فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۵، زمستان ۹۹

بررسی کیفیت بهداشتی هوای شهر تبریز در سال ۱۳۹۰ با تکیه بر شاخص کیفیت هواAQI

یوسف محمدیان[۱]

محسن گرگانی فیروزجائی[۲]

اسماعیل جوادی کهریز[۳*]

E.j.kahriz@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۰۷ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۵/۳۰**

چکیده

امروزه آلودگی هوای کلانشهرها تهدیدی برای سلامتی انسان تلقی میگردد که موجب بروز اثرات سوء سلامتی؛ همچون بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و سرطان می‌شود. لذا پایش کیفیت هوای شهری جهت اتخاذ تصمیمات کنترلی توسط سازمان‌های مربوطه و همچنین جهت اطلاع‌رسانی شهروندان ضروری می باشد. بنابراین هدف این مطالعه بررسی کیفیت بهداشتی هوای کلانشهر تبریز از نظر میزان آلاینده های معیار می‌باشد. در این مطالعه توصیفی-مقطعی غلظت‌های پنج آلاینده معیار، با مراجعه به سازمان حفاظت محیط زیست استان آذربایجانشرقی بدست آمد. سپس شاخص کیفیت هوا (AQI) از طریق روابط موجود براساس غلظت‌های لحظه ای آلاینده ها محاسبه شد و بر مبنای جدول استاندارد کیفیت بهداشتی هوا طبقه بندی گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS20 و Excel انجام پذیرفت. از ۳۶۶ روز، ۴/۱٪ روزها کیفیت هوا خوب، ۶۵٪ متوسط، ۲۴/۸٪ ناسالم برای گروه های حساس، ۲/۲٪ ناسالم، ۳/۳٪ بسیار ناسالم و ۰/۶٪ خطرناک بوده است. همچنین ۳۰/۸۷٪ از روزها AQI بالاتر از حدمجاز بوده است. کربن منوکسید با بیشترین سهم بعنوان آلاینده مسئول شناخته شد. کیفیت هوای کلانشهر تبریز در سال ۱۳۹۰ وضعیت مطلوبی نداشته است زیرا ۱۱۲ روز از سال سطح آلاینده‌های مسئول بالاتر از حد مجاز بوده است. باتوجه به رابطه معنادار فصل با تغییرات غلظت آلاینده ها، برای نیل به روش‌های کنترلی موثر، توجه به این متغیر می تواند مفید باشد. همچنین با افزایش تعداد ایستگاه های پایش آلودگی هوا، اطلاعات به دست آمده می تواند در محاسبه میانگین آماریِ قابل تعمیم برای کل شهر مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: شاخص کیفیت هوا، تبریز، آلاینده های معیار، ایستگاه سنجش آلودگی شهری

۱- دانشجوی دوره دکترای تخصصی مهندسی بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران (مسئول مکاتبات).

Human and Environment, No. 55, Winter 2020

The Evaluation of Tabriz Megacity Air Quality According to Air Quality Index (AQI) in 2011

Yosef Mohammadian[1]
Mohsen Gorgani-Firuzjaii[2]
Ismail Javadi Kahriz[3*]
E.j.kahriz@gmail.com

Abstract

Nowadays megacities air pollution has considered as a health problem, which caused various health effects such as cardiovascular and pulmonary disease and cancers. Hence air quality monitoring is needed for citizens informing as well as offering of new strategies for pollution control. Therefore, the aim of this study is the evaluation of Tabriz megacity air quality according to criteria pollutant concentration.

In this cross-descriptive study, five criteria pollutant concentrations were derived by referring to East Azerbaijan environmental protection organization. Air quality index (AQI) was calculated by specific equation with using moment concentration of criteria pollutants. Then according to air quality standard level table, calculated indexes were categorized in relevant level. Statistical analysis was done with SPSS20 descriptive tests and Excel 2010 software.

Of total 366 days, the air quality statue in 4.1% of days were good, 65% moderate, 24.8% unhealthy for sensitive group, 2.2% unhealthy, 3.3% very unhealthy and 0.6% hazardous. Also in 30.87% of days the AQI have been extreme standard level. CO with highest quota was responsible pollutant. Maximum level of three main pollutants of PM10, CO and O3 was in March, October and June, respectively.

Tabriz air quality in 2011 was not desirable, as 112 days of year; pollutant levels were higher than allowable limit. Seasonal variation has significant correlation with pollutant levels; theretofore consideration of this factor probably can be useful to definition of control strategies. Increasing of monitoring stations can be utilize for obtaining extensible statistics average for whole city.

Key words: AQI, Tabriz, criteria pollutant, air pollution monitoring station

1- Ph.D., Student of Occupational Health and Safety, Department of Occupational Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran
2- M.Sc., Student of Occupational Health and Safety, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran
3 - M.Sc. Student of Occupational Health and Safety, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran
*(Corresponding author)

