مدیران سازمان محیط زیست و ۴ نفر از اساتید دانشگاه با تخصص مرتبط و سابقه کار بیش از ۱۰ سال جمع آوری و در نرم افزار Choice Expert به عنوان پرسشنامه های گروهی مورد استفاده قرار گرفت. همانطور از مقادیر CR مشخص است تمامی تصمیمات سازگار بوده و از دقت تصمیم گیری مناسبی برخوردار است. جداول زیر مقایسات راهکارها (R) بر اساس فاکتورهای DPSI را نشان می دهد.

جدول ۵- مقایسات زوجی واکنش ها (R) نسبت به عوامل نشان دهنده اثرات (I)

Compare the relative preference with respect to: I \ I1					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		0.33333333	5	3	0.33333333
R2			7	5	1
R3				0.33333333	0.14285714
R4					0.14285714
R5	CR: 0.03				
Compare the relative preference with respect to: I \ I2					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		3	5	5	0.33333333
R2			5	3	0.2
R3				0.33333333	0.11111111
R4					0.14285714
R5	CR: 0.06				
Compare the relative preference with respect to: I \ I3					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		0.2	5	3	0.33333333
R2			9	7	3
R3				0.33333333	0.2

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

R4					0.2
R5	CR: 0.06				
Compare the relative preference with respect to: I \ I4					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		0.33333333	5	3	3
R2			7	5	5
R3				0.33333333	0.33333333
R4					1
R5	CR: 0.03				

جدول ٦- مقایسات زوجی واکنش ها (R) نسبت به عوامل نشان دهنده وضعیت (S)

Compare the relative preference with respect to: State \ S1					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		5	9	7	3
R2			5	3	0.33333333
R3				0.33333333	0.14285714
R4					0.2
R5	CR: 0.05				
Compare the relative preference with respect to: State \ S2					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		1	7	5	3
R2			7	5	3
R3				0.33333333	0.2
R4					0.33333333
R5	CR: 0.03				
Compare the relative preference with respect to: State \ S3					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		1	3	5	3
R2			5	5	3
R3				1	0.33333333
R4					0.33333333
R5	CR: 0.03				
Compare the relative preference with respect to: State \ S4					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		1	7	5	3
R2			7	5	3
R3				0.33333333	0.2
R4					0.33333333
R5	CR: 0.03				

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۷- مقایسات زوجی واکنش ها (R) نسبت به عوامل فشار (P)

Compare the relative preference with respect to: Pressure \ P1					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		3	0.33333333	0.2	5
R2			0.2	0.14285714	3
R3				0.33333333	7
R4					9
R5	CR: 0.05				
Compare the relative preference with respect to: Pressure \ P2					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		3	3	3	0.33333333
R2			1	1	0.2
R3				1	0.2
R4					0.2
R5	CR: 0.01				
Compare the relative preference with respect to: Pressure \ P3					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		1	0.2	0.33333333	1
R2			0.2	0.33333333	1
R3				3	5
R4					3
R5	CR: 0.01				
Compare the relative preference with respect to: Pressure \ P4					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		1	0.2	0.33333333	1
R2			0.2	0.2	1
R3				3	5
R4					3
R5	CR: 0.02				
Compare the relative preference with respect to: Pressure \ P5					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		5	7	3	7
R2			3	0.33333333	3
R3				0.2	1
R4					5
R5	CR: 0.03				

جدول ۸- مقایسات زوجی واکنش ها (R) نسبت به عوامل محرک (D)

Compare the relative preference with respect to: Driving Force \ D1					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		5	5	3	0.33333333
R2			1	0.33333333	0.14285714
R3				0.33333333	0.14285714
R4					0.2
R5	CR: 0.03				

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Compare the relative preference with respect to: Driving Force \ D2					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		3	3	3	0.33333333
R2			1	1	0.2
R3				1	0.2
R4					0.2
R5	CR: 0.01				
Compare the relative preference with respect to: Driving Force \ D3					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		3	0.14285714	0.2	0.33333333
R2			0.11111111	0.14285714	0.2
R3				3	5
R4					3
R5	CR: 0.05				
Compare the relative preference with respect to: Driving Force \ D4					
	R1	R2	R3	R4	R5
R1		7	5	3	0.33333333
R2			0.33333333	0.2	0.11111111
R3				0.33333333	0.14285714
R4					0.2
R5	CR: 0.05				

