نشريه علمي- پژوهشي جغرافيا وبرنامهريزي (دانشگاه تبريز)، سال16، شمارة 39، بهار 1391، صفحات 108-89

تاريخ دريافت: 1388/08/06 تاريخ پذيرش نهايي: 1390/03/02

بررسي وضعيت آلودگي هواي شهر تبريز بر اساس تحليل مولفه‌هاي اصلي (PCA)

رسول قربانی[1]
کریم حسینزاده دلیر[2]
پری شکری فیروزجاه[3]

چکیده

امروزه گسترش سریع شهرنشینی، رشد جمعیت، صنعتی شدن، عدم ساماندهی سیستم حمل و نقل و ترافیک شهری و کمبود فضای سبز موجب افزایش غلظت آلودگی هوا در شهرها، بویژه شهرهای بزرگ شده‌اند. براین اساس، توجه به مسأله آلودگی هوا و شناخت عواملی که موجب افزایش غلظت آلاینده ها می‌شوند از اهمیت فراوانی برخوردار است. از اینرو هدف از این پژوهش، شناسایی عوامل موثر بر آلودگی هوا در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز می‌باشد.

بدین منظور، مؤلفه‌های اصلی در هر فصل از سال تعیین گردیدند و با بهره گیری از مدل رگرسیون چندمتغیره، عامل یا عامل های اصلی مشخص شدند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که عوامل اقلیمی (مانند سرعت و جهت باد و دما) و عوامل انسانی (مانند ازدحام جمعیت، کمبود فضای سبز، ترافیک سنگین، معابر نامناسب و...) تأثیر زیادی در آلودگی هوا دارند. براین اساس توجه ویژه به عوامل انسانی می‌تواند موجب کاهش آلودگی هوا در منطقه مرکزی شهر گردد.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مدل رگرسیون چند متغیره، شهر تبریز.

۱ـ دانشیار گروه جغرافیا و برنامهریزی شهری دانشگاه تبریز.

۲ـ استاد گروه جغرافیا و برنامهریزی شهری دانشگاه تبریز.

۳ـ دانشجوی دکترای گروه جغرافیا و برنامهریزی شهری دانشگاه تبریز. Email: shokri.pari.com.

مقدمه

اکثر شهرنشینان در محیط زندگی خود با مشاهده مناظری زشت و ناسازگار، فضای شلوغ و آلوده و بی‌نظمی در رفت و آمد، بناهای ناهمگون و در هم تنیده شده، زباله های متعفن در کنار خیابان‌ها و معابر عمومی و اطراف محیط های مسکونی، تخریب محیط زیست، ترافیک سنگین، فاضلاب بدبو و جاری در سطح خیابان و کوچه ها، ازدحام بیش از حد مردم، مزاحمت‌های ناشی از وسایل موتوری پارک شده در کنار خیابانها و... روبرو بوده که آلودگی هوای شهری یکی از بزرگترین پیامدهای آن می باشد (محمدی،1385: 48). در افزایش غلظت آلودگی هوای شهرها عوامل گوناگونی مؤثر می باشند که در این بین عوامل مختلف جوی در انتشار و پراکندگی آلودگی ها نقش عمده‌ای دارند (بیگدلی،1380: 139) و همچنین فعالیت‌های انسانی و فرایندهای زیست محیطی از منابع آلودگی هوا هستند. که در این بین تغییرات فصلی و واکنش‌های شیمیایی بر افزایش غلظت آلاینده‌ها و آلودگی هوا کمک میکنند (Wijerane and Bijker, 2006, P. 125).

این مسأله در شهر تبریز به واسطه وجود منابع آلاینده متحرک و ثابت مانند خودروهای فرسوده و پرمصرف، مراکز صنعتی مهمی نظیر نیروگاه حرارتی، مجتمع پتروشیمی، پالایشگاه، ماشین‌سازی، تراکتورسازی و دهها کوره آجرپزی و غیره، از یک طرف و از طرف دیگر شهر تبریز با ارتفاع تقریبی 1400 متری از نظر توپوگرافی محصور به کوههای اطراف و استقرار صنایع در مسیر باد به عنوان یکی از هشت شهر آلوده کشور به شمار می رود. در این بین یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های هوای شهر مونوکسیدکربن می‌باشد که عمدتاً از گسترش بی‌رویه و سریع شهرنشینی، صنعتی شدن، رشد جمعیت، عدم ساماندهی مناسب سیستم حمل و نقل و ترافیک شهری و عدم وجود تکنولوژی مدرن خودروها و کمبود سرانه فضای سبز ناشی می‌شود. با توجه به مسأله فوق، هدف از این پژوهش بررسی و شناسایی عوامل مختلف انسانی و اقلیمی تأثیرگذار بر آلودگی هوای میدان نماز شهر تبریز می باشد. که هر یک نقش تأثیرگذاری در افزایش غلظت آلودگی هوای شهر دارند. بنابراین مطالعه آلودگی هوا به عنوان یکی از سنجه های پایداری شهری، دارای اهمیت فراوانی است بویژه در روند

توسعه رو به رشد شهر تبریز، شناخت عوامل مؤثر در افزایش غلظت آلودگی هوا می تواند آینده بهتری را برای توسعه پایدار شهری به همراه داشته باشد.

سوالات تحقیق

1- مؤلفه‌های اصلی افزایش آلودگی هوا در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز کدامند؟
2- آیا تغییر فصل در میزان غلظت آلاینده‌ها تأثیرگذار می‌باشد؟

هدف تحقیق

هدف از این پژوهش بررسی و شناسایی عوامل مختلف انسانی و اقلیمی تأثیرگذار بر آلودگی هوای میدان نماز شهر تبریز می‌باشد.

پیشینه تحقیق

آلودگی هوا یکی از معضلات عمده زیست محیطی در شهرها، بهخصوص شهرهای بزرگ به شمار می‌رود که عوامل مختلفی در تشدید آن تأثیرگذار می باشند. در این ارتباط مطالعات و پژوهش‌های مختلفی در نقاط گوناگون دنیا انجام گرفته است که به برخی از آنها بطور اختصار اشاره می‌نماییم.

