

بررسی تغییرات کیفیت هوای شهر تبریز از نظر غلظت آلاینده PM₁₀ با تأکید بر شاخص AQI و ارتباط آن با روند کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در سال های ۹۰-۱۳۸۷

عبداله درگاهی^۱

رضا دهقان زاده^۲

وحیده فهیمی نیا^۳

یحیی جباری^۳

فرناز عزیزی*^۴

famazazi2014@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: ذرات از آلاینده های اصلی از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی، سلامتی و همچنین زیست محیطی می باشد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی روند ماهانه، فصلی، سالانه PM₁₀ و تعیین میزان تغییرات کیفیت هوای شهر تبریز با تکیه بر شاخص AQI و ارتباط آن با خشکی دریاچه ارومیه در سال های ۹۰-۱۳۸۷، به منظور تدوین برنامه های دانش بنیان در جهت مدیریت کنترل ریزگرد می باشد.

روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی است. داده های مربوط به غلظت PM₁₀ از سازمان محیط زیست شهر تبریز و داده های مربوط به تغییرات سطح دریاچه ارومیه از سازمان هواشناسی استان آذربایجان غربی جمع آوری شد. سپس داده ها براساس سال، فصل، ماه و شاخص کیفیت هوا بررسی و رابطه تغییرات سطح دریاچه ارومیه با غلظت آلاینده توسط نرم افزار SPSS ver.21 تحلیل شد.

یافته ها: تغییرات غلظت PM₁₀ در این چهار سال اختلاف معناداری داشته ولی روند ثابتی نداشته است، به طوری که در سال ۸۷ غلظت آن $86/13 \pm 70$ و در سال های ۸۸، ۸۹ و ۹۰ به ترتیب به $92/69 \pm 42$ ، $87/40$ و $83/63 \pm 60/87$ میکروگرم بر مترمکعب بوده است. فصول بهار و زمستان و ماه های اردیبهشت و اسفند به ترتیب با $95/57$ ، $88/81$ ، $98/01$ ، $103/18$ میکروگرم بر مترمکعب بالاترین میزان ذرات را داشته اند.

نتیجه گیری: در طی سال های ۱۳۹۰-۱۳۸۷، در بین ماه های سال، اسفند و در بین فصول، بهار و زمستان بدترین کیفیت هوا را از نظر آلاینده PM₁₀ داشتند که به دلیل شرایط جوی در زمان های یاد شده از یک سو و شرایط ویژه دریاچه ارومیه از نظر خشکی و ورزش بادهای غالب از طرف دریاچه به شهر تبریز از سوی دیگر می باشد. لذا چندین عامل در افزایش میزان ریزگردها، به خصوص ذرات خطرناک نمک تاثیر دارند که نیاز به مدیریت یکپارچه در جهت کاهش این آلاینده وجود دارد.

واژه های کلیدی: کیفیت هوا، PM₁₀، شهر تبریز، شاخص AQI، دریاچه ارومیه.

۱- دانشجوی دکتری گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.

۲- (مسئول مکاتبات): استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

Studying Air Quality Changes in Tabriz in Terms of PM₁₀ Pollutant Density Using AQI Index and its Relation with Drop of Water Level in Uremia Lake during 2008-2011

Abdollah Dargahi¹

Reza Dehghanzadeh²

Vahideh Fahiminia³

Yahya Jabbari³

Farnaz Azizi^{4*}

farnazazizi2014@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Particles are main pollutants from view point of general health and environmental issue. The aim of this research was to review the monthly, seasonal and annual trend of PM₁₀ and to determine air quality using AQI and its relation with drop of water level in Uremia Lake during 2008-2011 in order to present a knowledge base plan to manage particles.

Method: This study is a cross-sectional typr. The data on PM₁₀ were collected from Departement of Environment in Tabriz and Meteorological Organization of West Azerbaijan Provence. Then, the obtained data were analyzed considering air quality index using SPSS ver.21 software.

Results: During the four years (2008-2011), changes in concentration of PM₁₀ were meaningful (P=0.001). The concentrations in 2008, 2009, 2010, and 2011 were 86.13±70, 83.63±60.87, 87.40±42, and 92.69±73 microgram per cubic meter, respectively. Spring, winter, May and March had the highest amount of partcles as 103.18, 98.01, 88.81, 95.57 microgram per cubic meter, respectively.

Conclusion: Among the studied months, March and among the studied seasons, spring and winter possessed the worst air quality in terms of PM₁₀. The reasons are intensity of particles entrance and environmental conditions during that period in one hand, and the worsen condition of Uremia Lake on the other hand. Therefore, several factors increase the amount of hazardous particles and salt particles effect. It can be concluded that there is a need for an integrated management to reduce these emissions.