مقدمه

آلودگی هوا به شرایطی اطلاق می گردد که مواد و ترکیباتی مضر اضافه بر ترکیبات طبیعی جو در هوا وجود داشته باشد(۱). که منشاء آن عمدتاً فعالیت های انسانی و صنعتی در کلان شهرها بوده و همچنین در مرکز شهر ها عمده علل آلودگی، ترافیک خودرو ها و مصرف سوخت های فسیلی بعنوان منبع اصلی تامین انرژی صنایع و منازل و ادارات و... می باشد(۲). پس از انقلاب صنعتی موضوع آلودگی هوا مطرح شده و روز به روز نگرانی ها در این زمینه بیشتر کرده است. بیش از ۳۰۰۰ نوع ماده شیمیایی که ناشی از فعالیت های بشری می باشد، شناسایی شده است، تخمین زده می شود که آلاینده های محیط شهری غالب بر ۵۰۰ نوع ماده شیمیایی می باشد که از این میان تنها اثرات ۲۰۰ مورد از آنها مورد بررسی قرار گرفته است(۳). بیماریها و اثرات نامطلوب آلودگی هوا طیف گسترده ای را شامل می شود که بخشی از آن اثرات مستقیم برروی سلامتی انسان می باشد مانند اثرات حاد و مزمن تنفسی، جهش های ژنتیکی، سرطان های متعدد، اثرات پوستی و حتی سقط جنین و بخشی از آن اثرات غیر مستقیم مانند بارانها اسیدی و تاثیر بر آبهای زیر زمینی و همچنین تاثیرات مخرب بر محیط زیست و موجودات زنده و در نهایت انسان می باشد(۴).

مطالعات متعددی ارتباط بین آلاینده های شهری با میزان مرگ و میر را مورد بررسی قرار داده اند. دریک گزارش بیان شده است که به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم برمترمکعب در میانگین غلظت ذرات$PM10$[1] ، میزان ریسک مرگ و میر روزانه افراد میانسال۱درصد افزایش می یابد. ذرات PM10 بعلت قطر بزرگشان اغلب مجاری تنفسی را درگیر می کند. طبق براوردی که در شانگهایی صورت گرفت نشان داده شد که بار مالی بهداشت و درمان ناشی از آلودگی ذرات معلق شهری، در سال ۲۰۰۱ حدود۶۲۶ ملیون دلار بوده است(۵). همچنین در قرن ۱۹ مطالعاتی بر مبنای مضرات آلاینده ها در کوتاه مدت صورت گرفته است که نشان داد آلودگی هوا در کوتاه مدت تاثیر چشمگیری بر تشدید آسم و علائم آن داشته است(۶). طبق گزارش اندرسون و همکاران افراد بطور میانگین ۱ ساعت از شبانه روز را در محیط بیرون سپری می کنند و این درحالی است که اغلب مشاغل درون شهری بیشتر از ۱۰ ساعت در مواجهه با آلاینده های می باشند. بر همین مبنا در سال ۱۹۷۶ سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده امریکا (EPA) در جهت آگاهی عموم مردم از میزان آلودگی شهرها، شاخصی تحت عنوان شاخص آلودگی هوای شهری تعریف کرد(۷, ۸). شاخصی که امروزه بعنوان شاخص کیفیت هوای مطرح است در واقع بر اساس غلظت هریک از آلاینده ها در محدوده زمانی ۸ ساعته، یک ساعته و ۲۴ ساعته محاسبه می شود سازمان EPA ۵ آلاینده اصلی(PM_{10}، NO_2 ، O_3 ، SO_2 و CO) را بعنوان آلاینده های معیار معرفی کرده است که این ۵ آلاینده سهم بیشتری از مرگ و میر را به علت اثرات قلبی عروقی، ریوی و دیابت به خود اختصاص داده اند(۹-۱۱).

شهر تبریز یکی از کلان شهرهای ایران می باشد که به دلایل متعددی از جمله صنعتی شدن، افزایش جمعیت و بالتبع افزایش تردد وسایل نقلیه و ... در لیست شهرهای آلوده از نظر هوای شهری قرار گرفته است(۱۲). براساس گزارش سازمان محیط زیست امریکا، منابع آلاینده هوا در کلانشهرها را می توان به سه دسته وسایل نقلیه موتوری، منابع ثابت صنعتی، منابع ثابت خانگی و تجاری دسته بندی کرد(۱۳). منابع ثابت آلودگی هوای شهر تبریز علاوه بر صنایع موجود شهرک های صنعتی شامل، نیروگاه حرارتی تبریز، پالایشگاه تبریز، آجرپزی های جاده تبریز-مرند، آجرپزی های منطقه کجا آباد و واحدهای آسفالت پزی می باشد(۱۲). شایان ذکر است که احتراق گاز بخاری ها و اجاق گاز

۱- ذراتی که قطر آئرودینامیکی آنها کمتر از ۱۰ میکرون می باشد.

آشپزخانه ها انواعی از آلاینده ها را منتشر می کنند که از مهمترین آنها می توان به گازCO، NO_2، NO، آلدئیدها، انواع گازهای آلی و ذرات معلق قابل تنفس اشاره کرد(۱۴).

شاخص‌های آلودگی هوا از ابتدای سال ۱۹۷۰ تعریف و تاکنون استفاده می شود. امروزه رایج ترین شاخص آلودگی هوا AQI می باشد. همانطور که در جدول(۱) نشان داده شده است برای شاخص کیفیت هوا(AQI) یک محدوده در شش سطح وجود دارد که قابل فهم و استنباط برای عموم مردم می باشد. محدوده عددی این شاخص بین ۵۰۰-۰ می باشد و براساس غلظت شش آلاینده اصلی محاسبه می شود(۱۵).