در زمینه تأثیر کاربری زمین و حمل ونقل شهری بر آلودگی هوا و دیگر شاخص های پایداری شهری تحقیقی تحت عنوان PROPOLIS (برنامهریزی و تحقیق سیاست هایی برای کاربری زمین و حملونقل برای افزایش پایداری شهری) توسط اسپیکرمن، وگنر و لاتسو طی سالهای 2002 تا2004 در هفت مادر شهر اروپا اجرا شد که هدف آن، توسعه خط مشی‌های کاربری زمین و حمل و نقل یکپارچه، ابزارها و متدولوژی های ارزیابی جامع به منظور تعریف استراتژی‌های شهر پایدار بلند مدت و شرح اثراتشان در شهرهای اروپا بوده است. که در این پژوهش شاخص آلودگی هوا به عنوان یکی از شاخص های زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته ودر این ارتباط اجرای سیاست های کاربری زمین و حمل و نقل شهری عامل اساسی در کاهش یا افزایش آلودگی هوا و صوت عنوان می شود (Spiekermann and Wegener, 2003 and 2004 Lautso, et al, 2002 and 2004).

تحقیقی توسط گوویا و همکارانش (2002، ص 14) در کشور پرتقال صورت گرفته نشان می‌دهد که عوامل گوناگونی در انتشار آلاینده‌ها تأثیرگذار هستند و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که افزایش غلظت PM_{10} در منطقه مورد نظر ناشی از صنایع و ترافیک می‌باشد و غلظت CO و NO_x در مرکز شهرها بیشتر است که با فعالیت هایی که در مراکز شهری وجود دارند در ارتباط می‌باشند.

عبدالکریم (2005) در کشور نیجریه در زمینهٔ آلودگی هوا پژوهشی انجام داده است و به این نتیجه رسیده که رشد صنعت نفت در کشور موجب افزایش انفجاری جمعیت شهرنشین شده است و شهرهای این کشور را با چالش های زیستمحیطی جدیدی از جمله آلودگی هوا مواجه نمود و این آلاینده ها به وسیله عوامل مختلفی چون درجه حرارت، سرعت باد و رطوبت در فواصل 20، 40، 60، 80 و 100 متری انتشار می‌یابند.

بانک جهانی (2002، ص 28-17) در زمینه برنامهریزی شهری و کیفیت هوا مطالعه ای در جنوب آسیا انجام داده و به این نتیجه دست یافته است که شکل یک شهر و الگوی پراکنش کاربری زمین بر کیفیت هوا و سلامتی شهروندان تأثیرگذار می‌باشد.

صفوی و علیجانی (1385، صص 112-99) در بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران به این نتایج دست یافتند که ویژگیهای طبیعی شهر اثر بسیار زیادی در آلودگی هوای شهر دارند و از طرف دیگر عوامل انسانی مانند جمعیت زیاد و استقرار کارخانهها در سطح شهر و بویژه در غرب و جنوب غربی آن میزان آلودگی شهر را دو چندان می کنند.

با توجه به مطالعات انجام گرفته در زمینه آلودگی هوا، می توان نتیجه گرفت که عوامل انسانی بویژه فعالیت های انسانی مستقر در شهرها به همراه عوامل اقلیمی می توانند تأثیرات عمده‌ای در افزایش آلودگی هوا یک منطقه از شهر داشته باشند. در این تحقیق جهت بررسی وضعیت آلودگی هوا در شهر تبریز و تأثیر عوامل انسانی و اقلیمی بر افزایش آن از روش‌های تحلیل مولفه های اصلی و مدل رگرسیون چندمتغیره استفاده شده است که در

قسمت یافته های پژوهش موارد به دست آمده در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز بررسی گردیده است.

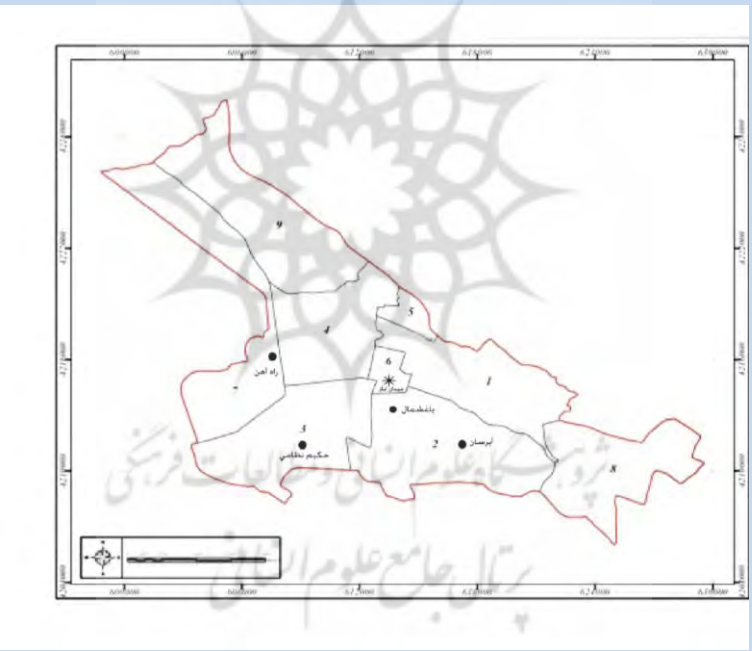
مواد و روشها

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز جهت بررسی آلودگی هوا عمدتا از آمارهای روزانه سازمان حفاظت محیط زیست در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز در سال1387، و عوامل اقلیمی آن براساس آمار موجود در سازمان هواشناسی استان آذربایجانشرقی کسب گردیده است. روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله، مدل رگرسیون چند متغیره می باشد که بدین منظور ابتدا خود همبستگی بین متغیرهای مستقل (دما، رطوبت نسبی، جهت باد، سرعت باد، SO_2، NO_x و O_3) با استفاده از روش تحلیل عامل های اصلی (principal component analysis) رفع گردیده و سپس با تأیید نرمال بودن متغیرهای وابسته (مونوکسیدکربن در چهار فصل) به وسیله آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف (ks)، مدل رگرسیون چند متغیره جهت تحلیل وضعیت آلودگی هوا بکار گرفته شد که برای این منظور در محاسبات رگرسیونی از روش (Enter) استفاده گردیـده است. همچنین در این پژوهش بـرای تحلیل بهتر و دقیقتر از نرمافزار16 SPSS استفاده شده است.

