



بلاغ

کواهی می شود مقاله:

تحلیل زمین-آماری آلاینده‌های هوا و بررسی وضعیت سامانه حمل و نقل موجود

با هدف آسمان آبی برای کلان‌شهر مشهد

توسط نویسندگان:

افشین فامیلی، علیرضا جلالی یزدی، مریم حسن پور، روزبه شاد

طبق نظر کمیته داوری پانزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک

در مجموعه مقالات به چاپ رسیده و در این کنفرانس که در تاریخ ۱۱ و ۱۲ اسفند ماه ۱۳۹۴

در تهران برگزار شد، به صورت سخنرانی ارائه گردیده است.

سید جعفر تشکری هاشمی

معاون حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران

و رئیس ستاد کنفرانس



تحلیل زمین-آماري آلاینده‌های هوا با هدف آسمان آبی برای کلان‌شهر مشهد

- افشین فامیلی ، علیرضا جلالی یزدی ، مریم حسن پور، روزبه شاد
- ۱- دانشجوی دکتری حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه کلمسون
 - ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-حمل و نقل، دانشگاه اصفهان
 - ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-مدیریت ساخت، دانشگاه فردوسی مشهد
 - ۴- استادیار دانشگاه فردوسی-مهندسی عمران-دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

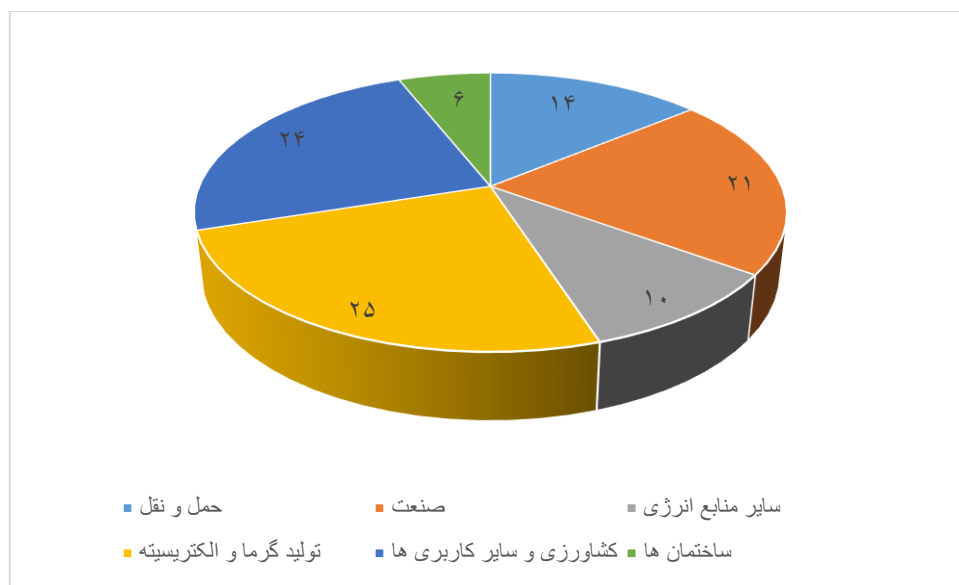
امروزه آلودگی محیط زیست به یکی از مشکلات جدی در کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. در مطالعه‌ی حاضر تلاش شده است که نقشه‌ی مناطق آلوده‌ی شهر مشهد تولید شده و آلودگی سایر مناطق با استفاده از درون‌یابی، پیش‌بینی شود. برای این منظور از اطلاعات شش آلاینده‌های هوا (CO, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}) در ۱۱ ایستگاه هواشناسی کلان‌شهر مشهد در سال ۱۳۹۰ استفاده شد. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و دو رویکرد کریجینگ معمولی و احتمالی به منظور نشان دادن مناطق آلوده و غیر آلوده در سطح شهر مشهد استفاده شد. روش کریجینگ در اینجا به عنوان ابزاری برای درون‌یابی استفاده شده است. در این تحقیق در ابتدا با کمک نمودار سمی‌وایروگرام وابستگی مکانی آلاینده‌ها در ایستگاه‌های سنجش آلودگی ارزیابی شد. سپس با کمک ساخت مدل فضایی که با استفاده از متوسط داده‌های روزانه تمرکز آلاینده‌ها، میزان آلودگی در مناطق مختلف شهر مشهد ثبت و ارائه شد.

کلید واژه: مهندسی ترافیک، حمل و نقل، آلودگی، مشهد، آسمان آبی، سیستم اطلاعات مکانی.



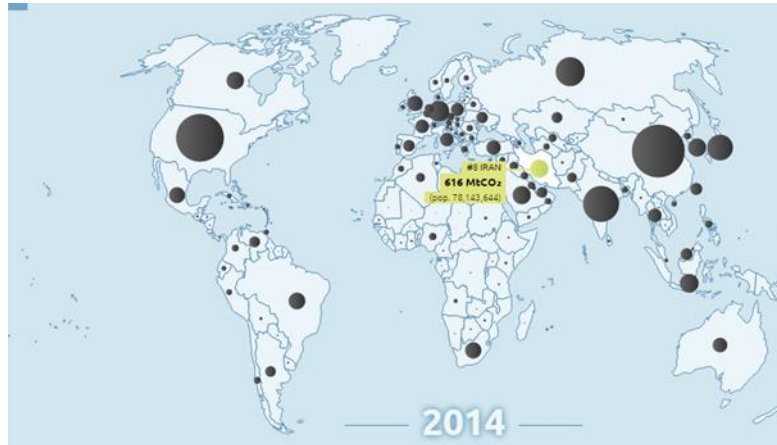
۱- مقدمه

در میان انواع مختلف آلودگی‌های زیست محیطی، آلودگی هوا چالشی اساسی در جهت حفاظت از محیط زیست به شمار می‌آید. زیرا مواجهه با هوای آلوده در فضای آزاد احتمال ابتلا به بیماری‌ها را افزایش داده و حتی ممکن است منجر به فوت شود. با افزایش روز افزون وسایل نقلیه متردد در سطح معابر شهری و عدم پاسخگویی معابر موجود به تقاضای سفر با توجه به توقف‌های متعدد و طولانی که بعضاً به کیلومترها میرسد، اغلب در این راهبندان‌ها وسایل نقلیه با موتور روشن توقف میکنند و با انتشار مواد آلاینده و مضر با ترکیبات شیمیایی پیچیده منجر به آلودگی هوا میگردند. طبق آمار منتشر شده از کنفرانس بین‌المللی تغییرات اقلیم در سال ۲۰۱۴ سهم حمل و نقل از انتشار گازهای گلخانه‌ای در میان سایر انواع بخش‌های اقتصادی ۱۴ درصد بوده است، که مقداری قابل توجه می‌باشد [4].