Keywords: weather quality, PM₁₀, Tabriz, AQI Index, Uremia Lake.

1- PhD student Department of Environmental Health Engineering , School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences , Hamadan , Iran.

2- Assistant professor Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. * (*Corresponding Author*)

3- MSc Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.

4- MSc Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

مقدمه

بررسی آلودگی هوا در نواحی شهری، به خصوص کلان شهرها امری ضروری می‌باشد. تحقیقات علمی انجام گرفته طی دو دهه ی اخیر؛ نشان داده است که ذرات از آلاینده های اصلی از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی، سلامتی و همچنین زیست محیطی می باشد(۱). به طوری که به ازای افزایش ۱۰ میکروگرم در مترمکعب در غلظت ذرات کوچک تر یا مساوی ۱۰ میکرون (PM10)، کل مرگ و میر ۱٪ افزایش می‌یابد(۲). افزایش قابل توجه هفده درصدی بیماری‌های تنفسی، به خصوص بیماری آسم به دلیل فلزات سنگین جذب شده توسط ذرات از جمله سرب(۳)، جیوه و آرسنیک(۴)، تغییر ژن‌های سلول‌های پوستی(۵) افزایش بیماری‌های گوارشی از طریق آلودگی آب‌های آشامیدنی، از جمله مخاطرات بهداشتی ناشی از ذرات موجود در هوا است(۶). از اثرات زیست‌محیطی ذرات در هوا می‌توان به تغییرات اقلیم در مقیاس جهانی و محلی، تغییر در چرخه بیولوژیکی - زمین شناسی و شیمیایی و محیط زیست انسان، تاثیر بر تشکیل ابر، خصوصیات ابر و میزان نزولات جوی، کاهش اسیدیته نزولات جوی(۷)، پدیده شکوفایی جلبک و کاهش میزان فتولیز و نور خورشید که باعث کاهش محصولات کشاورزی به اندازه ۳۰-۵٪ می‌گردد، اشاره کرد (۸-۱۰).

روند رو به افزایش میزان گرد و غبار در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۳ و نزولی بودن میزان بارش در طی این سال‌ها، گرد و غبار بیش‌تری را وارد کشور کرده است. به‌طوریکه مسئله گردو غبار به صورت یک معضل مهم مطرح است. در همین راستا بررسی روند تغییرات شاخص آلودگی هوا در کلان شهر تهران طی سال‌های ۹۱-۸۱ که توسط دوستی و همکاران انجام یافت، نشان داد که مقادیر PM2.5 روند افزایشی داشته است(۱۱).

غلظت PM10 در اتمسفر شهرها می‌تواند متأثر از انتقال منطقه ای و وسعت زیاد انتشار طبیعی یا مصنوعی باشد. با توجه به این که شهر تبریز به عنوان مرکز استان آذربایجان شرقی در حال حاضر یکی از مراکز صنعتی ایران محسوب می‌گردد و مراکز صنعتی مهمی نظیر نیروگاه حرارتی، مجتمع پتروشیمی، پالایشگاه، ماشین‌سازی و تراکتورسازی و غیره را در خود جای داده است، در نتیجه یکی از پرجمعیت‌ترین و آلوده‌ترین شهرهای ایران به‌شمار می‌رود. منشا گرد و غبار شهر تبریز علاوه بر بادهای عراق و شمال عربستان(۱۲)، نمک‌زارهای دریاچه ارومیه نیز می‌باشد. روند صعودی خشک شدن دریاچه ارومیه طی سه دهه اخیر، سبب انتشار ذرات نمک از شوره-زارهای ایجاد شده به محیط پیرامون می‌گردد و میزان این انتشار متأثر از تغییرات شدت بادهای فصلی مختلف می‌باشد(۱۳). منابع متعدد گرد و غبار همچنین تغییرات میزان آن در فصول مختلف نیازمند برنامه‌ای دانش‌بنیان در جهت مدیریت کنترل ریزگرد می‌باشد، در همین راستا این مطالعه با هدف بررسی روند ماهانه، فصلی، سالانه PM10 و تعیین میزان تغییرات کیفیت هوای شهر تبریز با تکیه بر شاخص AQI و ارتباط آن با خشکی دریاچه ارومیه در سال‌های ۹۰-۱۳۸۷ انجام گرفته است.

