



پهنه‌بندی آلودگی هوا و ارزیابی مکانی مجموعه‌های ورزشی شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

احمد نامنی^۱
سید مصطفی طیبی ثانی^۲
علی فهیمی نژاد^۳
باقر مرسل^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۲/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۴/۲۰

شهر تهران به عنوان یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان شناخته شده است که این آلودگی ناشی از سیستم نادرست شهرسازی، رشد و توسعه ناهمگون و بدون ارزیابی می‌باشد. در این شرایط در صورتی که بتوان الگوی قابل اطمینانی برای پیش‌بینی وضعیت آبی آلاینده‌های موجود در هوای شهر ارائه داد، می‌توان با شناخت دقیق‌تری از آلاینده‌ها، راهکارهای مناسبی را از منظر مدیریت پایدار شهری اتخاذ نمود. هدف از انجام این تحقیق، پهنه‌بندی آلاینده‌های شاخص هوا در ارتباط با مجموعه‌های ورزشی شرق تهران (مناطق ۴، ۷، ۸، ۱۳) می‌باشد. بدین منظور، داده‌های ایستگاه‌های سنجش آلودگی در پیرامون منطقه به روش کریجینگ، برای بازه زمانی ۶ ساله (۹۷-۱۳۹۰) درون‌یابی شدند. به عنوان استاندارد، از شاخص کیفیت هوا (AQI) استفاده گردید. رویهم‌گذاری لایه‌ها با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS, 9.2 انجام شد. نتایج نشان داد که تغییرپذیری غلظت این آلاینده در ایستگاه‌های مختلف متفاوت است و پراکنش آلاینده‌ها در محدوده مطالعاتی از الگوی یکسان

۱. دکترای مدیریت ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران (نویسنده مسئول)

E-mail: Tayebi.sani@gmail.com

۳. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

۴. استادیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

● پهنه‌بندی آلودگی هوا و ارزیابی مکانی مجموعه‌های ورزشی شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

و مشابهی پیروی نمی‌کند. شدیدترین درجه آلودگی در ایستگاه ستاد بحران (۹۰/۴۹) ثبت گردیده است. بیشترین تعداد روزهای هوای پاک در ایستگاه گلبرگ (۴۸۸ روز) و کمترین آن در ایستگاه ستاد بحران (۱۶۰ روز) مشخص شده است. همچنین، ایستگاه ستاد بحران دارای بیشترین تعداد روز با کیفیت هوای «ناسالم» و «ناسالم برای گروه‌های حساس» می‌باشد. در این میان، ایستگاه دروس دارای تعداد روزهای آلوده کمتری بوده است. در نهایت، ۲۲ مجموعه ورزشی در محدوده مطالعاتی در معرض آلودگی شدید هوا قرار دارند.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، مجموعه‌های ورزشی، شاخص کیفیت هوا (AQI) و توسعه شهری پایدار

مقدمه

آلودگی هوا، یکی از مهم‌ترین عواملی است که کیفیت زندگی انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد و اثرات سوئی بر سلامت انسان می‌گذارد. این اثرات باعث تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در بدن می‌گردند که در نهایت به بیماری شدید و حتی مرگ منتهی می‌شود (Arnesano et al., 2016: 226). آلاینده‌های هوا که تعداد آنها به بیش از ۱۸۰ نوع می‌رسد، ممکن است طبیعی یا ساخته دست بشر بوده و به اشکال مختلف مانند ذرات جامد، قطرات مایع و یا گاز وجود داشته باشند (غیاث‌الدین، ۱۳۹۴: ۱۴). دو گروه عمده آلاینده‌ها عبارت‌اند از: آلاینده‌های اولیه و ثانویه. آلاینده‌های اولیه آنهایی هستند که مستقیماً نشأت گرفته از منابع آلودگی هستند نظیر مونوکسیدکربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌ها و ذرات معلق (دوده، گرد و غبار و مه دود). آلاینده‌های ثانویه در اثر برهم‌کنش عوامل محیطی (نور خورشید، رطوبت و سایر آلاینده‌ها) با آلاینده‌های اولیه ایجاد شده و شامل آلاینده‌های ازن، آلدئیدها، اسید سولفوریک و پراکسی استیل نیترات (PAN) می‌باشند. آلودگی هوای شهرها شامل هر دو نوع آلاینده اولیه و ثانویه است (Adams, 2010: 73). مطالعات نشان داده‌اند آلاینده‌هایی همانند دی‌اکسید نیتروژن و ذرات معلق منجر به بیماری‌های قلبی عروقی، تنفسی و سرطان می‌گردند (Bono et al, 2010: 18). در سال ۲۰۱۳ آلودگی هوا و ذرات معلق به عنوان ترکیبات سرطان‌زای درجه ۱ برای انسان طبقه‌بندی شده‌اند (IARC, 2013: 24). آلودگی هوا، چهارمین عامل خطر برای مرگ منتسب در دنیا و همچنین هفتمین عامل خطر در ایران می‌باشد. طبق بررسی‌های انجام شده توسط سازمان بهداشت جهانی، هر سال در اثر آلودگی هوا بیش از چهار میلیون نفر دچار مرگ زودرس می‌شوند (WHO, 2017: 17). به عنوان مثال، در اتریش، سوئیس و فرانسه ۶ درصد از کل مرگ و میر بزرگسالان بالای ۳۰ سال به آلودگی هوا نسبت داده شده است (O'Reilly et al., 2015: 304). به طور کلی آلودگی هوا به قشر حساس جامعه یعنی سالمندان و کودکان بیشتر آسیب می‌رساند و حتی ممکن است اثرات آن در آینده نیز در زندگی آنان مشاهده گردد (Qu et al, 2015: 331). بر اساس گزارش بانک جهانی، خطراتی که آلودگی هوا بر سلامت می‌تواند داشته باشد، در کشورهای در حال توسعه بیشترین میزان است (WB, 2015). کلان‌شهر تهران با توجه به شرایط توپوگرافی و اقلیم آن و همچنین تردد نزدیک به ۵ میلیون وسیله نقلیه و استقرار تعداد زیادی واحدهای صنعتی بزرگ و کوچک، یکی از هشت شهر بزرگ کشور است که آلودگی هوا در آن به یکی از مشکلات بزرگ فراروی مردم و مسئولان این شهر تبدیل شده است. خسارات سالانه آلودگی هوا در ایران تا سال ۲۰۱۶ میلادی حدود ۱۶ میلیارد دلار برآورد شده است (بهمن‌پور، ۱۳۹۶: ۴۸). شهر تهران در سال ۱۳۹۵، دارای ۸۰ روز ناسالم برای گروه‌های حساس جامعه و ۹ روز ناسالم برای عموم افراد جامعه بوده است (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۵: ۱۵-۱۱). براساس آمار رسمی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (۱۳۹۵)، سالانه در شهر تهران بیش از ۴ هزار و ۴۰۰ نفر بر اثر آلودگی هوا می‌میرند؛ در واقع به ازای هر ۲۴ ساعت ۱۲ نفر در تهران بر اثر آلودگی هوا به کام مرگ می‌روند- به عبارت دقیق‌تر، در هر ۲ ساعت یک نفر. آمارها نشان می‌دهد که در روزهای تشدید آلودگی هوای تهران، شمار بیماران تنفسی تا ۶۰ درصد افزایش می‌یابد (اصیلیان، ۱۳۹۵: ۶۱). بیشترین عامل مرتبط با تشدید بیماری‌های سیستم قلبی، عروقی و ریوی، افزایش آلاینده‌های دی‌اکسید گوگرد، ذرات معلق و منواکسید کربن است؛ به طوری که آلودگی هوا در تهران به طور متوسط موجب کاهش ۵ سال از عمر تهرانی‌ها شده است (محقق و حاجیان، ۱۳۹۲: ۲۴۲). بنابر این پژوهش‌ها، روزانه بالغ بر یک هزار

و ۱۹۲ تن مواد آلاینده در هوای تهران منتشر می‌شود. بیشترین این آلاینده‌ها مربوط به اکسیدهای گوگرد با انتشار ۶۹۵ تن در هر روز است که بعد از آن به ترتیب اکسیدهای نیتروژن، منواکسید کربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده، عمده آلاینده‌های هوای تهران محسوب می‌شوند (بهمن پور، ۱۳۹۶؛ اصیلیان، ۱۳۹۵). بر این ارقام باید ۱۶ تن ذرات لاستیک و ۷ تن آزیست لنت ترمزها را در سال اضافه نمود. همچنین مشخص گردیده است که اگرچه بیش از ۸۰۰ هزار واحد صنعتی مستقر در تهران سهم بزرگی در آلودگی این شهر دارند، ولیکن ۸۸ درصد آلودگی هوای تهران ناشی از آلاینده‌های وسایل نقلیه است (بهرامی، ۱۳۹۵: ۱۲). ویژگی‌های طبیعی شهر تهران نیز اثر بسیار زیادی در آلودگی آن دارند. وارونگی دمایی نیز از ویژگی‌های فصل سرد سال می‌باشد که به همراه استقرار آنتی سیکلون‌ها هوای ناپایدار ایجاد می‌کند و شرایط پایدار هم یکی از عوامل میزان بالای غلظت آلاینده‌ها در تهران است (فتح تبار فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۱۷).