شکل ۱: میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب منبع انتشار

با این وجود کشورهای مخلف در رابطه با انتشار گازهای آلاینده سهم‌های متفاوتی را به خود اختصاص داده‌اند که در میان آنها ایران با تولید سالانه ۶۱۶ میلیون تن دی‌اکسید کربن در رتبه‌ی هشتم بعد از کشورهای چین، ایالات متحده، هند، روسیه، ژاپن، آلمان و اندونزی قرار دارد [5].



شکل ۲: سهم انتشار گازهای آلاینده در کشورهای مختلف در سال ۲۰۱۴

۲- معرفی

تحقیقات متنوعی با هدف کاهش میزان آلودگی هوای کلان‌شهرهای کشور صورت گرفته است. اغلب این روش‌ها از آمار کلاسیک برای تحلیل خود بهره گرفته‌اند. با این حال امروزه روش‌های قدرتمندتر و کارآمدتری به وجود آمده است که به بررسی و ارزیابی میزان آلودگی از دیدگاه مکانی-فضایی می‌پردازد. پیشرفت‌های اخیر آمار فضایی و جایگزینی متغیرهای ناحیه‌ای به جای متغیر تصادفی، توجه مهندسیین را به تغییر روش‌های کمی در آمار کلاسیک جلب نموده و گسترش سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱ در ارتباط با آمار فضایی سبب شده است تا در زمینه آلودگی هوا روش‌های درون‌یابی^۲ به‌منظور تهیه پهنه‌های آلوده مورد توجه قرار گیرد که به بررسی و ارزیابی میزان آلودگی از دیدگاه مکانی-فضایی می‌پردازد. در این تحقیق به بررسی و اجرای روش کریجینگ در درون‌یابی پرداخته می‌شود.

۲-۱- تعریف کریجینگ

تکنیک کریجینگ یک روش درون‌یابی است که از متغیرهای تخمینی برای مکان‌هایی که اندازه‌گیری در آن‌ها انجام نگرفته است، استفاده می‌کند. بدین منظور از متغیرهای مشاهده‌شده در نزدیک‌ترین همسایگی کمک می‌گیرد. وزن‌های کریجینگ از سمی و ایروگرامی که با توجه به ساختار فضایی داده‌ها گسترش یافته پدید می‌آید. به‌منظور تهیه سطح یا نقشه‌ای به‌هم‌پیوسته و یکپارچه از پدیده مورد بررسی، بر اساس سمی و ایروگرام مقادیر پیش‌بینی برای مکان‌هایی که در محدوده‌ی مطالعه قرار دارند، به وجود می‌آید و همچنین ساماندهی مکانی برای ارزش‌های اندازه‌گیری شده براساس نزدیکی صورت می‌گیرد [6]. مطلق بودن تخمین در درون‌یابی از ویژگی‌های عمده مدل کریجینگ است. بدین مفهوم که مقدار تخمین کمیت در نقاط نمونه برداری با مقدار اندازه‌گیری شده برابر می‌

¹ GIS

² Interpolation Method



باشد و واریانس تخمین صفر می‌گردد. این ویژگی سبب می‌شود که تخمین گر کریجینگ در رسم خطوط هم‌ارزش^۳ از حداکثر نقاط نمونه برداری عبور کرده و تمایلی به بسته شدن و دور زدن را نداشته باشد و از مرز محدوده مطالعه فراتر نرود.

۲-۲- کریجینگ معمولی^۴

درون یابی که بر اساس تخمین مدل‌های آمار فضایی صورت می‌گیرد، فرایندی است که طی آن می‌توان مقدار یک کمیت در نقاطی با مختصات معلوم را با استفاده از مقدار همان کمیت در نقاط دیگری با مختصات معلوم بدست آورد. مهم‌ترین تخمین گر فضایی به افتخار یکی از پیشگامان علم زمین‌آمار^۵ به نام دی جی کریگ^۶ که یک مهندس معدن آفریقای جنوبی بوده، به نام کریجینگ نامگذاری شده است [1]. کریجینگ به شکل‌ها و روش‌های مختلفی وجود دارد، اما تمامی آنها بر اساس مفهوم الگوریتم رگرسیون خطی شکل گرفته‌اند. این تکنیک یک روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزن دار استوار می‌باشد و این تخمین کر به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z^*_v = \sum_{i=1}^n \gamma_i GZ_{v_i}$$

Z^*_v پارامتر تخمینی، γ_i وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه i ام و Z_{v_i} پارامتر معلوم می‌باشد. این نوع کریجینگ را خطی می‌نامند؛ زیرا ترکیب خطی از n داده است. در استفاده از این تخمین گر باید متغیر Z توزیع نرمال داشته باشد؛ در غیر این صورت باید از کریجینگ غیرخطی استفاده کرد و یا با بهره‌گیری از تبدیل‌های آماری، توزیع متغیر را نرمال نمود [1].

۲-۳- سمی واریوگرام^۷

سمی واریوگرام، بر اساس این تفکر که خواص پدیده‌ها در مکان‌های نزدیکتر شباهت بیشتری دارند تا در فاصله‌های دورتر، درجه وابستگی یا همبستگی بین نقاط را اندازه‌گیری می‌کند. در محور طولی یک سمی واریوگرام فاصله‌ی بین نمونه‌ها و در محور عرضی مربع اختلاف بین مقدار یا واریانس نمونه‌ها ترسیم می‌شود و هر نقطه در نمودار سمی واریوگرام موقعیتی از دو نقطه را نشان می‌دهد. اگر همبستگی بین داده‌ها وجود داشته باشد دو جفت به هم نزدیک در قسمت چپ محور طولی و پایین محور عرضی قرار می‌گیرند، همانطور که نقاط از هم دور می‌

