مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۴۶۹ تا ۴۸۴

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

مکان‌یابی و اولویت‌بندی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج با رویکرد دو مرحله‌ای

مظاهر معین‌الدینی[1,*]، سیدحسن موسوی[2]، زهره عیسی خان بیگی[1]، سمیه حیدری[3]

۱- گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲- مرکز پژوهش و مطالعات راهبردی شورای اسلامی شهر کرج، کرج، ایران
۳- اداره پایش و ارزیابی آلاینده‌های محیط‌زیستی، شهرداری کرج، کرج، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۲۳
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۲
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: ایستگاه پایش کیفیت هوا، مکان‌یابی، تاپسیس، تصمیم‌گیری چند معیاره، کرج

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Moeinaddini@ut.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: از مهمترین اهداف مدیریت محیط‌زیست شهری، پایش کیفیت هوا است. با استقرار صحیح ایستگاه‌های پایش می‌توان وضعیت واقعی کیفیت هوا را به‌دست آورد. هدف این مطالعه مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج است.

روش بررسی: براساس رویکرد دومرحله‌ای، در مرحله اول نقشه شایستگی، با استفاده از روش WLC تهیه شد. اولویت‌بندی مناطق شهرداری کرج برای نصب ایستگاه مشخص شد. پهنه‌های دارای اولویت، با استفاده از رویکرد تاپسیس مشخص شدند. در مرحله دوم، با بازدید میدانی از بین گزینه‌های دارای اولویت، مکان‌های مناسب استقرار ایستگاه‌های پایش هوای شهر کرج معرفی شدند.

یافته‌ها: تعداد ۱۰ ایستگاه براساس تعداد مناطق شهرداری و جمعیت شهر کرج پیشنهاد شد. معیارها برای مرحله اول مانند معیارهای فاصله از معابر و تقاطع‌ها وزن‌دهی و استاندارد شدند. بیشترین و کمترین اهمیت نسبی را بین معیارهای مورد نظر، به‌ترتیب معیارهای فاصله از معابر و فضای سبز دارند. مناطق سه و نه شهر به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین اولویت برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا هستند. در مرحله اول ۳۰ گزینه دارای اولویت برای استقرار ایستگاه مشخص شدند. در مرحله دوم با بازدید میدانی براساس معیارهای مانند حداقل فاصله از فضای سبز، تقاطع و منابع انتشار، تعداد ۱۰ گزینه مناسب برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا مشخص شدند.

نتیجه‌گیری: در رویکرد پیشنهادی ابتدا گزینه‌های دارای اولویت استقرار مشخص شده و در گام بعدی با صرف هزینه، زمان و تلاش منطقی، محل نهایی استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا مشخص شدند. این رویکرد پیشنهادی را می‌توان در سایر شهرها برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهری به‌کار برد.

Please cite this article as: Moeinaddini M, Mousavi SH, Isakhanbeygi Z, Heidari S. Allocating and prioritizing Karaj air quality monitoring stations by two stage approach. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):469-484.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

مقدمه

امروزه رشد روزافزون جمعیت و به واسطه آن افزایش وسایل نقلیه و کارخانه‌های صنعتی باعث شده است تا آلودگی هوا به عنوان یکی از مهمترین تهدیدهای سلامتی انسان شهرنشین به ویژه در کلانشهرها به شمار رود (۱). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization (WHO)) ۹۱ درصد جمعیت جهان در مکانی زندگی می‌کنند که کیفیت هوای آن زیر حد خطوط راهنمای این سازمان است و از این تعداد سالانه ۴/۲ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند (۲). در مطالعه Khanjani و همکاران که برای شهر تهران انجام شده است بیان شده است که آلاینده‌های معیار مهم در اکثر مرگ‌ومیرهای ناشی از آلودگی هوا در محیط‌های بیرونی اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق هستند (۳). از این‌رو نظارت و اطلاع از کیفیت و شرایط بهداشتی هوای شهرها یکی از اهداف کلان در بخش محیط‌زیست شهری است. نظارت بر کیفیت هوای شهرها نیازمند کسب آگاهی و اطلاعات به روز شاخص‌های کیفیت هوا است (۴).

تحلیل صحیح و کمی از کیفیت هوا بدون در دست داشتن داده‌های معتبر میسر نیست و این مهم بدون جانمائی مناسب، حفظ و نگهداری بهینه ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا قابل حصول نیست. با توجه به اینکه آلودگی هوا وابستگی شدیدی به مکان دارد و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است، با جانمایی درست ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا، وضعیت واقعی‌تری از آلودگی هوا قابل دستیابی است (۵). بنابراین انتخاب مکان مناسب استقرار ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا و توزیع مناسب و دقیق آنها در سطح شهر یکی از مهمترین ملاحظات در اجرای یک سامانه مدیریت کیفیت هوا به ویژه در کلانشهرها به شمار می‌رود. چرا که عدم دقت در جانمایی مناسب این ایستگاه‌ها با توجه به هزینه بسیار زیاد آنها، هزینه‌های زیادی بر مدیریت شهری تحمیل کرده و در نهایت منجر به کسب داده‌های با صحت و دقت پایین خواهد شد (۶). مکان‌یابی، پیدا کردن بهترین مکان برای یک کاربری است که در نتیجه آن همه هزینه‌ها، اعم از هزینه‌های دسترسی و حمل‌ونقل و... به کمترین حد و از سوی دیگر سود و منفعت عمومی به بیشترین حد می‌رسد (۶). به سبب نقش و تاثیر معیارها و شاخص‌های متنوع و زیاد در مکان‌یابی، امروزه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و یا به روش ترکیبی با کمک سایر مدل‌ها و روش‌ها تلاش می‌شود تا فرایند مکان‌یابی به شکل علمی‌تر و واقعی‌تری در محیط‌های شهری انجام پذیرد (۱). انتخاب مناسب مکان برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا دغدغه مهمی برای توسعه شبکه پایش کیفیت هوا در مناطقی مانند اروپا (۷، ۸) و ایالات متحده (۹، ۱۰) است. معمولا تعداد ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهری براساس معیارهایی مانند تعداد جمعیت ساکن در یک منطقه و آلاینده‌های معیار مشخص می‌شود. برای مثال برای ایستگاه‌های پایش برای اندازه‌گیری ذرات معلق با اندازه قطر معادل آئرودینامیک ۱۰ µm (PM_{10}) در مناطق شهری و برای ایالات متحده تعداد ایستگاه‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است (۱۱).

مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا در شهرهای بزرگ ایران براساس استانداردها و دستورالعمل‌های کشورهای فرانسه و آمریکا ارائه شده است که در آن معیارهای مناسب برای محل استقرار ایستگاه‌ها پیشنهاد شده است (۱۲). از سوی دیگر مطالعه‌ای توسط Kaffash Charanda-bi و همکاران انجام شده است از معیارهای مختلفی برای مکان‌یابی استفاده شده است. در این مطالعه برای مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر تهران از معیارهای تراکم جمعیت، فاصله از ایستگاه‌های موجود، فاصله از درختان، فاصله از دیوار ساختمان‌ها و فاصله از خیابان‌ها استفاده شده است. نتایج این مطالعه نیاز شدید به احداث ایستگاه‌های جدید در حوالی بزرگراه بسیج، بزرگراه فتح، بزرگراه شهید عراقی، بزرگراه یادگار امام و بزرگراه تهران-

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

جدول ۱- تعداد حداقل ایستگاه پایش کیفیت هوا برای ذرات معلق با اندازه قطر معادل آئرودینامیک $10\ \mu m$ (PM_{10}) ایالات متحده (۱۱)

طبقه جمعیتی	غلظت بالا PM_{10} (بیشتر از ۲۰ درصد بالاتر از حد استاندارد)	غلظت متوسط PM_{10} (غلظت بیشتر از ۸۰ درصد حد استاندارد تا حد استاندارد)	غلظت پایین PM_{10} (غلظت کمتر از ۸۰ درصد حد استاندارد)
بیش از یک میلیون	۱۰-۶	۸-۴	۴-۲
۵۰۰ هزار تا یک میلیون	۸-۴	۴-۲	۲-۱
۲۵۰ هزار تا ۵۰۰ هزار	۴-۳	۲-۱	۱-۰
۱۰۰هزار تا ۲۵۰ هزار	۱-۲	۱-۰	۰

ورامین است (۱۳). در مطالعه دیگری که توسط Rokhsari و همکاران انجام شده برای شهر مشهد معیارهای فضای سبز، پارکینگ‌ها و تعمیرگاه‌های بزرگ، ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی، مراکز انرژی، معابر شهری استفاده شده است. در این مطالعه با استفاده از تاپسیس بهترین گزینه معرفی شده است (۱۴). در مطالعه‌ای که برای کویت توسط Alsahli و همکار انجام شده است برای مکان‌یابی ایستگاه‌ها از معیارهای تراکم جمعیت، جهت باد و فاصله از معابر، صنایع و مناطق با ترافیک زیاد به‌کار رفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که ۲/۵ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه برای این منظور مناسب است. در ضمن ذکر شده است روش به‌کار رفته در این مطالعه دارای کارایی مناسب بوده است و توانسته نقشه راه گسترش شبکه پایش کیفیت هوا برای آینده را ترسیم نماید (۶). Ashrafi و همکاران با استفاده از جمعیت تهران و تعداد ایستگاه‌های کشورهای پیشگام در امر پایش کیفیت هوا نسبت به جمعیت آنها، تعداد ایستگاه‌های لازم برای شهر تهران را ۵۶ عدد برآورد نموده‌اند در این مطالعه با توجه به ایستگاه‌های موجود و تعریف مقیاس‌های همسایگی (مناطق حومه‌ای) و چگال (مناطق پرترافیک و شلوغ)، جانمایی ایستگاه‌ها انجام شده است (۱۵). در مطالعهNejadkoorki و همکاران برای مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا از رویکرد حداکثر واریانس و حداقل‌سازی همبستگی فضایی بین مناطق انتخاب شده، استفاده شده است. به این معنا که سایت‌هایی انتخاب شده‌اند که دارای بیشتر تفاوت با سایر مکان‌ها منتخب بوده و از سوی دیگر تغییرپذیری فضایی برای نمایش کیفیت هوا را به صورت حداقل داشته‌اند. این روش برای شهرها و مناطقی مناسب است که در گذشته تعدادی ایستگاه با توزیع فضایی مناسب وجود داشته و دنبال توسعه شبکه پایش هستند (۱۶).

در زمینه مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیای (GIS) و روش‌های ارزیابی چند معیاره همچون روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، روش Fuzzy-AHP و روش TOPSIS پژوهش‌های مختلفی در سطح ملی و بین‌المللی صورت پذیرفته است (۱، ۵).

کلان‌شهر کرج به دلیل نزدیکی به کلان‌شهر تهران و داشتن جمعیتی حدود ۱/۷ میلیون نفری و همچنین تراکم جمعیتی زیاد (۵۲۹ نفر در کیلومترمربع) همچون سایر کلانشهرهای کشور با معضل آلودگی هوا و به دنبال آن با چالش استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا روبه‌رو است. در حال حاضر تعداد چهار ایستگاه پایش کیفیت هوا با توزیع نامناسب در شهر کرج وجود دارند. از این‌رو با توجه به افزایش جمعیت، افزایش تردد و حجم ترافیک و نیز گستردگی توسعه شهری و صنعتی در شهر کرج، تجهیز و به‌روزرسانی ایستگاه‌های موجود و افزایش تعداد ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا ضروری است که این امر مستلزم مکان‌یابی اصولی و مطابق استانداردهای ملی و بین‌المللی است؛ بنابراین در این مطالعه تلاش شد تا مهمترین معیارهای دخیل در فرایند مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج شناسایی، پهنه‌های مناسب استقرار ایستگاه‌ها شناسایی و در نهایت اولویت‌بندی شوند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی این پژوهش شامل مناطق ۱۰ گانه شهرداری کلان‌شهر کرج است. کلان‌شهر کرج بعد از تهران، مشهد، اصفهان چهارمین شهر پرجمعیت کشور به شمار می‌رود. کرج یکی از شهرهای کوهپایه‌ای ایران است که در دامنه رشته‌کوه‌های البرز با ارتفاع ۱۲۹۷ متر از سطح دریا، در فاصله ۴۸ کیلومتری غرب شمالی تهران واقع شده است. این شهر دارای مساحتی معادل km^2 ۱۷۵/۴ و جمعیتی در حدود ۱/۷ میلیون نفر است (۱۷).

در این مطالعه انتخاب محل مناسب برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول با استفاده از معیارهایی که اهمیت بیشتری داشته و قابلیت نقشه‌سازی داشتند و با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه تعیین و اولویت‌بندی شدند که این کار در شش گام انجام شد. در مرحله بعدی با تهیه یک چک‌لیست، وضعیت استقرار در هر یک از پهنه‌های شناسایی شده با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت مکان‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج معرفی شدند.

در مرحله اول به منظور تعیین پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا و اولویت‌بندی آنها در شهر کرج، شش گام به شرح ذیل صورت پذیرفت. در شکل ۱ مراحل انجام پژوهش نشان داده شده است.

گام نخست مهمترین معیارهای موثر در فرایند مکان‌یابی محل مناسب استقرار ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا با مرور و مطالعه پژوهش‌های مشابه داخلی و خارجی شناسایی گردید. از آنجائی‌که معیارهای منتخب از درصد تاثیرگذاری متفاوتی برخوردار هستند، لازم است تا این معیارها وزن دار شوند.

در گام دوم وزن این معیارها با استفاده از رویکرد مقایسه زوجی تعیین گردید. در این مرحله پرسشنامه‌ای در قالب ماتریس مقایسه زوجی (با دامنه امتیازدهی ۱ تا ۹) تهیه و برای کارشناسان خبره در این زمینه به تعداد ۱۰ نفر (شامل اعضاء هیئت علمی دانشگاه‌ها با تخصص مرتبط، کارشناسان شهرداری کرج و اداره کل محیط‌زیست استان البرز) ارسال و در نهایت نتایج گردآوری شده در محیط نرم‌افزاری Expert Choice مورد تحلیل قرار گرفت و وزن نسبی اهمیت هر یک از معیارها مشخص گردید. به منظور جلوگیری از ورود برخی نظرات احتمالی غیرکارشناسی، مقادیر سازگاری قضاوت‌ها نیز محاسبه گردید. چنانچه این نسبت کمتر از ۰/۱ بوده، مقایسه‌ها قابل قبول خواهد بود.

