

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۲۲

تدقیقی بر تغییرات مکانی-زمانی آلودگی هوای کلانشهر تهران

مهیار سجادیان^۱، سعید ملکی^۲

چکیده

آلودگی هوا با توجه به پیامدهای زیانبارش به یکی از ملموس‌ترین معضلات زیست‌محیطی کلانشهر تهران، پایتخت کشور، تبدیل شده است. بنابراین جای تعجب نیست که تاکنون راهبردها و راهکارهایی در جهت رفع این مشکل طراحی و در مواردی به مرحله اجرا درآمده باشد. اما مسئله این است که این راهبردها و راهکارها، علاوه بر کاستی‌های دیگر، اغلب پیشگیرانه و متکی بر اطلاعات ناشی از تغییرات غلظت آلاینده‌های هوا نبوده، پس به اهداف پیش‌بینی شده نرسیده‌اند. بنابراین به سبب اهمیت موضوع، این پژوهش به تدقیقی بر تغییرات مکانی - زمانی غلظت منوکسیدکربن به هدف بهره‌گیری در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی پرداخت. روش تحقیق تحلیلی - کاربردی است. جامعه آماری این تحقیق، غلظت منوکسیدکربن ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در مناطق کلانشهر تهران می‌باشد که از این میان ۱۲ دستگاه در بازه پنج ساله زمانی (۱۳۹۰-۱۳۹۴) به صورت نمونه انتخاب گردید؛ ابزارهای مورد استفاده، Arc GIS، PASW Statistic، Excel و نیز مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، مشاهدات میدانی و مصاحبه با خبرگان و روش‌های زمین آماری کریجینگ و نمودارهای آماری زمانی بهره گرفته است. بر اساس یافته‌های تحقیق، که در قالب نمودارها، شکل‌ها و نقشه‌های متعددی ارائه گردید؛ الگوهایی زمانی - مکانی را می‌توان مشاهده نمود. در انتها نیز بر اساس یافته‌های تحقیق، راهکارهایی پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: الگو، آلودگی هوا، تهران، GIS.

^۱ دانشجوی دکتری دانشکده علوم زمین و GIS دانشگاه شهید چمران اهواز، Email: mahyarsajadian@yahoo.com

^۲ نویسنده مسؤل، دانشیار دانشکده علوم زمین و GIS دانشگاه شهید چمران اهواز، Email: malekis@scu.ac.ir

مقدمه

در نگاه امروز، شهر به عنوان «کل» موجودیتی کلان و هوشیار است که دگرگونی در هر بخش آن بر سایر بخش‌ها نیز تأثیر می‌گذارد. در این راستا، افزایش بی‌رویه جمعیت، شهرنشینی و فعالیت‌های ناشی از آن پیامدهایی به همراه داشته است که این پیامدها همیشه خوشایند و مطلوب انسان و محیط زیست وی نبوده است (جوزی و نیکورزم، ۱۳۹۴: ۵۴). بنابراین، امروزه شهرها با چالش‌های بسیاری در زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی و همچنین زیست‌محیطی مواجه شده‌اند (ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۳؛ Wood, 2006). تمامی این معضلات فزاینده، موجب کاهش کیفیت زندگی در شهرها شده و رابطه انسان و محیط زیست را در معرض خطر قرار داده که در نتیجه اثرات زیانباری را برای انسان و محیط زیست او به همراه داشته است (شکری-فیروزجاه، ۱۳۹۰: ۷۵؛ Geog, Bearon, Bond, Corner, 2004; UNFPA, 2007; (1980).

آلودگی هوا نیز، از جمله مهمترین این چالش‌های مخرب بر کیفیت زندگی، محسوب می‌گردد؛ به گونه‌ای که یکی از مسائل روز دنیاست و باعث بروز معضلات جدی برای زندگی شهری شده است (خسروی و قبادی، ۱۳۹۰: ۶۸). افزایش مرگ و میرها به همراه انقراض گونه‌های گیاهی و جانوری و صدمات اقتصادی و فرهنگی از ابعاد هراس‌انگیز آلودگی هوای شهرها حکایت می‌کند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۰). در این چارچوب، منوکسید کربن، به عنوان نوعی مهم از آلاینده‌های هوا، که در طبیعت از اکسیداسیون محصولات با سوختن ناقص ترکیبات آلی تولید می‌شود (Hsu, Hunang, 2009: 5724)، گاز بی‌رنگ، بی‌بو، بسیار سمی و بدون مزه‌ای است که تنفس بیش از حد آن سبب کاهش ظرفیت حمل اکسیژن توسط هموگلوبین می‌شود (Peers, Steels, 2012) مهمترین منبع منوکسیدکربن در محیط‌های انسان‌ساخت، به‌ویژه

شهری، موتورهای احتراقی ناشی از حمل و نقل است (Raub, Benignus, 2002) که اثرات بسیار زیانباری را برای انسان دارد.

تهران نیز به عنوان بزرگترین کلانشهر و پایتخت کشور از جمله آلوده‌ترین شهرهای جهان می‌باشد (ملاشاهی و همکاران، ۱۳۹۲)؛ که بنابر تحقیقات مهمترین منبع آلاینده آن، حمل و نقل و ترافیک ناشی از آن می‌باشد. بنابراین راهبردها و راهکارهایی در جهت رفع این معضل ارائه گردیده است؛ اما مسئله این است که این راهبردها و راهکارها، علاوه بر کاستی‌های دیگر، اغلب پیشگیرانه و متکی بر اطلاعات ناشی از تغییرات غلظت آلاینده‌های هوا نبوده، بنابراین به اهداف پیش‌بینی شده نرسیده‌اند، شاهد آنکه آلودگی هوا روندی تزايدی در شهر تهران داشته است. بنابراین به سبب اهمیت موضوع، این پژوهش به هدف پاسخ به سوال زیر به تدقیقی بر تغییرات مکانی-زمانی غلظت آلاینده منوکسید کربن تحقیق پرداخت: آیا می‌توان اطلاعاتی را از تغییرات زمانی و مکانی غلظت منوکسید کربن به هدف بهره‌گیری در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی استخراج نمود؟

از جمله پژوهش‌های انجام یافته در زمینه‌های مشابه، می‌توان به تحقیقات آتاناسیادیس و میتکاس^۱ (۲۰۰۷)؛ چئون و کیم^۲ (۲۰۰۵)؛ آتاناسیادیس و میتکاس (۲۰۰۴)؛ آتاناسیادیس و همکاران (۲۰۰۶)؛ اسلینی^۳ و همکاران (۲۰۰۵)؛ لی و شنگ^۴ (۲۰۰۴)؛ افریمیدو^۵ و همکاران (۲۰۰۶)؛ فوکودا^۶ (۲۰۰۷)؛ هاتفی‌افشار (۱۳۸۷)؛ ابوالقاسمی و همکاران (۱۳۹۱)، سجادیان (۱۳۹۲)؛ هاتفی‌افشار (۱۳۸۷)؛ اکبری و همکاران (۱۳۹۴)؛ اکبری و صمدزادگان (۱۳۹۴)؛ اسمعیل‌نژاد و همکاران (۱۳۹۴)؛ پریزان (۱۳۸۸)؛ شهبازی (۱۳۹۱)؛ صاحبی (۱۳۹۲)؛ فتح‌تبار فیروزجایی (۱۳۹۰)؛

1. Athanasiadis & Mitkas

2. Cheon & kim

3. Slini

4. Li & Sheng

5. Efraimidou

6. Fukuda

متصدی زرنندی (۱۳۸۶)؛ دسپینا و فیلیپوپولوس^۱ (۲۰۱۱)؛ تانیا و باروس^۲ (۲۰۱۰)؛
 واثقی و زیبایی (۱۳۸۷)؛ بهاری و همکاران (۱۳۹۴)؛ رابینسون^۳ و همکاران (۲۰۱۳)؛
 کومار^۴ و همکاران (۲۰۱۱)؛ رفیع پور و همکاران (۱۳۸۹)؛ پوماکاران چانا^۵ و همکاران
 (۲۰۰۵)؛ مونترو^۶ و همکاران (۲۰۱۳)؛ سرگزی (۱۳۹۰)؛ نورعبدی (۱۳۹۳)؛ صالحی
 (۱۳۹۰) و تقوی (۱۳۹۱) اشاره نمود.