با وجود تحقیقات فراوانی که در زمینه علل ایجاد و روش‌های کنترل آلودگی هوا صورت گرفته است، کیفیت هوا همچنان یکی از مشکلات شهرهای بزرگ است (Nasibulina, 2015: 1080).

از آنجا که بنابر اطلاعات اخذ شده از سوی سازمان‌ها و کارشناسان مرجع، کیفیت هوای شهر تهران چندان مطلوب نیست و در برخی از مواقع سال در شرایط بسیار خطرناک و بحرانی قرار می‌گیرد، این پرسش اساسی مطرح است که افرادی که در این شرایط هوایی اقدام به انجام فعالیت‌های بدنی و ورزش می‌کنند، با چه تهدیدهایی مواجه هستند؟

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که اثرات سوء آلاینده‌های هوا بر انسان با افزایش فعالیت فیزیکی افزایش می‌یابد و مواجه با آلاینده‌های هوا در هنگام ورزش بر کارکرد ریوی و کارایی ورزشکاران تأثیر منفی دارد (Campbell et al., 2005; Lippi et al.; 2008; Pierson, 1989). دلیل این امر آن است که با ورزش، ضربان قلب و تعداد دفعات دم و بازدم افزایش و بدن به اکسیژن بیشتری نیاز پیدا می‌کند، اما به جای دریافت اکسیژن، آلاینده‌ها با حجم زیادتری وارد ریه ورزشکاران می‌شود. تأثیر آلاینده‌های مونوکسید کربن و ازن بر کاهش کارایی ورزشکاران اثبات شده است (Carlisle & Sharp, 2001: 219). خلاصه‌ای از اثرات زیان‌بار آلاینده‌های گوناگون هوا بر سلامت شهروندان و کارایی ورزشکاران را نشان می‌دهد.

جدول ۱: پیامدهای آلاینده‌های شاخص هوای شهرها بر سلامت شهروندان و ورزشکاران

منبع	اثرگذاری	آلاینده	ردیف
	هر ۱۰ میکروگرم افزایش ذرات معلق موجب ۱ تا ۳ درصد افزایش مرگ و میر خواهد شد. عملکرد این ذرات به این گونه‌ای است که ذراتی که در قسمت گلو و حلق گرفته می‌شوند، وارد دستگاه هاضمه شده و در مدت نسبتاً کوتاهی دفع می‌گردند، مگر آنکه وارد خون شوند. ذراتی که وارد نای می‌شوند به وسیله موی مانندها و مخاط از جریان هوای تنفسی جدا می‌شوند و در نهایت به دستگاه هاضمه راه می‌یابند. ذراتی که به پرونش‌ها برسند، خیلی کندتر حذف می‌شوند.	ذرات معلق (PM ₁₀ و PM _{2.5})	۱
غیاث‌الدین، ۱۳۹۴؛ طبیی ثانی، ۱۳۹۱؛ بهمن پور، ۱۳۹۴؛ اصیلان، ۱۳۹۵؛ Vedal et al., 2003; Leaderer et al., 1999; Carlisle & Sharp, 2001; Holzer, 2012; Hastings, 2010; Florida & James, 2004; Folinsbee, 2001; Blair et al., 2010; Hastings, 2010; Kim et al., 2001; Jones, 2000; Brunekreef & Holgate, 2002; Daiset et al., 2003; Campbell et al., 2005; Lippi et al., 2008; Pierson, 1989; USEPA, 2004; Wu et al, 2015; Widodo, 2015;	با تشکیل کربوکسی هموگلوبین، این ماده مانع انتقال اکسیژن به بافت‌ها می‌شود. ورزش سنگین به مدت ۳۰ دقیقه در مجاورت ترافیک سنگین می‌تواند غلظت کربوکسی هموگلوبین را تا ۱۰ برابر افزایش دهد که معادل کشیدن ۱۰ نخ سیگار است. حداکثر میزان جذب اکسیژن و برون ده کاری نیز کاهش می‌یابد.	منواکسید کربن (CO)	۲
	سبب تحریک و آزار دستگاه تنفسی، کاهش عملکرد ریوی، تشدید آسم و آلرژی‌ها، التهاب و تخریب ریه و افزایش احتمال به عفونت‌های تنفسی می‌شود. مواجهه با ازن با غلظت ۱۰۰ ppb می‌تواند سبب کاهش عملکرد ریوی شود. افزایش دمای ۳۵ درجه، سبب افزایش اثرات منفی ازن می‌شود.	ازن (O ₃)	۳
	محرک چشم، حلق، سینه و تنگی نفس است. با افزایش غلظت، سبب کاهش مقاومت بدن به عفونت‌های تنفسی می‌گردد.	NO ₂	۴
	سوزاننده مجاری و مخاط‌های بینی و دستگاه تنفسی است. بیماران آسمی ۱۰ مرتبه بیشتر از افراد غیر آسمی به ویژه در هنگام ورزش به این آلاینده حساس‌اند. تقریباً به ازاء هر ۱۰ mg/m ³ افزایش غلظت، میزان خطر ۴/ درصد افزایش می‌یابد؛ یعنی میزان خطر قلبی و عروقی ۸/ درصد و ۶۴/ درصد خطر سکته قلبی همچنین میزان خطر انسداد مزمن ریوی ۴۶/ درصد افزایش می‌یابد.	SO ₂	۵

هر ورزشکار به طور متوسط در هر بار ورزش کردن ۱۰ الی ۲۰ برابر شرایط عادی به اکسیژن نیاز دارد که در شهرهای آلوده به جای این میزان اکسیژن، آلاینده‌های مختلف وارد دستگاه تنفسی ورزشکاران می‌شود. در حقیقت ورزشکاران به دلیل تحرک بالا، بیش از افراد عادی آلاینده‌ها را وارد بدن خود می‌کنند و خستگی زودهنگام بسیاری از ورزشکاران ناشی از ورود آلاینده‌ها به جای اکسیژن به دستگاه تنفسی آنها است (محقق و حاجیان، ۱۳۹۲: ۲۴۷). پروژه توسعه شهری را می‌توان مبنای تجدید ساختارهای اقتصادی، اجتماعی،

سیاسی، فرهنگی و حقوقی شهری تلقی کرد که هدف آن در درجه اول بهبود فرآیند شهرنشینی و روند شهرگرایی، ترمیم محیط زیست شهری، ساماندهی اقتصاد شهری و تقویت جنبه‌های سیاسی، اجتماعی و فرهنگی زندگی شهری است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD, 1997)، کیفیت هوا را به عنوان مهمترین شاخص محیط زیستی در بحث توسعه پایدار معرفی کرده است. نظر به درصد بالای جمعیت جوان کشور، بالا بودن میزان ساعات اوقات فراغت در ایران و فراگیر شدن ورزش در نزد آحاد جامعه، فضاهای ورزشی از تنوع و تعدد بسیاری برخوردار شده اند و در سطح شهر تهران نیز پراکنش دارند. فضاهای ورزشی، به مکان‌هایی گفته می‌شود که برای انجام فعالیت‌های ورزشی مختلف احداث می‌شوند. این فضاها شامل مکان‌های ورزشی سرپوشیده و روباز است. در حال حاضر، بخش عمده‌ای از مجموعه‌های ورزشی کشور (و نیز شهر تهران) روباز می‌باشند و در فصول مختلف پذیرای تعداد زیادی از ورزشکاران آماتور و حرفه‌ای هستند. این در حالی است که آلاینده‌های مختلف در هوای شهر تهران پراکنده اند و متناسب با زمان‌های مختلف، از کمیت و کیفیت متفاوتی برخوردارند و در بسیاری از زمان‌ها تهدیدی برای سلامت شهروندان به ویژه افرادی که در این گونه فضاها و اماکن اقدام به فعالیت بدنی می‌نمایند، به شمار می‌آیند. از آنجا که فعالیت جسمانی یک نیاز حیاتی برای بدن محسوب می‌شود، فضاها و اماکن مطلوب باید جهت رفع این نیاز، مکان‌یابی، طراحی و ساخته شوند. شایان ذکر است که نقش مداخلات محیطی جهت ارتقای فعالیت جسمانی به عنوان یک جزء حیاتی استراتژی منسجم برای افزایش سطوح فعالیت جسمانی در شهروندان مورد توجه است (طیبی ثانی، ۱۳۹۱: ۵۵).