جدول ۹- مقایسات زوجی معیار ها نسبت به یکدیگر (DPSI)

Compare with respect to: Air Pollution approach in Tehran				
	Driving Force	Pressure	State	I
Driving Force		1	1	1
Pressure			1	1
State				1
I	CR: 0.00			
Compare the relative importance with respect to: Driving Force				
	D1	D2	D3	D4
D1		1	1	1
D2			1	1
D3				1
D4	CR: 0.00			

Compare the relative importance with respect to: Pressure					
	P1	P2	P3	P4	P5
P1		1	1	1	1
P2			1	1	1
P3				1	1
P4					1
P5	CR: 0.00				

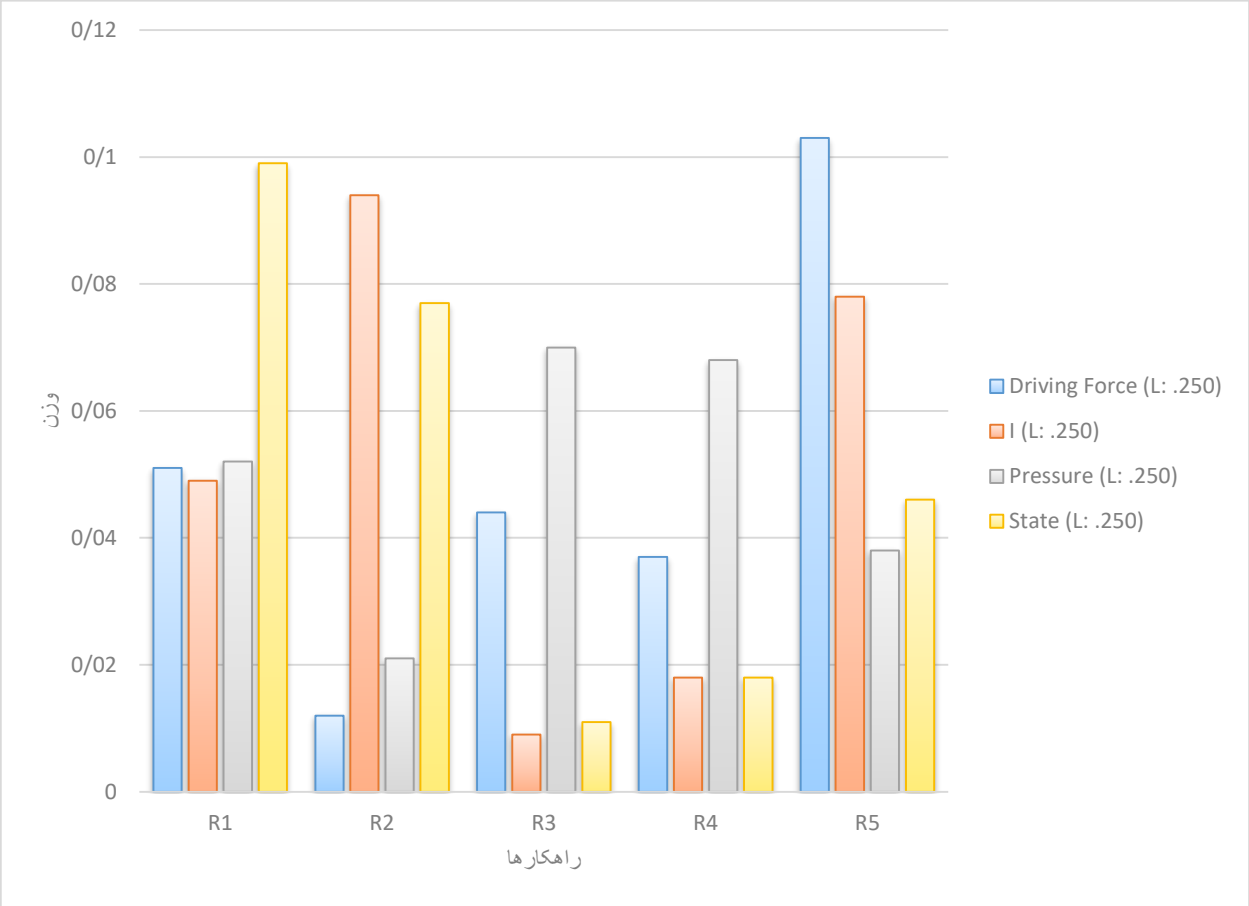
Compare the relative importance with respect to: State				
	S1	S2	S3	S4
S1		1	1	1