گام سوم لایه‌های اطلاعاتی هر یک از معیارهای منتخب بر مبنای اطلاعات گردآوری شده در محیط نرم‌افزاری Arc-GIS10 تهیه و تبدیل به نقشه شد.

گام چهارم با توجه به اینکه نقشه‌های تهیه شده از واحدهای سنجش متفاوتی برخوردار بودند در نرم‌افزار Idrisi selva استانداردسازی نقشه‌ها با استفاده از توابع فازی (Fuzzy Functions)، سیگموئید (Sigmoid) و تابع تعریف شده (User- defined) در سه حالت یکنواخت کاهشی (Monotonically decreasing)، یکنواخت افزایشی (Monotonically increasing) و متقارن (Symmetric) با مقیاس ۰ تا ۲۵۵ انجام گردید تا همه پیکسل‌های نقشه براساس آن تغییر امتیاز دهند (۱۸).

گام پنجم نقشه‌های استاندارد شده برمبنای وزن‌های به‌دست آمده آنها در نرم‌افزار ArcGIS10 با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) روی هم‌گذاری شده و پهنه‌های مناسب جهت استقرار ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوای شهر کرج در قالب نقشه مطلوبیت سرزمین شناسایی و معرفی گردید (۱۸).

گام ششم با توجه منظور صحت‌سنجی مدل نرم‌افزاری تولید شده (نقشه مطلوبیت) با شرایط واقعی سطح شهر کرج اقدام به بازدید از پهنه‌های مطلوب گردید. در این مرحله تلاش شد تا پهنه‌هایی در اولویت نخست استقرار

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا قرار گیرند که در داخل اراضی و تاسیساتی که در مالکیت شهرداری کرج قرار دارند، واقع شدند. در نهایت پهنه‌های نهایی شناسایی شده با استفاده از روش TOPSIS رتبه‌بندی شدند (۱۹). مرحله دوم: در این مرحله با تهیه چک‌لیست و بازدید میدانی شرایط استقرار در هر پهنه و در املاک شهرداری به تفکیک مناطق شهرداری انجام شد (۱۲).

یافته‌ها

- تعداد ایستگاه پایش کیفیت هوای شهر کرج

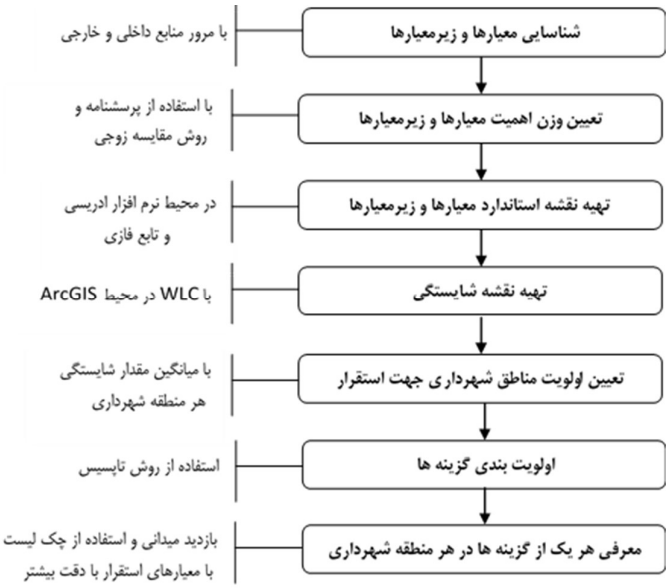
طبق تجربیات جهانی به ازای هر میلیون نفر ۳ تا ۱۰ ایستگاه برای پایش کیفیت هوا برای ذرات معلق لازم و ضروری است (۲۰) که عوامل مختلف مانند تراکم جمعیتی، گسترگی شهر و تنوع کاربری‌های شهر و ... نیز مؤثر خواهد بود؛ بنابراین با توجه به میزان آلودگی بالای شهر کرج و جدول ۱ برای شهر کرج ۱۰ ایستگاه برای بیش از یک میلیون نفر را می‌توان پیشنهاد داد.

- شناسایی معیارها و زیرمعیارهای مؤثر

در این مرحله با استفاده از مرور منابع و جمع‌بندی نظرات خبرگان برای مرحله اول تعداد نه معیار برای مکان‌یابی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهر کرج شناسایی و مورد استفاده قرار گرفت. این معیارها عبارتند از: ۱- تراکم جمعیت، ۲- تراکم خودروها، ۳-کاربری‌ها (مسکونی، تجاری، صنعتی، تلفیقی)، ۴- فاصله از معابر (معابر جمع کننده و پخش‌کننده، شریانی درجه ۱ و ۲، آزادراه، بزرگراه)، ۵- فاصله از ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی، ۶- فاصله از پارکینگ خودرو و پایانه‌ها، ۷- فاصله از فضای سبز و پارک‌ها، ۸- فاصله از تقاطع‌ها و ۹- فاصله از جایگاه‌های سوخت.

- وزن‌دهی معیارها و زیرمعیارها

در این مرحله وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها بر مبنای تحلیل نتایج گردآوری شده از نظرات کارشناسان خبره (۱۰ پرسشنامه گردآوری شده (ضمائم)) در نرم‌افزار Expert Choice 11 به‌دست آمد. نتایج مرحله اول



شکل ۱- مراحل مکان‌یابی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در شهر کرج

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

(شناسایی و اولویت‌بندی پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج) نشان داد که معیارهای مورد استفاده به‌ترتیب اهمیت نسبی عبارتند از معیارهای فاصله از معابر (وزن ۰/۳۱۳)، فاصله از تقاطع‌ها (وزن ۰/۲۲۳)، فاصله از کاربری‌های شهری (وزن ۰/۱۵۵)، تراکم جمعیت (وزن ۰/۱۰۷)، تراکم خودروها (وزن ۰/۰۷۴)، فاصله از پارکینگ خودرو و پایانه‌ها (وزن ۰/۰۵۱)، فاصله از جایگاه‌های سوخت (وزن ۰/۰۳۳)، فاصله از ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی (وزن ۰/۰۲۵) و فاصله از فضای سبز و پارک‌ها (وزن ۰/۰۱۹) (جدول ۱).

- تهیه نقشه معیارها و استانداردسازی آنها

در جدول ۲ توابع عضویت فازی و حد آستانه مورد استفاده برای استانداردسازی هر یک از لایه‌های معیارها و زیرمعیارهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج ارائه شده است. اعداد ذکر شده در جدول ۲ براساس مقدارهای استفاده شده در مرور منابع مختلف استخراج شده است (۱۲-۱۶، ۲۱-۲۳). همچنین شکل ۲ لایه‌های استاندارد شده را نشان می‌دهد.