³ Isoline

⁴ Ordinary Kriging

⁵ Geostatistics

⁶ D. G. Krige

⁷ Semi-Variogram



شوند به طرف راست محور طولی حرکت می‌کنند و به طور کلی مربع اختلافات بیشتر شده و در سمت بالای محور عرضی قرار می‌گیرد. فرض اساسی در این تحلیل آن است که نمونه‌های جفت که فاصله و جهت مشابه دارند دارای واریانس‌های مشابه هم هستند، که این رابطه ایستایی^۸ نامیده می‌شود [2]. مطالعه‌ی حاضر با اهداف زیر اجرا گردید:

- تعیین میزان انتشار آلودگی هوا از منابع اصلی تولیدکننده‌ی آلودگی و پیرامون آنها در سطح شهر
- تعیین میزان کیفیت هوا در سطح شهر و ارزیابی اثرات آن
- بررسی تاثیر میزان ترافیک جاده‌ای بر آلودگی هوا

۳- روش تحقیق

شهر مشهد، دومین کلان‌شهر ایران و مرکز استان خراسان رضوی با مساحتی بالغ بر ۳۵۲ کیلومترمربع در شمال [3] شرق ایران واقع شده است. این شهر علاوه بر جمعیت اصلی خود، طبق آمارهای رسمی با جذب سالانه حدود ۳۰ تا ۳۵ میلیون نفر، قطب اول جذب توریست و زائر در ایران به شمار می‌آید. از این رو کیفیت هوا در این شهر اهمیت دوچندان می‌یابد. پراکندگی فضایی آلاینده‌های هوا از قبیل $O_3, NO_x, NO_2, NO, PM_{10}, PM_{2.5}, CO$ از منابع متحرک و ثابت یا پدیده‌های طبیعی اثرات مهمی بر کیفیت هوا دارند. با توجه به مطالبی که در مورد شهر مشهد ذکر گردید و نیز تردد بالای وسایل نقلیه در این شهر میزان آلاینده‌های هوا افزایش یافته است. در نتیجه لزوم نصب دستگاه‌های سنجش و کاربرد ابزارهای ارزیابی و تحلیل آماری و فضایی، جهت کاهش و کنترل آلاینده‌های منتشره را ایجاب می‌کند. شدت غلظت آلودگی هوا در نقاط مختلف سطح شهر مشهد توسط ۱۱ ایستگاه هواشناسی، همانطور که جدول مشخص گردیده، نمونه‌گیری و اندازه‌گیری شده است. در این ایستگاه‌ها آلاینده‌های نامبرده توسط دستگاه‌های موجود مورد سنجش قرار می‌گیرد. از سال ۱۳۸۹ به دلیل افزایش میزان ریزگردها در سطح کشور وضعیت ذرات معلق کمتر از ۲.۵ میکرون ($PM_{2.5}$) نیز سنجش می‌گردد. در این تحقیق نتایج بر اساس شاخص کیفیت هوای PSI^9 بیان می‌گردد. در این شاخص معادل ۱۰۰ با استانداردهای ملی تطابق دارد و بالای ۱۰۰ غیر بهداشتی در درجه اول برای گروه‌های حساس است و به افراد کمک می‌کند تا بفهمند کیفیت هوا برای گروه‌های حساس است و به افراد کمک می‌کند تا بفهمند کیفیت هوا برای سلامت آنها در چه وضعی است [7].

⁸ Stationarity

⁹ Pollutant Standards Index

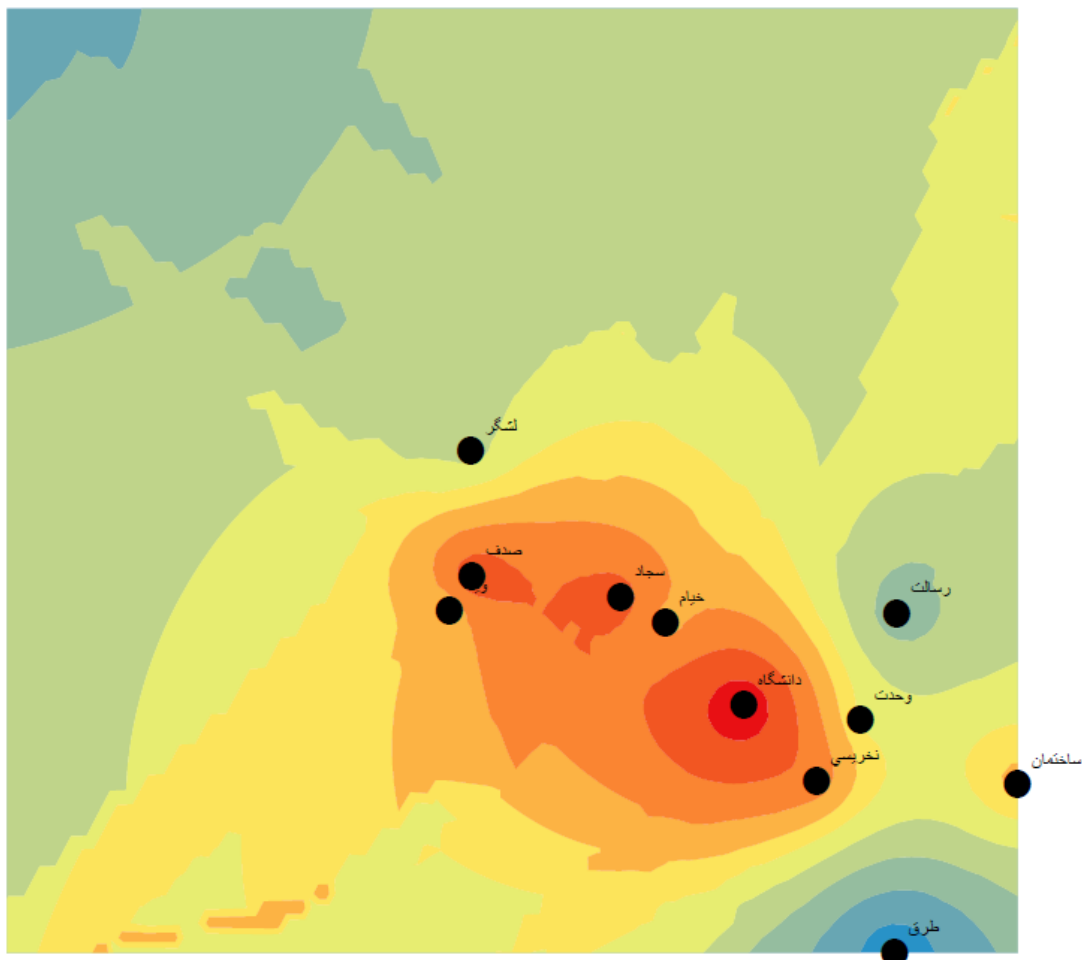


جدول ۱: گروه های شاخص کیفیت هوا و رنگ های مربوط به هر گروه

رنگ نشانده	شرح	PSI
سبز	خوب	۵۰-۰
زرد	متوسط	۱۰۰-۵۱
نارنجی	ناسالم برای گروه های حساس	۱۵۰-۱۰۱
قرمز	ناسالم	۲۰۰-۱۵۱
بنفش	خیلی ناسالم	۳۰۰-۲۰۱
خرمایی	خطرناک	۳۰۰ به بالا