مبانی نظری تحقیق

توجه به برنامه ریزی محیط زیست جهت استفاده شایسته و پایدار از جمیع
 امکانات سرزمین و پیشگیری از بحران‌های محیط زیستی محتمل، یکی از موضوعات
 جدیدی است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (آل‌شیخ و همکاران،
 ۱۳۸۸: ۷۳).

برنامه‌ریزی زیست‌محیطی یک نوع روند تسهیل تصمیم‌گیری برای رسیدن به
 توسعه با در نظر گرفتن محیط طبیعی، اجتماعی و اقتصادی است که چارچوبی برای
 دستیابی به نتایج پایدار را فراهم می‌کند. امروزه علاوه بر تاکید بر غیرفیزیکی و کالبدی
 بودن فرآیند برنامه‌ریزی زیست‌محیطی به راهبردی بودن آن نیز توجه شده است؛ به
 طوری که مفهوم برنامه‌ریزی زیست‌محیطی با رویکردی تلفیقی از دو مقوله توجه و
 شناخت دقیق از وضعیت موجود و ارائه تصویری روشن و پایدار از وضعیت مطلوب
 در آینده است (خلیفی‌پور، ۱۳۹۱: ۱). در این چارچوب، امروزه اهمیت شهر و
 شهرسازی از دیدگاه سالم‌سازی محیط زیست در چارچوب یک شهر سالم بیش از
 هر زمان مورد توجه قرار گرفته است (علوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۸). و یکی از

1. Despina & Philippopolos

2. Tania & Barros

3. Robinson

4. Kumar

5. Pummakarnchana

6. Montero

ضروریات توسعه پایدار، برنامه‌ریزی زیست‌محیطی به شمار می‌رود؛ که از مهمترین چالش‌های آن، آلودگی‌های زیست‌محیطی، از جمله، آلودگی هواست.

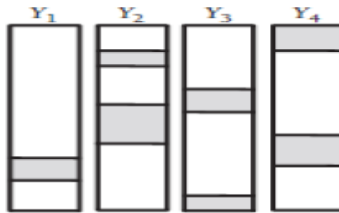
روش‌شناسی پژوهش

روش تحقیق این پژوهش، تحلیلی - کاربردی است. جامعه آماری این تحقیق، ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در مناطق شهر تهران می‌باشد؛ که از این میان ۱۲ ایستگاه سنجش آلودگی هوای اقدسیه، ژئوفیزیک، گلبرگ، منطقه ۴، منطقه ۱۱، منطقه ۱۶، منطقه ۱۹، مسعودیه، استانداری، پونک، رز و شهر ری در بازه ۵ ساله زمانی مابین سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۴ انتخاب گردید. همچنین در انجام آن، از ابزارهای ArcGIS، Excel، Minitab، PASW tatistic و نیز مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی، مشاهدات میدانی و مصاحبه با خبرگان بهره گرفته شده است.



شکل (۱): موقعیت ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای مورد استفاده در این پژوهش

در ابتدا، بعد از دریافت داده‌ها از سازمان متولی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای مذکور، پایگاه داده تشکیل و سپس به همراه سنجش نرمال پذیری داده‌ها، داده‌های مفقود مشخص و نسبت به بازسازی آنها اقدام گردید. در این راستا، از بین الگوهای بی‌پاسخی واحد، الگوی تک متغیره، الگوی عمومی (کلی)، الگوی یکنواخت، الگوی متغیر پنهان و الگوی گم‌شدگی با برنامه، الگوی گم‌شدگی داده‌های پژوهش در ارتباط با داده‌های پژوهش الگوی عمومی (کلی) تشخیص داده شد.



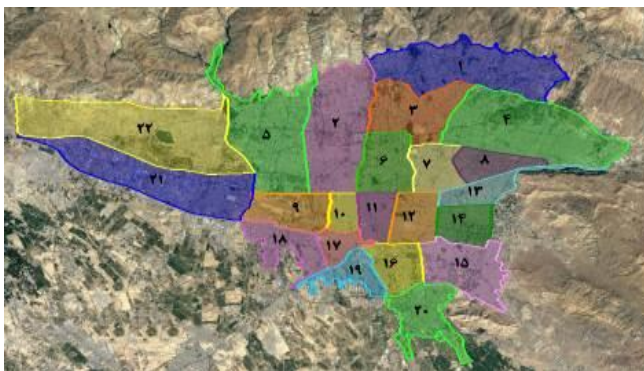
شکل (۲): الگوی گم‌شدگی داده‌های پژوهش

در ادامه نیز از بین سازوکارهای گم‌شدگی کاملاً تصادفی، گم‌شدگی تصادفی، گم‌شدگی غیرقابل اغماض و گم‌شدگی به علت ذات طرح و انجام آزمون‌های تی تک متغیره، آزمون گم‌شدگی کاملاً تصادفی لیتل و رگرسیون لجستیک، در محیط PASW Statistic در نهایت گم‌شدگی به علت ذات طرح انتخاب و بازسازی داده‌ها در محیط Excel انجام یافت. در ادامه پایگاه داده‌ها در محیط GIS انجام و از روش زمین آماری کریجینگ و نیز نمودارهای آماری زمانی در Minitab برای ارائه استفاده گردید.

معرفی محدوده

شهر تهران در 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 ۸۰۰ کیلومتر مربع واقع شده است. این بستر از سمت جنوب به حاشیه شمال غربی کویر مرکزی، از سمت شمال به دامنه‌های جنوبی البرز مرکزی، از شرق به دره‌های جاجرود، و از سمت غرب به دره‌های کرج محدود شده که مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران در داخل این محدوده قرار گرفته‌اند.



شکل (۳): تصویر ماهواره‌ای کلانشهر تهران

این شهر به نقل از اطلس کلانشهر تهران، به لحاظ موقعیت جغرافیایی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. استقرار در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز، منابع سرشار و غنی آب و شرایط آب و هوایی معتدلی را به ارمغان آورده است. دامنه‌ها و دره‌های کوهپایه‌ای البرز شرایط ویژه‌ای را برای گریز از گرما و خشکی بیابان‌های جنوبی در اختیار قرار داده است. دشت‌های جنوبی به جز مناطق شوره‌زار و کویری، بستر مناسبی برای استقرار کشاورزی و انواع فعالیت‌های این بخش به شمار می‌آید. از نظر موقعیت مکانی با توجه به شرایط و ساختگاه تهران برای استقرار جمعیت، نوعی مرکزیت مکانی برای دسترسی و مدیریت سرزمین را در اختیار دارد. نگاهی به جغرافیای سرزمین ایران و توزیع فضایی جمعیت و الگوی سکونت، این موقعیت ویژه و ممتاز

را به خوبی نشان می‌دهد. مشکلات متعدد زیست‌محیطی موجود مانند آلودگی‌های مختلف در محدوده تهران بیش از آن که ناشی از شرایط نامناسب مکانی باشد، از فشار مفرط و عدم توجه به توان‌های محیطی این بخش از سرزمین بوده است. در این راستا، تهران که به لحاظ مساحت در مقام ۱۲۵ جهان قرار دارد از نظر جمعیت در رتبه ۲۸ قرار داشته و با توجه به تراکم جمعیتی در رده شانزدهم جهان؛ از تراکم-ترین شهرهای جهان است.