بنابراین، هدف از انجام این تحقیق، بررسی میزان تناسب مکانی و نوع پراکنش مجموعه‌های ورزشی واقع در شرق شهر تهران با پهنه‌بندی آلودگی هوا (براساس آلاینده‌های شاخص) می‌باشد.

روش شناسی پژوهش

منطقه مطالعاتی، مجموعه‌های ورزشی روباز واقع در محدوده شرق شهر تهران (مناطق ۷، ۸، ۱۳ و ۴) می‌باشد. این تحقیق به لحاظ زمان اجرای طرح، از نوع مقطعی و به لحاظ خروجی‌ها، از نوع کاربردی می‌باشد. روش گردآوری اطلاعات در این تحقیق از نوع کتابخانه‌ای است. برای شروع، داده‌های مربوط به ۶ آلاینده شاخص هوا (منواکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید ازن، ازن و ذرات معلق) مطابق با دستورالعمل جهانی^۱، به صورت خام از مرکز پایش آلودگی هوا و شرکت کنترل کیفیت هوای تهران جمع‌آوری و مورد تحلیل قرار گرفتند. بدین منظور، داده‌های آماری ۵ ایستگاه فعال در منطقه مطالعاتی شامل ایستگاه‌های دروس، ستاد بحران، گلبرگ، پیروزی و اقدسیه (شکل ۱) در بازه زمانی ابتدای فروردین ۱۳۹۰ تا ابتدای فروردین ۱۳۹۷، گردآوری و بررسی گردیدند. به منظور استخراج نتایج مطلوب و اطلاعات حقیقی، داده‌ها و آمار مورد پیش پردازش قرار گرفتند؛ بدین شکل که یکسان‌سازی، یکپارچه‌سازی، تبدیل و خلاصه نمودن داده‌ها صورت گرفت. در ابتدا داده‌های پایه نظیر (موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های سنجش آلاینده و مختصات مجموعه‌های ورزشی) جهت ورود به محیط GIS تبدیل به فایل‌های وکتوری^۲ شدند. سپس با رویهم‌گذاری موقعیت ورزشگاه‌ها با نقشه‌های میزان غلظت آلاینده‌ها، سایر نقشه‌ها تهیه و تولید گردید (شکل ۲). با توجه

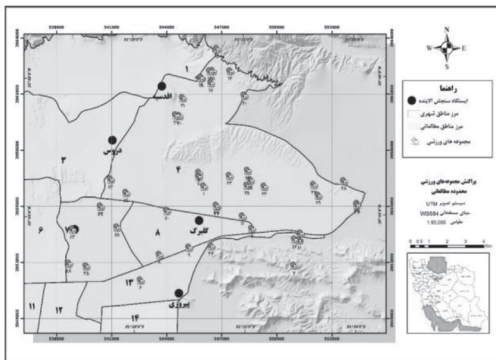
1. Standard method

2. Shape file

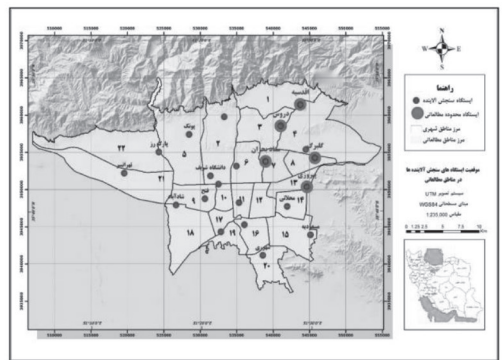
به غلظت آلاینده‌ها در هر یک از ایستگاه‌های منتخب، اقدام به ترسیم جدول میانگین داده‌ها شد. بدین ترتیب، عدد مربوط به هر آلاینده به شکل میانگین استخراج گردید. سپس بر اساس درون‌یابی به روش کریجینگ^۱ بر اساس غلظت هر آلاینده به تفکیک رستر مربوطه تولید و کلاس‌بندی بر اساس محدوده حداقل و حداکثر انجام شد. در روش کریجینگ، مقدار عددی که به ارزش نقاط اختصاص داده می‌شود نه تنها مبتنی بر فاصله بین هر نقطه نمونه برداری شده است، بلکه به نحوه چیدمان و نظم کلی پراکنش مکانی نقاط نمونه برداری شده و همچنین مقدار ارزش‌های آنها نیز بستگی دارد. درون‌یابی با روش کریجینگ جزو روش‌های زمین‌آماري است که مبتنی بر مدل‌های آماری شامل خودهمبستگی می‌باشد. از این روش نه تنها برای برآورد رویه یک سطح استفاده می‌شود، بلکه به کمک این روش پارامترهایی مثل قطعیت و دقت نتایج خروجی حاصل از میان‌یابی را نیز می‌توان محاسبه نمود. برای برآورد مقادیر بر اساس روش کریجینگ روش‌های مختلفی وجود دارد که در این تحقیق از روش کریجینگ معمولی استفاده شده است. روش عمومی محاسبه کریجینگ برای درون‌یابی داده‌ها بر اساس معادله زیر است:

$$Z_0^1 = \sum_{i=1}^N W_i Z_i \quad (1)$$

در این معادله Z_0^1 برابر با مقادیر برآورد شده، W_i برابر با وزن و Z_i برابر با مقادیر نمونه است. کمیت‌ها درجه همبستگی بین نقاط نمونه و نقاط برآورد شده بستگی دارد و همیشه جمع آنها برابر با ۱ است. در روش کریجینگ با افزایش فاصله، ساختار فضایی ضعیف می‌شود و در نهایت از بین می‌رود. بنابراین نقاطی که از فاصله مشخصی (شعاع تاثیر) دورتر از نقطه تخمین قرار دارند، عملاً روی نقطه مورد تخمین تاثیری ندارند و لازم نیست که در فرآیند تخمین آن نقطه وارد شوند (Bohling & Geoff, 2005: 100). به علاوه، در مورد مناطق مرزی میان ایستگاه‌ها احتمال همپوشانی داده‌ها وجود دارد که از طریق کریجینگ به حداقل خواهد رسید.