جدول ۲: متوسط وضعیت آلاینده های هوای شهر مشهد بر اساس شرایط استاندارد PSI در سال ۱۳۹۰

شرایط بر حسب استاندارد PSI						آلاینده ها
خطرناک	خیلی ناسالم	ناسالم	ناسالم برای گروه های حساس	متوسط	خوب	
-	-	-	-	-	۴۲,۶۹۴۴۴۴	CO
-	-	-	-	-	۱۹,۷۷۷۷۷۸	O ₃
-	-	-	-	-	۲۹,۳۴۷۲۲۲	NO ₂
-	-	-	۱۰۷,۰۰۹۷۱۲	-	-	PM _{2.5}
-	-	۱۵۷,۴۳۰۵۵۶	-	-	-	PM ₁₀



Legend

● stations	14.5300211 – 17.8404947	24.3419288 – 26.4745705
[stations].[NO2_ppb_]	17.8404947 – 20.4975709	26.4745705 – 29.1316467
5.266667 – 10.4054744	20.4975709 – 22.6302126	29.1316467 – 32.4421203
10.4054744 – 14.5300211	22.6302126 – 24.3419288	32.4421203 – 36.566667



0 2,600 5,200 10,400 Meters

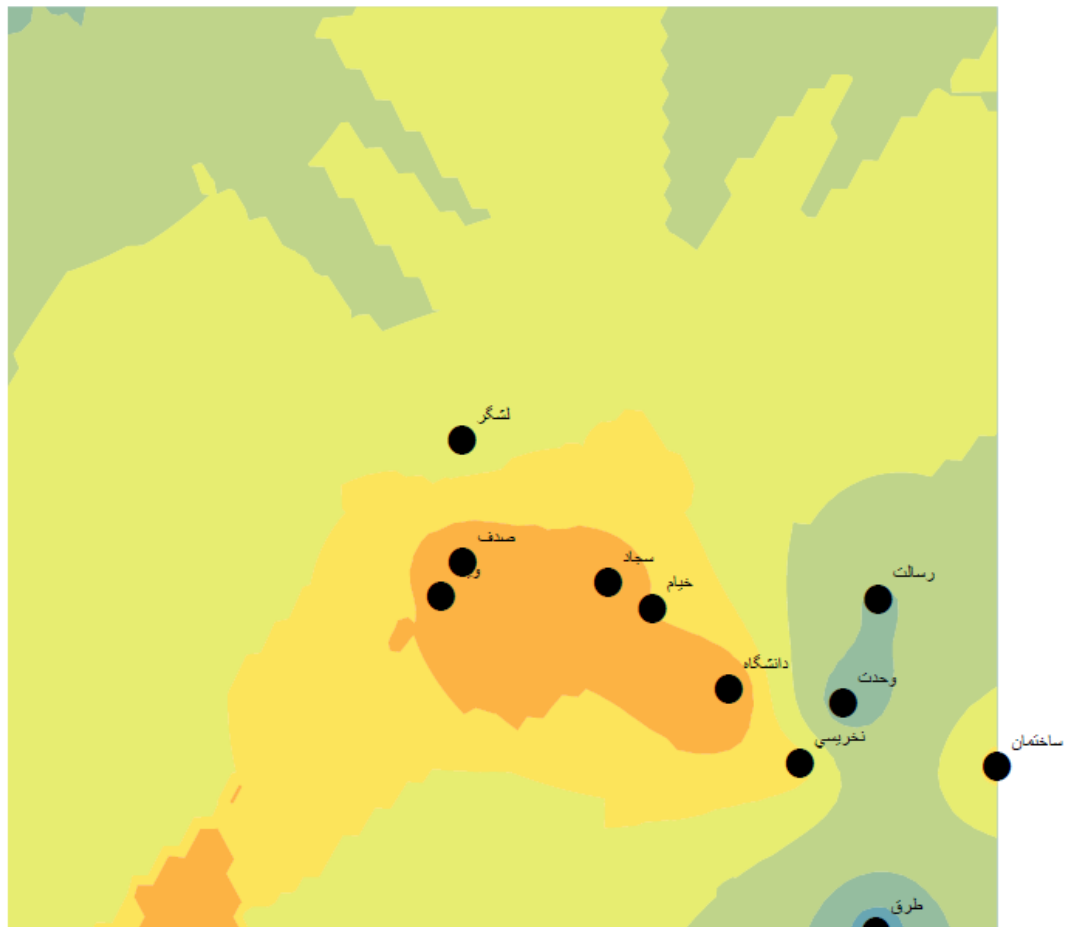
شکل ۳: مقادیر اندازه گیری شده غلظت آلاینده NO_2 بر حسب ppb

شکل بالا با استفاده از ایستگاه‌های اندازه گیری آلودگی هوا در شهر مشهد و درونیابی مقادیر اندازه گیری نشده با استفاده از درون یاب های **Kriging** رسم شده است. مشاهده می‌شود که در ایستگاه دانشگاه و سپس صدف و



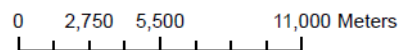
سجاد بیشترین مقادیر اندازه گیری شده‌اند. می‌توان این مقادیر متفاوت در سطح شهر را ناشی از متفاوت بودن میزان فعالیت‌های انسانی، به ویژه استفاده از وسایل حمل و نقل که عامل اصلی تولید NO_2 می‌باشد (اشتعال سوخت در دمای بالا)، دانست.

البته باید در نظر داشت که تولیدات گاز NO_2 توسط انسان، بسیار کمتر از مقدار NO_2 تولید شده در طبیعت است (حدود یک دهم) و همچنین این گاز از منابع اصلی تغذیه گیاهان محسوب می‌شود.