جدول ۱- راهنمای شاخص کیفیت هوا(US-EPA)

Table1- the guidance of air quality index(US-EPA)

مقدار AQI	اثرات بهداشتی	توصیه های بهداشتی	رنگ
۰-۵۰	خوب	ندارد	سبز
۵۱-۱۰۰	متوسط	معمولا افراد حساس باید فعالیت های طولانی مدت خارج از منزل رامحدود کنند	زرد
۱۰۱-۱۵۰	غیربهداشتی برای گروه های حساس	کودکان وبزرگسالان فعال و افرادی که بیماری های تنفسی مثل آسم دارند بایستی فعالیت های طولانی مدت خارج از منزل را محدود کنند	نارنجی
۱۵۱-۲۰۰	غیر بهداشتی	کودکان وبزرگسالان فعال و افرادی که بیماری های تنفسی مثل آسم دارند(بخصوص کودکان) باید از فعالیت های طولانی مدت خارج از منزل اجتناب کنند	قرمز
۲۰۱-۳۰۰	بسیار غیر بهداشتی	کودکان وبزرگسالان فعال و افرادی که بیماری های تنفسی مثل آسم دارند(بخصوص کودکان) باید همه فعالیت های خارج از منزل را حذف کنند.	ارغوانی
۳۰۱-۵۰۰	خطرناک	کلیه افراد بایستی از هرگونه فعالیت خارج از منزل خودداری نمایند	زرشکی

تحقیقات اندکی در برخی از شهرهای ایران در زمینه آلودگی شهری و شاخص AQI صورت گرفته است. بعنوان نمونه در سال ۱۳۷۹ توسط چراغی و همکاران انجام گرفت مشخص شد که در شهر تهران در ۳۲۹ روز از سال غلظت آلاینده ها از حد استاندارد تجاوز کرده اند(۱۶). در تحقیق صورت گرفته توسط اردکانی و همکاران در سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۵ مشخص شد که به ترتیب ۲۶۲ روز و ۲۶۱ روز از سال، کیفیت هوای تهران از حد استاندارد EPA تجاوز کرده بود(۱۷). همچنین مطالعه ای که توسط فرزاد کیا و همکاران در سال ۱۳۸۷ صورت گرفت نشان داد که ۳۲۳ روز از سال ۱۳۸۷ شاخص کیفیت هوا بالاتر از حد مجاز بوده است(۱۸). که این روند نشان از افزایش روزهای آلوده در طی این سالها داشته است.

معمولا شاخص کیفی‌ای که در شهرها توسط شهرداری محاسبه شده و درمعرض دید عموم قرار می گیرد در برخی موارد یک اختلاف اساسی با مقدار واقعی شاخص الودگی هوا دارد. بنابراین

هدف از این مطالعه بررسی کیفیت هوای کلان‌شهر تبریز در سال ۱۳۹۰ بر اساس داده های ۶ ایستگاه می باشد.

روش بررسی:

۱- ایستگاه های مورد مطالعه

در این مطالعه توصیفی- مقطعی داده های مربوط به ۶ ایستگاه سنجش آلاینده های هوا در ۶ نقطه از شهر تبریز، از سازمان حفاظت محیط زیست گرفته شد. شهر تبریز دارای ۶ ایستگاه سنجش آلاینده های معیار است که شامل ایستگاه راستاکوچه، آبرسان، حکیم نظامی، بهداشت، باغشمال و راه‌آهن می باشد. در ۵ ایستگاه سیستم پایش آلودگی از نوع ثابت و مدل – Enviro Tech و در یک مورد مدل Ecotec می باشد که با استفاده از تکنیک های اختصاصی میزان گاز ها و ذرات را سنجش می کنند. لازم به توضیح است که ایستگاه سنجش مربوط به مرکز بهداشت و آبرسان دارای اطلاعات ناقصی از میزان PM_{10} بودند و همچنین ایستگاه بهداشت اطلاعات مربوط به غلظت SO_2 و O_3 را گزارش نکرده بودند که در محاسبات وارد نشد. داده های بدست آمده که شامل غلظت های لحظه‌ای از آلاینده های معیار در طول شبانه روز بودند با استفاده از نرم افزار Excel و SPSS و با توجه به جدول کیفیت هوای محیط آزاد(NAAQS) به غلظت های استاندارد تبدیل شدند. در این استاندارد(استاندارد EPA) برای بیان غلظت PM_{10} و SO_2 از میانگین غلظت ۲۴ ساعته، برای CO از حداکثر غلظت ۸ ساعته، برای NO_2 و O_3 از حداکثر غلظت ۱ ساعته استفاده شد. با توجه به گایدلاین های EPA در زمینه AQI بعلت پایین بودن غلظت ماگزیمم یک ساعته ازن، از غلظت ماگزیمم ۸ ساعته برای محاسبه شاخص آلودگی استفاده شد. شایان ذکر است که برای گاز منواُکسید کربن در طول ۲۴ ساعت ۳ بار میانگین غلظت ۸ساعته محاسبه شده و از بین آنها، غلظت بیشینه انتخاب شد که باتوجه به آن غلظت، زیرشاخص کیفیت هوا محاسبه می شود(۱۹, ۲۰).

جدول۲- محدوده غلظتی آلاینده ها در هر یک از زیرشاخص ها(جدول USEPA-NAAQS)

Table2- Break point of criteria pollutant in each category (NAAQS-USEPA)