شکل ۲: پراکنش مجموعه‌های ورزشی در محدوده مطالعاتی



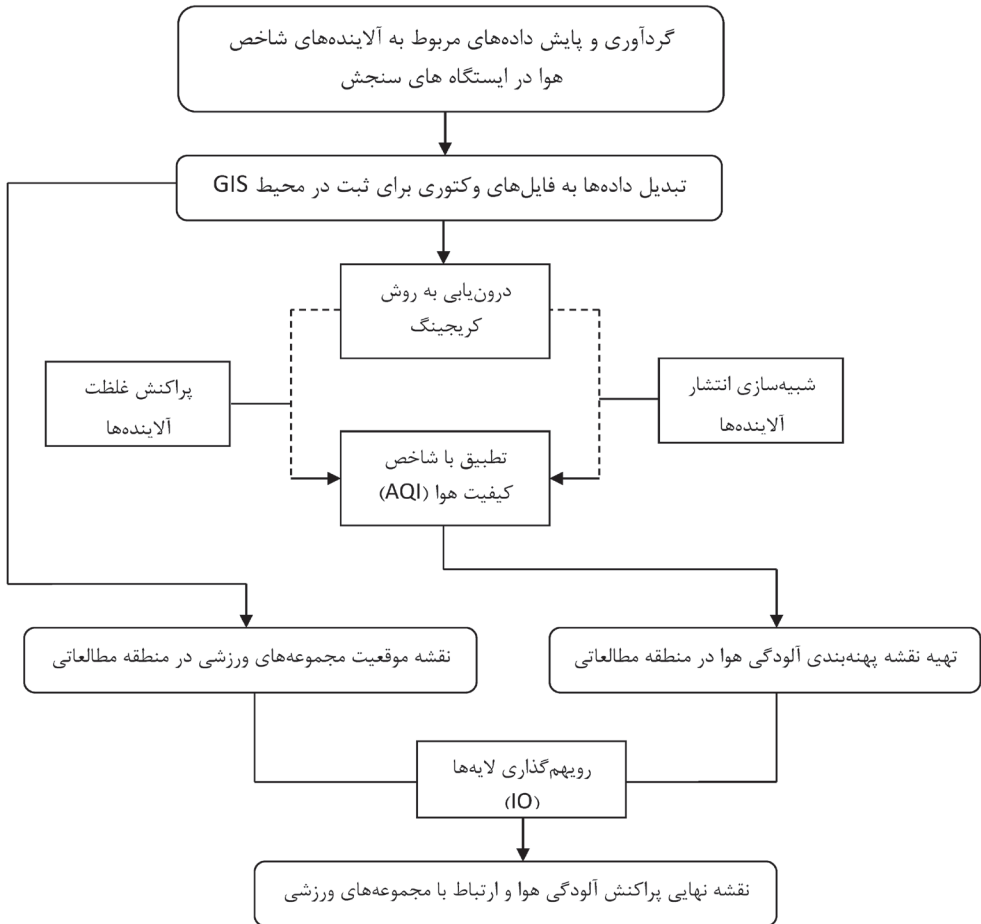
شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های سنجش در منطقه مطالعاتی

در نهایت، بر اساس جدول شاخص کیفیت هوا که مبتنی بر استاندارد EPA 2004 می‌باشد، طبقه‌بندی سطح اهمیت ایمنی و بهداشتی نیز صورت گرفت و نقشه مربوطه تهیه گردید. مبنای سنجش میزان آلاینده‌ها، براساس شاخص کیفیت هوا (AQI^۱)، تنظیم گردیده است. محدوده این شاخص بین ۰ تا ۵۰۰ متغیر است. هر چه شاخص بالاتر باشد، هوا آلوده‌تر و اثر آن بر سلامتی بیشتر است (جدول ۲).

جدول ۲: راهنمای شاخص کیفیت هوا (EPA, ۲۰۰۴)

شاخص کیفیت هوا	سطح اهمیت بهداشتی	مفهوم
۰-۵۰	پاک	کیفیت هوا رضایت بخش بوده و ریسکی وجود ندارد.
۵۱-۱۰۰	سالم	کیفیت هوا قابل قبول بوده و برای افراد حساس در حد متوسط قرار می‌گیرد.
۱۰۱-۱۵۰	ناسالم برای گروه حساس	کیفیت هوا برای افراد حساس خوب نیست، ولی عامه مردم ممکن است تحت تاثیر قرار نگیرند.
۱۵۱-۲۰۰		کیفیت هوا برای عموم خوب نیست و برای افراد حساس وضعیت خطرناک می‌باشد.
۲۰۱-۳۰۰		شرایط سلامتی در حالت هشدار است و کلیه مردم از آن متاثر خواهند شد.
۳۰۱-۵۰۰	خطرناک	کیفیت هوا مخاطره‌آمیز بوده و این شرایط برای تمامی افراد خطرات جدی در بر دارد.

سپس، از طریق تکنیک IO اقدام به رویهم‌گذاری لایه موقعیت مکانی مجموعه‌های ورزشی و لایه‌های پهنه‌بندی آلاینده‌ها گردید. شکل ۳، فرآیند و گام‌های تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۳: فرآیند و گام‌های تحقیق

یافته‌های پژوهش

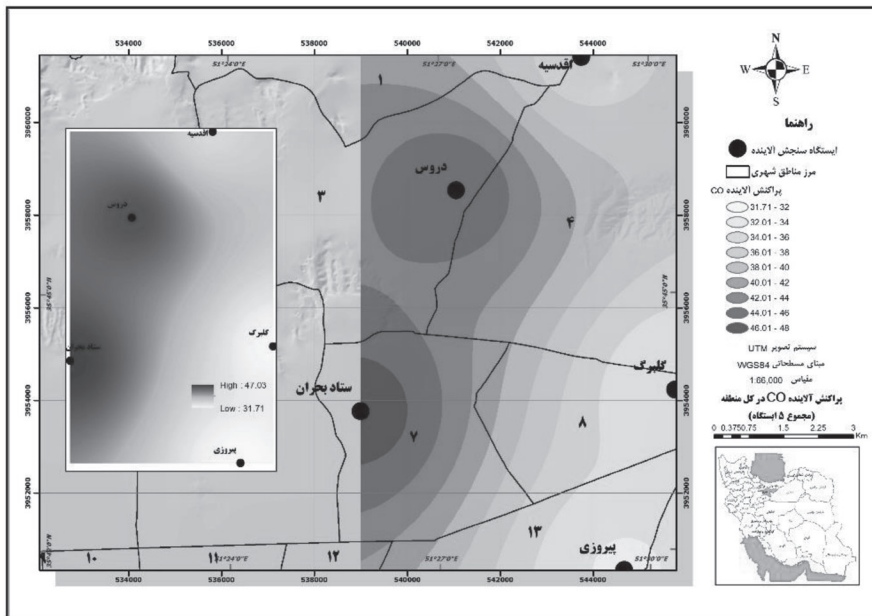
غلظت آلاینده‌ها در بازه زمانی (۹۶-۱۳۹۰) و در هر یک از ایستگاه‌های سنجش واقع در محدوده مطالعاتی محاسبه و در جدول ۳ ارائه شده است.

● پهنه‌بندی آلودگی هوا و ارزیابی مکانی مجموعه‌های ورزشی شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

جدول ۳: میانگین غلظت آلاینده‌ها در ایستگاه‌های منتخب

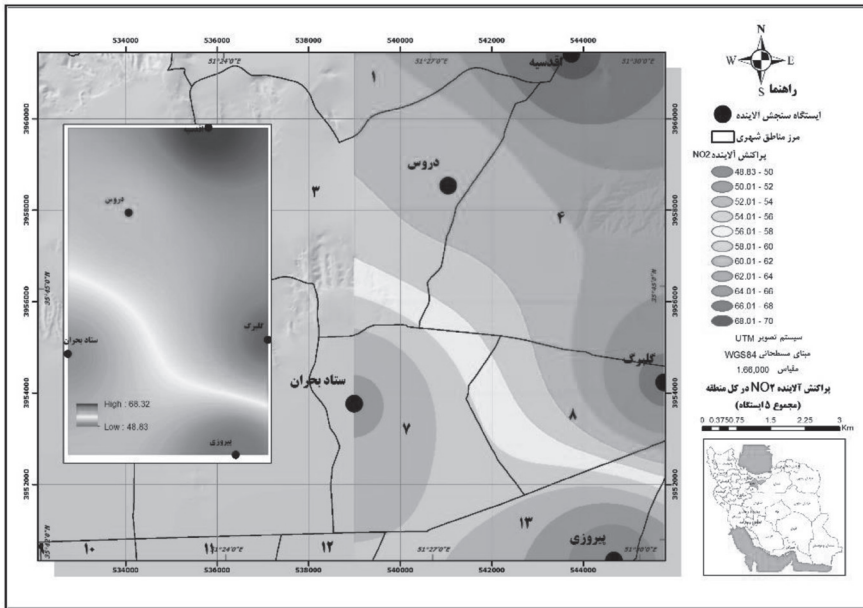
ایستگاه گلبرگ	ایستگاه ستاد بحران	ایستگاه دروس	ایستگاه پیروزی	ایستگاه اقدسیه	آلاینده / زمان
					CO (ppm)
۴۵/۹۷	۳۹/۵۴	۴۴/۷۲	۴۰/۸۰	۴۱/۰۶	0 ₃ (ppb)
۶۶/۴۸	۵۱/۶۵	۶۰/۲۷	۴۸/۸۳	۶۸/۳۲	NO ₂ (ppb)
۲۹/۳۴	۲۴/۰۷	۲۴/۸۷	۱۵/۶۳	۱۸/۲۹	SO ₂ (ppm)
۶۲/۷۳	۵۸/۵۲	۲۷/۳۱	۶۹/۶۵	۵۳/۲۷	PM ₁₀ (Mg/m ³)
۷۴/۱۱	۹۵/۶۹	۹۷/۸۹	۶۸/۲۴	۷۵/۹۸	PM _{2.5}
۷۵/۴۷	۹۰/۴۹	۸۶/۳۵	۶۳/۷۴	۷۴/۲۵	AQI (Mg/m ³)

شکل‌های ۴ تا ۱۰ نشان دهنده غلظت و پراکنش آلاینده‌های شاخص هوا در محدوده مطالعاتی هستند. همانطور که در شکل ۴ نیز مشاهده می‌شود، غلظت آلاینده منواکسید کربن در شرق محدوده مطالعاتی کمتر می‌باشد.