بررسی محدوده مورد مطالعه

شهر تبریز با دارا بودن جمعیت 1/500000 نفری و مراکز صنعتی مهمی نظیر نیروگاه حرارتی، مجتمع پتروشیمی، پالایشگاه، ماشین سازی و تراکتورسازی و دهها کوره آجرپزی و غیره به عنوان یکی از شهرهای آلوده کشور به شمار می رود. از طرفی شهر تبریز با ارتفاع 1400 متر در 17 46 طول شرقی و 8 38 عرض شمالی واقع شده و از نظر توپوگرافی شهر تبریز از طرف شمال به ناهمواری‌های کوههای سرخ فام عون بن علی، از طرف جنوب به پیشکوه‌های سهند، از غرب به دشت تبریز (استقرار کمربند صنایع) و از شرق به کوههای ساریداغ و بیلانکوه محصور شده است. شهرنشینی و توسعه صنعتی سبب شده که جمعیت زیادی در مناطق محدود کنار هم زندگی نمایند. عوامل فوق به همراه گسترش ناموزون شهر تبریز در اطراف آن باعث شده این کلانشهر از آلودگی شدید هوا همواره رنج ببرد و در

این میان آلاینده مونوکسیدکربن و ذرات معلق به دلیل بیش از حد مجاز بودن در اغلب ایستگاهها و شرایط وارونگی دما در جو شهر تبریز به لحاظ بهداشتی و سلامت مردم از اهمیت خاصی برخوردار هستند (اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجانشرقی، 1386: 6). هم اکنون در شهر تبریز 5 ایستگاه سنجش آلودگی هوا وجود دارد که کار اندازه‌گیری غلظت آلاینده های هوا را انجام می دهند. در این تحقیق برای بررسی غلظت آلودگی هوا از داده‌های آماری ایستگاه میدان نماز (ایستگاه ترافیکی- تجاری) در مرکز شهر تبریز استفاده شده (نقشه شماره 1) که در بین دیگر ایستگاهها از بیشترین مقدار آلودگی هوا برخوردار می‌باشد (جدول شماره 1 و نمودارهای شماره 1 تا 5).



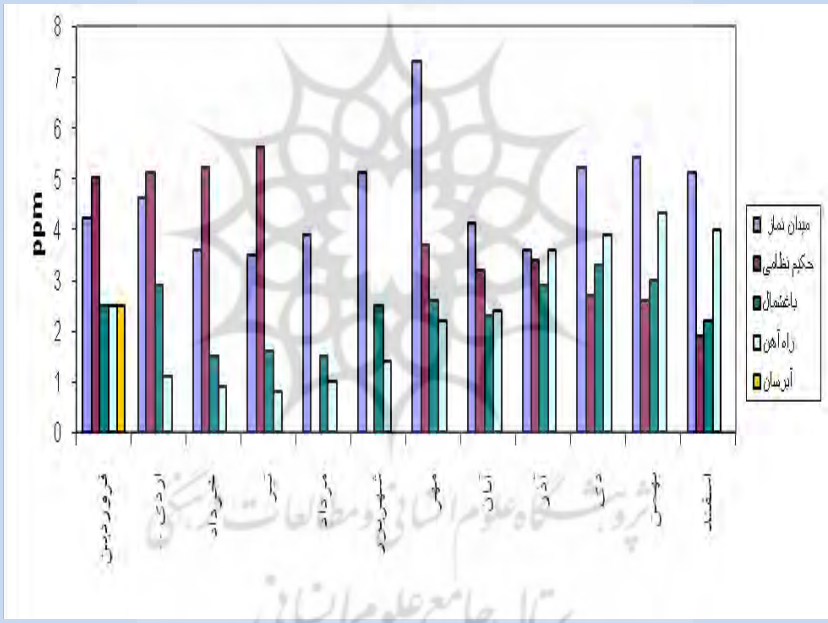
نقشه شماره (1) موقعیت ایستگاه میدان نماز در بین ایستگاههای دیگر و شهر تبریز با علامت (×) مشخص شده است

جدول شماره (1) میانگین غلظت آلایندههای هوای ایستگاههای مختلف شهر تبریز در سال 1387

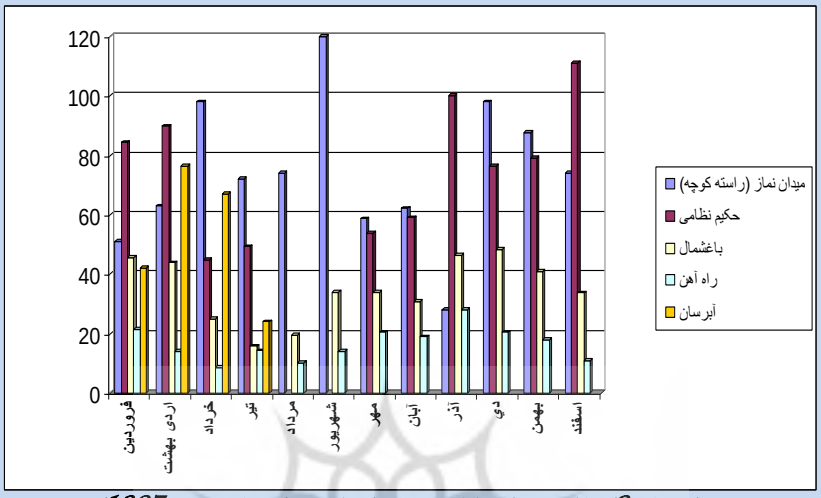
نوع آلاینده / ایستگاه	مونوکسید کربن CO	اکسیدهای نیتروژن NO_x	دی اکسید گوگرد SO_2	ذرات معلق (PM_{10})	ازن O_3