- نقشه شایستگی و پهنه مناسب برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج

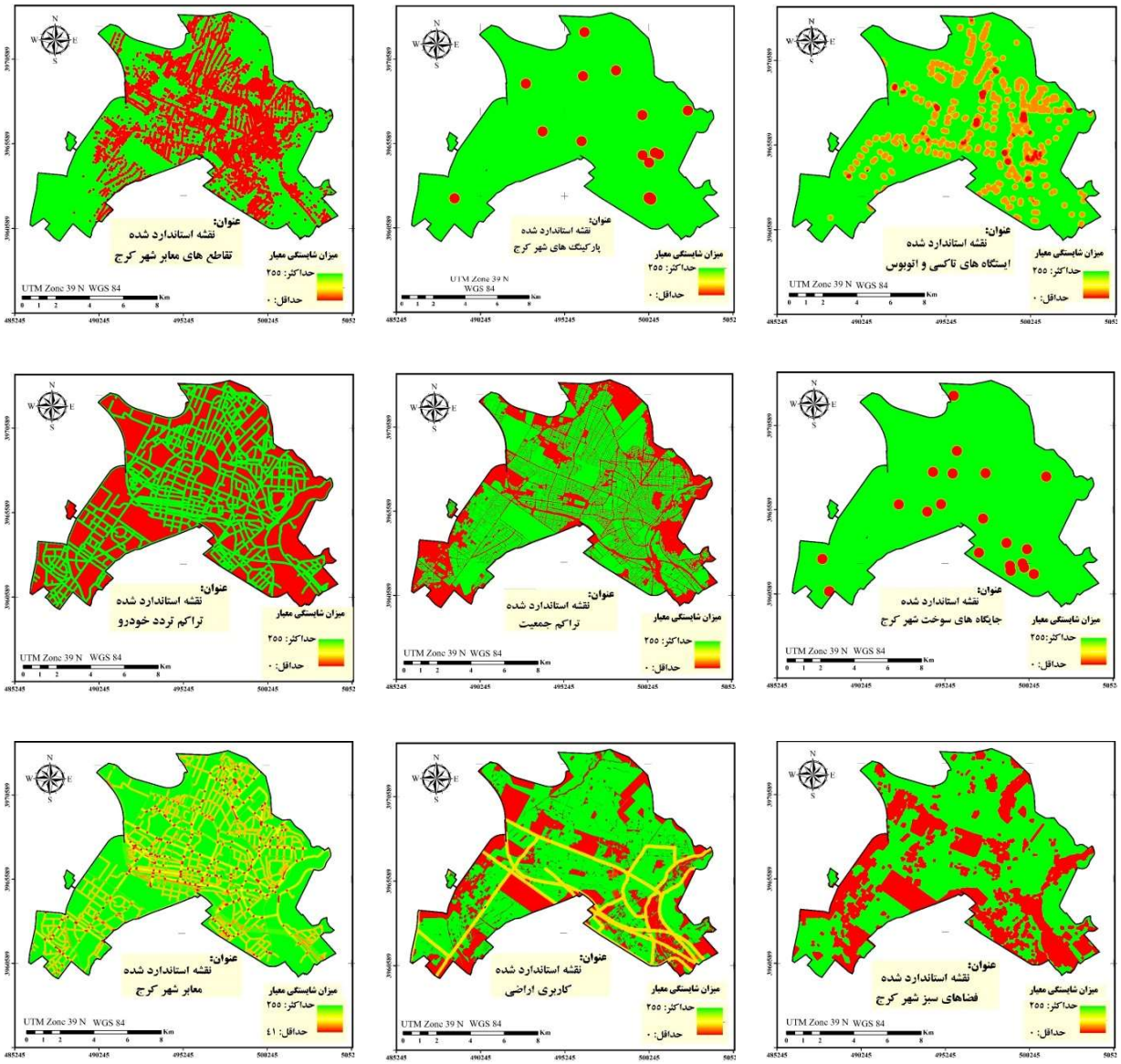
در این مرحله برای تعیین مکان‌های مناسب استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا در شهر کرج، کلیه نقشه‌های زیرمعیار تهیه شده در محیط ArcGIS و استاندارد شده در محیط IDRISI با استفاده از روش ترکیب خطی وزنی (WLC) روی هم‌گذاری شدند و در نهایت نقشه شایستگی حاصل گردید (شکل ۳).

جدول ۲- وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارهای موثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج به همراه شکل تابع عضویت و نوع تابع عضویت فازی

معیار اصلی (وزن)	واحد	زیرمعیار (وزن)	نقاط کنترلی a	b	C	d	شکل تابع عضویت فازی*	نوع تابع عضویت**
تراکم جمعیت (۰/۱۰۷)	**تعداد**	*	۰	۷۱۰۰	*	*	MI	UD
تراکم خودرو (۰/۰۷۴)	**تعداد**	*	*	*	۳۰۰	۵۰۰۰۰	MD	UD
فاصله از کاربری‌های شهری (۰/۱۵۵)	متر	مسکونی	۱۵۰	۲۵۵	*	*	MI	UD
	متر	تجاری	*	*	۲۰	۱۰۰	MD	UD
	متر	صنعتی	*	*	۱۰	۲۰	MD	UD
	متر	تلفیقی	*	*	۱۰۰	۱۵۰	MD	UD
فاصله از معابر (۰/۳۱۳)	متر	آزادراه (۰/۰۶۲)	۱۰۰	۱۵۰	*	*	MI	S
	متر	بزرگراه (۰/۰۹۷)	۳۰	۴۵	*	*	MI	S
	متر	شریانی درجه ۱ (۰/۱۶۰)	۲۰	۳۰	*	*	MI	S
	متر	شریانی درجه ۲ (۰/۲۶۲)	۱۰	۱۵	*	*	MI	S
	متر	جمع‌کننده و پخش‌کننده فرعی و اصلی (۰/۴۱۹)	۵	۷	*	*	MI	S
فاصله از فضای سبز و پارک‌ها (۰/۰۱۹)	متر	*	۲۰	۱۰۰	*	*	MI	S
فاصله از ایستگاه اتوبوس و تاکسی (۰/۰۲۵)	متر	*	۱۰۰	۲۰۰	*	*	MI	S
فاصله از جایگاه سوخت (۰/۰۳۲)	متر	*	۲۰۰	۳۰۰	*	*	MI	S
فاصله از تقاطع‌ها (۰/۲۲۳)	متر	*	۲۵	۵۰	*	*	MI	S
فاصله از پارکینگ‌ها (۰/۰۵۱)	متر	*	۲۰۰	۳۰۰	*	*	MI	S

*** شکل تابع عضویت: تابع عضویت یکنواخت افزایشی ((Monotonically Increasing (MI))،**
تابع عضویت یکنواخت کاهشی ((Monotonically Decreasing (MD))،
**** نوع تابع عضویت: تابع سیگموئید ((Sigmoid (S))، تابع تعریف شده ((User-defined (UD)).**

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

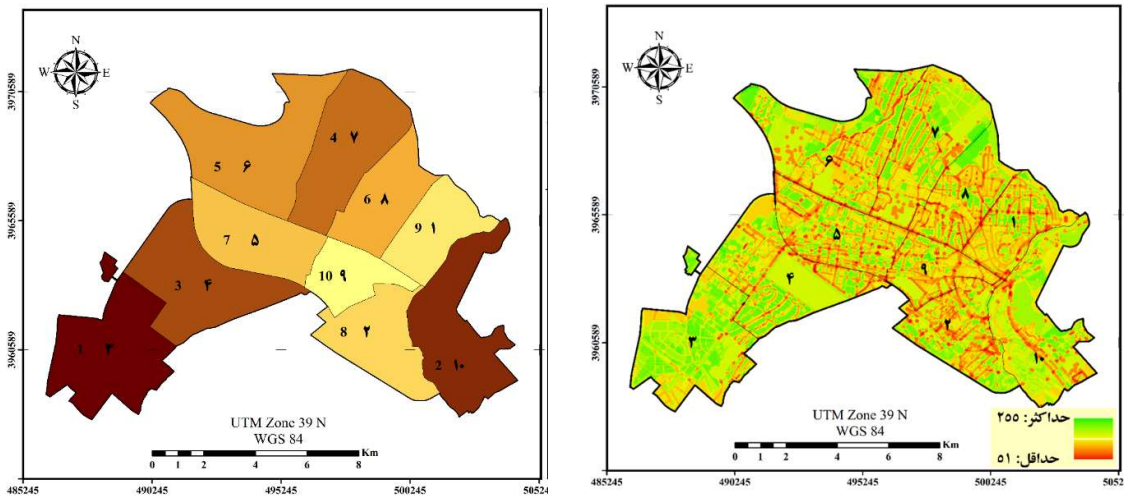


شکل ۲- نقشه استاندارد شده معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج

اولویت‌بندی مناطق شهرداری جهت نصب ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهری با توجه به اهمیت زیاد در این مرحله انجام شد که در حقیقت میانگین سطح هر منطقه در نقشه شایستگی محاسبه و مبنای اولویت‌بندی قرار گرفت (شکل ۴). اعداد فارسی در شکل ۴ نشان دهنده منطقه شهرداری و اعداد انگلیسی اولویت مناطق را برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوای شهری نشان می‌دهند. با توجه به این نتیجه اولویت‌بندی مناطق شهرداری جهت استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهری، اولویت مناطق شهرداری برای استقرار این ایستگاه‌ها به‌ترتیب از بیشترین به کمترین اولویت عبارت از ۳، ۱۰، ۴، ۷، ۶، ۸، ۵، ۲، ۱ و ۹ است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

در این مطالعه پهنه‌هایی با شایستگی بیشتر از ۲۴۵ به عنوان پهنه‌های مناسب برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا و اولویت‌بندی در سطح هر منطقه مشخص شدند. اولویت‌بندی هر پهنه در هر منطقه با استفاده از رویکرد تاپسیس انجام شد (جدول ۳). در جدول ۲ که به عنوان نمونه ارائه شده است میانگین مرتبط با هر پهنه از نقشه معیارهای استاندارد شده استخراج شد و با استفاده از روش تاپسیس اولویت‌بندی در هر منطقه شهرداری انجام شد. در نهایت پهنه‌های با اولویت اول در هر منطقه شهرداری مشخص شدند (شکل ۴).



الف) ب)

شکل ۳- الف) نقشه شایستگی حاصل از روش WLC برای ایستگاه‌های شهری، ب) رتبه‌بندی مناطق شهرداری جهت استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهر کرج (اعداد انگلیسی رتبه منطقه و اعداد فارسی نشان‌دهنده منطقه شهرداری هستند)

جدول ۳- نمونه‌ای از خصوصیات هر گزینه استخراج شده از نقشه معیارهای استاندارد شده به همراه اولویت‌بندی هر یک از گزینه‌ها

گزینه	ایستگاه تاکسی و اتوبوس	فضای سبز	حجم خودرو	تقاطع	کاربری اراضی	معابر	پارکینگ تاکسی و اتوبوس	پمپ گاز	تراکم جمعیت	D+[a]	D-[b]	Cl[c]	اولویت
۱	۱۹۷	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۱/۰۴	۹/۶۱	۰/۹۰	۳
۲	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۰/۰۰	۹/۹۷	۱/۰۰	۱
۳	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۰/۰۰	۹/۹۷	۱/۰۰	۱
۴	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۰/۰۰	۹/۹۷	۱/۰۰	۱
۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۰/۹۵	۹/۵۸	۰/۹۱	۲
۶	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	۰/۹۴	۹/۵۹	۰/۹۱	۲

[a]: +D فاصله از نقطه ایده‌آل مثبت، [b]: -D فاصله از نقطه ایده‌آل منفی و [c]: Cl نسبت نزدیکی به گزینه ایده‌آل

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

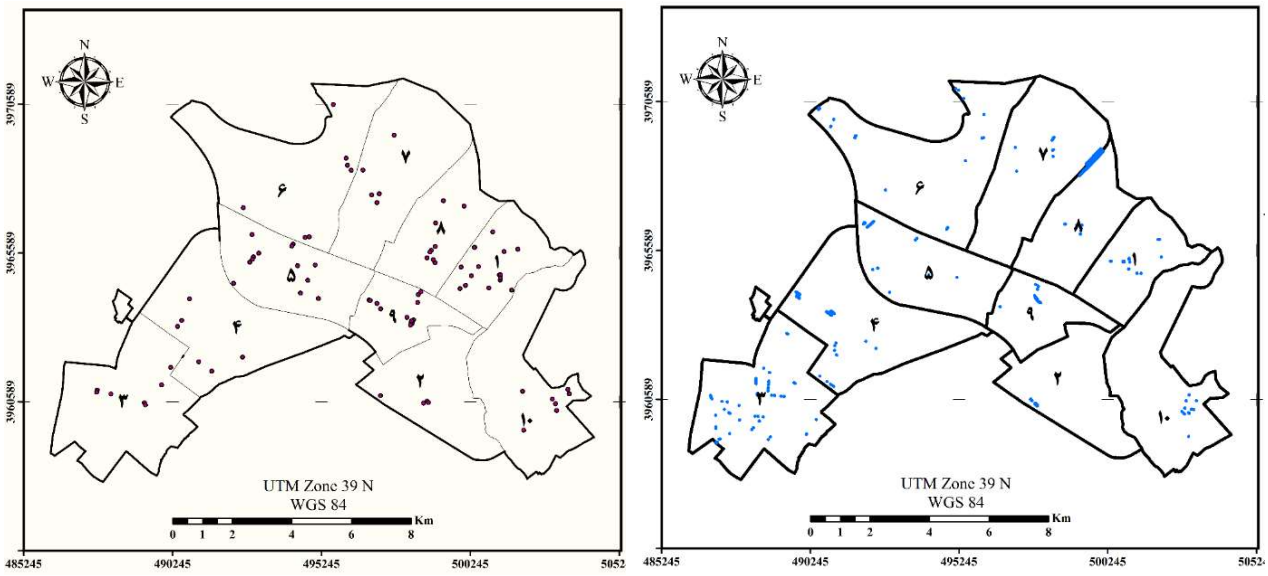
در این مرحله انتخاب املاک شهرداری با توجه به اولویت‌بندی پهنه‌ها در گام قبلی انجام شد. با توجه به اینکه شعاع عملکردی ایستگاه پایش کیفیت هوا به طور حدودی یک کیلومتر در نظر گرفته شده است (۲۰)، به هر از پهنه‌های دارای اولویت اول در هر منطقه شهرداری، بافری به شعاع یک کیلومتر زده شد و املاک شهرداری در این محدوده به تفکیک منطقه شهرداری مشخص شدند (شکل ۴).

- نتایج چک‌لیست و بازدید میدانی

تا این مرحله مکان‌یابی براساس معیارهای مهمی انجام شده است. به علت اینکه قابلیت نقشه سازی در همه معیارهای مکان‌یابی نبود در این مرحله شرایط استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا با جزییات بیشتری و با بازدید میدانی ارزیابی شد. در بازدید میدانی لزوم داشتن همه شرایط استقرار مدنظر قرار گرفته شد. به عنوان نمونه در جدول ۴ املاک بازدید شده شهرداری که در مرحله قبل در مناطق شهرداری ۱، ۳، ۵ و ۹ دارای اولویت بودند از نظر داشتن معیارهای تعیین شده در چک‌لیست مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به بررسی میدانی املاک شهرداری در منطقه ۹ شرایط استقرار براساس مرحله دوم نداشت و برای سه منطقه دیگر، محل استقرار املاک شهرداری مشخص شد که در شکل ۵ نشان داده شده است.