Legend

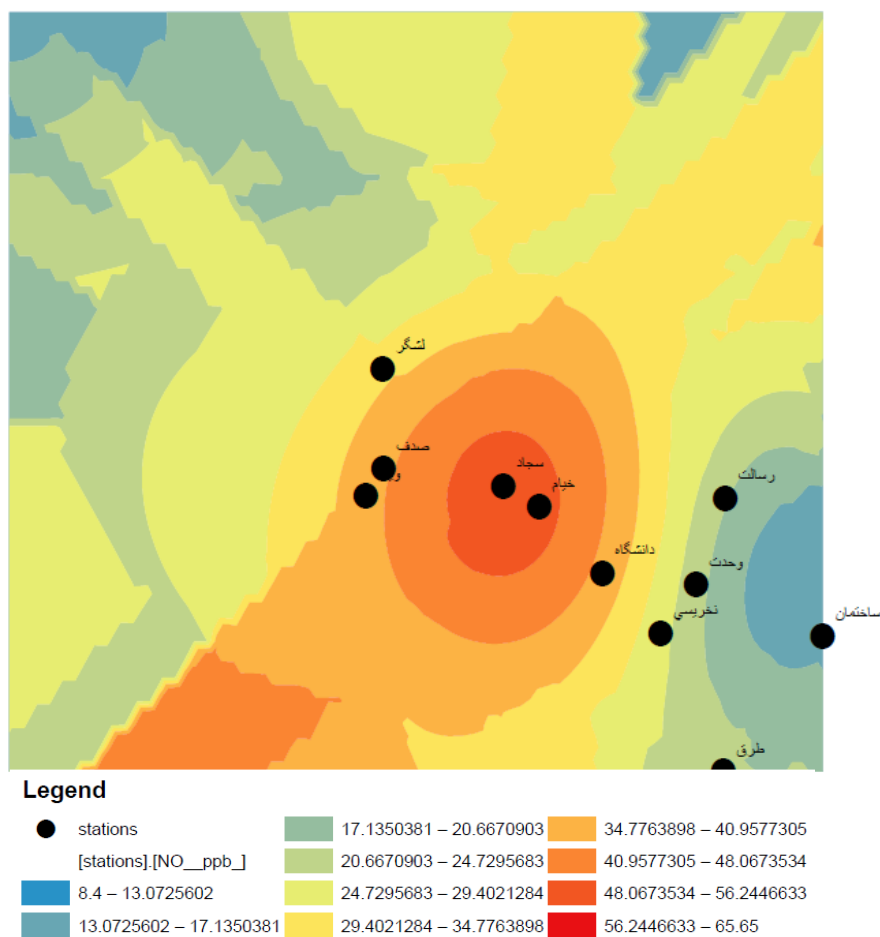
● stations	12.2340459 – 18.2247381	37.0712425 – 39.874196
[stations].[PSI_NO2]	18.2247381 – 26.982791	39.874196 – 41.7914751
5.333333 – 8.13628652	26.982791 – 32.9734832	41.7914751 – 43.1029343
8.13628652 – 12.2340459	32.9734832 – 37.0712425	43.1029343 – 44





شکل ۴: مقادیر PSI برای آلاینده NO_2

همانگونه که مشاهده می‌کنید تمرکز آلودگی ناشی از اکسیدهای ازت (NO_3, NO_2, NO) در ایستگاه‌های خیام و سجاد بیشترین مقدار را دارد و در مناطق دیگر از مقادیر آن کاسته می‌شود. این گاز در تولید آلاینده‌های ثانوی به ویژه اوزون نقش بسزایی دارد. البته این نکته را باید در نظر داشت که بعنوان مثال، برای آلاینده دی اکسید نیتروژن، آلوده ترین ایستگاه اندازه گیری شده که ایستگاه دانشگاه باشد، بر اساس شاخص AQI در رده بندی خوب قرار می‌گیرد. از آن جا که این مقادیر اندازه گیری شده مربوط به سال ۹۰ می‌باشند، در این نوشتار به منظور مقایسه از این اندازه گیری ها استفاده می‌شود.