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

S2			1	1
S3				1
S4	CR: 0.00			
Compare the relative importance with respect to: I				
	I1	I2	I3	I4
I1		1	1	1
I2			1	1
I3				1
I4	CR: 0.00			

در جدول بالا نشان داده شده است که اهمیت فاکتورهای DPSI نسبت به یکدیگر برابر و مساوی است. به عبارت دیگر هریک از این فاکتورها اثر یکسانی بر راهکارها دارند.



شکل ۳- وزن های شاخص های مدل DPSI بر R

همانطور که در کلیه جداول مقایسات زوجی نشان داده شده است، تمامی ضرایب ناسازگاری (CR) کمتر از مقدار ۰,۱ است که این موضوع نشان دهنده سازگار بودن تصمیم ها و مقایسات و در نتیجه قابل قبول بودن این مدل تحلیل سلسله مراتبی است.

در جدوول ۱۰ وزن تفکیک شده گزینه ها نشان داده شده است. وزن ها به تفکیک و به صورت کلی برای هر یک از فاکتورهای DPSI محاسبه شده است. مقدار L نشان دهنده اهمیت هر فاکتور نسبت به سایر فاکتورها در سطح خودش است که همانطور که مشخص است وزن اهمیت برابر و مساوی است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱۰- وزن پاسخ ها و اولویت آنها در مدل AHP-DPSIR به تفکیک

Level 1	Level 2	R1	R2	R3	R4	R5	Grand Total
Driving Force (L: .250)	D1 (L: .250)	0.016	0.003	0.003	0.008	0.032	0.062
	D2 (L: .250)	0.015	0.005	0.005	0.005	0.031	0.061
	D3 (L: .250)	0.004	0.002	0.032	0.016	0.008	0.062
	D4 (L: .250)	0.016	0.002	0.004	0.008	0.032	0.062
Driving Force (L: .250) Total		0.051	0.012	0.044	0.037	0.103	0.247
Impacts (L: .250)	I1 (L: .250)	0.01	0.022	0.002	0.004	0.024	0.062
	I2 (L: .250)	0.016	0.008	0.002	0.004	0.032	0.062
	I3 (L: .250)	0.008	0.032	0.002	0.004	0.016	0.062
	I4 (L: .250)	0.015	0.032	0.003	0.006	0.006	0.062
Impacts (L: .250) Total		0.049	0.094	0.009	0.018	0.078	0.248
Pressure (L: .250)	P1 (L: .200)	0.006	0.003	0.013	0.026	0.002	0.05
	P2 (L: .200)	0.012	0.004	0.004	0.004	0.025	0.049
	P3 (L: .200)	0.004	0.004	0.025	0.012	0.004	0.049
	P4 (L: .200)	0.004	0.004	0.025	0.013	0.004	0.05
	P5 (L: .200)	0.026	0.006	0.003	0.013	0.003	0.051
Pressure (L: .250) Total		0.052	0.021	0.07	0.068	0.038	0.249
State (L: .250)	S1 (L: .250)	0.032	0.008	0.002	0.004	0.016	0.062
	S2 (L: .250)	0.023	0.023	0.002	0.005	0.01	0.063
	S3 (L: .250)	0.021	0.023	0.005	0.004	0.01	0.063
	S4 (L: .250)	0.023	0.023	0.002	0.005	0.01	0.063
State (L: .250) Total		0.099	0.077	0.011	0.018	0.046	0.251
Grand Total		0.251	0.204	0.134	0.141	0.265	0.995

در جدول ۱۱ وزن نهایی گزینه ها نشان داده شده است. همچنین، اولویت بندی راهکارها با بر اساس تاثیر گذاری هریک بر کاهش آلودگی هوا در این جدول نشان داده شده است.