بحث

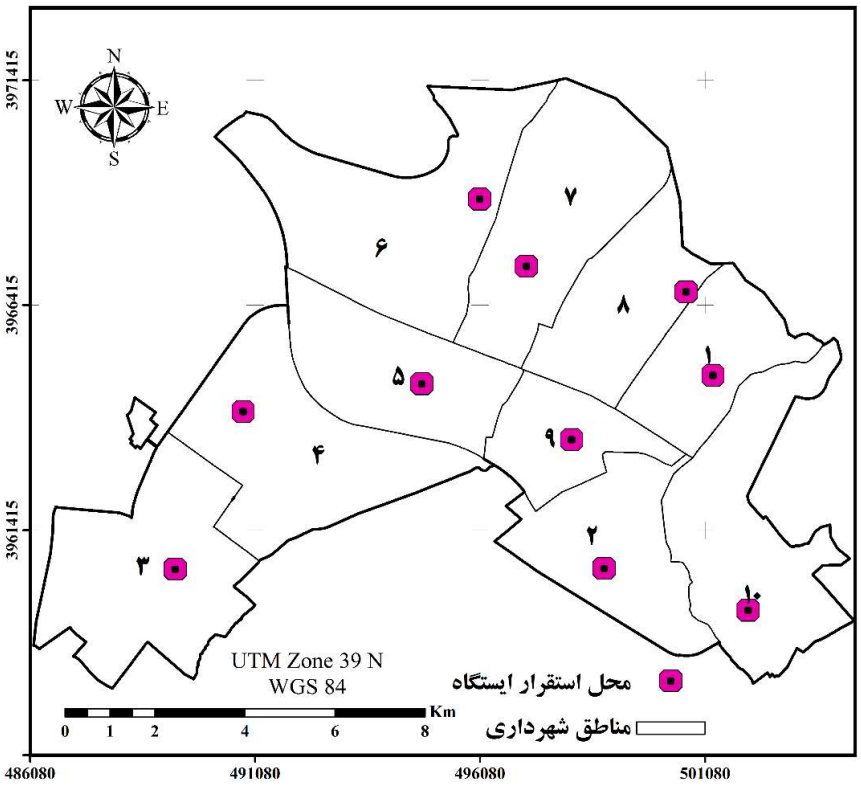
در منابع مختلف برای هر یک از آلاینده‌های معیار براساس تعداد جمعیت، تعداد ایستگاه‌ها پیشنهاد شده است. تعداد ایستگاه‌ها براساس دستورالعمل ذرات معلق با توجه به افزایش تعداد روزهای ناسالم در شهر کرج در سال‌های اخیر و اهمیت اثرات بهداشتی ذرات معلق بوده است (۲۴). با توجه به اینکه برای تعیین محل استقرار برای ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا، در برخی معیارها نیاز به اطلاعاتی است که دسترسی به این داده‌ها و اطلاعات به سادگی، با زمان و هزینه بهینه امکان‌پذیر نیست. بنابراین در این مطالعه سعی شد کار مکان‌یابی و تدقیق محل استقرار ایستگاه‌ها



ب) الف)

شکل ۴- الف) گزینه‌های نهایی استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت شهری به تفکیک مناطق شهرداری کرج، ب) موقعیت املاک شهرداری در شعاع یک کیلومتری گزینه‌های نهایی استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت شهری

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]



شکل ۵- گزینه‌های نهایی برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا

جدول ۴- نمونه‌ای از نتایج بازدید میدانی و چک‌لیست

ردیف	گزینه‌ها / معیار	شهرداری	خدمات شهر	سازمان فاوا	انبار جنب سازمان فاوا	آتش‌نشانی	سازمان پارک‌ها و فضای سبز	معاونت خدمات شهر	معاونت خدمات شهر	پشت‌بام شهرداری	متروی گلشهر	ساختمان قطار شهری
		منطقه ۳	منطقه ۳	منطقه ۹	منطقه ۹	منطقه ۱	منطقه ۱	منطقه ۱	منطقه ۵	منطقه ۱	منطقه ۵	منطقه ۱
۱	جریان هوا در ۲۷۰ درجه اطراف ایستگاه (۲۷۰ درجه قطاع اطراف و پیرامون ورودی دستگاه)	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
۲	حداقل فاصله ۲۰ متری از فضای سبز	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۳	دور بودن از منابع انتشار آلودگی نظیر دودکش و نظایر آن	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓
۴	حداقل فاصله از موانعی مانند دیوار ساختمان‌ها و درختان به اندازه دو برابر ارتفاع آنها	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓
۵	حداقل فاصله ۲۵ متری از تقاطع‌ها	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓
۶	حداقل یک کیلومتر فاصله از ایستگاه‌های موجود	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۷	ایستگاه نمایانگر کیفیت هوا در سطح وسیع است	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
۸	وجود امنیت و ایمنی تجهیزات	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۹	دسترسی به تاسیسات برق و سایر تجهیزات	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
۱۰	حداقل فاصله ۱۰۰ متری از خیابان‌های پرتردد	✓	✓	×	×	×	×	×	✓	✓	×	✓
۱۱	حداقل فاصله ۱۰۰ متری از تعمیرگاه‌های بزرگ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

در دو مرحله انجام شود. در مرحله اول با انتخاب از بین معیارها و شاخص‌های ذکر شده در دستورالعمل‌ها و منابع معرفی شده در مقدمه، که قابلیت نقشه‌سازی از آنها وجود داشت و به کار بردن ابزار تصمیم‌گیری مکانی، محل گزینه‌ها مشخص شد. این بخش از مطالعه کمک نمود که بخش‌های محدودی که شایستگی برای استقرار داشتند مشخص شود و با اولویت‌بندی بین آنها در کل و در هر منطقه شهرداری بهترین گزینه‌ها مشخص شوند. در مرحله بعدی با در دسترس داشتن آدرس گزینه‌ها برتر در هر منطقه شهرداری و بازدید میدانی و استفاده از معیارهایی که نیاز به جزئیات بیشتری داشتند گزینه‌های ذکر شده از نظر استقرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. به عنوان مثال در معیارهای به‌کار رفته در مرحله اول و دوم معیار فاصله از فضای سبز مورد بررسی قرار گرفته است. فضای سبز در مرحله اول براساس فاصله از فضاهای سبز شهری بوده که اطلاعات و نقشه‌های آنها مدنظر بوده است در حالی‌که در مرحله دوم و بازدید میدانی معیار فضای سبز از نظر محل استقرار با جزئیاتی مانند فاصله حداقل ۲۰ متری از پوشش گیاهی (درختان) مورد بررسی قرار گرفته است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود معیار فضای سبز در مرحله دوم قابلیت نقشه‌سازی کار سختی بوده و عملا تهیه نقشه که بتواند جای هر درخت و ارتفاع آن را نشان دهد امکان‌پذیر نیست. بنابراین این دو مرحله برای انجام کار طراحی شد.