میدان نماز	4/6	0/074	0/009	103	26
راه آهن	2/3	0/017	0/008	98	20
حکیم نظامی	3/8	0/075	0/014	51	-
باغ شمال	2/4	0/035	0/007	76	17
آبرسان	2/5	0/052	0/013	-	20
حد مجاز	2 PPM	0/050 PPM	10/11 PPM	50 Ug/m	- PPM

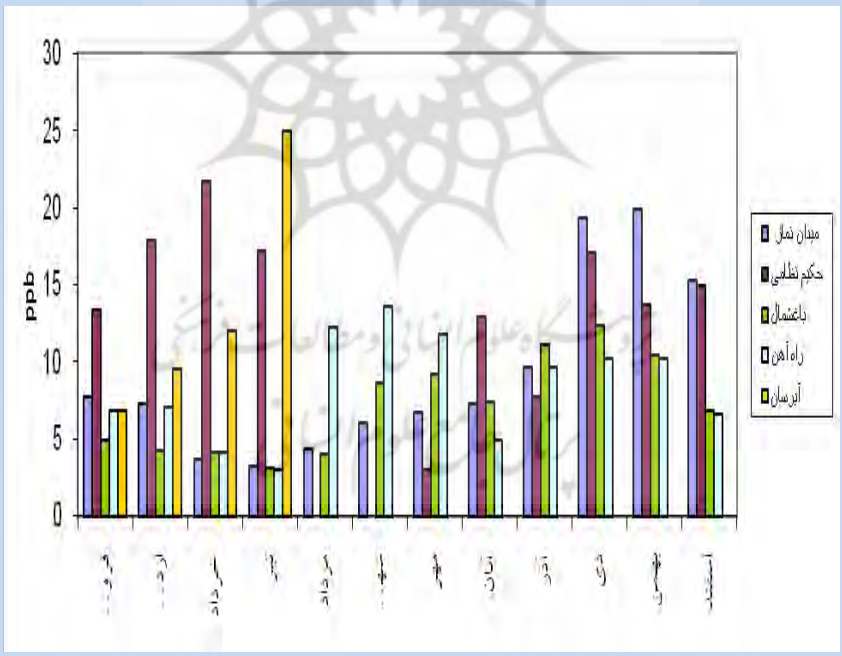
منبع: اداره کل حفاظت محیط زیست استان آ.ش. مرکز پایش آلودگی هوای شهر تبریز



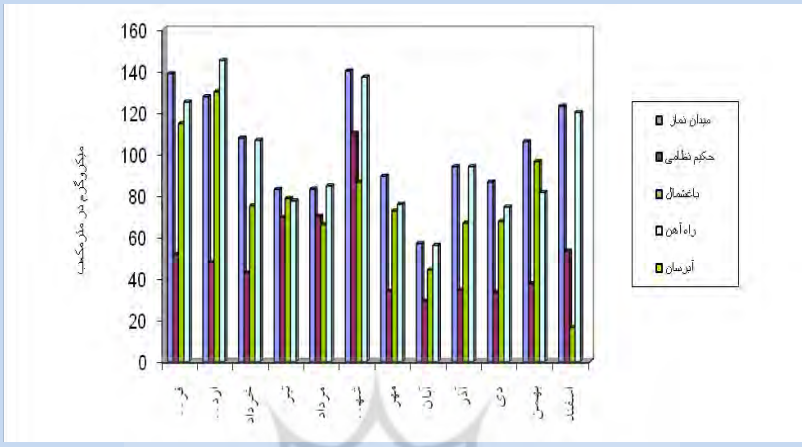
نمودارشماره (1) میانگین روزانه غلظت CO در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز(1387)



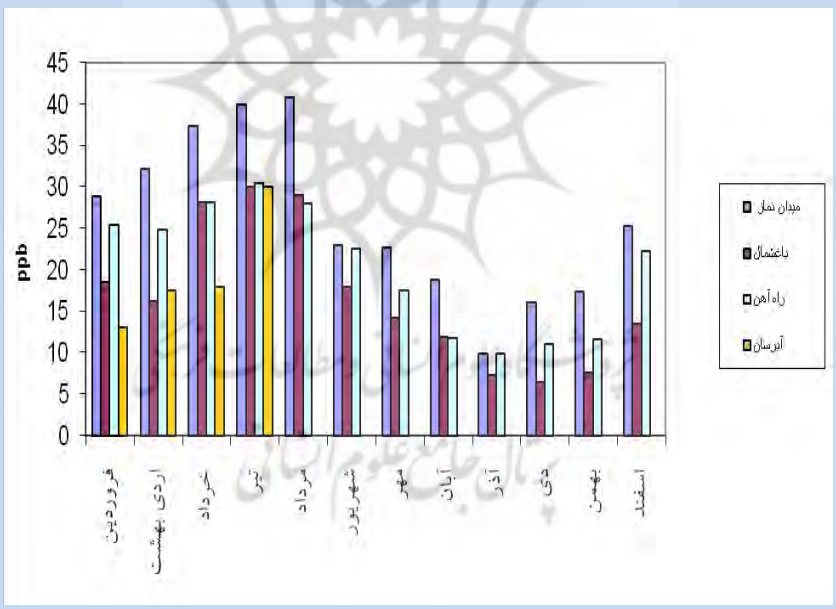
نمودار شماره (2) میانگین روزانه غلظت NO_x در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز (1387)



نمودار شماره (3) میانگین روزانه غلظت SO_2 در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز (1387)



نمودار شماره (4) میانگین روزانه غلظت PM_{10} در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز (1387)



نمودار شماره (5) میانگین روزانه غلظت O_3 در ایستگاه میدان نماز شهر تبریز (1387)

منبع: اداره کل حفاظت محیط زیست استان آ.ش. مرکز پایش آلودگی هوای شهر تبریز

بدین منظور برای بررسی مقدار غلظت آلودگی هوا از دادههای هواشناسی مانند دما، رطوبت نسبی، جهت‌باد، سرعت باد و داده‌های آلودگی هوا مانند دیاکسیدگوگرد (SO_2)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ذرات‌معلق هوا (PM_{10}) و ازون (O_3) که در سال1387 در ایستگاه فوق ثبت گردیده بود، استفاده شده است.