جدول ۱۱- وزن پاسخ ها و اولویت آنها در مدل AHP-DPSIR

Responses	Driving Force	Impacts	Pressure	State	Grand Total	Priority
R1	0.051	0.049	0.052	0.099	0.251	4
R2	0.012	0.094	0.021	0.077	0.204	3
R3	0.044	0.009	0.07	0.011	0.134	1
R4	0.037	0.018	0.068	0.018	0.141	2
R5	0.103	0.078	0.038	0.046	0.265	5
Grand Total	0.247	0.248	0.249	0.251	0.995	-

همانطوریکه از جدول بالا در مدل AHP بر می آید، بهبود استانداردهای آلایندگی خودرو، رتبه اول با وزن ۰,۱۳۴ در بین ۵ اولویت داراست و معاینه فنی خودرو با وزن ۰,۲۰۴ رتبه دوم را داراست و به ترتیب بهبود کیفیت سوخت ، حمل و نقل عمومی و مدیریت ترافیک در رتبه های بعدی قرار دارند.

۴-نتیجه‌گیری

یک از مشکلات برنامه های مدیریت کنترل و کاهش آلودگی هوا در ایران و خصوصا در تهران عدم بررسی اولویت بندی و میزان اثر بخشی گام های اجرایی به جهت تمرکز منابع انسانی و مالی است. لذا، عملکرد گام به گام با در نظر گرفتن اولویت اجرایی راهکاری

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مناسب برای رسیدن به این هدف است. مدل هیبریدی FAHP-DPSIR مدلی مناسب برای یافتن اولویت بندی برنامه های محیط زیستی با رویکردی جامع و مدیریتی با در نظر گرفتن عدم قطعیت با ساختاری سلسله مراتبی است. در این مطالعه، پاسخ ها به بهبود عوامل فشار، محرک، وضعیت کنونی و اثرات در قالبی سلسله مراتبی بررسی و مقایسه شدند و در انتها میزان ارجحیت آنها نسبت به یکدیگر بدست آمد. توسعه و بهبود حمل ونقل عمومی، بهبود کیفیت سوخت، بهبود استاندارد آلایندگی خودرو، معاینه فنی خودرو و در نهایت مدیریت ترافیک شهری به ترتیب گام های اجرایی برنامه کنترل و کاهش آلودگی هوای تهران شناخته شدند. مدل توسعه یافته در این مطالعه برای استفاده در موارد مشابه خصوصا کشورهای در حال توسعه که با مشکل مدیریت مشابه ایران مواجه هستند پیشنهاد می شود. این مدل از انعطاف پذیری بالا و دقت در اولویت بندی با رویکردی جامع برخوردار است و به دلیل استفاده از تئوری فازی، عدم قطعیت و خطای تصمیمات انسانی را پوشش می دهد. نتایج نهایی دو مدل هیبریدی AHP-DPSIR و FAHP-DPSIR با هدف کاهش آلایندگی هوا در حوزه خودرو ها به دست آمد. همانطور که مشخص شد با ورود محیط فازی به محاسبات، اولویت بندی راهکارها تغییر کرده است. به طور کلی، هر دو رتبه بندی درست و قابل قبول است ولی از نظر ریاضیات مدل فازی بیشتر پیشنهاد می شود زیرا خطاهای انسانی و عدم قطعیت در تصمیم گیری ها در آن لحاظ شده است. لذا، در این مطالعه نتایج مدل فازی به عنوان نتایج اصلی و نهایی معرفی می گردد.

۵-منابع

1. Sacks, J.D., et al., *Quantifying the public health benefits of reducing air pollution: critically assessing the features and capabilities of WHO's AirQ+ and US EPA's Environmental Benefits Mapping and Analysis Program—Community Edition (BenMAP—CE).* Atmosphere, 2020. **11**(5): p. 516.