برای مرحله اول از معیارهای فاصله از معابر، تقاطع‌ها، پارکینگ خودرو و پایانه‌ها، جایگاه‌های سوخت، ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی و فضای سبز و پارک‌ها و همچنین کاربری، تراکم جمعیت و خودروها بودند. نتایج مرحله اول نشان داد بیشترین و کمترین اهمیت نسبی را بین معیارهای مورد نظر از نظر کارشناسان و با استفاده از روش مقایسه زوجی، به ترتیب معیارهای فاصله از معابر و فاصله از فضای سبز دارند. با توجه به اینکه هر یک از نقشه‌ها دارای واحد متفاوتی بوده، همه نقشه‌ها استاندارد شدند. برای این منظور از نرم‌افزار ادریسی و روش فازی استفاده شد. اعداد به‌کار رفته برای توابع منتخب براساس مرور منابع انتخاب شدند. به عنوان مثال برای ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی، هرچه فاصله بیشتر شود، نشان دهنده مناسب‌تر بودن برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوای شهری است به این دلیل با افزایش فاصله، نقش موضعی این منابع انتشار آلاینده‌ها هوا بر گزارش کیفیت هوای شهر در کل کاهش خواهد یافت. با توجه به مطالعات مختلفی (۲۱، ۲۲) که در رابطه با انتشار از منابع متحرک و نحوه پراکنش آلاینده از چنین منابع انتشاری، فواصل ارائه شده در جدول ۲ در نظر گرفته شدند. به همین ترتیب براساس نوع معیار و تاثیر آن در پایش کیفیت هوا برای سایر معیارها عمل استانداردسازی در دامنه صفر (کمترین شایستگی) تا ۲۵۵ (بیشترین شایستگی) انجام شد. نتایج حاصل از ترکیب خطی وزنی (WLC) نشان داد که مناطق سه و نه شهرداری کرج به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اولویت برای استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا هستند. دلیل این امر را می‌توان در معیارهایی مانند کاربری، تراکم جمعیت عنوان نمود. باتوجه به اینکه تعداد زیادی گزینه در این مرحله به‌دست آمده بود از روش تاپسیس گزینه‌ها برتر را در هر منطقه مشخص شدند. سعی شد سه اولویت هر منطقه برای مرحله دوم در نظر گرفته شود.

همان‌طور هم قبلا در این بخش بحث، در مرحله دوم براساس معیارهای استقرار ایستگاه‌های کیفیت هوا و با جزئیات بیشتر بهترین مکان استقرار مشخص شد. با توجه به اینکه از نظر ایمنی محل استقرار ایستگاه دارای اهمیت زیادی بود سعی شد در هر منطقه شهرداری، نزدیک‌ترین مکان تحت مالکیت شهرداری برای استقرار مورد ارزیابی قرار گیرد. در نهایت برای هر منطقه شهرداری یک محل استقرار ایستگاه پایش کیفیت هوا پیشنهاد شد.

نتیجه‌گیری

نظارت و اطلاع از کیفیت و شرایط بهداشتی هوای شهرها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

یکی از اهداف کلان در بخش محیط‌زیست شهری است. نظارت بر مسئله آلودگی هوای شهرها نیازمند کسب آگاهی و اطلاعات به روز از کمیت، کیفیت، نوع و نحوه پراکنش شاخص‌های بیانگر کیفیت هوا است. تحلیل صحیح و کمی از کیفیت هوا بدون در دست داشتن داده‌های معتبر میسر نیست و این مهم بدون جانمائی مناسب، حفظ و نگهداری بهینه ایستگاه‌های مذکور قابل دستیابی نیست (۲۳، ۲۵). با توجه به اینکه آلودگی هوا وابستگی شدیدی به مکان دارد و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است، با جانمایی درست ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا، وضعیت واقعی‌تری از آلودگی هوا قابل دستیابی است (۲۵). به همین دلیل ضوابط و استانداردهای برای مکان‌یابی ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا برای شهرهای بزرگ ایران براساس استانداردها و دستورالعمل‌های استانداردهای کشورهای فرانسه و آمریکا ارائه شده است که در آن معیارهای مناسب برای مکان‌یابی محل استقرار ایستگاه‌ها پیشنهاد شده است (۲۶). از سوی دیگر در مطالعاتی که انجام شده است از معیارهای گوناگونی برای مکان‌یابی استفاده شده است. کلان‌شهر کرج همچون سایر کلانشهرهای کشور با معضل آلودگی هوا و به دنبال آن با چالش استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا در مکان‌های مناسب روبه‌رو است.

در جمع‌بندی می‌توان بیان نمود که رویکرد ارائه شده دارای دو مرحله تعیین گزینه‌های برتر با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره و انتخاب محل ایستگاه در هر منطقه از بین این گزینه‌ها براساس معیارهای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا بود. در هر منطقه شهرداری یک مکان دارای اولویت که دارای شرایط مرحله دوم بود برای استقرار ایستگاه کیفیت هوای شهر کرج مدنظر قرار گرفت و معرفی شد. در رویکرد پیشنهادی ابتدا گزینه‌های دارای اولویت استقرار مشخص شده و در گام بعدی با صرف هزینه، زمان و تلاش منطقی می‌توان محل نهایی استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوا را مشخص نمود. این رویکرد پیشنهادی را در سایر شهرها برای استقرار ایستگاه‌های پایش کیفیت هوای شهری می‌توان به‌کار رود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

لازم به ذکر است مقاله حاضر بخشی از یک پروژه پژوهشی است که با حمایت مالی و نظارت اجرایی معاونت برنامه ریزی و توسعه شهرداری کرج و نظارت عالی مرکز پژوهش و مطالعات راهبردی شورای شهر کرج انجام شده است. بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله کمال تشکر و قدردانی را دارند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

ضمائم

پرسشنامه نظرسنجی متخصصان

با سلام و احترام پرسشنامه زیر به منظور انجام پژوهشی در دانشگاه تهران با عنوان "مکان یابی ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در شهر کرج" تهیه شده است. بدون شک پاسخ شما صاحب‌نظر گرامی به این سؤالات ما را در تکمیل اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن یاری می‌کند و امید است این نتایج به مکان یابی صحیح ایستگاه های سنجش کیفیت هوا در شهر کرج منجر شود. لازم به ذکر است که پاسخ‌های شما تنها برای تجزیه وتحلیل و رسیدن به اهداف این مطالعه مورد استفاده قرار خواهد گرفت واز آن استفاده شخصی نخواهد شد. پیشاپیش از همکاری شما کمال تشکر را دارم.