شکل ۴: پراکنش و غلظت آلاینده منواکسید کربن (CO) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالیانه ۹۶-۱۳۹۰)

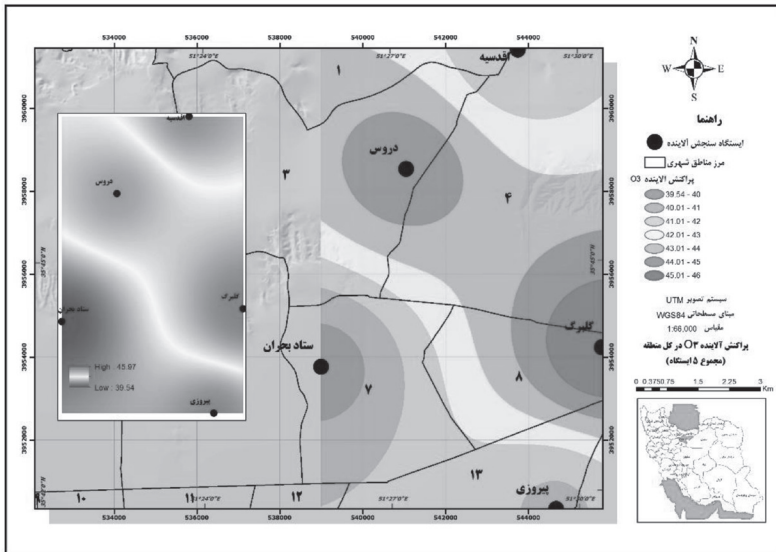
در مورد دی اکسید نیتروژن، اوضاع تا حدودی برعکس منواکسید کربن است؛ به طوری که بخش اعظم این آلاینده در نیمه شرقی محدوده مطالعاتی پخش گردیده و در نیمه غربی محدوده، غلظت این آلاینده کمتر است (شکل ۵).



شکل ۵: پراکنش و غلظت آلاینده دی اکسید نیتروژن (NO₂) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالانه ۹۶-۱۳۹۰)

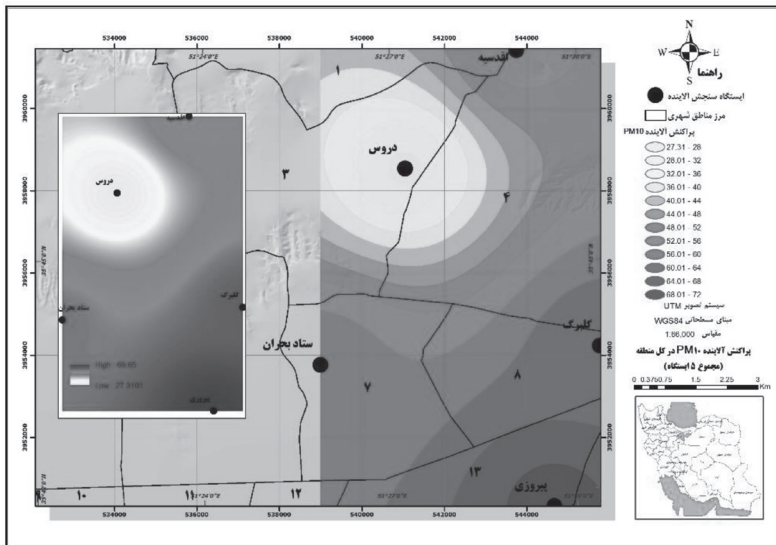
آلاینده ازن در شرق و شمال محدوده مطالعاتی دارای بیشترین غلظت بوده و پراکنش آن در جنوب غربی محدوده مطالعاتی از غلظت کمتری برخوردار بوده است.

● پهنه‌بندی آلودگی هوا و ارزیابی مکانی مجموعه‌های ورزشی شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)



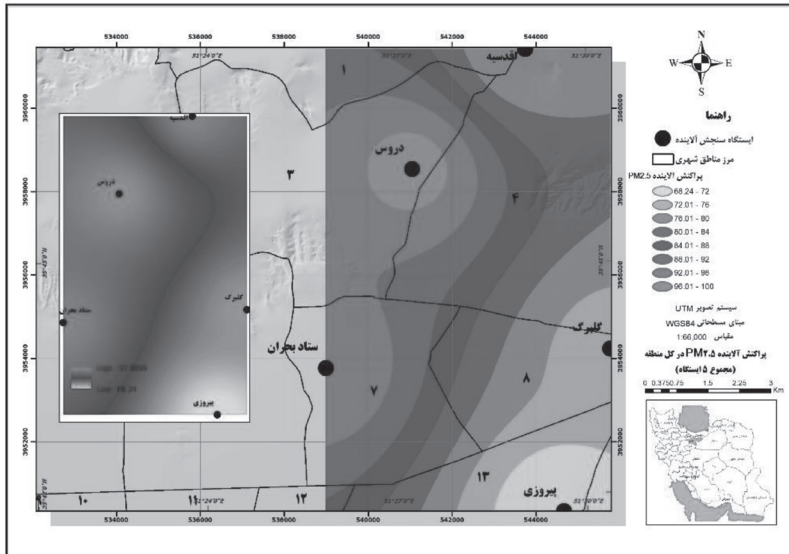
شکل ۶: پراکنش و غلظت آلاینده ازن (O₃) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالیانه ۹۶-۱۳۹۰)

میزان آلاینده ذرات معلق با قطر ۱۰ میکرون (PM₁₀), در محدوده مطالعاتی نشانگر آن است که با حرکت به سمت جنوب محدوده مطالعاتی میزان غلظت این آلاینده افزایش می‌یابد.



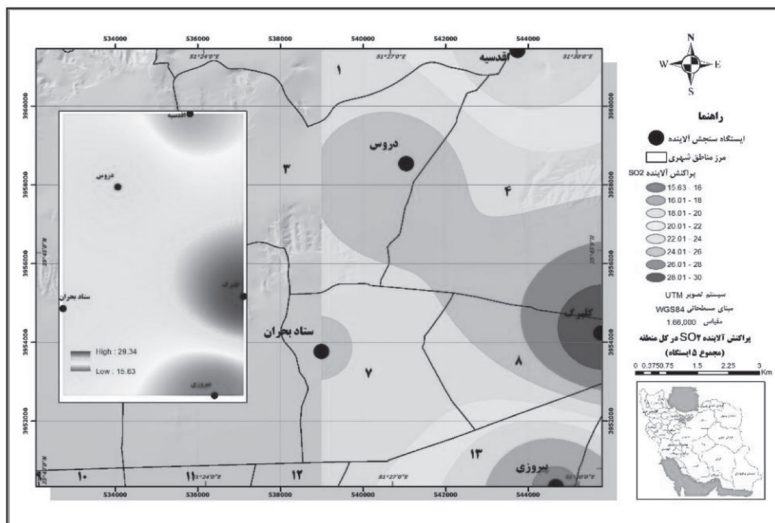
شکل ۷: پراکنش و غلظت آلاینده ذرات معلق با قطر ۱۰ میکرون (PM₁₀) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالیانه ۹۶-۱۳۹۰)

آلاینده ذرات معلق با قطر $2/5$ میکرون ($PM_{2.5}$) نیز در شمال و غرب محدوده مطالعاتی از غلظت بیشتری برخوردار بوده است.



شکل ۸: پراکنش و غلظت آلاینده ذرات معلق با قطر $2/5$ میکرون ($PM_{2.5}$) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالیانه ۹۶-۱۳۹۰)

در مورد آلاینده دی اکسید گوگرد، نتایج بیانگر آن است که میزان این آلاینده در بخش میانی محدوده مطالعاتی بیشتر از سایر مناطق است.