یافته‌ها

شهر از ساختارهای مهم در فضای جغرافیایی است که بر اساس نیازهای زیستی و معیشتی انسان به وجود می‌آید. فضای شهری آن بخشی از فضاست که به وسیله شهر اشغال شده و یا دست‌کم به ضرورت کارکرد درونی کانون‌های جمعیتی مورد استفاده قرار گرفته است؛ به عبارت دیگر آن بخش از فضاست که در دسترس شهرنشینان قرار دارد (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۱). اما این فضا دارای مشکلات متعددی است. در این چارچوب، یکی از مهمترین مسائلی که مدیران و شهروندان شهرهای بزرگ، از جمله کلانشهر تهران، با آن سروکار دارند، حمل و نقل و ترافیک شهری و آلودگی هوای ناشی از آن است (علوی و همکاران، ۱۳۹۰). در برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، اولین مرحله شناسایی مشکل است. از این دیدگاه، از نقطه نظر مکانی، وضعیت آلودگی هوا در یک منطقه می‌تواند حاصل بر هم کنش مجموعه‌ای از پارامترهای مکانی باشد که این ارتباطات مکانی بین پارامترها می‌تواند نشان‌دهنده یک سری الگوی مکانی باشد. شناسایی این ارتباطات و الگوها می‌تواند در تصمیم‌گیری هر چه بهتر در خصوص مدیریت آلودگی هوا مؤثر باشد (اکبری و صمدزادگان، ۱۳۹۴: ۲۹۴).

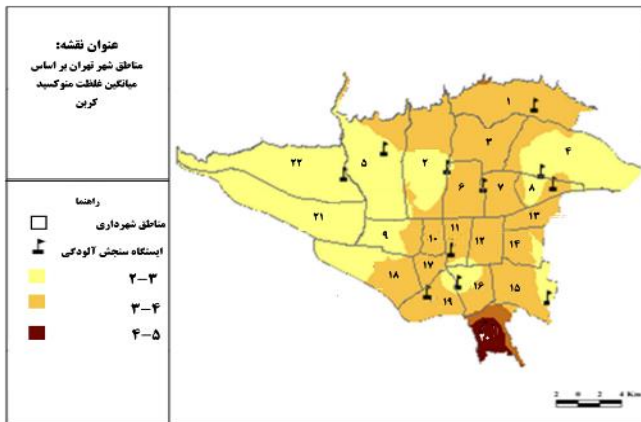
از جهت مکانی مطابق با شکل زیر در این مدت مناطق ۲۱ و ۲۲ و همچنین قسمت‌هایی از مناطق ۲، ۵، ۴، ۱۰ به نسبت سایر مناطق دارای میانگین سالیانه کمتری بوده‌اند. نکته جالب توجه در این نقشه مکانی بین منطقه ۱۶، ۱۹، ۱۱ و ۱۷ می‌باشد که به نسبت نواحی کناری دارای غلظت پایین‌تری از منوکسیدکربن می‌باشد. با بازدید از محل مشخص گردید که این محل فرودگاه نظامی قلعه مرغی (هوانیروز) می‌باشد که به علت فضای خاص این منطقه غلظت منوکسیدکربن سالیانه آن طبیعی به نظر می‌رسد. همان‌گونه که در نقشه کاملاً مشخص است. کریدوری از شمال به جنوب که از مرکز شهر می‌گذرد دارای سطح بالاتری از میانگین غلظت منوکسید کربن می‌باشد که این مقدار به طرف منطقه ۲۰ افزایش می‌یابد.

جدول (۱): مهمترین شاخص‌های آمار توصیفی غلظت منوکسیدکربن

ردیف	نام ایستگاه	میانگین سالیانه (ppm)	میان سالیانه (ppm)	نما سالیانه (ppm)	دامنه تغییرات	انحراف معیار
۱	اقدسیه	۳/۳۳۴	۳/۰۹	۳/۲۳۵	۹/۹	۱/۴۱۵
۲	ژئوفیزیک	۲/۹۲۷	۲/۴۶۰	۱/۸۳۰	۹/۹۸۰	۱/۸۱۴
۳	گلبرگ	۲/۵۸۷	۲/۳۵۰	۲/۶۶۳	۹/۳	۱/۱۲۸
۴	منطقه ۱۱	۳/۰۷	۳/۰۷۷	۳/۰۷۷	۸/۹۶	۱/۳۵۵
۵	منطقه ۱۶	۳/۵۷۵	۲/۳۶۰	۲/۵۷۵	۸/۹۶	۱/۵۸۷
۶	منطقه ۱۹	۳/۶۷۷	۳/۶۷۷	۳/۶۷۷	۸/۹۸	۱/۳۷
۷	منطقه ۴	۲/۷۶۰	۲/۴۵۵	۲/۷۶۰	۹/۹۵	۱/۵۵۷
۸	مسعودیه	۲/۹۱	۲/۹۰۷	۲/۹۷۰	۹/۰۲	۱/۰۷۷
۹	استانداری	۵/۷۲۴	۴/۷۲۴	۴/۷۲۴	۹/۹۸	۱/۹۷۱
۱۰	پونک	۳/۰۵	۲/۸۲۰	۳/۰۵	۹/۹۷	۱/۴۸۳
۱۱	رز	۳/۰۲	۳/۰۲۵	۳/۰۲۵	۹/۹۵	۱/۲۰۳
۱۲	شهری	۵/۴۱۲	۵/۴۱۲	۵/۴۱۲	۹/۹۷	۱/۳۹۲

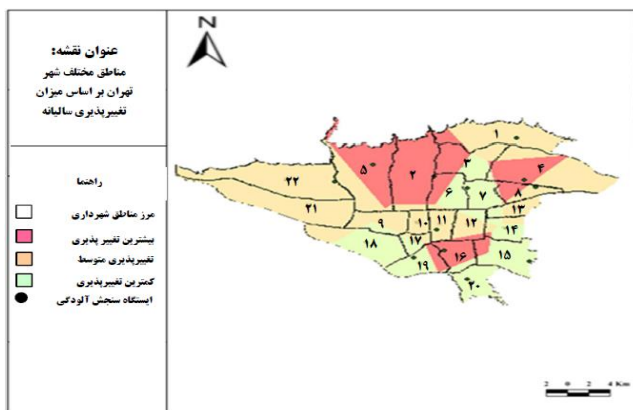
همچنین، ایستگاه‌های شهر ری، استانداری و منطقه ۱۹ دارای انطباق کامل میانگین، میانه و نما می‌باشند که این نشان می‌دهد که این سه ایستگاه از توزیع نرمال بیشترین پیروی می‌نمایند. دامنه تغییرات نشان از آن دارد که بیشترین بازه تغییر متعلق به ایستگاه‌های ژئوفیزیک، منطقه ۱۹ و استانداری می‌باشد که نکته جالب برابری بازه‌های آنها می‌باشد که در گام بعد شهر ری و پونک قرار دارند؛ همچنین کمترین بازه متعلق به ایستگاه‌های مسعودیه و بعد گلبرگ است. با توجه به انحراف معیار نیز، بیشترین تغییرپذیری از میانگین سالیانه متعلق به استانداری و سپس ژئوفیزیک و منطقه ۱۶ و کمترین متعلق به مسعودیه، گلبرگ و رز است.

در مجموع به این نتیجه البته بسیار کلی می‌توان رسید: مناطقی که دارای بیشترین غلظت میانگین سالیانه منوکسیدکربن می‌باشند، اغلب به توزیع نرمال نزدیکتر بوده، اما از بیشترین انحراف‌ها از میانگین سالیانه برخوردار می‌باشند. این در حالی است که در ایستگاه‌هایی چون گلبرگ، مسعودیه و رز که به نسبت از غلظت میانگین سالیانه کمی برخوردارند شرایط تغییرپذیری کمتری وجود دارد.



شکل (۴): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس میانگین سالیانه غلظت منوکسیدکربن

ضریب تغییرات، مقدار انحراف معیار را بر اساس مقدار میانگین نشان می‌دهد. با این عمل، دیگر اندازه انحراف معیار به واحدی که متغیر مربوطه با آن اندازه‌گیری شده است بستگی نخواهد داشت و می‌توان پراکندگی دو متغیر متفاوت را با هم مقایسه نمود. برای محاسبه ضریب تغییرات، انحراف معیار را بر قدرمطلق میانگین، تقسیم نموده و حاصل را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم. لذا در این راستا، به منظور پهنه‌بندی شهر تهران نسبت به پراکنش داده‌های منوکسیدکربن برای هر ایستگاه ضریب تغییر در پایگاه داده محاسبه و در نهایت نسبت به پهنه‌بندی اقدام گردید. چگونگی پراکنش مناطق نسبت به تغییرپذیری میزان منوکسیدکربن در طول سال در شکل زیر با بهره‌گیری از چند ضلعی‌های تیسن نشان داده شده است.