مقایسه زوجی معیارهای اصلی

معیارهای اصلی	تراکم جمعیت	تراکم خودرو	کاربری	فاصله از ایستگاه‌های اتوبوس تاکسی	فاصله از معابر	فاصله از فضای سبز و پارک‌ها	فاصله از تقاطع‌ها	فاصله از جایگاه‌های سوخت	فاصله از پارکینگ خودرو و پایانه‌ها
تراکم جمعیت									
تراکم خودرو									
کاربری									
فاصله از ایستگاه‌های اتوبوس تاکسی									
فاصله از معابر									
فاصله از فضای سبز و پارک‌ها									
فاصله از تقاطع‌ها									
فاصله از جایگاه‌های سوخت									
فاصله از پارکینگ خودرو و پایانه‌ها									

مقایسه زوجی زیرمعیارهای، معیار فاصله از معابر

زیر معیارهای معابر	آزادراه	بزرگراه	شریانی درجه ۱	شریانی درجه۲	جمع و پخش کننده اصلی و فرعی
آزادراه					
بزرگراه					
شریانی درجه ۱					
شریانی درجه۲					
و جمع کننده و پخش کننده اصلی و فرعی					

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

References

1. Taji R, Ahmadi Nadooshan M. Site selection for air pollution monitoring stations in areas 1 and 3 using fuzzy technique and analytical hierarchy process (AHP). Journal of Environmental and Trans-boundary Development. 2018;4(65):37-46 (in Persian).
2. WHO. Air pollution. Geneva: World Health Organization; 2020 [cite 2002 Jul 18]. Available from: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2.
3. Khanjani N, Bahrampour A, Goudarzi G, Yunesian M, Dehghan A. Air pollution and cardiovascular death in Tehran, Iran. Environmental Epidemiology. 2019;3:190-96 (in Persian).
4. Adab H, Atabati A, Esmaili R, Zolfaghari G, Ebrahimi M. Site selection of air quality monitoring stations over city of Mashhad by multiple-criteria decision-making techniques. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(1):37-52 (in Persian).
5. Moatar F, Meshkini A, Salehifard N. Evaluate how to set up air pollution monitoring stations using AHP and TOPSIS. First International Congress on Water, Soil and Environmental Sciences; 2017; Shahid Beheshti University, Tehran (in Persian).
6. Alsahli MM, Al-Harbi M. Allocating optimum sites for air quality monitoring stations using GIS suitability analysis. Urban Climate. 2018;24:875-86.
7. Larssen S, Sluyter R, Helmis C. Criteria for EUROAIRNET. Copenhagen: European Environment Agency; 1999. Technical Report no. 12.
8. Gollata JA, Newig J. Policy implementation through multi-level governance: analysing practical implementation of EU air quality directives in Germany. Journal of European Public Policy. 2017;24(9):1308-27.
9. Raffuse S, Sullivan D, McCarthy M, Penfold B, Hafner H. Ambient air monitoring network assessment guidance, analytical techniques for technical assessments of ambient air monitoring networks. North Carolina: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Air Quality Assessment Division; 2007.
10. Macpherson AJ, Simon H, Langdon R, Misenheimer D. A mixed integer programming model for National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) attainment strategy analysis. Environmental Modelling & Software. 2017;91:13-27.
11. Roychowdhury A, Chattopadhyaya V, Shukla S. Reinventing air quality monitoring: potential of low cost alternative monitoring methods. New Delhi: Centre for Science and Environment; 2016.
12. Mowaffaq A, Dosti MR, Delbari AS. Criteria and standards for locating air pollution monitoring stations. Third Specialized Conference on Environmental Engineering; 2009; University of Tehran, Tehra (in Persian).
13. Kaffash Charandabi N, Alesheikh AA, Karimi M. Using outranking methods for optimum setting of air pollution monitoring stations. Journal of Environmental Studies. 2012;38(2):69-82 (in Persian).
14. Rokhsari S, Mahdiyeh Q. Optimum site selection of Mashhad environmental sensors based AHP and TOPSIS. Journal of Greate Khorasan. 2017;7(26): 25-38 (in Persian). .
15. Ashrafi K, Ghader S, Motesadi S, Esfahanian V. Site locating of air quality monitoring stations over Great Tehran. Journal of Environmental Studies. 2008;33(44):1-10.
16. Nejadkoorki F, Nicholson K, Hadad K. The design of long-term air quality monitoring networks in urban areas using a spatiotemporal approach. Environmental Monitoring and Assessment. 2011;172(1):215-23.
17. Statistics Center of Iran. General census of Alborz Province. Tehran: Statistics Center of Iran; 2016 (in Persian).
18. Moeinaddini M, Khorasani N, Danehkar A, Darvishsefat AA. Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). Waste management. 2010;30(5):912-20.
19. Kaya Ö, Alemdar KD, Çodur MY. A novel two stage approach for electric taxis charging station site selection. Sustainable Cities and Society. 2020;62:102396.
20. Sepehrnia S. Training course for piloting ambient air quality monitoring stations. Tehran: Department of Environment; 2015 (in Persian).
21. Oettl D, Almbauer RA, Sturm PJ, Pretterhofer G. Dispersion modelling of air pollution caused by road traffic using a Markov Chain–Monte Carlo model.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2003;17(1):58-75.
22. Taseiko OV, Mikhailuta SV, Pitt A, Lezhenin AA, Zakharov YV. Air pollution dispersion within urban street canyons. Atmospheric Environment. 2009;43(2):245-52.
23. Meshkini A, Salehi N. Explain the optimal location of air pollution traffic monitoring stations. The First Conference on Competitiveness and the Future of Urban Developments; 2017; Iranian Geography and Urban Planning Association, Tehran (in Persian).
24. Hamid V, Goudarzi G, Neisi A, Dastoorpoor M. Health impact assessment of the ambient PM2.5 concentration in Karaj, Iran, during 2012-2015. Journal of Research in Environmental Health. 2019;5(1):65-76.
25. Delbari AS, Kadkhodai N, Khalafi AH. Strategy for determining air pollution monitoring stations. Proceedings of the 9th National Conference on Environmental Health; 2006; Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan (in Persian).
26. Naderi SS, Behnoud E. Investigating the location of air pollution measuring stations in Tabriz to achieve a sustainable urban environment. First International Conference on Environmental Engineering; 2014; Center for Strategies for Achieving Sustainable Development, Tehran (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Allocating and prioritizing Karaj air quality monitoring stations by two stage approach

Mazaher Moeinaddini[1,*], Seyed Hassan Mousavi[2], Zohreh Isakhanbeygi[1], Somayeh Heidari[3]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2- Research and Strategic Studies Center in Islamic City Council of Karaj, Karaj, Iran
3- Department of Monitoring and Evaluation of Environmental Pollutants, Karaj Municipality, Karaj, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 14 October 2020
Revised: 8 December 2020
Accepted: 12 December 2020
Published: 20 December 2020

Keywords: Air quality monitoring station, Allocating, TOPSIS, Multi-criteria decision making, Karaj

***Corresponding Author:**
Moeinaddini@ut.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: One of the most important goals for urban environmental management system is the monitoring of air quality. Allocating optimum air quality monitoring stations (AQMS), is a key factor in establishing effective and accurate air quality monitoring program. The objective of this study was to determine optimal allocation for AQMS in Karaj.

Materials and Methods: Based on two stages approach, at first, the suitability map was obtained by WLC method. For AQMS implementation, municipal districts were ranked. The extracted alternatives were graded using TOPSIS. In the next stage, the position of preferred sites were investigated by site visiting and detailed criteria. Finally, the AQMS locations were introduced.

Results: Ten suitable stations were suggested based on population and number of municipal districts. During the first stage important criteria such as distance from roads and street cross-section were weighted and standardized. The distance from roads and green space were the lowest and highest important criteria, respectively. The lowest and highest ranks for AQMS implementation were Nos. 9 and 3 districts, respectively. During the first phase 30 alternatives were obtained. At the second stage, 10 best alternatives were selected following field observation and considering implementation criteria (eg. distance from trees, cross section and pollutants emission sources).

Conclusion: In this study, at the first stage the preferred alternatives were determined. In the next stage the best alternatives for AQMS implementation were selected considering reasonable time and effort. The suggested approach could be used to implement AQMS for other areas.

Please cite this article as: Moeinaddini M, Mousavi SH, Isakhanbeygi Z, Heidari S. Allocating and prioritizing Karaj air quality monitoring stations by two stage approach. Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):469-484.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-21]