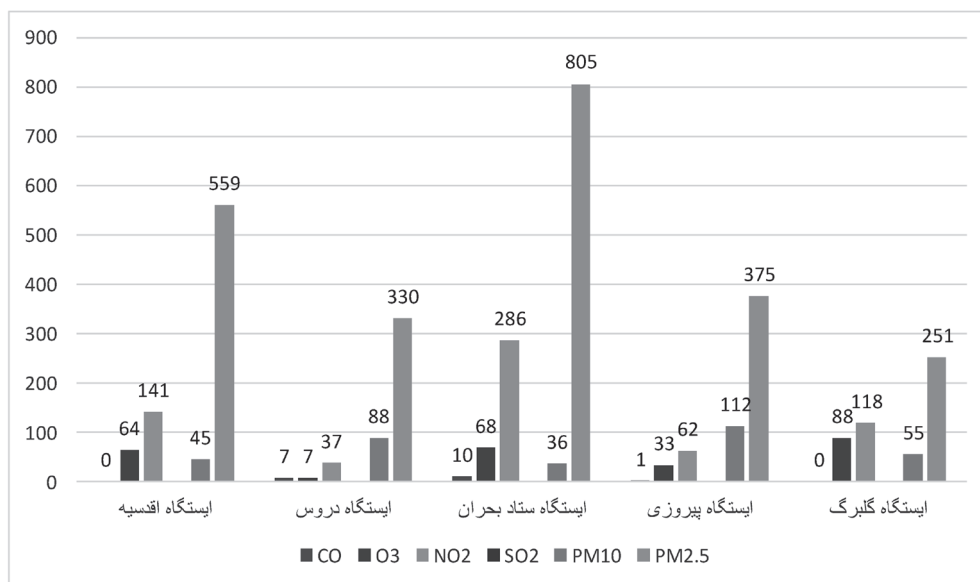
شکل ۹: پراکنش و غلظت آلاینده دی اکسید گوگرد (SO_2) در محدوده مطالعاتی (میانگین سالیانه ۹۶-۱۳۹۰)

نتایج رویهم‌گذاری لایه‌های مربوط به آلاینده‌های شاخص هوا در محدوده مطالعاتی، نشان‌گر آن است که در بازه زمانی مورد نظر و با در نظر گرفتن میانگین غلظت آلاینده‌ها، شدیدترین درجه آلودگی در ایستگاه ستاد بحران (۹۰/۴۹) ثبت گردیده است (جدول ۵).

جدول ۴: میانگین شاخص کیفیت هوا (AQI) در ایستگاه‌های سنجش محدوده مطالعاتی (منبع: یافته‌های تحقیق)

نام ایستگاه	میانگین شاخص AQI
دروس	۸۶/۳۵
اقدسیه	۷۴/۲۵
ستاد بحران	۹۰/۴۹
گلبرگ	۷۵/۴۷
پیروزی	۶۳/۷۴

شکل ۱۰، تعداد روزهای آلوده را در محدوده مطالعاتی براساس نوع آلاینده و ایستگاه‌های سنجش نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، بیشترین روزهای آلوده مربوط به ذرات معلق با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون مربوط به ایستگاه‌های ستاد بحران و اقدسیه بوده است. همچنین، بیشترین روزهای آلوده به لحاظ دی‌اکسید نیتروژن نیز مربوط به ایستگاه ستاد بحران می‌باشد. در مورد ازن نیز، ایستگاه گلبرگ نرخ بالاتری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰: نمودار مقایسه‌ای تعداد روزهای آلوده به لحاظ نوع آلاینده‌ها (منبع: یافته‌های تحقیق)

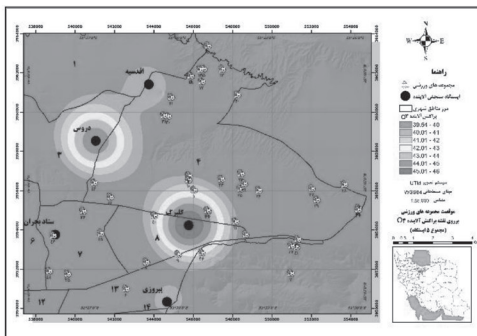
از سوی دیگر، براساس شاخص AQI، کیفیت هوای محدوده مطالعاتی تعیین و به شرح جدول زیر ترسیم گردید.

جدول ۵: کیفیت هوای محدوده مطالعاتی براساس روز در ایستگاه‌های سنجش (منبع: یافته‌های تحقیق)

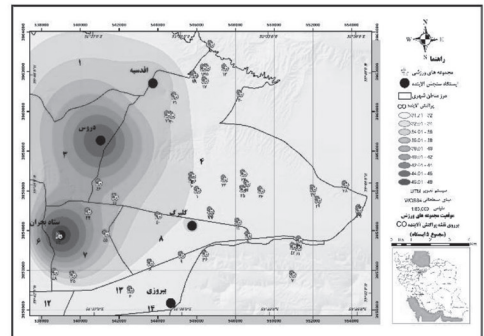
خطرناک	بسیار ناسالم	ناسالم	ناسالم برای گروه‌های حساس	سالم	پاک	کیفیت هوا / ایستگاه سنجش
-	۲	۸۴	۵۲۰	۱۲۶۴	۳۰۲	اقدسیه
-	-	۶۹	۲۷۴	۵۰۴	۳۱۷	دروس
-	۱	۱۱۴	۷۴۴	۱۰۳۳	۱۶۰	ستاد بحران
-	۳	۷۲	۳۷۳	۱۲۰۰	۳۹۳	پیروزی
-	۱	۲۸	۳۳۳	۱۴۸۸	۴۸۸	گلبرگ

با توجه به جدول بالا، بیشترین تعداد روزهای هوای پاک در ایستگاه گلبرگ (۴۸۸ روز) و کمترین آن در ایستگاه ستاد بحران (۱۶۰ روز) مشخص شده است. همچنین، ایستگاه ستاد بحران دارای بیشترین تعداد روز با کیفیت هوای «ناسالم» و «ناسالم برای گروه‌های حساس» می‌باشد. در این میان، ایستگاه دروس دارای تعداد روزهای آلوده کمتری بوده است.

در نهایت، نتیجه تلفیق لایه موقعیت مکانی مجموعه‌های ورزشی محدوده مطالعاتی با لایه شاخص کیفیت هوای و آلاینده‌های منطقه در شکل‌های زیر ارائه شده است.

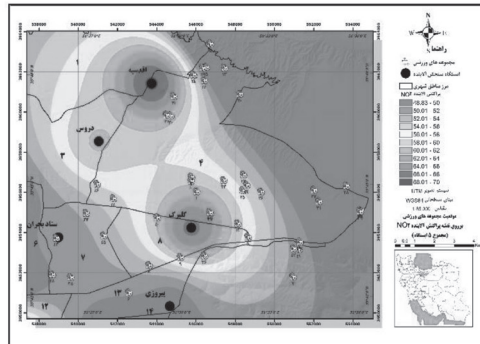
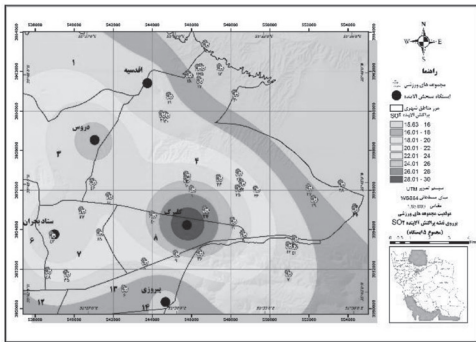


شکل ۱۲: پراکنش O₃ و موقعیت مجموعه‌های ورزشی در منطقه



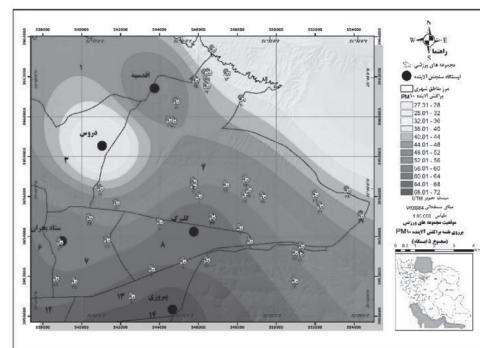
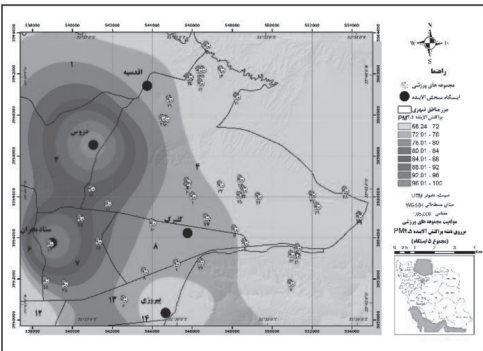
شکل ۱۱: پراکنش CO و موقعیت مجموعه‌های ورزشی در منطقه