شاخص AQI	O_3(ppm, ۱ ساعته)	PM_{10}(µg/m3, ۲۴ ساعته)	CO(ppm, ۸ ساعته)	NO_2(ppm, ۱ساعته)	SO_2(ppm,۲۴ساعته)
۰-۵۰	-	۰-۵۴	۰-۴/۴	-	۰/۰۰۰-۰/۰۳۴
۵۱-۱۰۰	-	۵۵-۱۵۴	۴/۵-۹/۴	-	۰/۰۳۵-۰/۱۴۴
۱۰۱-۱۵۰	۰/۱۲۵-۰/۱۶۴	۱۵۵-۲۵۴	۹/۵-۱۲/۴	-	۰/۱۴۵-۰/۲۲۴
۱۵۱-۲۰۰	۰/۱۶۵-۰/۲۰۴	۲۵۵-۳۵۴	۱۲/۵-۱۵/۴	-	۰/۲۲۵-۰/۳۰۴
۲۰۱-۳۰۰	۰/۲۰۵-۰/۴۰۴	۳۵۵-۴۲۴	۱۵/۵-۳۰/۴	۰/۶۵-۱/۲۴	۰/۳۰۵-۰/۶۰۴
۳۰۱-۴۰۰	۰/۴۰۵-۰/۵۰۴	۴۲۵-۵۰۴	۳۰/۵-۴۰/۴	۱/۲۵-۱/۶۴	۰/۶۰۵-۰/۸۰۴
۴۰۱-۵۰۰	۰/۵۰۵-۰/۶۰۴	۵۰۵-۶۰۴	۴۰/۵-۵۰/۴	۱/۶۵-۲/۴۰	۰/۸۰۵-۱/۰۰۴

۲- اساس تئوریکی محاسبات شاخص AQI

با استفاده از میانگین‌گیری متحرک ساده میانگین های ساعتی، روزانه، ماهیانه و فصلی، به دست آمد و باتوجه به غلظت های میانگین به دست آمده زیرشاخص ها محاسبه و سپس با استفاده از جدول(۲) که نقاط شکست آلاینده ها را در هریک از زیر شاخص ها نشان می دهد و رابطه1 مقدار زیر شاخص روزانه برای همه غلظتهای استاندارد شده آلاینده ای مورد نظر در هر یک از ۶ ایستگاه تعیین گردید

درنهایت بالاترین مقدار از بین زیر شاخصهای محاسبه شدهِ تمامی ایستگاهها به عنوان شاخص نهایی در نظر گرفته شد. بنابراین آلاینده ای که دارای بالاترین زیرشاخص بود به عنوان آلاینده مسئول(Responsible Pollutant) برای شهر معرفی گردید.

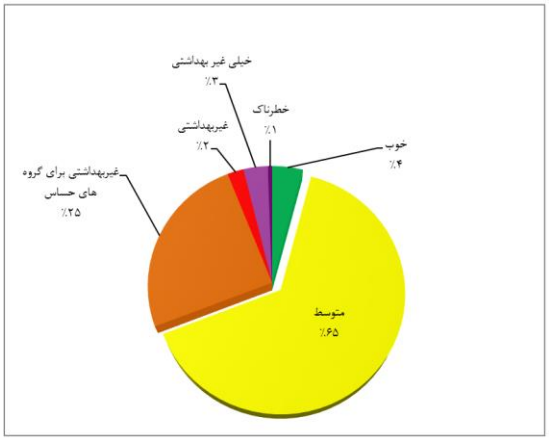
رابطه (1)

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}}(Cp - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

در این رابطه I_P شاخص کیفیت هوا(AQI) برای آلاینده P ، I_{Hi} مقدار AQI منطبق با BP_{Hi}، I_{LO} مقدار AQI منطبق با BP_{LO}، C_P غلظت اندازه گیری شده یا گرد شده برای آلاینده P ، BP_{Hi} نقطه شکستی که بزرگتر یا مساوی C_P و BP_{LO} نقطه شکستی که بزرگتر یا مساوی C_P است(۱۹).

یافته ها:

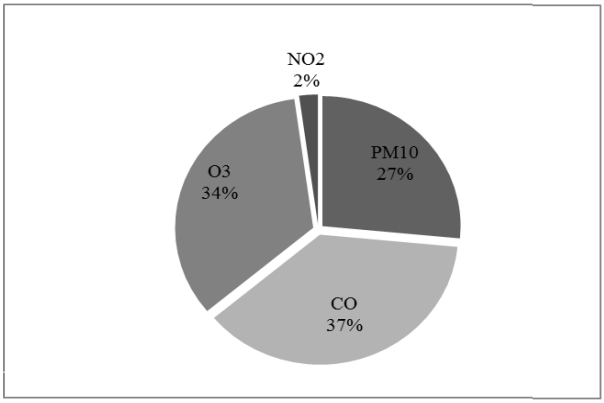
شکل (۱) طبقات ششگانه شاخص آلودگی هوا را برحسب درصد روزهایی که شاخص در آن محدوده قرار داشته است نشان می دهد، از کل روزهای سال ۱۳۹۰، در ۱۵ روز(۴ درصد) کیفیت هوا در وضعیت *خوب*، ۲۳۸ روز (۶۵درصد)در وضعیت *متوسط*، ۹۱ روز(۲۵ درصد) *ناسالم برای گروه های حساس*، ۸ روز(۲درصد) *ناسالم*، ۱۲ روز(۳ درصد) *بسیار ناسالم* و ۲ روز(تقریبا ۱ درصد) در شرایط *خطرناک* بوده است. همچنین بطور کلی در ۱۱۳ روز از ۳۶۶ روز سال ۱۳۹۰ شاخص آلودگی هوا بالاتر از حدمجاز کشوری(۱۰۰< AQI) محاسبه شد



شکل۱- نمایش طبقات ششگانه شاخص آلودگی هوا برحسب درصد روزهایی که شاخص در آن محدوده قرار داشته است