یافتههای پژوهش

معمولاً در تحقیقات به دلایل مختلف با حجم زیادی از متغیرها روبرو هستیم. برای تحلیل دقیق‌تر داده ها و رسیدن به نتایج علمیتر و در عین حال عملیاتیتر، محققان به دنبال کاهش حجم متغیرها و تشکیل ساختار جدیدی برای آنها می باشند و بدین منظور از روش تحلیل عاملی استفاده می‌کنند. تحلیل عاملی سعی در شناسایی متغیرهای اساسی یا عامل ها (Factors) به منظور تبیین الگوی همبستگی بین متغیرهای مشاهده شده دارد. تحلیل عاملی نقش بسیار مهمی در شناسایی متغیرهای مکنون (Latent) یا همان عامل ها از طریق متغیرهای مشاهده شده دارد (مومنی1387:191).

از این رو در تحقیق حاضر از چهار عنصر اقلیمی (دما، رطوبت نسبی، جهت و سرعت باد) در فصل های بهار، تابستان، پاییز و زمستان و داده های آلودگی (SO_2، NO_x، O_3 و PM_{10}) در چهار فصل به عنوان متغیرهای مستقل استفاده شده است و با انجام آزمون خطی، وجود خود همبستگی بین متغیرهای مستقل تأیید شد و برای رفع این خود همبستگی و شناسایی عامل های اصلی از روش تحلیل عاملی استفاده شده است. برای دستیابی به مقادیر تحلیل عاملی و تعیین مؤلفه‌های اصلی مراحل زیر انجام گرفته است:

الف) شاخص KMO : مقدار این فاکتور بین صفر و یک متغیر است. این فاکتور به کمک ضرایب همبستگی ساده و ضرایب همبستگی جزیی طبق فرمول (1) محاسبه میشود.

فرمول 1:
$$KMO = \sum_{i=1}^{p} \sum_{g=1}^{p} r_{ig}^2 / (\sum_{i=1}^{p} \sum_{g=1}^{p} r_{ig}^2 + \sum_{g=1}^{p} \sum_{i=1}^{p} a_{ig}^2)$$

در فرمول (1)، r_{ig} ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای i و g و a_{ig} نیز ضریب همبستگی جزیی متغیرهای i و g به شرط ثابت بودن سایر متغیرهاست (نوری و همکاران، 1387: 142).

مقدار شاخص KMO به دست آمده برای متغیرهای مستقل در میدان نماز به ترتیب در بهار0/751، تابستان0/623، پاییز0/803 و زمستان0/619 بوده که نشاندهندهٔ متناسب بودن تعداد دادهها برای تحلیل عاملی میباشند.

ب) استاندارد کردن متغیرهای ورودی: در این مرحله به ترتیب اشتراک اولیه (Initial) و اشتراک استخراجی (Extraction) را نشان می دهد هر چه مقادیر اشتراک استخراجی بزرگتر باشد (بزرگتر از 0/5) عاملهای استخراج شده، متغیرها را بهتر نمایش می دهند. در این تحقیق اشتراک استخراجی متغیر PM_{10} در فصل بهار و متغیر دمای پاییز کمتر از 0/5 بودند. لذا این متغیرها در دور دوم تحلیل عاملی حذف شدند که در این دور تمام اشتراک استخراجی متغیرها بالاتر از 0/5 بودند و برای ادامه تحلیل مناسب هستند.

ج) استخراج عاملها از ماتریس همبستگی: پس از استاندارد کردن متغیرهای ورودی ماتریس متقارن همبستگی مطابق با هشت متغیر ورودی تشکیل شد که این ماتریس عواملی را که حضور آنها باعث تبیین بیشتر واریانس میشود را نشان می دهد.

د) چرخش عاملها: چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک مولفه ویـژه یا حتی به تـعدادی از عاملها وابستگی دارند، تفسیر عاملها مشکل خواهـد بود. از این رو روش هایی پدیـد آمده است که بـدون تغییر مـیزان اشتراک، باعث تغـییر سادهتـر عوامل میشوند. این روشها، همان دوران عامل ها هستند و به دو نـوع دوران عـمود یکی از روش های چرخش عمودی که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، چرخش varimax نامیده می شود (2000, Vega et.al.1998, Helena et.al Simeonov et.al.2003).

با مراجعه به چرخش varimax، بارهای عاملی هریک از متغیرهایی که در عاملها باقی ماندهاند شناسایی می شوند. هر چه قدر مطلق این ضرایب بیشتر باشد، عامل مربوطه نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیرهای مورد نظر دارد. با توجه به انجام تحلیل عاملی

روی هشت متغیر مستقل، عامل های اصلی شناسایی گردیدند (جدول شماره 2). بعد از استخراج عاملها و مشخص شدن متغیرهای مربوط به هر عامل، نمره هر عامل از نظر بیشترین قدر مطلق محاسبه گردید که این کار با بهره‌گیری از دستور Compute با میانگین ساده از متغیرهای اصلی هر عامل شناسایی انجام شد. بدین ترتیب با انجام تحلیل عاملی، خود همبستگی بین متغیرهای مستقل رفع گردید.

جدول شماره (2) عامل‌های اصلی (PCA) غلظت آلودگی هوا در ایستگاه میدان نماز

عاملهای اصلی / فصل	عامل اول (PCA1)	عامل دوم (PCA2)	عامل سوم (PCA3)	عامل چهارم (PCA4)
بهار	دما، رطوبت نسبی	O_3 ،SO_2 NO_X	–	–
تابستان	PM_{10}، SO_2 ،NO_X، سرعت باد	دما، رطوبت نسبی	جهت باد	–
پاییز	PM_{10}، SO_2 ،NO_X ،O_3	جهت و سرعت باد	رطوبت نسبی	–
زمستان	SO_2، NO_X ،O_3	جهت و سرعت باد	دما، PM_{10}	رطوبت نسبی