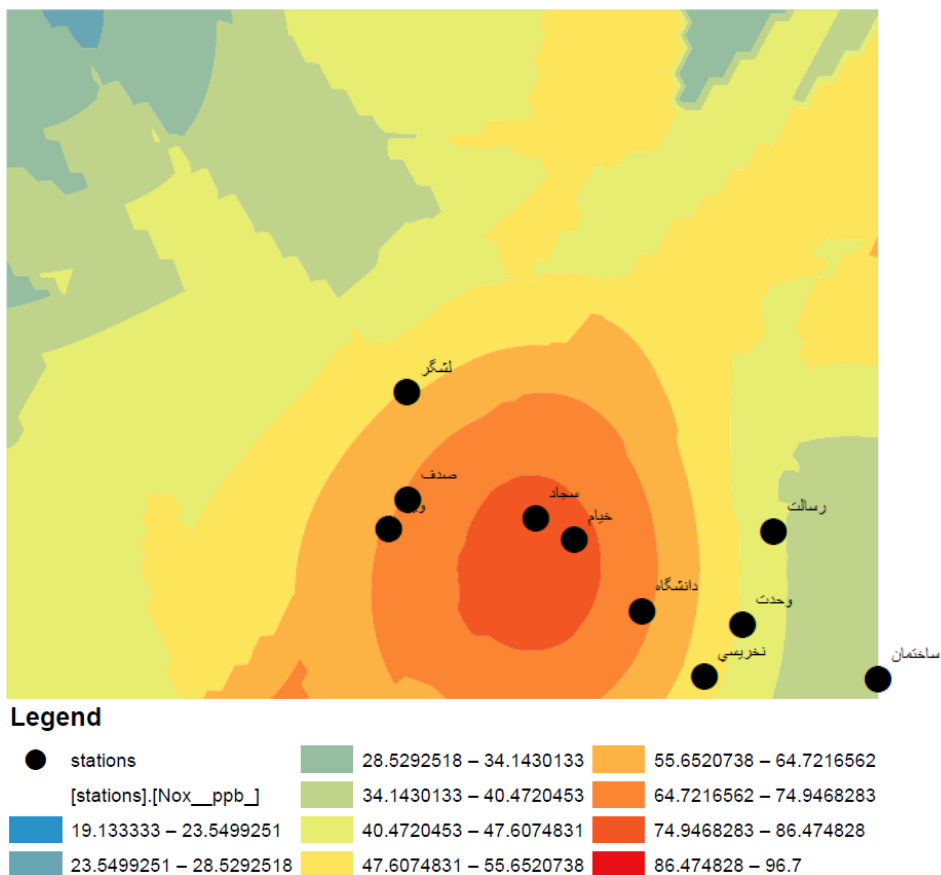


0 2,950 5,900 11,800 Meters

شکل ۵: مقادیر اندازه گیری شده غلظت آلاینده NO برحسب ppb

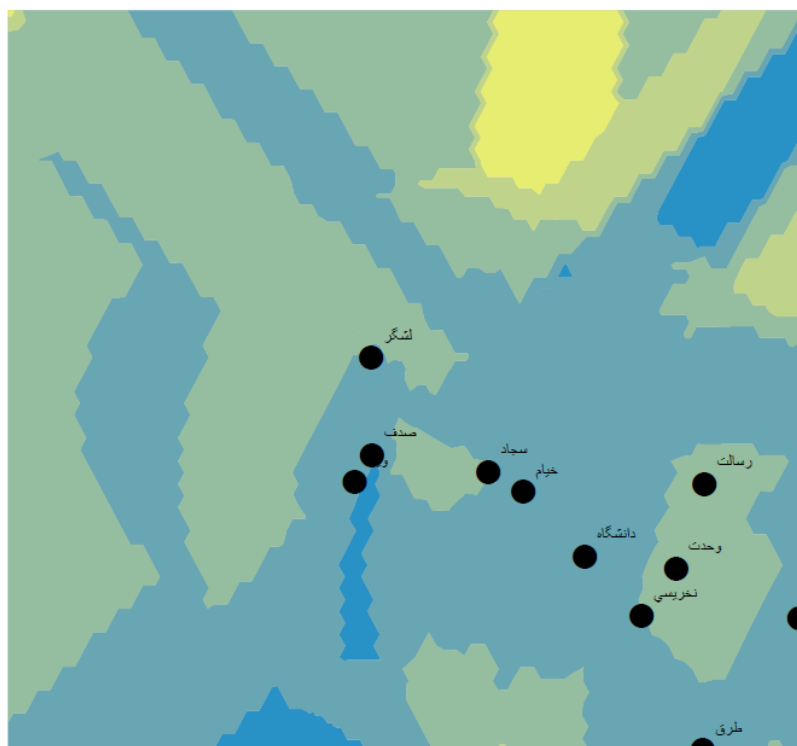


NO گازی است بی بو و بی رنگ. مقدار NO آزاد شده در اتمسفر بسیار بیشتر از NO_2 آزاد شده است. این گاز با آب باران محلول تشکیل می‌دهد و همچنین در مجاورت اکسیژن بلافاصله به NO_2 تبدیل می‌شود، بنابراین مقدار آن از NO_2 کمتر است.

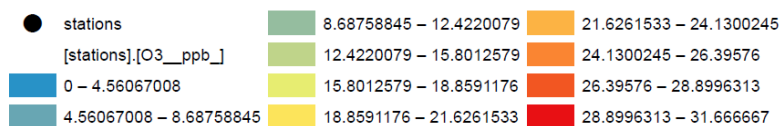


شکل ۶: مقدار مجموع اکسیدهای نیتروژن اندازه‌گیری شده بر حسب ppb

با مقایسه این شکل با شکل‌های مربوط به آلاینده‌های NO و NO_2 می‌توان فهمید که مقدار قابل توجهی از آلاینده‌های اکسید نیتروژن مربوط به این دو آلاینده است و بقیه اکسیدها سهم کمی در غلظت آلاینده‌ها دارند.



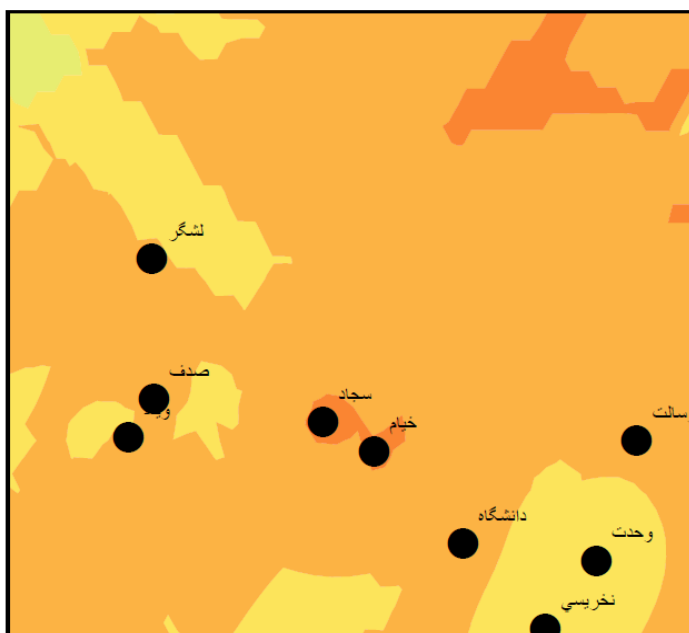
Legend



0 2,950 5,900 11,800 Meters

شکل ۷: مقادیر اندازه گیری شده غلظت آلاینده O_3 بر حسب ppb

اوزون یا همان O_3 گازی است که در اتمسفر زمین به شکل یک لایه محافظ، ما را در برابر تابش فرابنفش خورشید محافظت می‌کند. ولی اگر همین گاز در سطح زمین تولید شود می‌تواند کشنده باشد. اصلی‌ترین منبع تولید اوزون هستند، این وسایل با تولید هیدروکربنهای مختلف و اکسیدهای نیتروژن مقدار زیادی اوزون وارد هوا می‌کنند. از دیگر آلاینده‌ها می‌توان به نیروگاه‌ها، کارخانه‌های شیمیایی و پالایشگاه‌های نفت نیز اشاره کرد.