Fig1-Illustration of AQI six categories for each situation unto percent of days

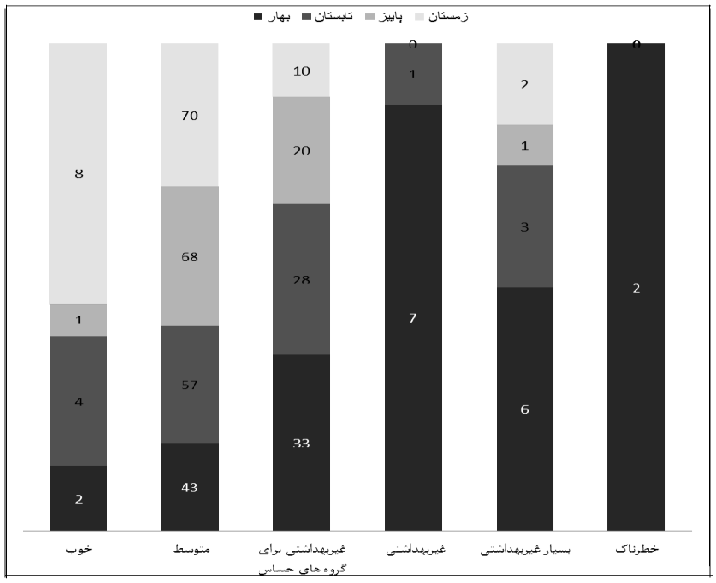
در شکل (۲) سهم هریک از آلاینده های معیار در تجاوز AQI از حد مجاز بصورت درصد آمده است، برای ذرات معلق ۲۷٪ (معادل ۹۷ روز)، گاز ازن ۳۴٪ (۱۲۴ روز)، گاز کربن منوکسید ۳۷٪ (۱۳۷روز) و برای گاز دی اکسید نیتروژن ۲٪ (۸ روز) بود و گاز دی اکسید گوگرد در هیچ یک از روزها بالاتر از حد مجاز نبود و بعنوان آلاینده مسئول شناخته نشد.



شکل۲- سهم هریک از آلاینده های معیار در تجاوز AQI از حدمجازEPA

Fig2- The quota of each criteria pollutant in exceeding of AQI from EPA standard

همچنین با توجه به شکل (۳) که تعداد روزهای مربوط به هریک از شاخص ها را نشان می دهد، بیشترین روزهای هریک از طبقه های شش گانه به ترتیب ۸ روز با وضعیت خوب و ۷۰ روز با وضعیت متوسط مربوط به فصل زمستان، ۳۳ روز با وضعیت ناسالم برای گروه های حساس، ۷ روز با وضعیت ناسالم ، ۶ روز با وضعیت خیلی ناسالم و ۲ روز با وضعیت خطرناک مربوط به فصل بهار بوده است.

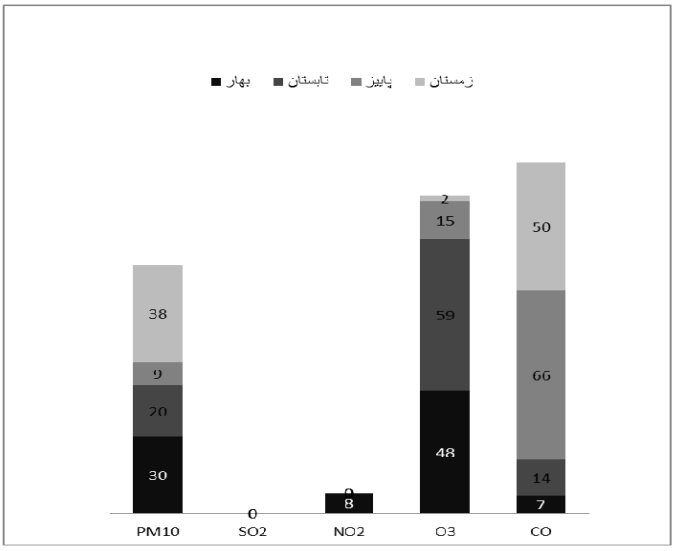


شکل۳- تعداد روزهای مربوط به هریک از طبقات ششگانه AQI در چهار فصل سال ۱۳۹۰

Fig3- The number of 2011 days in each AQI six categories

شکل (۴) نیز تعداد روزهایی را نشان می دهد که هریک از آلاینده های معیار بعنوان آلاینده مسئول شهر تبریز در سال ۱۳۹۰بوده اند که به ترتیب منوکسیدبا ۶۶ روز در فصل پاییز، ازن با ۵۹ روز در فصل تابستان، ذرات معلق با ۳۸ روز در فصل

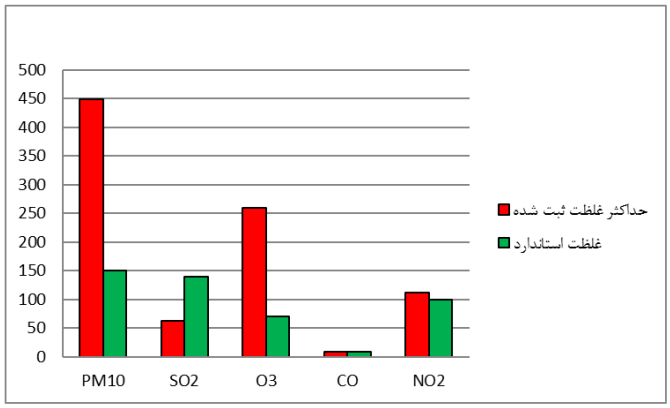
زمستان و نیتروژن دی اکسید با ۸ روز در فصل بهار بیشترین روزهای مسئولیت آلودگی را داشته اند.