منبع: محاسبات پژوهشگران

با استفاده از نرمافزار آماری SPSS 16 و بهره‌گیری از روش تحلیل عاملی خود همبستگی متغیرهای مستقل برای انجام مدل رگرسیون چندمتغیره رفع گردیده است. قبل از انجام مدل رگرسیون، باید نرمال بودن متغیرهای وابسته تأیید شود که برای این منظور آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف (KS) بهکار گرفته شد و با انجام این آزمون نرمال بودن متغیرهای وابسته هم تأیید گردیدند. بررسی سطح معنی‌داری عامل ها مبین معنادار بودن رگرسیون و رابطه خطی بین متغیرها با سطح معنی‌داری کمتر از (sig.=0/05) است. با استفاده از جدول شماره(3) و سطح معنی‌داری (sig.) و مقدار ضریب (Beta)، مدل رگرسیونی با اجرای تحلیل عامل‌های اصلی برای بررسی وضعیت آلودگی هوا در میدان نماز تهیه شد که معادله آن به تفکیک فصول به صورت زیر استخراج شده است:

$$Y=5/345- 0/092\times(PCA1)+0/008\times(PCA2)$$

همانطور که سطح معنی‌داری (.sig) و ضریب Beta نشان می‌دهد، در فصل بهار عامل اول (PCA1) دارای تأثیر منفی است. یعنی با افزایش دما میزان غلظت مونواکسیدکربن کاهش می‌یابد.

$$Y=3/001+0/018(PCA1)^{*}\ 0/011(PCA2)+0/001(PCA3)$$

بر اساس ضرایب استاندارد شده (Beta) در فصل تابستان، تنها متغیر عامل اول (PCA1) یعنی PM_{10}، SO_2 ، NO_x و سرعت باد قوی ترین تأثیر مثبت را دارند.

$$Y=7/188+0/046(PCA1)+0/011(PCA2)^{*}\ 0/074(PCA3)$$

در فصل پاییز با توجه به سطح معنی‌داری (.Sig) و ضرایب استاندارد شده (Beta) هر سه عامل PCA1، PCA2 و PCA3 تأثیر مستقیم بر متغیر وابسته دارند و مقادیر Beta نشان می‌دهد که سهم تأثیرگذاری عوامل سوم، اول و دوم به ترتیب0/426-0/330 و0/251به ترتیب قویترین تأثیر را بر متغیر وابسته نشان می دهند.

$$Y=1/383+0/080(PCA1)^{*}\ 0/003(PCA2)+0/006(PCA3)+\ 0/007(PCA4)$$

همانطور که سطح معنی‌داری (.Sig) نشان می‌دهد عامل‌های اول، دوم و سوم دارای سطح معنی‌داری کمتر از0/05 می‌باشند و ضریب B نشان می‌دهد که عاملهای اول، سوم و دوم به ترتیب سهم بیشتری در اثرگذاری بر متغیر وابسته را دارند که مقدار آن به ترتیب0/675، 0/323 و0/175- می‌باشد. یعنی با افزایش غلظت متغیرهای PM_{10} ، SO_2، NO_XوO_3، و کاهش دما غلظت مونواکسیدکربن افزایش و با افزایش سرعت باد و تغییر جهت آن مقدار مونواکسید کربن کاهش مییابد.

جدول شماره 3) ضرایب B و β عاملهای تأثیرگذار بر آلودگی هوای میدان نماز به تفکیک فصول

Model		Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	T	Sig.
		β	St.error	Beta		
فصل بهار	1(constant)	5/345	0/631	-	81477	0/000
	PCA1	-0/092	0/026	-0/351	-3/552	0/001*
	PCA2	0/008	0/007	0/121	1/228	0/222
فصل تابستان	1(constant)	3/001	0/707	-	4/245	0/000
	PCA1	0/018	0/005	0/330	3/300	0/001*
	PCA2	-/077	0/021	-/052	-0/520	0/065
	PCA3	0/001	0/002	0/062	0/617	0/539
فصل پاییز	1(constant)	7/198	1/171	-	6/148	0/000
	PCA1	0/046	0/012	0/330	3/693	0/000*
	PCA2	0/077	0/004	0/251	2/845	0/006*
	PCA3	-/074	0/015	-/426	-4/898	0/000*
فصل زمستان	1(constant)	1/383	0/505	-	2/74	0/007
	PCA1	0/080	0/008	0/675	9/409	0/000*
	PCA2	-/003	0/001	-/175	-2/446	0/017*
	PCA3	0/006	0/001	0/323	4/563	0/000*
	PCA4	0/007	0/006	0/078	1/104	0/273

ـ مقادیر .Sig در متغیرهای معنیدار با علامت × نشان داده شدهاند.

منبع: محاسبات پژوهشگران

همانطور که در جدول شماره 3 مشاهده می شود افزایش غلظت مونواکسیدکربن همراه با افزایش سایر آلاینده‌های هوا است که دلایل عمده آن می‌تواند به شرح زیر باشد:

ـ حجم انبوه خودروهای ترددکننده در سطح معابر منطقه، منطقه مرکزی شهر چون یک مرکز تجاری محسوب می‌شود و در طول روز حجم انبوهی از خودروها در آن تردد می کنند که با نداشتن معابر مناسب، در اکثر ساعات روز از ترافیکی سنگین برخوردار می باشد که این مسئله تأثیر عمده‌ای در افزایش غلظت آلاینده‌های هوا دارد. این در حالی است که قریب به 50-60 درصد از مشکلات ترافیکی کل شهر در این محدوده که 10-15 درصد سطح کل شهر(و یا 2-5 درصد شبکه معابر کل شهر) را شامل می شود، اتفاق می افتد. چه بسا با

اصلاح هندسی کامل تقاطع های این محدوده ها، حدود 50-70 درصد از مشکلات این محدوده کاهش می یابد(طرح جامع حمل و نقل تبریز بزرگ1382:24).

ـ **ازدحام جمعیت،** از کل جمعیت1398060 نفری شهر تبریز تنها17632 نفر (مرکز آمار ایران1385) یعنی 1/3 در از کل جمعیت شهر، در این منطقه زندگی می کنند. ولی به لحاظ واقع شدن در مرکز شهر، جمعیت زیادی را در طول ساعات روز به سمت خود جذب می‌کند که بار ترافیکی سنگینی را ایجاد می نماید و این مسئله همراه با سایر عوامل موجب تشدید آلودگی هوای این منطقه از شهر شده است.