شکل (۵): چگونگی پراکنش مناطق نسبت به تغییرپذیری میزان منوکسید با بهره‌گیری از چندضلعی‌های تیسن

با توجه به شکل بالا به غیر از قسمت‌های بزرگی از منطقه ۱۶، قسمت‌های کوچکی از مناطق ۱۵ و ۱۹ و ۱۲، همچنین مناطق واقع در جنوب شرقی و جنوب

غرب دارای کمترین تغییرپذیری و مناطق ۲، قسمت‌های بزرگی از منطقه ۵، ۱۶ و ۴ و همچنین قسمت‌های کوچکتری از مناطق ۱۹، ۱۵، ۱۲، ۱۴، ۸ و ۶ ۳ دارای سطح بالایی از تغییرپذیری می‌باشند. اما در مجموع با مشاهده نقشه می‌توان به این نتیجه رسید که به لحاظ تغییرپذیری سالیانه منوکسیدکربن، سطح وسیعی از شهر، دارای مقدار متوسطی از تغییرپذیری می‌باشد.

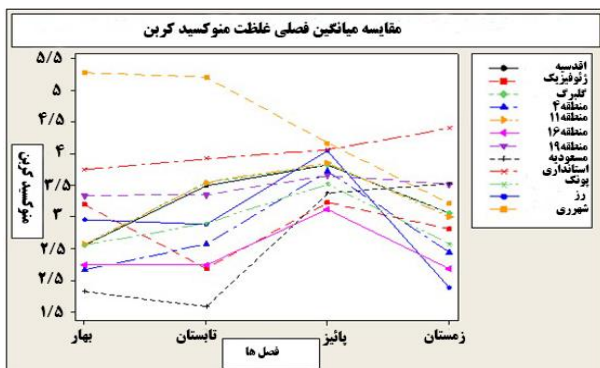
به لحاظ زمانی، باتوجه به شکل زیر ملاحظه می‌گردد که با سه دسته از ایستگاه‌ها، مواجه هستیم:

- دسته اول: ایستگاه‌هایی که با شروع بهار روندی نزولی داشته و سپس در تابستان به طرف پاییز با روندی صعودی روند را ادامه داده به‌گونه‌ای که در پاییز در اوج هستند و سپس به طرف پایان زمستان روندی نزولی را در پی می‌گیرند. که ایستگاه‌های مسعودیه، ژئوفیزیک و تا اندازه‌ای رز شامل این الگو می‌باشند.

- دسته دوم: دسته دوم که در اکثریت هستند، شامل ایستگاه‌هایی هستند که روند را با صعود به طرف تابستان آغاز نموده و این روند صعودی در پاییز و سپس به طرف پایان زمستان روندی نزولی را تجربه می‌نماید. از ایستگاه‌های که چنین الگویی را پیروی می‌کنند، می‌توان، ایستگاه منطقه ۱۶، منطقه ۴، پونک، گلبرگ، اقدسیه و منطقه ۱۱ را نام برد.

- دسته سوم: دسته سوم شامل ایستگاه‌های شهر ری، استانداری و منطقه ۱۹ می‌باشند. ایستگاه شهر ری با روندی مشخص و با غلظتی به مراتب بیش از سایر مناطق آغاز می‌کند اما به طرف پاییز با روندی کند کاهش می‌یابد و سپس با شتابی تندتر به طرف پاییز و پایان زمستان رو به کاهش می‌گذارد. ایستگاه استانداری نیز با غلظتی مشخص از سایر ایستگاه‌ها اما کمتر از ایستگاه شهر ری آغاز و سپس با روندی کند افزایش یافته، اما از پاییز به طرف زمستان شتابش افزایش می‌یابد.

لازم به ذکر است که در میان تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه تنها ایستگاه‌های استانداری و مسعودیه از انتهای پاییز به طرف انتهای زمستان شاهد افزایش غلظت منوکسید کربن می‌باشند.



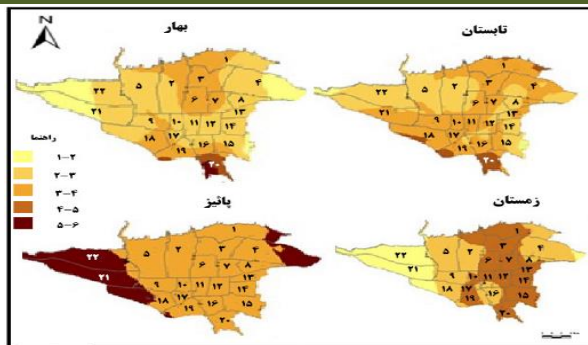
شکل (۶): مقایسه میانگین فصلی غلظت منوکسید کربن

عوامل مؤثر در انتقال، رقیق‌سازی و پراکندگی آلاینده‌های هوا می‌تواند بر اساس مشخصات نقطه انتشار، ماهیت مواد آلاینده، شرایط جوی و اثرات مربوط به بافت زمین و ساختار جوامع انسانی طبقه‌بندی شوند (اصیلیان و همکاران، ۱۳۸۶: ۸۷). بنابراین، میزان آلودگی هوا در یک منطقه خاص به فاکتورهای اقلیمی نظیر دما، نورخورشید و باد مرتبط است. در یک روز با مقدار باد مناسب، هوای آلوده از شهرها دور می‌شود. همچنین بارندگی سبب پاکیزگی هوای درون و اطراف شهرها می‌شود (نژادکورکی، ۱۳۸۸: ۳۵). در این راستا، سه عامل جغرافیایی در ساخت کلی اقلیم تهران نقش مؤثری ایفا می‌نماید. یکی دشت کویر و دیگری رشته کوه‌های البرز و سومی بادهای مرطوب و باران‌های غربی. از این سه عامل دو عامل کویر و بادهای غربی به صورت توسعه یافته و محسوس اقلیم آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند و

کوه‌های البرز نقش تعدیل‌کننده اقلیم مناطق دامنه‌ای و دره‌ای کوهپایه‌ای است میزان نفوذ بادهای غربی در فضای تهران و جریان‌های کوهستانی در فضای دشت بدان حد نیست که نقش کویر را در هوای تهران خنثی کند (اجلالی، ۱۳۸۶: ۱۴۲؛ پوراحمد، ۱۳۷۷: ۴۰).

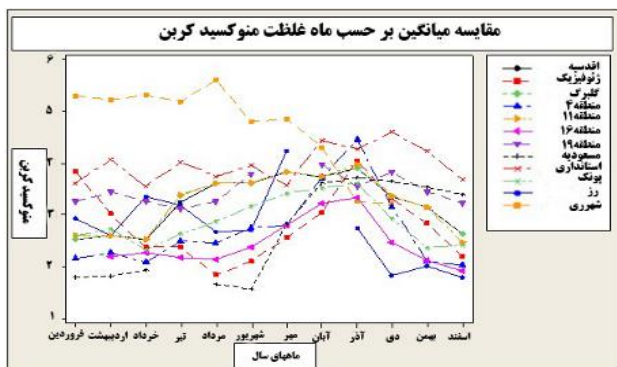
در هر حالت فصل‌ها از پارامترهای مهم در تغییرات غلظت منوکسیدکربن در کلانشهر تهران است. در این راستا، به لحاظ مکانی، با توجه به شکل زیر قسمت‌های بزرگی از مناطق ۲۱، ۲۲ و قسمتی از منطقه ۴ با غلظتی پایین‌تر از سایر مناطق سال را آغاز نموده‌اند. و این در حالی است که در پایان سال مناطق ۲۱ و ۲۲ و همچنین قسمتی از مناطق ۱۸ و قسمت کوچکی از منطقه ۴ دارای غلظتی پایین‌تر از سایر نقاط بوده‌اند. توجه به کریدور شمالی به طرف جنوب شهر نشان می‌دهد که این کریدور در طول فصل بهار به طرف زمستان همواره بر غلظت منوکسید کربن آنها افزوده شده به گونه‌ای که این کریدور در زمستان عملاً بین ۴ تا ۵ ppm در محدوده هوای ناپاک قرار داشته است.