شکل۴- تعداد روزهایی که هریک از آلاینده ها در فصول مختلف آلاینده مسئول بوده اند

Fig4- The number of days that each criteria pollutant has been responsible pollutant

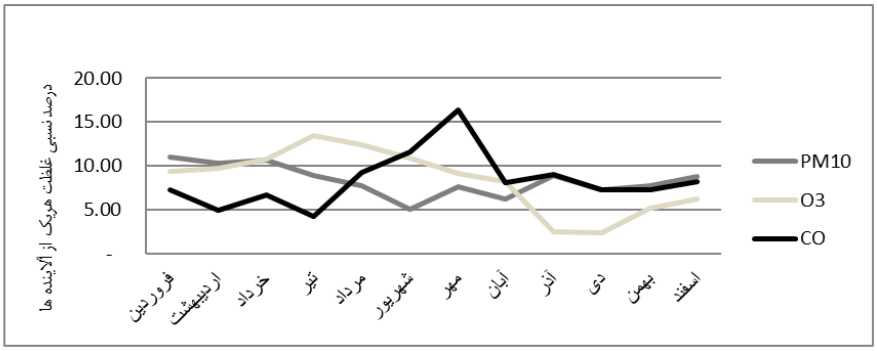
در شکل (۵) حداکثر غلظت ثبت شده هریک از آلاینده ها با میزان استاندارد توصیه شده از سوی سازمان EPA، مقایسه شده است، که از بین ۵ آلاینده، به ترتیب ذرات معلق، گاز ازن،گاز نیتروژن دی اکسید و گاز کربن منوکسید بالاتر از حد مجاز توصیه شده سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا بوده اند و گاز گوگرد دی‌اکسید در هیچ یک از روزها و ساعات بالاتر از حد مجاز نبوده است.



شکل۵- مقایسه حدکثر غلظت آلاینده های معیار با مقادیر حدمجاز آنها

Fig5- Comparison of pollutants maximum level ant its standard limits

شکل (۶) تغییرات ماهیانه سه آلاینده مهم از میان ۵ آلاینده معیار را نشان می دهد، که بیشترین غلظت های(که بصورت درصدی استاندارد شده اند) هریک از سه آلاینده PM_{10}، CO و O_3 به ترتیب در ماه های فروردین، مهر و تیر می باشد.



شکل۶- نمایش روند تغییرات غلظت سه آلاینده معیار در ۱۲ ماه سال ۱۳۹۰

Fig6- The illustration of three criteria pollutants concentration fluctuation in the entire of 2011

بحث و نتیجه‌گیری:

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که علی رغم تهمیدات به کار رفته برای کنترل آلاینده های هوای شهر تبریز همچون معاینه فنی خودروها، طراحی خودروهای کم مصرف، بهبود کیفیت سوخت خودروها و منازل، طرح زوج و فرد تردد خودروها و... ، هنوز هم کیفیت هوا با آن چیزی که در مصوبات قانون هوای پاک[1] سال ۱۹۷۰قید شده است(۲۱)، فاصله‌ای قابل‌توجه دارد. بگونه ای که EPA برای غلظت بالای حد مجاز آلاینده ها محدودیت روزانه قرار داده است یعنی حتی دریک روز هم نباید غلظت آلاینده های معیار، از حد مجاز تجاوز کنند و این در حالی است که نتایج به دست آمده نشان می دهد که ۲۵۳ روز از سال، شاخص آلودگی زیر ۱۰۰ بوده است یعنی ۱۱۲ روز از سال، آلاینده ها بالاتر از حد مجاز بوده اند و به ویژه ۲ آلاینده PM_{10} وO_3 که غلظتی بیش از ۳ برابر حد مجاز را داشته اند.

در مقام مقایسه نتایج این مطالعه با پژوهش های انجام شده در کشور می توان به مطالعه چراغی و همکاران اشاره کرد که در سال ۱۳۸۷ در شهر تهران صورت گرفت، مشخص شد که در ۳۲۹ روز شاخص کیفیت هوا بالاتر از حد استاندارد بود و در ۹۶ درصد موارد منوکسید کربن آلاینده مسئول بوده است که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در تحقیق اردکانی و همکاران در سال ۱۳۸۳، ۲۶۲ روز از سال و در سال ۱۳۸۵، ۲۶۱ روز از سال شاخص کیفیت هوا از حد مجاز تجاوز کرده بود. در هردوسال آلاینده مسئول کربن منوکسید بود و ماه های مرداد و شهریور و مهر آلوده ترین ماه ها بودند. که دقیقا با مطالعه حاضر همخوانی دارد(۱۷). ندافی و همکاران در سال ۱۳۸۵ مشخص نمودند که در ۷۱/۵ درصد شاخص کیفیت هوا بیش از حد استاندارد و در ۲۸/۵ درصد این شاخص کمتر از حد استاندارد سازمان EPA بود. در سال ۱۳۸۶ نیز مقادیر مذکور به ۵۹/۷۲ درصد و ۴۰/۲۸ درصد رسیدند. و در هردوسال آلاینده مسئول منوکسید کربن بود که از این لحاظ با مطالعه حاضر همخوانی دارد ولیکن کاهش تعداد روز های آلوده با نتایج این مطالعه مغایرت دارد(۲۳). همچنین در مطالعه‌ی Srinivas و همکاران در سال ۲۰۱۱ در هندوستان نیز میانگین غلظت سالانه آلاینده های معیار بالاتر از حدمجاز بود و همچنین ذرات معلق PM2.5 بعنوان آلاینده مسئول شناخته شد

1-Clean Air Act Agendum

که باتوجه به اینکه ایستگاه های سنجش آلودگی شهر تبریز این آلاینده اندازه گیری نمیکند نتایج مطالعه حاضر از لحاظ نوع آلاینده مسئول با آن مطابقت نداشته ولیکن از حیث تعداد روز های آلوده سال و همچنین آلوده ترین فصل یعنی فصل تابستان، همخوانی دارد(۲۲).