● پهنه‌بندی آلودگی هوا و ارزیابی مکانی مجموعه‌های ورزشی شهر تهران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)



شکل ۱۴: پراکنش SO₂ و موقعیت مجموعه‌های ورزشی در منطقه

شکل ۱۳: پراکنش NO₂ و موقعیت مجموعه‌های ورزشی در منطقه



شکل ۱۶: پراکنش PM_{2.5} و موقعیت مجموعه‌های ورزشی

شکل ۱۵: پراکنش PM₁₀ و موقعیت مجموعه‌های ورزشی

بر اساس نتایج و یافته‌های تحقیق، می‌توان مجموعه‌های ورزشی که دریافت‌کننده بیشترین میزان آلودگی بوده و از ریسک بالاتری نسبت به سایر اماکن و فضاهای ورزشی محدوده مطالعاتی برخوردار هستند را مشخص نمود.

جدول ۶، مجموعه‌های ورزشی را که در معرض نوع خاصی از آلاینده می‌باشند، مشخص می‌کند.

جدول ۶: مجموعه‌های ورزشی در ارتباط با آلاینده شاخص

آلاینده	مجموعه‌های ورزشی که بیشتر در معرض آلاینده هستند
منواکسید کربن	فجر، شهدای ازگل، تربیت دبیر شهید رجایی (۱) و (۲)، تهران جوان، دو کوهه، کارکنان بانک سپه، کمیل، مرکز یوگای ایران زمین، کوثر، الزهرا شماره (۳) و شیرودی
ازن	قایم، فجر، شهید طوفانی، سجاد، تفریحی و ورزشی دهکده، شهید ابراهیمی، مرکز یوگای ایران زمین، کوثر و الزهرا شماره (۳)
دی اکسید گوگرد	شهید طوفانی، آزادگان، قایم، فجر، شهید عراقی، جام، سالن ورزشی حوزه ۱۵۳ عاشورا، هالی، سجاد، دهکده، شهید ابراهیمی، تهران جوان، کوثر، الزهرا شماره (۳)، بانک سپه و مرکز یوگای ایران زمین
دی اکسید نیتروژن	شهید طوفانی، فجر، شهید عراقی، شهدای ازگل، تربیت دبیر شهید رجایی (۱) و (۲)، سجاد، دهکده، شهید ابراهیمی و کوثر
ذرات معلق با قطر ۱۰ میکرون	شهید طوفانی، آزادگان، موگویی، رافی، قایم، فجر، ۲۲ بهمن، جام، هالی، حوزه ۱۵۳ عاشورا، راه آسیا، دانشگاه آزاد تهران شمال، دانشگاه شهید عباسپور، سالن چند منظوره تعاونی حضرت امیرالمومنین، ۲۲ بهمن، شهدای ازگل، تربیت دبیر شهید رجایی (۱) و (۲)، سجاد، دهکده، شهید ابراهیمی، تهران جوان، دو کوهه، پیست سوارکاری و دوچرخه سواری سرخه حصار، کوثر، کارکنان بانک سپه، کمیل، الزهرا شماره (۳) و شیرودی
ذرات معلق با قطر ۲/۵ میکرون	شهید طوفانی، آزادگان، موگویی، رافی، قایم، فجر، شهید عراقی، شهدای ازگل، تربیت دبیر شهید رجایی (۱) و (۲)، دهکده، سجاد، شهید ابراهیمی، تهران جوان، دوکوهه، کوثر، بانک سپه، بانک سپه، کمیل، مرکز یوگای ایران زمین و شیرودی

۱۵۳

جمع‌بندی

هدف از انجام این تحقیق، پهنه‌بندی آلودگی هوا براساس آلاینده‌های شاخص در ارتباط با مجموعه‌های ورزشی در منطقه مطالعاتی بوده است. بدین منظور، مجموعه‌های ورزشی شرق تهران در بازه زمانی ۹۶-۱۳۹۰ از لحاظ پراکنش آلاینده‌های هوا مورد سنجش و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج بیانگر آن بوده است که آلوده‌ترین نقطه در محدوده مطالعاتی، مربوط به ایستگاه ستاد بحران واقع در منطقه ۷ شهرداری تهران و پیرامون آن می‌باشد (با میانگین شاخص AQI برابر با ۹۰/۴۹) و کمترین میزان آلودگی نیز متعلق به ایستگاه پیروزی (با میانگین شاخص AQI برابر با ۶۳/۷۴). در این بازه زمانی، ایستگاه ستاد بحران شاهد ۸۵۸ روز «ناسالم» و «ناسالم برای گروه‌های حساس» بوده است که شرایط محیط را برای انجام ورزش‌های فضای باز سخت و زیان‌بار می‌نماید. از سوی دیگر، نتایج حاکی از آن بوده است که با حرکت به سمت شمال شرق منطقه مطالعاتی، از میزان غلظت آلاینده‌ها تا حد زیادی کاسته می‌شود. با این وجود، ۲۲ مجموعه از ۴۸ مجموعه ورزشی مورد بررسی به عنوان کانون‌های دریافت‌کننده بار آلودگی بالا مطرح‌اند که عبارت‌اند از:

مجموعه ورزشی الزهرا (شماره ۳)، مرکز یوگای ایران زمین، فجر، کوثر، مجموعه ورزشی مدرسه راهنمایی شاهد (شهید آسیه)، مجموعه ورزشی تفریحی دهکده، شهید عراقی، شهید طوقانی، شهید حسن ابراهیمی، شمیران نو (شماره ۳)، تهران جوان، کمیل، شهدای ازگل، قایم، آزادگان، موگویی، کارکنان بانک سپه، شیرودی، رافی، جام، دوکوهه و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی (۱) و (۲).

در این میان، برخی از مجموعه‌ها در معرض تمامی انواع آلاینده‌های هوا می‌باشند که این امر نشانگر

وضعیت نامناسب محیطی در پیرامون آنهاست. لازم به یادآوری است که ۲ نوع آلاینده منواکسید کربن و ذرات معلق با قطر ۲/۵ میکرون به عنوان آلاینده‌های دائمی شهر تهران شناخته می‌شوند و سایر آلاینده‌ها به شکل فصلی و دوره‌ای ظهور می‌کنند. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت مجموعه‌هایی که با این دو نوع آلاینده بیشتر در ارتباط هستند، شرایط نامطلوب‌تری را تجربه می‌کنند، چرا که تمام طول سال در معرض آلودگی هوا قرار دارند.

یافته‌ها نشان داد که تقریباً نیمی از مجموعه‌های ورزشی، در معرض آلاینده‌های هوا قرار دارند که با توجه به آسیب‌پذیری ورزشکاران در شرایط آلودگی شدید هوا لازم است تا با اتخاذ راهکارهای مدیریتی و رویکرد انعطاف‌پذیری از قبیل زمان‌بندی مناسب، انتخاب انواع مناسب ورزش‌ها، طراحی مجموعه‌ها به شکل سرپوشیده و روباز به طور توأم و بکارگیری دستگاه‌های تصفیه هوا در اماکن ورزشی به ارتقای کیفیت این نوع از کاربری‌های شهری همت گماشت.

امروزه، رویکرد نوین چندعملکردی یا چند ظرفیتی در برنامه‌ریزی شهری مورد استقبال بسیاری از طراحان و معماران قرار گرفته است، چرا که با تغییر در نوع کاربری‌ها و چیدمان فضاها می‌توان به اثربخشی بیشتری دست یافت. از سوی دیگر، آگاه‌سازی شهروندان و کاربران پیرامون میزان در معرض بودن مجموعه‌ها نیز یکی دیگر از الزامات اساسی مدیریت ورزشی در این گونه مناطق می‌باشد. این امر سبب می‌گردد تا کاربران نسبت به انتخاب مکان مجموعه و نوع ورزشی مدنظر، دقت بیشتری داشته باشند.