الگوی دیگری که در این شکل مشاهده می‌گردد. مناطق ۲۱، ۲۲ و قسمت‌هایی از منطقه ۱ و ۴ می‌باشد که سال را با هوایی با غلظت کمتر به نسبت سایر مناطق شروع نموده بودند (به جز منطقه ۱)، در پاییز عملاً در محدوده هوای ناپاک قرار دارند. همچنین به جهت تنوع مقداری غلظت منوکسیدکربن، پاییز کمترین تنوع را شاهد بوده است، به صورتی که عملاً تهران به دو بخش تقسیم شده است.



شکل (۷): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس میانگین غلظت منوکسید کربن در فصول مختلف

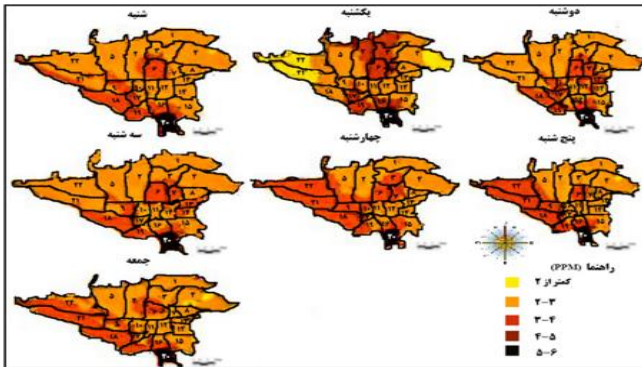
توجه به میانگین غلظت ماهیانه، بر اساس شکل زیر نشان می‌دهد. که روندها در ایستگاه‌های مورد مطالعه میان ماه‌های مختلف سال روندی سینوسی را البته به تبعیت از نوع فصل پیروی نموده است؛ که در این بین ایستگاه شهر ری به‌گونه‌ای واضح از سایر ایستگاه‌ها قرار گرفته است.



شکل (۸): مقایسه میانگین بر حسب ماه غلظت منوکسید کربن ایستگاه‌های سنجش

آلودگی هوای مورد مطالعه

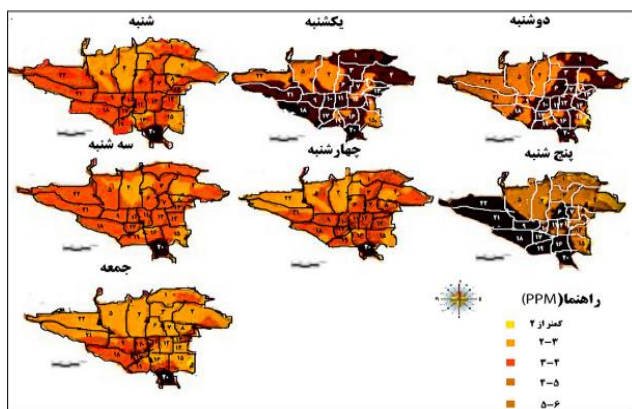
توجه به روزهای هفته فصل بهار در شکل زیر نشان می‌دهد که به لحاظ مکانی نشان می‌دهد که در تقریباً تمام روزهای هفته البته به جز یکشنبه‌ها که نواحی وسیعی از مناطق ۲۱ و ۲۲ و ۴ در وضعیت به نسبت بهتری از نظر میانگین غلظت منوکسید کربن قرار داشته‌اند در بقیه روزهای هفته سطح منوکسید کربن بیشتر از 3ppm اما در محدوده هوای پاک قرار داشته است. همچنین در تمام روزهای هفته، لکه‌ای بر روی منطقه ۶ و نواحی اطراف دارای سطح بالاتری از غلظت منوکسید کربن بوده که با توجه به سطح بالای تولید و جذب سفر در این منطقه و نواحی اطراف طبیعی به نظر می‌رسد. در کنار این منطقه شکل‌گیری لکه‌ای در جنوب غربی و سپس گسترش آن در روزهای پایانی هفته به مناطق ۲۱ و ۲۲ در نقشه‌ها نیز قابل توجه است. بنابراین در طول فصل بهار می‌توان انتظار هوایی با غلظت بالاتر در منطقه ۶ و نواحی اطراف و مناطق واقع در جنوب غربی در تمام روزهای هفته را داشت. همچنین در روزهای چهارشنبه، پنجشنبه و جمعه در مناطق ۲۱ و ۲۲ می‌توان انتظار سطح بالاتری از منوکسید کربن را داشت.



شکل (۹): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس غلظت منوکسید کربن برحسب نوع روز

هفته در فصل بهار

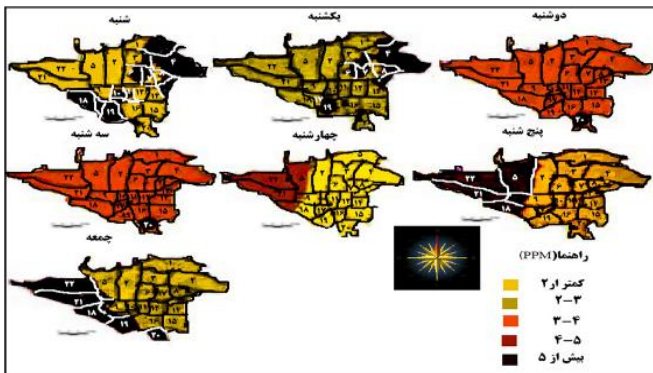
در تابستان، به لحاظ مکانی با توجه به شکل زیر در یکشنبه ها، قسمت وسیعی از شهر در شرایط هوای ناپاک و حتی به غیر از منطقه ۲۰ که در اغلب اوقات سال در شرایط ناپاک قرار دارد، نواحی از جنوب غربی شهر در شرایط هوای ناپاک قرار داشته است. در کنار این، در روزهای دوشنبه تابستان کریدور شمالی- جنوبی که در یکشنبه ها نیز در شرایط هوای ناپاک بود در این روز نیز در کنار نواحی وسیعی از شرق شهر در شرایط دشواری قرار دارند. این در حالی است که در روزهای سه شنبه و چهارشنبه به جز منطقه ۲۲ مناطقی از شهر در محدوده هوای ناپاک قرار داشته‌اند. در روزهای پنجشنبه علاوه بر لکه آلودگی بر روی منطقه ۶ و نواحی اطراف، قسمت-هایی از جنوب، جنوب غربی و غرب شهر به لحاظ غلظت منوکسیدکربن در سطح بالایی قرار داشته‌اند.