بر اساس نتایج به دست آمده کربن منوکسید اصلی ترین آلاینده شهر تبریز می باشد که در تفسیر دلایل آن می توان به این مطلب اشاره کرد که باتوجه به سردسیر بودن این شهر، میزان مصرف سوخت در بخش مسکونی بخصوص در فصول سرد، بسیار زیاد می باشد و عمده آلاینده ناشی از سوختن گاز شهری کربن منوکسید می باشد. با توجه به این نکته که گاز ازن درنتیجه واکنش های شیمیایی بین اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و ترکیبات آلی فرار[1] در حضور نور خورشید ایجاد می گردد بنابراین در تابستان با افزایش دمای تابشی در هواکره، به همراه افزایش آلاینده های ترافیکی همچون VOCها، میزان تولید این گاز نیز فزونی می یابد(۲۳). همچنین براساس نتایج غلظت ذرات معلق در فصل بهار بیشتر بوده و رفته رفته کاهش یافته است که این را نیز می توان به دلیل افزایش تردد خودروها به دلایلی همچون مسافرت هایی که به این کلان شهر صورت می گیرد و یا افزایش میزان فعالیت واحد های حمل و نقل و ساختمان سازی و ... نسبت داد. خشکی دریاچه ارومیه نیز یکی از فاکتورهای موثر در میزان آلاینده های ذره ای شهر تبریز می باشد.

از آنجایی که بطور تصاعدی روزانه صدها خودرو تولید و روانه بازار می گردد و همچنین مصرف سوخت در بخش های مسکن و اداره جات با افزایش قابل توجهی روبرو می باشد، بنابراین با یک ارزیابی جامع و مدیریتی وسیع در سطوح مختلف می بایستی مساله آلودگی هوا روز به روز بیشتر مورد توجه قرار بگیرد چرا که بار مالی ناشی از آلودگی هوا ضربه ای پنهان به اقتصاد کشور می باشد، شیوع مرگ و میر، بیماری ها و مراجعات بیشتر به بیمارستان ها ناشی از آلودگی هوا، تنها جزء کوچکی از زیان هایی می باشد که متوجه سلامت جسمی جامعه است.

در شهر تبریز هیچگونه مطالعه ای در این حیطه صورت نگرفته است و اغلب مطالعات مربرط به کلان شهر تهران می باشد از اینرو یکی از خلاءهای موجود در مبحث آلودگی هوای شهری کمبود مطالعات و تحقیقات محلی در زمینه منشاءیابی آلاینده ها می باشد(۲۴). هرچند که با اتکاءِ به مطالعات صورت گرفته در سطح جهان می توان به یک تصمیم کنترلی عمومی دست یافت ولیکن توجه به این نکته ضروری است که کلان شهر تبریز در مقایسه با شهرهای کشورهای درحال توسعه، فاقد منابع آلودگی مشابه آنها می باشد برای مثال مصرف سوخت جامد(که اصلی ترین منشاء آلاینده های ذراه ای می باشد) در کشور ما و بویژه در کلان شهرها[2] به ندرت امکان پذیر است در حالی که در کشورهایی همچون هندوستان و چین به وفور استفاده می شود(۲۵-۲۷). بنابراین منابع آلاینده های این شهر نمی تواند همچون کشورهای درحال توسعه قلمداد شود اما از برخی جهات همچون پایین بودن کیفیت سوخت مصرفی اکثر بخش ها، به روز نبودن اطلاعات و رعایت نشدن قانون هوای پاک توسط کارخانجات، طراحان خودروها و همچنین منازل و اداره جات مشابه کشورهای درحال توسعه می باشد. در هرحال اطلاعات محلی و دقیق نیاز است تا کنترلی تخصصی‌تر با توجه به منبع انتشار آلاینده صورت پذیرد که این مهم می‌تواند از طریق افزایش کمی و کیفی ایستگاها در سطح شهر مهیا گردد.

تاکید بر اجرای قانون های مصوب سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا در کنار بهره جویی از نتایج مطالعات داخلی اولین و موثرترین گامی است که می توان در جهت کسب موفقیت در این زمینه برداشت چرا که برخی از کشورهای توسعه یافته همچون لندن و مکزیکوسیتی در اواخر قرون۱۸و ۱۹ با مشکل آلودگی هوا بگونه ای وخیم تر از حال فعلی شهرهای آلوده جهان روبرو بوده

1-Volatile Organic Compounds (VOCs)

۲- سوخت های جامد همچون زغال، چوب، لیگنیت، کُک و فضولات حیوانی در روستاها و صنایع قدیمی استفاده بیشتری دارد.

اند و تنها بـا رعایـت کامـل الزامـات EPA و *قـانون هـوای پـاک* توانستند بر مشـکل آلـودگی هـوا غلبـه کننـد(۲۸, ۲۹). بعنـوان پیشنهاد می توان گفت کـه توزیـع سـوخت هـای باکیفیـت بـالا، جایگزینی سوخت های فسیلی با سوخت پاک و انرژی های برقی، اجرای الزامات میزان مصرف سوخت و ضریب انتشار آلودگی برای خودروها، صنایع و اماکن و... همـواره مـی بایسـتی در راس امـور اجرایی قرار گیرد.

با تفاسیر موجود اولین موضوعی که ضروری می نماید توجه خاص به روند صعودی آلاینده ها در فصول و ماه های مختلف می باشد. اواسط و اوایل فصل تابستان، اویـل بهـار و همچنـین اوایـل مهـر مقاطعی هستند که آلاینده ها با شـدت بیشـتری از حـدود مجـاز تجاوز کرده اند. بنابراین توجه به فصل می تواند در جهـت منشـاء یابی در مسیر کنترل، متغیری موثر باشد. همچنـین بـرای پـایش دقیق تر و اطلاع از وضعیت واقعی هوای شـهرتبریز مـی بایسـتی تعداد ایستگاه افزایش یابد.