در نهایت، می‌توان نتایج تحقیق را هم‌راستا با تحقیقات اصیلیان (۱۳۹۵)، محقق و حاجیان (۱۳۹۲) و غیاث‌الدین (۱۳۹۴) دانست و بررسی پراکنش آلاینده‌های هوا در تمامی مجموعه شهری تهران را در یک بازه زمانی گسترده‌تر، به عنوان پیشنهادی برای تحقیقات آتی مطرح نمود.

منابع

- آریان فر. رامین و حقیقت. مسعود. (۱۳۹۲). «تعیین بهترین مدل یابی فضایی جهت برآورد میزان بارش سالانه و فصلی (مطالعه موردی استان فارس)». اداره کل هواشناسی فارس. ۱۵ - ۱.
- اصیلیان. حسن. (۱۳۹۰). آلودگی هوا. چاپ سوم، انتشارات سبحان
- بهرامی. عبدالرحمن. (۱۳۹۵). روش های مهندسی کنترل آلودگی هوا. تهران: فن آوران
- بهمن پور. هومن. (۱۳۹۶). محتوای آموزش محیط زیست ویژه اعضای شوراهای اسلامی شهر و روستا. دفتر آموزش و مشارکت های مردمی سازمان حفاظت محیط زیست
- سجادیان. مهیار و سجادیان. ناهید. (۱۳۹۰). «سامانه مکان مبنای مدیریت کیفیت هوای ناشی از ترافیک مبتنی بر شاخص آلودگی». فصلنامه راهور. ۸ (۱۵): ۷۵ - ۹۲
- سعیدنیا. احمد. (۱۳۹۲). فضاهای فرهنگی و ورزشی، کتاب سبز، راهنمای شهرداری ها. جلد دوم، چاپ دوم. تهران: سازمان شهرداری های کشور
- شرکت کنترل کیفیت هوا. (۱۳۹۶). گزارش کیفیت هوای تهران ۱۳۹۵. شهرداری تهران، مرکز چاپ نشر شهر
- طیبی ثانی. سید مصطفی. (۱۳۹۱). «بررسی ارتباط بین وضعیت زیست محیطی و بهداشتی فضاهای ورزشی با میزان مشارکت کاربران». رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکز.
- غیاث الدین. منصور. (۱۳۹۴). آلودگی هوا و روش های کنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران
- فتح تبار فیروزجایی، سمیه؛ آل شیخ، علی اصغر؛ رنگن، کاظم و چینی پرداز، رحیم. (۱۳۹۰). «پهنه بندی آلاینده های هوا با استفاده از مدل های آماری و تکنیک های GIS (مطالعه موردی: شهر تهران)». پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست. تهران.
- محقق. شهرام، حاجیان. مریم. (۱۳۹۲). «ورزش و آلودگی هوا». مجله علمی سازمان نظام پزشکی جمهوری اسلامی ایران. دوره ۳۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲: ۲۴۹-۲۳۷
- Adams, K.J. (2010). "Exercise Physiology". In: Ehrman JK, editor. *ACSM Resource Manual for Guidelines for Exercise testing and prescription*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkin; p. 73-4.
- Arnesano, M., Revel, G., M, Seri, F.A. (2016). "Tool for the optimal sensor placement to optimize temperature monitoring in large sports spaces". www.elsevier.com/locate/envres. Automation in Construction 68, 223-234
- Blair C., Walls J., Davies N.W., Jacobson G.A. (2010). "Volatile organic compounds in runners near a roadway: increased blood levels after short-duration exercise". *Br J Sports Med*; 44(10):731.
- Bohling, Geoff. (2005). **Kriging**. Kansas Geological Survey
- Bono, Roberto, Raffaella, Degan, Marco Pazzi, Valeria Romanazzi, Renato Rovere. (2010). "Benzene and formaldehyde in air of two winter Olympic venues of Torino 2006". *Journal homepage: www.elsevier.com/locate/envint*.

- Brunekreef, S.T. (2002). **“Holgate. Air pollution and health”**. Lancet 360, 1233–1242
- Campbell M., Li Q, Gingrich S, Macfarlane R. (2005). **“Should people be physically active outdoors on smog alert days?”**. Canad J public health, 96(1):24-8.
- Carlisle. A. J., Sharp. N. C. (2001). **“Exercise and outdoor ambient air pollution”**. Br J Sports Med; 35:214-222.
- Daisey, J. M., Angell, W. J., Apte, M. G. (2003). **“Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: analysis of existing information”**. Indoor Air 13, 53–64
- Florida K, James G. (2004). **“Athens 2004 the pollution climate and athletic performance”**. J Sports Sci, 22:967-80.
- Folinsbee LJ. (2001). **“Air pollution: acute and chronic effects”**. 2nd edition. London: The Royal Society of Medicine
- Hastings J. Exercise prescription and medical considerations. In: Ehrman JK, editor. (2010). **“ACSM Resource Manual for Guidelines for Exercise testing and prescription”**. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkin, 556.
- Holzer, K. (2012). **“Respiratory symptoms during exercise”**. In: Brukner P editor. *Brukner and Khan clinical sports medicine. 4th ed.* McGraw-Hill. P.1049.
- IARC. (2013). **“International Agency for Research on Cancer, Latest world cancer statistics Global cancer burden raises to 14.1 million new cases in 2012: Marked increase in breast cancers must be addressed”**. WHO website.
- Jones. A. P. (2000). **“Asthma and the home environment”**. J Asthma 37(5):103-24.
- Kim Y.M., Harrad S., Harrison, R. (2001). **“Concentrations and sources of volatile organic compounds in urban domestic and public microenvironments”**. Indoor Built Environ; 10:147-53.
- Leaderer B.P., Naeher L., Jankun T., Balenger K., Holford T.R., Toth C., et al. (1999). **“Indoor, outdoor, and regional summer and winter concentrations of PM10, PM2.5, SO4, H+, NH4+, NO3, NH3 and nitrous acid in homes with and without kerosene space heaters”**. Environ Health Perspect, 107:223-31.
- Lippi, G., Guidi, G.C., Maffulli, N. (2008). **“Air pollution and sports performance in Beijing”**. Int J Sports Med, 29(8):696-8.
- Nasibulina, Anastasia. (2015). **“Education for Sustainable Development and Environmental Ethics”**. Available online at www.sciencedirect.com, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 214– 1082.
- OECD. (1997). **“Development Co-operation Report”**. Efforts and Policies of the Members of the Development Assistance Committee, <http://dx.doi.org/10.1787/dcr-1997-en>
- O’Reilly, Norm, Berger, Ida E, Hernandez, Tony, Parent, Milena M, Se’guin, Benoit. (2015). **“Urban sports capes: An environmental deterministic perspective on the management of**

- youth sport participation**". Sport Management Review, 18, 291–307
- Pierson, W. E. (1989). **"Impact of air pollution on athletic performance"**. Allergy Proc , 10(3):209-14.
 - Qu, Ying, Liu, Yakun, Ravi Nayak, Raveendranath, Li, Mengru. (2015). **"Sustainable development of eco-industrial parks in China: effects of managers' environmental awareness on the relationships between practice and performance"**. Journal of Cleaner Production, 87, 2015, 328e338
 - USEPA. (2004). **"An examination of EPA risk assessment principles and practices"**. Washington (DC): OSA, USEPA, <http://www.epa.gov/OSA/pdfs/ratf-final.pdf> [accessed 30.10.13].
 - Vedal S, Brauer M, White R, Petkau J. (2003). **"Air pollution and daily mortality in a city with low levels of pollution"**. Environ Health Perspect, 111:45-51.
 - WB. (2015). **"Air pollution cost in global"**. World Bank Reports, air-pollution-deaths-cost-global-economy
 - WHO. (2017). **Air quality and health**. www.who.int.
 - Widodo, B, Lupyantob, R, Sulistionoc, D, Harjitod, A, Hamidin, J, Hapsaria, E ,Yasin, M, Ellinda ,C. (2015). **"Analysis of environmental carrying capacity for the development of sustainable settlement in Yogyakarta urban area"**. Procedia Environmental Sciences, 28 (2015) 519 – 527
 - Wu, Dan, Xu, Yuan, Zhang, Shiqiu. (2015). **"Will joint regional air pollution control be more cost-effective? An empirical study of China's BeijingTianjineHebei region"**. Journal of Environmental Management, 2015,149 (2015) 27e36.