شکل (۱۰): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس غلظت منوکسیدکربن بر حسب نوع روز

هفته در فصل تابستان

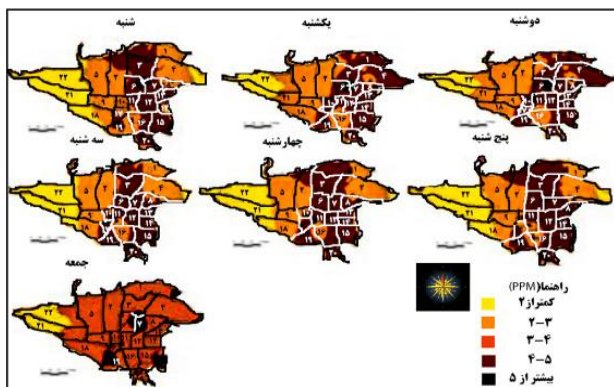
در فصل پاییز، به لحاظ مکانی با توجه به شکل شماره زیر، یک حالت دوقطبی مشاهده می‌گردد. این حالت دو قطبی در روزهای دوشنبه و سه شنبه به حالت تک قطبی گرایش می‌یابد و سراسر شهر به جز منطقه ۲۰ در واقع دارای هوایی یکنواخت است. در این فصل در روزهای شنبه هوایی با غلظت منوکسیدکربن بالا در سمت جنوب غرب و شمال شرق بوده است که به لحاظ گسترش مکانی این میزان در روزهای یکشنبه در هر دو سو کاهش می‌یابد. در دوشنبه و سه شنبه به غیر از منطقه ۲۰ سایر نواحی و مناطق هوای یکنواختی را تجربه نموده و در روزهای چهارشنبه و پنجشنبه به غیر از نواحی غربی تهران، سایر نواحی هوایی به نسبت مناسب به لحاظ غلظت منوکسیدکربن داشته‌اند. در روز جمعه نواحی غربی و جنوب غربی تهران در شرایط نامساعد و در سطح بالایی از منوکسیدکربن قرار گرفته‌اند که این در تعارض با سایر مناطق شهر تهران بوده است. در مجموع می‌توان به لحاظ زمانی تنوع و به لحاظ مکانی یکنواختی را از الگوهای کشف شده در این فصل بین روزهای مختلف هفته در شهر تهران را نام برد.



شکل (۱۱): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس غلظت منوکسیدکربن برحسب نوع روز

هفته در فصل پاییز

در فصل زمستان، نقشه‌های موجود در شکل زیر؛ در واقع نمایانگر آلودگی بالای کریدور شمال به جنوب در روزهای هفته این فصل البته به غیر از روزهای جمعه بوده است. که در این محدوده لکه مرکزی که بر روی منطقه ۶ و حوالی آن سایه انداخته و هوایی ناپاک را بر آن نواحی مستولی نموده است در روزهای شنبه، یکشنبه، دوشنبه و جمعه وجود داشته است. در بین مناطق شهر تهران مناطق ۲۱ و ۲۲ در تمام روزهای هفته در شرایط مناسبی به لحاظ غلظت منوکسیدکربن قرار داشته‌اند.



شکل (۱۲): مناطق مختلف شهر تهران بر اساس غلظت منوکسیدکربن برحسب نوع روز هفته در فصل زمستان

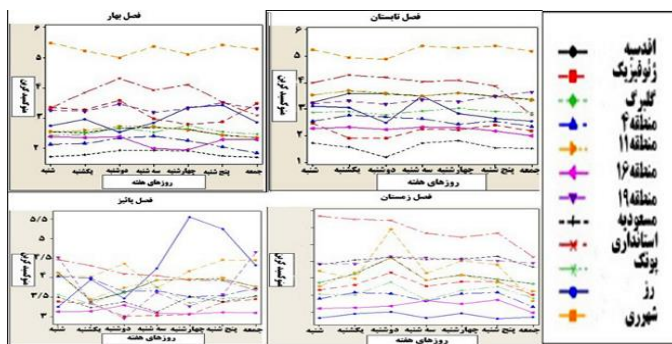
هر چند با توجه به شکل زیر عملاً نمی‌توان الگویی غالب مابین میانگین غلظت منوکسیدکربن در روزهای هفته فصل بهار مشاهده نمود. اما روندی قابل تشخیص که در اکثریت ایستگاه‌ها جاری است. شروع هفته با غلظت پایین منوکسیدکربن و سپس روندی افزایشی به گونه‌ای که روزهای دوشنبه و سه‌شنبه به لحاظ میانگین غلظت منوکسیدکربن در اوج قرار دارند و سپس ادامه روند به صورت کاهشی تا روز جمعه

می‌باشد. بنابراین در روزهای جمعه می‌توان شاهد سطح پایینی از غلظت منوکسید-کربن بود و در روزهای دوشنبه و سه شنبه می‌توان سطح بالاتری از منوکسیدکربن را مشاهده نمود.

در فصل تابستان نیز مشاهده می‌گردد که به جز ایستگاه رز که مقداری روند آن سینوسی است در سایر ایستگاه‌ها میانگین غلظت منوکسیدکربن در روزهای مختلف به نسبت فصل بهار روند تقریباً یکنواختی تری را از شنبه تا جمعه می‌پیمایند. اگرچه در اینجا نیز می‌توان انتظار سطح بالاتری از منوکسیدکربن را در فاصله روزهای یکشنبه تا سه شنبه را داشت اما دامنه تغییرات به غیر از ایستگاه رز که در سه‌شنبه قابل توجه است، زیاد نیست.

با شروع فصل پاییز ملاحظه می‌گردد که روندهایی که در فصل تابستان حالت یکنواختی به خود گرفته بود در این فصل به مانند فصل بهار دوباره حالتی سینوسی به خود می‌گیرد. که تصور می‌رود پدیده‌های جوی و طبیعت متغیر این فصل به لحاظ هواشناسی به مانند فصل بهار و همچنین شروع سال تحصیلی در این امر بی‌تأثیر نباشد. در این فصل دیگر پیشتازی ایستگاه‌های شهر ری و استانداری مشاهده نمی‌گردد بلکه آنچه در این بین قابل توجه است روند ایستگاه رز می‌باشد به طوری که به‌طور قابل ملاحظه‌ای در روزهای چهارشنبه در این ایستگاه شاهد سطح بسیار بالایی از غلظت منوکسیدکربن در مقایسه با سایر ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای مورد مطالعه هستیم. در این فصل نیز در اغلب ایستگاه‌ها می‌توان انتظار سطح بالاتری از غلظت منوکسیدکربن در روزهای یکشنبه تا چهارشنبه داشت هرچند که در ایستگاهی مانند ایستگاه‌هایی مانند مناطق ۱۹ و شهر ری در روزهای جمعه این میزان بالاتر بوده است. در مجموع این چنین به نظر می‌رسد که به سبب ماهیت متغیر هواشناسی این فصل روندها نا حدود زیادی قابل خدشه هستند.

در فصل زمستان نیز، روندها از یکدیگر تفکیک شده‌اند. و روندی که مشاهده می‌گردد افزایش قابل ملاحظه غلظت منوکسیدکربن در روزهای دوشنبه در ادامه روندی افزایشی از شنبه است که این روند در ادامه از دوشنبه به طرف پایان هفته و روز جمعه کاهش می‌یابد. البته در این روند غالباً ایستگاه استناداری به صورت کاملاً متمایز عمل نموده است به گونه‌ای که میانگین غلظت آلاینده منوکسیدکربن در این ایستگاه در روزهای شنبه زیاد بوده و سپس با روندی کاهشی هفته را به پایان می‌رسانده است.



شکل (۱۳): مقایسه روزهای هفته فصل زمستان بر اساس میانگین غلظت منوکسیدکربن

تهیه کننده: نگارندگان

نتیجه‌گیری

یک الگو یک مدل یا یک سری قوانین است که با استفاده از آن می‌توان هر چیزی یا قسمتی از یک چیز را تولید نمود. دانش شناسایی الگوها به شناسایی الگو معروف است. الگو در واقع تولید هر چیزی است که با تکرار عجیب و سرشته شده باشد. تکرار می‌تواند زیرالگوها یا زیرالگوهای اصلاح شده بر طبق چند قانون ساده داشته باشند. در ارتباط با پژوهش انجام یافته و بر مبنای یافته‌ها، تأکید بر تکرار شونده‌گی بوده و

هدف دستیابی به الگوهایی بوده که شاید بتوان با بهره‌گیری از آنها آلودگی هوای ناشی از منوکسید کربن را پیش‌بینی نمود. هر چند که نیاز به داده‌پژوهی و مطالعه تطبیقی در این ارتباط مربوط به سال‌های متعدد موضوع پنهانی نیست. اما با توجه به همین پژوهش انجام یافته نیز الگوهایی را می‌توان در آلودگی هوای ناشی از غلظت منوکسیدکربن در کلانشهر تهران مشاهده نمود، نمودی که با مراجعه به نقشه‌ها، جداول و نمودارهای موجود در یافته‌های تحقیق و تحلیل ارائه شده قابل درک و شهود است.