۲. خطیبی, ع. (و دیگران). معرفی مدل *DPSIR* و قابلیت کاربرد آن در تصمیم گیری های محیط زیستی. ۱۳۹۴.

3. Gari, S.R., A. Newton, and J.D. Icely, *A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems.* Ocean & Coastal Management, 2015. **103**: p. 63-77.

4. Tscherning, K., et al., *Does research applying the DPSIR framework support decision making?* Land use policy, 2012. **29**(1): p. 102-110.

۵. اسدی. ر. ا. تحلیل وضعیت محیط زیست شهر مشهد با مدل *DPSIR*. 1401.

۶. زبردست, ل. (و دیگران). ارائه رهیافت سیستمی در برنامه ریزی محیط زیستی آلودگی هوا با استفاده از چارچوب نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ *(DPSIR)* مطالعه موردی: شهر تهران. ۱۳۹۴.

۷. خوارزمی, ا. ع. (و دیگران). چالش های محیط زیست هوشمند در کلانشهر مشهد با استفاده از مدل *DPSIR*. 1401.

۸. رباطی, م. و ا. قازانچایی. سنجش وضعیت زیست محیطی- اقتصادی و اجتماعی استان مازندران با رویکرد مدل مفهومی *DPSIR*. 1398.

۹. صالحی, ا. و ر. رمضانی کیاسج محله. بررسی تاثیر تغییر کاربری زمین بر خدمات اکوسیستم با استفاده از مدل *DPSIR* در دهمین کنفرانس بین المللی پژوهشهای نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست. ۱۴۰۱.

۱۰.کاردان مقدم, ح. و ع. روزبهانی. ارزیابی ساختار *DPSIR* جهت تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی با تصمیم گیری چندمعیاره و مشارکت ذینفعان. ۱۳۹۷.

۱۱. جعفری, ض. و ز. جعفری. یکپارچه سازی مفهوم تاب آوری شهری با مدل *DPSIR* با هدف ارزیابی اثرات سیاست های مدیریت شهری بر شاخص های پایداری در هفدهمین همایش ملی ارزیابی اثرات محیط زیستی ایران. ۱۳۹۸.

۱۲. امیربیگی, ح., ن.ا. منصوری و ا. حمصی. ارائه مدل یکپارچه مدیریت آلودگیهای محیط زیستی در سکونتگاههای غیررسمی بر اساس چهارچوب *DPSIR* (مطالعه موردی: شهر مشهد). ۱۴۰۰.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

13. cheng, s.k., *Developement of a fuzzy multi-criteria decision support system for muncipial solid waste management*, in *garduate studies and research* 2000, university of regina.
14. Kahraman, C., *multicriteria decision making methods and fuzzy sets*. springer, 2008: p. 1-8.
۱۵. دزفولی, ا.ک.پ., اصول تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مدلسازی مسائل مهندسی آب. ۱۳۸۷: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
16. Saaty, T.L., *Fundamentals of the analytic network process—Dependence and feedback in decision-making with a single network*. Journal of Systems science and Systems engineering, 2004. **13**: p. 129-157.
17. Taylan, O., et al., *Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies*. Applied Soft Computing, 2014. **17**(0): p. 105-116.
18. Khalilikhah, M., M. Habibian, and K. Heaslip, *Acceptability of increasing petrol price as a TDM pricing policy: A case study in Tehran*. Transport Policy, 2016. **45**: p. 136-144.
19. Hoseini, M., et al., *Characterization and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in urban atmospheric Particulate of Tehran, Iran*. Environmental Science and Pollution Research, 2016. **23**(2): p. 1820-1832.
20. Ghodsi, S.H., R. Kerachian, and Z. Zahmatkesh, *A multi-stakeholder framework for urban runoff quality management: Application of social choice and bargaining techniques*. Science of the Total Environment, 2016. **550**: p. 574-585.
21. Ahmadi, A., et al., *Air Quality Risk Index (AQRI) and its application for a megacity*. International Journal of Environmental Science and Technology, 2015. **12**(12): p. 3773-3780.

Archive of SID.ir