ـ **کمبود فضای سبز،**فضای سبزبه عنوان یکی از ابزارهای کاهش آلودگی هوا به شمار می‌آید و تأثیر انکار ناپذیری بر کاهش مضرات ناشی از ورود آینده های هوا به داخل شهر دارد (زنگی‌آبادی و رخشانی‌نسب1388:114). این در حالی است که در قسمت مرکزی شهر تبریز از نظر فضای سبز از سرانه مطلوبی برخوردار نیست. در مجموع سرانه فضای سبز در این منطقه 3/1 متر مربع می‌باشد. این سرانه با توجه به موقعیت جغرافیایی و جمعیت زیادی از نقاط دیگر شهر و همچنین نقاط دیگر استان در این منطقه رفت و آمد دارند، همچنین در مقایسه با استانداردهای بینالمللی بسیار ناچیز می باشد و نیاز مبرمی برای ایجاد انواع فضای سبز در این منطقه احساس می‌شود (قربانی1386:81).

به غیر از عوامل فوق، عوامل اقلیمی نیز تأثیر مهمی بر افزایش غلظت آلودگی هوا در میدان نماز دارنـد. در این پژوهش مهمترین عامل اقلیمی مؤثر در آلودگی هـوای مـیدان نماز سرعت و جهت باد میباشد که سرعت باد بهجز در فصل بهار در بقیه فصول نقش تعیینکننده ای دارد و جهت باد در دو فصل پاییز و زمستان بیشترین تأثیر را می‌گذارد.

جهت باد غالب در منطقه، شمال‌شرقی و شرقی می‌باشد با توجه به سرعت بالای باد در فصل بهار و تابستان آلودگی‌های سمت شرقی به طرف شهر کشانده می شود و موجب افزایش غلظت آلاینده ها می‌گردد. وزش باد در فصل زمستان، نسبت به سایر فصول کمتر است که می تواند حاکی از سکون و پایداری هوا به دلیل استقرار فروبارهای حرارتی و دینامیکی در این منطقه باشد. درصد هوای آرام در طول این فصل به حداکثر میزان سالانه

خود یعنی 46/3 درصد رسیده، همزمان با آن وارونگی هوا (اینورژن) نیز بطور مکرر اتفاق می‌افتد (رحیمی،1385:88). همچنین به دلیل استقرار صنایع آلوده ساز در غرب تبریز، موجب افزایش آلودگی در فصل سرد سال می‌گردد زیرا سرعت بالای بادهای جنوب غربی و غربی، مخصوصاً در فصل سرد سال، می تواند این آلودگیها را پراکنده ساخته و آنها را با خودشان به طرف شهر تبریز حمل کنند (مرکز تحقیقات و مطالعات زیست محیطی و انرژی، 1382).

نتیجهگیری

امروزه انسان بعد از گذراندن مراحل مختلف توسعه، متوجه بحران‌های عظیم زیست محیطی در پیرامون خود شد که یکی از این بحران ها، آلودگی هوای شهرها می باشد که منشا ء اصلی آن فعالیت های انسانی و در کنار آن عوامل محیطی است. تفکر امروزه در توسعه شهری این است که شهرها باید هر اندازه امکان دارد با محیط زیست طبیعی سازگار باشند و در حفظ تعادل چرخه طبیعی حیات عمل کنند. به عبارت دیگر، شهرها باید به سوی پایداری گام بردارند و به توسعه پایدار شهری توجه نمایند (رهنما و عباس زاده،1387:92). از این رو برای دستیابی به توسعه‌ای پایدار در شهرها، کاهش و کنترل آلودگی هوا می تواند از اهمیت فراوانی برخوردار باشد. برآورد کیفیت هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای در مراکز شهری وابسته به فهرست منابع مفصلی مانند اطلاعات آلودگی و کنترل جوی و توانایی مدلسازی مناسب است (Puliafito, et al 2007). بدین منظور در این تحقیق، وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز با توجه به هشت عامل اصلی با استفاده از مدل رگرسیون چندمتغیره مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. ابتدا پس از رفع همبستگی بین متغیرهای مستقل، عامل های اصلی مشخص گردیدند و سپس در مرحله بعدی با استفاده از مدل رگرسیون چندمتغیره و با بهره‌گیری از نرمافزار SPSS ، عامل‌های تأثیرگذار بر غلظت آلودگی هوا پیشبینی شدند.

با توجه به موارد به دست آمده، مهمترین عوامل تأثیرگذار بر غلظت آلودگی هوا در مرکز شهر تبریز می توان به عوامل انسانی مانند تراکم جمعیت روزانه، ترافیک سنگین در طول روز، کمبود فضای سبز و حجم بالای خودروهای ترددکننده اشاره نمود که موجب افزایش میانگین غلظت آلاینده هایی چون SO_2، NO_x، PM_{10} و O_3 می گردد. همچنین

عواملی چون سرعت باد در سه فصل تابستان، پاییز و زمستان، جهت باد در فصل های سرد سال و دما در فصل زمستان، دادههای اقلیمی تأثیرگذار بودهاند.

بهطور کلی نتایج به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که گرچه توپوگرافی خاص تبریز، مخصوصاً جایگزینی کوههای عینال و زینال در سمت شمال شرقی، یکی از عوامل اصلی در شدت بخشیدن به آلودگی هوا می باشد که در فصل سرد سال از عوامل اصلی در وارونگی هوا در تبریز به شمار می آید (رحیمی77:1385). ولی گسترش بی رویه شهر، رشد سریع جمعیت در طی چند دهه اخیر، عدم ساماندهی سیستم حمل و نقل و ترافیک شهری، عدم وجود تکنولوژی مدرن ساخت خودرو در کشور و کمبود فضای سبز از عوامل عمده آلودگی هوای شهر بهخصوص در قسمت مرکزی آن به شمار میروند. بر اساس مدل رگرسیونی، با افزایش غلظت آلاینده هایی چون دیاکسیدگوگرد، اکسیدهای نیتروژن، ذرات معلق و ازن، غلظت مونواکسیدکربن هم در تمام فصول افزایش می یابد که نقش تعیینکننده عوامل انسانی بر افزایش آلودگی هوا را نشان می دهد. بنابراین ضروری است تا نسبت به بهبود وضعیت موجود در جهت رفع آلودگی هوا اقدامات ضروری صورت گیرد تا در آینده شاهد شهری پایدار، دلپذیر، روحبخش و پاکیزه برای زندگی باشیم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1ـ اداره کل حفاظت محیط زیست استان آذربایجان شرقی (1386)، «***بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز***»، صص 27-1.