راهکارهای پیشنهادی

- ۱- بهره‌گیری بیشتر از رهیافت‌های دانش برنامه‌ریزی زیست‌محیطی در اداره کلانشهر تهران
- ۲- پژوهش در زمینه استخراج الگوها در بازه‌های زمانی طولانی‌تر
- ۳- سبک‌سازی بارگذاری حمل و نقل و ترافیک حاصله در مناطقی با شرایط غلظت همیشگی بالا به ویژه منطقه ۲۰
- ۴- توجه به عامل فصل به ویژه با توجه به تفاوت‌های مکانی در مدیریت فعالیت‌ها در مناطق کلانشهر تهران
- ۵- سبک‌سازی فعالیت‌های حمل و نقل در روزهایی از هفته که غلظت منوکسیدکربن بالاست و ارائه تسهیلات حمل و نقل عمومی بیشتر در این روزها در این مناطق

منابع

- ابوالقاسمی، مریم؛ قوسی؛ روزبه، زنگی آبادی، مهدی؛ زبانی، ساناز؛ (۱۳۹۱)، «نقش داده کاوی در تجزیه و تحلیل آلاینده‌های محیطی به منظور دستیابی به یک سیستم پشتیبان تصمیم»، اولین کنفرانس مدیریت آلودگی هوا و صدا، تهران، دانشگاه صنعتی شریف، https://www.civilica.com/Paper-CANPM01-CANPM01_052.html
- اجاللی، فرید، (۱۳۸۶)، «آلودگی هوا با نگاهی به پالایش هوای تهران»، کرج: نشر آموزش کشاورزی.
- اسمعیل‌نژاد، مرتضی؛ اسکندری‌ثانی، محمد؛ بارزمان، سپیده؛ (۱۳۹۴)، «ارزیابی و پهنه بندی آلودگی هوای کلانشهر تبریز»، فصل‌نامه علمی-پژوهشی برنامه ریزی منطقه ای، سال پنجم، شماره ۱۹، ۱۷۳-۱۸۶.
- اصیلیان، حسن؛ قانعیان، محمدتقی؛ غنی‌زاده؛ قادر، (۱۳۸۶)، «آلودگی هوا: منابع، اثرات، روش‌های کنترل، قوانین و مقررات، استانداردها»، تهران: انتشارات میترا.
- اکبری، الهه؛ فاخری، معصومه، غفت‌پور، غلامحسین؛ اکبری، زهرا، (۱۳۹۴)، «پهنه بندی ماهانه میزان آلودگی هوا و بررسی نحوه ارتباط آن با عوامل اقلیمی (مطالعه موردی: شهر مشهد)»، فصلنامه علمی-پژوهشی محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۴، صص ۵۳۳-۵۴۷-۵۴۷.
- اکبری، محمد و فرهاد صمدزادگان، (۱۳۹۴)، «الگوسازی آلودگی هوای منطقه شهری با استفاده از مدل توسعه یافته روش داده کاوی هم مکان»، نشریه علمی-پژوهشی علوم و فنون نقشه‌برداری، دوره پنجم، شماره ۳، ۲۹۳-۳۰۷.
- آل شیخ، علی‌اصغر؛ مطهری، سعید؛ خوشنام، هاشم؛ گنجعلی، لیلا، پهلوان، عاتکه، (۱۳۸۸)، «برنامه‌ریزی محیط زیست با روش فرآیند برنامه ریزی و GIS (مطالعه موردی: دهستان دهک)»، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره پانزدهم، شماره ۱، ۷۳-۸۳.
- بهاری، روح الامین؛ عباس‌پور، رحیم‌علی؛ پهلوانی، پرهام؛ (۱۳۹۴)، «پهنه بندی آلودگی ذرات معلق با استفاده از مدل‌های آماری محلی در GIS (مطالعه موردی: شهر تهران)»، نشریه علمی-پژوهشی علوم و فنون نقشه‌برداری، دوره پنجم، شماره ۳، ۱۶۵-۱۷۳.

- پریزان، محمد، (۱۳۸۸)، «نمایش آلودگی هوای شهر بر اساس ذرات معلق موجود در هوا با استفاده از GIS مطالعه موردی شهر تبریز»، پایان نامه کارشناسی ارشد، اهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
- پوراحمد، احمد، (۱۳۷۷)، «نقش اقلیم و ساختار جغرافیایی در آلودگی هوای شهر تهران»، فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۳۴، ۳۸-۵۳.
- تقوی، هدی، (۱۳۹۱)، «توزیع زمانی و مکانی آلانده‌های شاخص آلودگی هوای شهر مشهد و عوامل مؤثر بر آن»، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی شهناز دانش، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده فنی و مهندسی.
- جوزی، سیدعلی؛ نیکورزم، یاسمن؛ (۱۳۹۴)، «بررسی تغییرات فضای سبز با مدل مارکوف و شاخص NDVI و تبیین راهبردها با مدل SWOT، مطالعه موردی: مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۱ شهرداری تهران»، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال ششم، شماره ۱، پیاپی ۱۱، ۵۳-۷۲.
- خسروی، محمود؛ قبادی، اسدالله، (۱۳۹۰)، «تبیین جایگاه سامانه بام سبز در تعدیل جزیره حرارتی شهر (نمونه موردی: کرج)»، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال دوم، شماره چهارم، ۶۷-۷۸.
- خلیفی‌پور، حکیمه، (۱۳۹۱)، «کاربرد تلفیقی مدل‌های SWOT و ANP در برنامه‌ریزی زیست محیطی راهبردی (مطالعه موردی: استان اصفهان)»، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمای علیرضا سفینیان و سیما فاخران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.
- رحیمی، محمد؛ یزدانی، محمدرضا؛ اسدی، مسلم؛ حیدری، محمدرضا؛ (۱۳۹۴)، «بررسی آلودگی هوای شهر سندرگ با تاکید بر تغییرات غلظت PM₁₀»، دو فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، سال ششم، شماره ۱، پیاپی ۱۱، ۹۹-۱۱۶.
- رفیع‌پور، مهرداد؛ آل‌شیخ، علی‌اصغر؛ علیمحمدی، عباس؛ صادقی‌نیارکی، ابوالقاسم؛ (۱۳۹۵)، «استفاده از شبکه بازگشتی NAR برای پیش‌بینی غلظت مونوکسید کربن»، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره ۳، ۱۲۶-۱۳۹.

- ساسان پور، فرزانه؛ تولایی، سیمین، جعفری اسدآبادی، حمزه؛ (۱۳۹۳)، «قابلیت زیست-پذیری شهرها در راستای توسعه پایدار شهری (مورد مطالعه: کلاشهر تهران)»، *فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا*، دوره جدید، سال دوازدهم، شماره ۴۲، ۱۲۸-۱۵۷.
- سجادیان، مهیار و ناهید سجادیان، (۱۳۹۲)، «طراحی مفهومی سیستم خبره قیمت گذاری معابر شهری با توجه به شاخص آلودگی هوا و با بهره گیری از GIS، داده کاوی و شبکه های عصبی (با تاکید بر شهر تهران)»، *ماهنامه پردازشگر*، سال یازدهم، شماره ۱۰۵.
- سرگزی، سعید، (۱۳۹۰)، «مقایسه روش های اسپلاین رگرسیون تطبیقی چند متغیره (MARS) با روش های درون یابی متداول به منظور بررسی پراکنش مکانی CO در شهر تهران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی مجید حبیبی نوخندان و حمید طاهری شهرآیینی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی.
- شکری فیروزجاه، پری، (۱۳۹۰)، «تأثیر پراکنش فضایی کاربری های شهری تبریز بر آلودگی هوا»، *دو فصلنامه پژوهش های بوم شناسی شهری*، سال دوم، شماره سوم، ۷۵-۸۲.
- شهبازی، ابراهیم، (۱۳۹۱)، «مطالعه توزیع آلودگی های شهری با استفاده از روش های درون یابی مطالعه موردی: شهر تبریز»، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، اهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر.
- صاحبی وایقان، سعیده؛ عادل قرجه داغی، شهاب؛ (۱۳۹۲)، «بررسی کیفیت هوای تبریز با درونیابی آلاینده ها در محیط GIS بر اساس شاخص AQI»، *سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست*، تهران، دانشگاه تهران، https://www.civilica.com/Paper-ESPME03-ESPME03_821.html
- صالحی، بنفشه، (۱۳۹۰)، «پهنه بندی آلودگی هوای شهر اصفهان»، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی نوراله میرغفاری و علیرضا سفیانیان، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
- ضرابی، اصغر؛ دیوسالار، اسدالله؛ کنعانی، محمدرضا؛ (۱۳۹۱)، «تحلیل فضایی سکونتگاه های شهری بر اساس توان های محیطی (مطالعه موردی: استان مازندران)»، *فصلنامه علمی-پژوهشی مدرس علوم انسانی برنامه ریزی و آمایش فضا*، دوره شانزدهم، شماره ۲، ۷۷-۱۰۰.
- علوی، سیدعلی؛ پرهیزگار، اکبر؛ رکن الدین افتخاری، عبدالرضا؛ قالیباف، محمداقبر؛ پورموسوی، سیدموسی؛ (۱۳۹۰)، «مدل سازی مکانی تقاضای سفر مبتنی بر روشی جدید برای