Legend

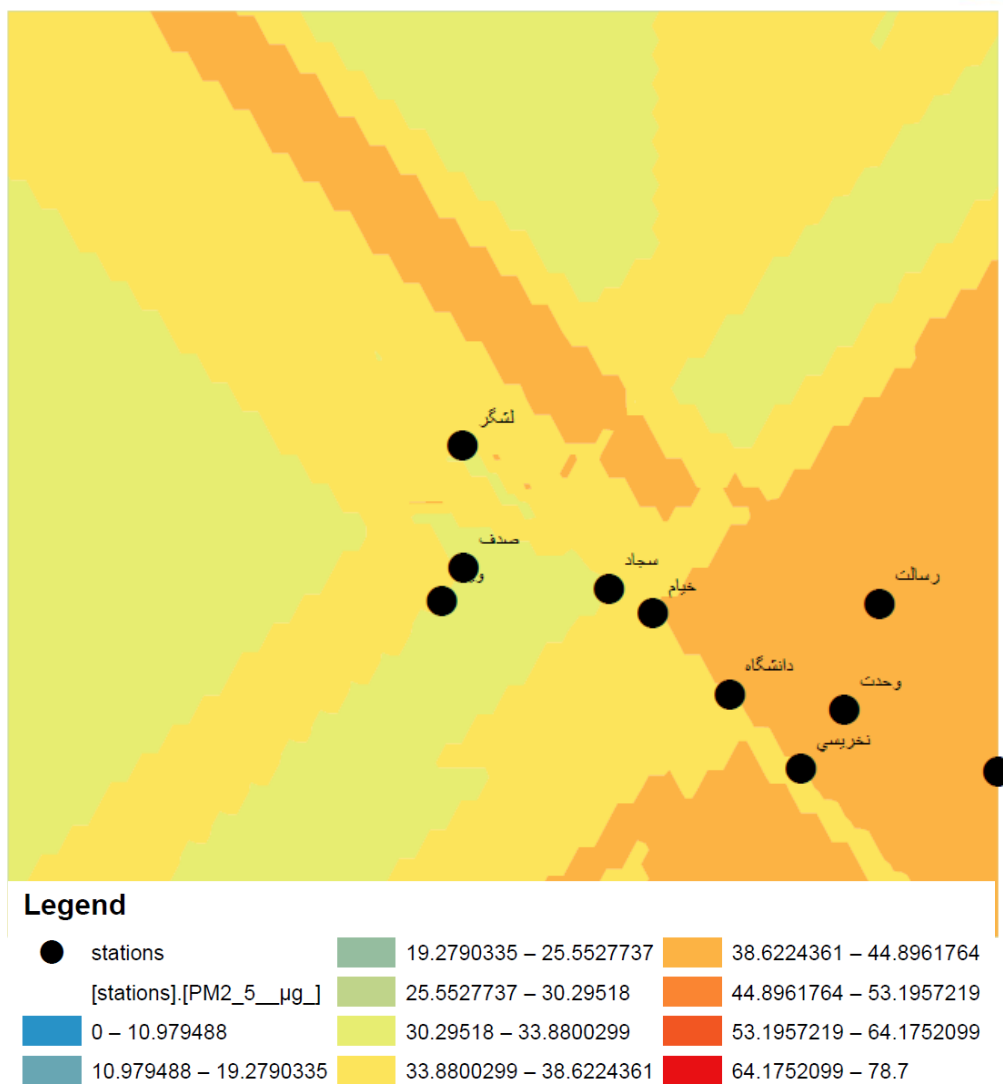
● stations	1.24257771 – 1.36871256	1.81367736 – 1.98734703
[stations].[Ave_CO_pp]	1.36871256 – 1.5053461	1.98734703 – 2.17547189
1 – 1.12613485	1.5053461 – 1.65335217	2.17547189 – 2.37925512
1.12613485 – 1.24257771	1.65335217 – 1.81367736	2.37925512 – 2.6



0 2,550 5,100 10,200 Meters

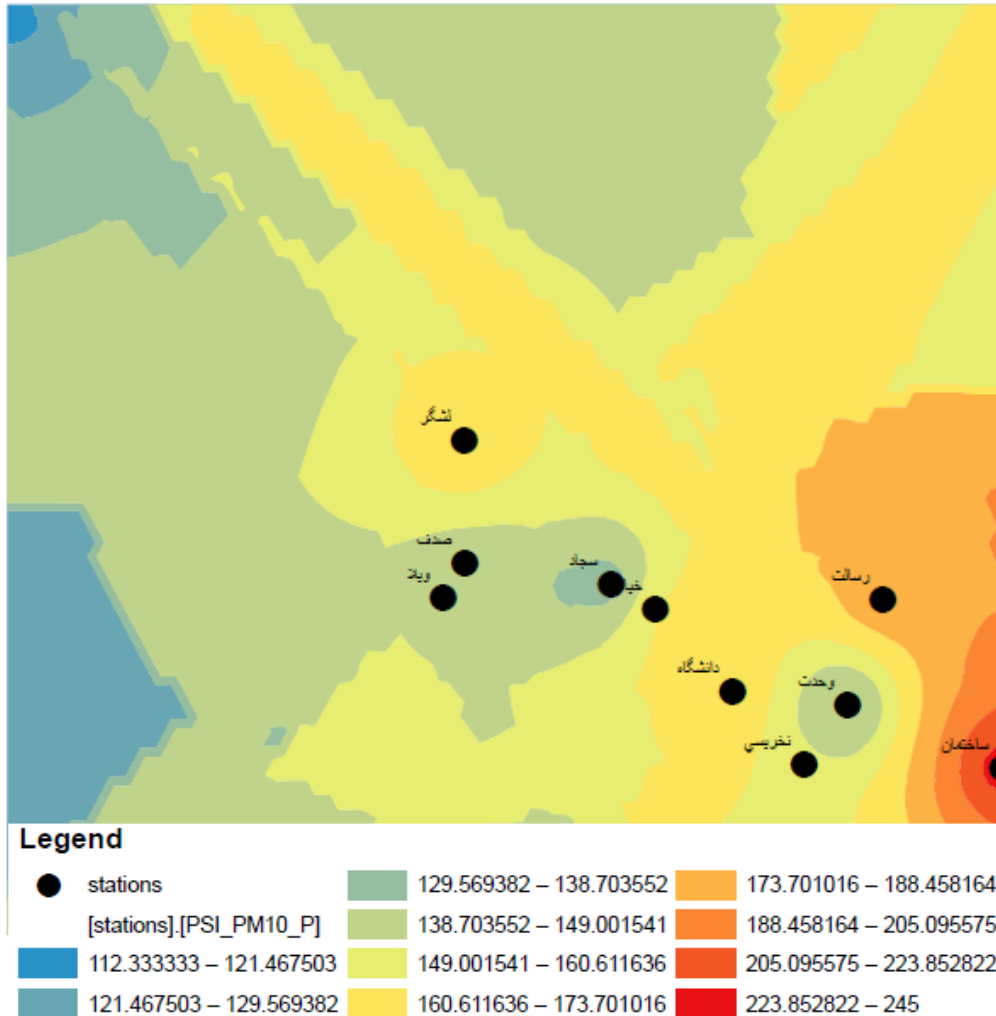
شکل ۸: مقادیر اندازه‌گیری شده غلظت آلاینده CO برحسب ppb