2ـ بیگدلی، آتوسا (1380)، «تأثیر اقلیم و آلودگی هوای تهران بر بیماری سکته قلبی (دوره 5 ساله 1990-1994)»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیائی*** سال شانزدهم، شماره 3، صص 140-126.

3ـ رحیمی، اکبر (1385)، «***تحلیل آلودگیهای هوایی ناشی از مکان یابی نامناسب مراکز صنعتی در شهر تبریز با استفاده از شبکه‌های عصبی***»، میرستار، پایاننامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

4ـ رهنما، محمدرحیم و عباس زاده، غلامرضا (1387)، «***اصول، مبانی و مدل های سنجش فرم کالبدی شهر***»، جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، مشهد، صص 184-1.

5ـ زنگی‌آبادی، علی و رخشانی‌نسب، حمیدرضا (1388)، «تحلیل آماری ـ فضایی نماگرهای توسعه فضای سبز شهری (مطالعه موردی: مناطق شهری اصفهان)»، ***مجله محیطشناسی***، سال سی و پنجم، شماره 49، صص 116-105.

6ـ صفوی، یحیی و علیجانی، بهلول (1385)، «بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران»، ***مجله پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره 58، تهران، صص 112-99.

7ـ طرح جامع حمل و نقل تبریز بزرگ (1382)، «***مرحله اول تهیه طرح ساماندهی سیستم حمل و نقل و ترافیک تبریز***»، جلد چهارم.

8ـ قربانی، رسول (1386)، «***تحلیل فضایی توزیع پارکهای شهری تبریز و نارسایی های موجود در آن***»، طرح پژوهشی دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

9ـ مرکز آمار ایران (1385)، «***گزیده اطلاعات جمعیتی سال 1385 کل کشور***»، www.sci.org.ir.

10ـ مرکز تحقیقات و مطالعات زیست محیطی و انرژی (1382)، «***انجام مطالعات تکمیلی به منظور تهیه طرح جامع کاهش آلودگی هوا***»، جلد اول و دوم.

11ـ محمدی، حسین(1385)، «ارتباط عناصر اقلیمی و آلاینده‌های هوای تهران با مرگ و میرهای ناشی از بیماریهای قلبی (دوره مطالعاتی 1999-2003)»، ***مجله پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره 58 ، صص66-47.

12ـ مومنی، منصور و قیومی، علی(1386)، ***«تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS»***، انتشارات کتاب نو، تهران، صص303-1.

13ـ نوری، روحاله و اشرفی، خسرو و اژدریور، ابوالفضل (1387)، «مقایسه کاربرد روش‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چندمتغیره بر اساس تحلیل مولفه های اصلی برای پیشبینی غلظت میانگین روزانه کربن مونوکسید: بررسی موردی شهر تهران»، ***مجله فیزیک زمین و فضا***، دوره34، شماره 1، صص135-152.

14- Abdulkareem, A.S., (2005), Urban Air Pollution Evaluation by Computer Simulation: A Case Study of Petroleum Refining Company Nigeria, ***Leonardo Journal of Sciences***, ISSN 1583-0233, p. 17-28.

15- Gouveia, C., Cerdeira .R., Garcia J.M, Nogueira M. and Coelho L.M.R, (2002), ***Numerical Modelling for Studying the Impact of Urban Air Pollution in Natural Reserves around Setúbal City*** .

16- Helena, B., Pardo, R., Vega, M., Barvado, E., and Fernandez, L, (2000), Temporal Evolution of Ground Water Composition in an Alluvial Aquifer (Pisuerg a River, Spain) by Principal Component Analysis ***Water Res***., 34, PP 807-816.

17- Lautso, Kari and Spieker Mann and Wegener (2002), Modelling Policies for Urban Sustainability , ***42nd Chgress of the European Regional Sciene Association (ERSA)***, Dortmund.

18- Lautso, K., Spiekermann, K. , Wegener, M., Shepperd, I., Steadman, S., Martino, A., Domingo, R., Gayda, S., (2004), ***PROPOLIS, Planning and Research of Policies for Land Ues and Transport for Inereasing Urban Sustainability*** , Final Report, Second Edition, European Commission, Helsinki.

19- Puliafito, S.E and Allende, David (2007), Emission Patterns of Urban Air Pollution , ***Revista Facultad de Ingenieria***, Univ. Antioquia, N.42.PP

20- Simeonov, V., Stratis, J.A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsa, D., Anthemidis, A., Sofoniou, M., and Kouimtzis, Th., (2003), Assessment of the Surface Water Qualityin Norther Greece ***Water Res*** , 37, PP 4119-4124.

21- Spiekermann, Kldus and Wegener, Michael, (2003), Modlling Urban Sustainability , International Journal of Urban Sciances, 7(1), pp 47-64.

22- Spiekermann, Kldus and Wegener, Michael, (2004), Evoluating Urban Sustainability Using Land-Ues Transport Interaction Models, ***EJTIR***, 4, No.3, pp 251-272.

23- World Bank, (2002), Urban Air Pollution South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No. 6 , <***http://www.worldbank.org/sarurbanair***>.

24- Vega, M., Pardo, R., Barrado, E., and Deban, L., (1998), Assessment of Seasonal and Polluting Effects on the Quality of River Watwr by Exploratory Data Analysis , ***Water Res***., 32, PP 3581- 3592.

25- Wijerane, I.K. and Bijker, W., (2006), Mapping Dispersion of Urban Air Pollution with Remote Sensing , ***ISPRS Technical Commission II Symposium***, Vienna, 12-14 July, PP 125-130.

پرتال جامع علوم انسانی