- پیش‌بینی و کاهش ترافیک (منطقه شش شهر تهران)، «فصل‌نامه علمی-پژوهشی مدارس علوم انسانی-برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره پانزدهم، شماره ۴، ۶۱-۴۳.
- علوی، سیدعلی؛ قاسمی، اکرم؛ احمدآبادی، علی؛ (۱۳۹۲)، «ارزیابی و تحلیل فضایی سرانه پارک‌های شهری (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران)»، فصلنامه علمی-پژوهشی مدارس علوم انسانی برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره هفدهم، شماره ۱، ۱۲۷-۱۵۰.
- فتح‌تبار فیروزجایی، سمیه، (۱۳۹۰)، «پهنه‌بندی آلاینده‌های هوا با استفاده از مدل‌های آماری و تکنیک GIS مطالعه موردی: شهر تهران»، پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، همدان.
- متصدی‌زرنی، سعید، (۱۳۸۶)، «پیشنهاد بازنگری طرح جامع کاهش آلودگی هوا در خصوص منوکسیدکربن با استفاده از نرم‌افزار Excell مورد شهر تهران»، مجله علمی-پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۱، شماره ۳، ۱۷-۳۶.
- ملاشاهی، مریم؛ علیمحمدیان، حبیب؛ حسینی، سیدمحسن؛ فیضی، وحید؛ (۱۳۹۲)، «پهنه-بندی آلودگی هوای تهران به فلزات سنگین با استفاده از برگ‌های گونه توت»، فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی ۲ (۷)، https://www.civilica.com/Paper-JR_GEH-JR_GEH-2-7_005.html
- نژادکورکی، فرهاد، (۱۳۸۸)، «آلودگی هوا مدل‌سازی کیفیت هوای شهری»، تهران: انتشارات حفیظ.
- نورعبدی، سمانه، (۱۳۹۳)، «کاربرد GIS در تعیین بهترین الگوریتم درونیابی آلودگی هوای شهری تبریز»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی خلیل ولیزاده کامران و سعید جهان بخش اصل، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا.
- واثقی، الهه؛ زیبایی، منصور؛ (۱۳۸۷)، «پیش‌بینی آلودگی هوای شیراز»، فصلنامه علمی-پژوهشی محیط‌شناسی، دوره ۳۴، شماره ۴۷، ۷۲-۶۵.
- هاتقی افشار، اسماعیل، (۱۳۸۷)، «پیش‌بینی آلودگی هوا با استفاده از داده کاوی مکانی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندس عمران نقشه‌برداری، گرایش سیستم‌های اطلاعات مکانی، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، به راهنمایی محمودرضا دلاور، غلامرضا شبیان، غلامرضا نجفی - زاده و آندرو فرانک.

- Athanasiadis, j. N. ,et al, (2006), "classification techniques for air quality forecasting", *Fifth ECAL workshop on Binding Environmental sciences and Artificial Intelligence, 17th European conference on Artificial Intelligence, Riva del Garda, Italy.*
- Athanasiadis, N., Mitkas, p. A, (2007), "knowledge Discovery for operational Decision Support in Air Quality Management", *journal of Environmental Informatics*,9(2), pp. 100-107.
- Athanasiadis, L. N., Mitkas, p. A, (2004), "Supporting the Decision-Making process in Environmental Monitoring systems with knowledge Discovery Techniques", *knowledge Discovery for Environmental Management*, 210-Bonn, Germany, KDnet, pp. 1-12, 2004
- Bond, J., Corner, L, (2004), *Quality of life and order people*, London:Open University Press.
- Cheon, seong- pyo, kim. shin,(2007), "Directed knowLeadye DiscoVery Methodology for the pvediction of Ozone", *Concentvation Computer Science*, VoLume 3, 13/2005, PP. 772-781.
- Despina, D., Philippoulos, K, (2011), *Spatial Interpolation methologies in urban air pollution modeling:application for the greater area of metropolitan Athens, Greece*, National and Kapodistrian University of Athens Greece.
- Efraimidou,M. ,et al, (2006), "Data Mining air quality data for Athens", *Managing Environmental knowledge (proc. 20th International conference on Informatics for Environmental Protection: Environ info 2006)*, Graz, Austria, September 2006, pp. 505-508.
- George, L. K., Bearon, L. B, (1980), *Quality of life in older persons, Meaning and Measurement*, New York, Human Sciences Press.
- Hsu, D. J., Hunang, H. L, (2009), "Concentrations of Volatile organic compounds,Carbon monoxide,Carbon dioxide and particulate matter in buses on highways in Taiwan", *Atmospheric Environment*, 43 (36), PP. 5723-5730.
- Kumar, Jhs et al, (2012), "evaluation of interpolation technique for air quality parameters in port Blair,India",*Universal Journal of Environmental Research and Technology*, Vol. 1,No. 3.
- Montero-Lorenzo, J. M et al, (2013), "a spatio-temporal geostatistical approach to predicting pollution levels:the case of Nono-Nitrogen Oxides in Madrid,Computers", *Environment and Urban Systems*, No. 37(0), PP. 95-106, 2013
- Peers,C., Steels, D. S, (2012), "A Vital signalling molecule and potent toxin in the myocardium", *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 52(2),PP. 65-359.
- Pummakarnchana, O., et al, (2005), "air pollution moniroring and GIS modeling:a new use of nanotechnology based solid state gas sensors", *Sciense and Technology of Advanced Materials*, No. 6 (3-4), PP. 251-255.
- Raub, J. A., Benijus, V. A, (2002), "Carbon monoxide and the nervous system", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26(8), PP. 925-940.
- Robinson, D., et al, (2003), "Increasing the accuracy of Nitrogen dioxide pollution mapping using geographically weighred regression (GWR) and geostatistics",

International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 21, PP. 374-383.

- Sheng, T. U., Li, Y. S, (2004), "Data Mining to aid Policy making in air pollution management", *Expert Systems With Applications*, No. 27, PP. 331-340.
- Slini, T. h, (2005), "Ozone forecasting Supported by data mining statistical methods", *proceedings of the 5th international Conference on urban Air Quality Measurement, Modeling and Management (R. Sokhi and j. BrexhLer eds)*, VaLencia, 29-31 March 2005, Spain, ISBN 1-898543-92-4.
- Tania, F., Barros, N, (2010), "Interpolation of air quality monitoring data in a urban sensitive area": the Oporto/asperla case.
- United Nations population Fund, (2007), "State of World Population 2007", *Unlashing the potential of urban Growth*, New York, UNFPA.
- Wood, C, (2006), "Scope and Patterns of Metropolitan Governance in Urban America", *American Review of public Administration*, Vol. 36, No. 3, PP. 337-353.