گاز کربن مونوکسید گازی بی‌بو، بی‌رنگ و بی‌مزه است. این گاز در فضای آزاد بر روی انسان حیوانات و گیاهان اثری ندارد. ولی در فضای محبوس و غلظت‌های بالا به علت تمایل زیاد این گاز به جذب هموگلوبین، می‌تواند بروی تنفس انسان تأثیر بگذارد. از لحاظ شیمیایی مونوکسید کربن گازی خنثی است و به تولید هیچ آلاینده دیگری نیز کمک نمی‌کند.



شکل ۹: مقادیر اندازه‌گیری شده آلاینده بصورت ذرات معلق با قطر کوچکتر از ۲,۵ میکرون برحسب $\frac{\mu g}{m^3}$

اصطلاح PM شامل ذرات و یا قطرات منتقله از طریق هوا می‌شود که این ذرات می‌توانند منابع تولید و نیز اندازه‌های بسیار متغیری داشته باشند. ذرات ریزتر $PM_{2.5}$, PM_1 پتانسیل نفوذ بیشتری در ریه‌ها داشته و ممکن است حتی به ناحیه آلوئل‌ها هم برسند، بنابراین اثرات کوتاه مدت و بلند مدت بیشتری مثل مرگ زودرس، افزایش علائم و بیماری‌های تنفسی، کاهش کارایی ریه‌ها و ایجاد تغییرات در بافت‌های ریوی را داشته باشد.



شکل ۱۰: مقادیر محاسبه شده PSI برای آلاینده بصورت ذرات معلق با اندازه قطر کوچکتر از 10 میکرون

طبق مطالعات انجام شده روی شهر تهران مقدار PM10 در محل تقاطع‌ها بیش از حد استاندارد است. همین مطلب را می‌توان در شهر مشهد که شهر توریستی-زیارتی و همچنین پر ترافیک است مشاهده نمود. همچنین این آلاینده از هوای آزاد به داخل ساختمان‌ها نفوذ کرده و سلامتی ساکنین را به خطر می‌اندازد. بررسی‌های انجام شده در این نوشتار نشان می‌دهند که این آلاینده بزرگترین تهدید برای سلامت هوای شهر مشهد می‌باشد.



۴- نتیجه‌گیری

در حالتی که حجم زیادی از داده‌های وابسته به موقعیت موجود است، نرم افزار جی آی اس ابزاری مناسب برای مدیریت کیفیت هوا می باشد.

داده‌های ذکر شده در این نوشتار حاکی از این مطلب است که آلاینده‌های به شکل ذرات معلق در شهر مشهد نقش بسیار تعیین کننده‌ای دارند. این آلاینده‌ها همبستگی زیادی با وسایل نقلیه موتوری دارند. این موضوع نیاز هر چه بیشتر به طرح‌های پژوهشی و اصلاحات مناسب در زمینه مدیریت ترافیک را آشکار می‌کند.

با آنالیز موقعیت و شناسایی مکان‌هایی با شدت آلودگی بالا در ایستگاه‌ها و مناطق شهری قادر خواهیم بود پیشنهادهاتی را در سطوح مختلف در خصوص مدیریت سامانه حمل و نقل عمومی، همچنین تعیین محل ایستگاه‌های اتوبوس، اصلاح طرح هندسی و روان سازی ترافیک ارائه دهیم. لازمه ایجاد هوای پاک با کیفیت مطلوب ارائه داده‌های دقیق و کامل و ایجاد ایستگاه‌های سنجش بیشتر در اطراف مراکز ترافیک و پرتردد می باشد.



۵- مراجع

- ۱- منیژه قهرودی تالی، ارزیابی درون یابی به روش کریجینگ، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۳، زمستان ۱۳۸۱، صص ۹۵-۱۰۸.
- ۲- منیژه قهرودی تالی، ام السلمه بابایی فینی، هوشمند عطایی، درآمدی بر سیستم های اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه پیام نور، ۱۸ فروردین ۱۳۹۴.
- ۳- یازدهمین آمارنامه ی حمل و نقل شهر مشهد، معاونت مطالعات و برنامه ریزی، سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد، ۱۳۹۴.
- 4- Aman Tyagi and Preetvanti Singh, Applying Kriging Approach on Pollution Data Using GIS Software, International Journal of Environmental Engineering and Management. ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 3 (2013), pp. 185-190.
- 5- Global Carbon Atlas, report (2014).
- 6- Aman Tyagi and Preetvanti Singh, Applying Kriging Approach on Pollution Data Using GIS Software, International Journal of Environmental Engineering and Management. ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 3 (2013), pp. 185-190.
- 7- GUIDELINE FOR REPORTING OF DAILY AIR QUALITY – POLLUTANT STANDARDS INDEX (PSI), U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park, North Carolina 27711 December 1998.



Geostatistical analysis of air pollutant, Case study: Mashhad City

Afshin Famili, Alireza Jalali Yazdi, Maryam Hasanpour, Rouzbeh Shad

1-Phd student of transportation, Clemson University, Clemson, SC, USA

2-Master student of construction management, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Master student of transportation, Isfahan University, Isfahan, Iran

4-Associate professor of civil engineering, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Today, air pollution has become one of the serious problems in developing countries. In this paper, the eventful areas for Mashhad city has been represented and the polluted area has been predicted with interpolation technique. For this purpose, 6 air pollutant data (CO, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}) in 11 Mashhad air-evaluating stations in for one year according to Iranian calendar has been used. Geographic information system and two ordinary and probability Kriging approach has been used for representing the hotspots areas in study area. The Kriging method has been used as a tool for interpolation. In this research, at first with using semivariogram map, the spatial dependence of air pollutant in air station has been evaluated. Then, spatial model has been created with average daily air pollutant concentration and the quantity of air pollution in various areas has been represented in study area.