منابع:

1- Flagan RC, Seinfeld JH. Fundamentals of air pollution engineering: Courier Corporation; 2013

2- Elsom D. Smog alert: managing urban air quality: Routledge; 2014.

3- Fenger J. Urban air quality. Atmospheric Environment. 1999;33(29):4877-900.

4- Wong GW .Air pollution and health. The Lancet Respiratory Medicine. 2014;2(1):8-9.

5- Kan H, Chen B. Particulate air pollution in urban areas of Shanghai, China: health-based economic assessment. Science of The Total Environment. 2004;322(1–3):71-9.

6- Guarnieri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. The Lancet. 2014;383(9928):1581-92.

7- EPA AQI. A Guide to Air Quality and Your Health. June; 2000.

8- Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, Analitis A, Touloumi G, Schwartz J, et al. Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. American journal of respiratory and critical care medicine. 2004;170(10):1080-7.

9- Trzyna TC, Jokela AW. California environmental quality act: innovation in state and local decisionmaking: prepared for Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency: Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency: for sale by the Supt. of Docs., US Govt. Print. Off.; 1974.

10- Park TS, Hong Y, Kim WJ. Air quality evaluation and respiratory health effects according to weather conditions in a Korean cit. European Respiratory Journal. 2014;44(Suppl 58):P4154.

11- Ghozikali MG, Mosaferi M, Safari GH, Jaafari J. Effect of exposure to O3, NO2, and SO2 on chronic obstructive pulmonary disease hospitalizations in Tabriz, Iran. Environmental Science and Pollution Research. 2015;22(4):2817-23.[in persian].

12- Gholampour A, Nabizadeh R, Naseri S, Yunesian M, Taghipour H, Rastkari N, et al. Exposure and health impacts of outdoor particulate matter in two urban

and industrialized area of Tabriz, Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2014;12(1):1. [in persian].

13- Hao H, Chang HH, Holmes HA, Mulholland JA, Klein M, Darrow LA, et al. Air Pollution and Preterm Birth in the US State of Georgia (2002–2006): Associations with Concentrations of 11 Ambient Air Pollutants Estimated by Combining Community Multiscale Air Quality Model (CMAQ) Simulations with Stationary Monitor Measurements. Environmental health perspectives. 2015.

14- Semple S, Garden C, Coggins M, Galea K, Whelan P, Cowie H, et al. Contribution of solid fuel, gas combustion, or tobacco smoke to indoor air pollutant concentrations in Irish and Scottish homes. Indoor air. 2012;22(3):212-23.

15- Kyrkilis G, Chaloulakou A, Kassomenos PA. Development of an aggregate Air Quality Index for an urban Mediterranean agglomeration: Relation to potential health effects. Environment International. 2007;33(5):670-6.

16- Golbaz S, Jonidi Jafari A. A comparative study of health quality of air in Tehran and Isfahan; 2008-2009. Razi Journal of Medical Sciences. 2011;18(84). [in persian].

17- Sobhan Ardakani S, Ismail Sari A, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempour M. Tayine keifiyate behdashti havaye shahre Tehran dar sale 1383 ba estefade az shakhese keyfiyate hava. Olom va Technology mohitezist. 2006;4(8):33-8. [in persian].

18- Golbaz S, Farzadkia M, Kermani M. Determination of Tehran air quality with emphasis on air quality index (AQI); 2008-2009. Iran Occupational Health. 2010;6(4):62-8. [in persian].

19- Bishoi B, Prakash A, Jain V. A comparative study of air quality index based on factor analysis and US-EPA methods for an urban environment. Aerosol and Air Quality Research. 2009;9(1):1-17.

20- EPA. Guidelines for the Reporting of Daily Air Quality 2010. Available from: www3.epa.gov.

21- Segal C. CLIMATE REGULATION UNDER THE CLEAN AIR ACT IN THE WAKE OF UTILITY AIR REGULATORY GROUP V. EPA. Harvard Environmental Law Review. 2015;39(1).

22- Srinivas J, Purushotham A. Determination of air quality index status in industrial areas of Visakhapatnam, India. Res J Eng Sci. 2013;2(6):13-24.

23- Carter WP. Development of ozone reactivity scales for volatile organic compounds. Air & Waste. 1994;44(7):881-99.

24- Nadafi K, Nabizadeh R, Nazm AS, Nourmoradi H, Mohammadi MF. Studying the TSP and PM10 measurements and description of the Air quality according to the Air Quality Index (AQI) in the central parts of

Tehran city in 2005-2006. 2011. [in persian].

25- Po JY, FitzGerald JM, Carlsten C. Respiratory disease associated with solid biomass fuel exposure in rural women and children: systematic review and meta-analysis. Thorax. 2011;66(3):232-9.

26- Wang W, Ouyang W, Hao F. A supply-chain analysis framework for assessing densified biomass solid fuel utilization policies in China. Energies . ۳۹-۷۱۲۲:(۷)۸;۲۰۱۵.

27- Agrawal S, Yamamoto S. Effect of Indoor air pollution from biomass and solid fuel combustion on symptoms of preeclampsia/eclampsia in Indian women. Indoor air. 2015;25(3):341-52.

28- Anderson HR, de Leon AP, Bland JM, Bower JS, Strachan DP. Air pollution and daily mortality in London: 1987-92. BMJ. 1996;312(7032):665-9.

29- Melnick RS. Regulation and the courts: The case of the Clean Air Act: Brookings Institution Press; 1983.