روش بررسی

این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. داده‌های مربوط به PM10 در طی ۴ سال، از پنج ایستگاه فعال اندازه گیری آلاینده های هوا از سازمان محیط زیست شهر تبریز و داده‌های مربوط به تغییرات سطح دریاچه ارومیه از سازمان هواشناسی استان آذربایجان غربی جمع‌آوری شد. سپس داده ها براساس سال، فصل و ماه تفکیک شد. رابطه تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه با غلظت آلاینده توسط نرم افزار SPSS ver.21 تحلیل و مورد بررسی قرار گرفت. جهت تعیین کیفیت هوا از نظر میزان PM10 مطابق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور، از $0-54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (خوب)، $55-154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (متوسط)، $155-254 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ناسالم برای گروه‌های حساس)، $255-354 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ناسالم)، $355-424 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (خیلی ناسالم) و $425-504 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به عنوان خطرناک در نظر گرفته شد. بر این اساس محدوده $0-150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به عنوان محدوده استاندارد و بالاتر از $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به عنوان محدوده خارج از استاندارد در نظر گرفته شد.

برای انجام این تحقیق که به صورت توصیفی-تحلیلی انجام شد، در طی ۴ سال مطالعه(سال‌های ۹۰-۱۳۸۷) در فصول مختلف سال، جمعاً ۷۲۴۸ نمونه از پنج ایستگاه اندازه گیری آلاینده های هوا وابسته به سازمان محیط زیست واقع در شهر تبریز و داده‌های مربوط به تغییرات سطح دریاچه ارومیه از سازمان هواشناسی استان آذربایجان غربی جمع‌آوری گردید.

یافته‌ها

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تغییرات غلظت PM10 در این چهار سال اختلاف معناداری داشته ($P < 0/001$) ولی روند ثابتی نداشته است، به طوری که در طی چهار سال، سال ۸۸ با غلظت $92/69 \pm 73$ بیش‌ترین و سال ۹۰ با غلظت $60/20 \pm 63$ میکروگرم در مترمکعب، کم‌ترین غلظت PM10 را داشتند. غلظت سال‌های ۸۷ و ۸۹ نیز به ترتیب $86/13 \pm 70$ و 42 ± 40 میکروگرم در مترمکعب بوده است(جدول ۱). بیش‌ترین میانگین غلظت PM10 در طی چهار سال یاد شده براساس فصل به ترتیب فصل بهار با غلظت $95/57$ میکروگرم در مترمکعب بیش‌ترین و فصل‌های زمستان، تابستان و پاییز نیز دارای غلظت‌های $82/82$ ، $88/81$ ، $81/31$ میکروگرم در مترمکعب می‌باشند(نمودار ۲). در بررسی آلودگی غلظت PM10 براساس ماه، ماه اسفند با میانگین غلظت $102/18$ میکروگرم در مترمکعب بیش‌ترین غلظت را در چهار سال داشته است. ماه اردیبهشت، آذر و تیر به ترتیب با غلظت‌های $98/01$ ، $95/87$ ، $90/6$ میکروگرم در مترمکعب جزء آلوده‌ترین ماه‌های سال بوده است(نمودار ۳). همچنین تغییرات کیفیت هوا از نظر میانگین آلاینده PM10 بر حسب ماه و فصل اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0/001$).

همچنین روزهایی خارج از استاندارد ($>150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) در سال ۸۸، با $20/5$ درصد بیش‌ترین و در سال ۹۰ با $7/7$ ٪، کم‌ترین تعداد روزهایی خارج از استاندارد را به خود اختصاص داده است (جدول ۲).

جدول ۴. شاخص کیفیت روزانه هوا مربوط به PM₁₀ به تفکیک سال در دوره چهار ساله را نشان می دهد.

اگر از بین پارامترهای موثر در ایجاد گرد و غبار، تغییرات سطح دریاچه ارومیه مدنظر قرار گیرد، مشاهده می شود که طی سال های ۹۰-۸۷ روندی نزولی داشته است. اگر این روند با تغییرات غلظت PM₁₀ در طی همین چهار سال مقایسه شود، معلوم می گردد که از سال ۸۷ تا ۸۸ با کاهش سطح دریاچه، میزان گرد و غبار افزایش یافته است، اما از سال ۸۸ تا ۹۰ با کاهش سطح دریاچه، میزان گرد و غبار افزایش نداشته است (نمودار ۴). که دلیل آن را می توان در طی این دو سال اخیر به کاهش وزش باد از دریاچه ارومیه به سمت شهر تبریز ارتباط داد.

AQI شاخصی جهت گزارش روزانه کیفیت هوا می باشد. این شاخص مردم را از کیفیت هوا (پاک بودن یا آلوده بودن آن) آگاه می سازد و اثرات سلامتی مرتبط با آن را آرایه می کند. این شاخص برای پنج آلاینده اصلی هوا (ذرات معلق، دی اکسید نیتروژن، ازن سطح زمین، مونوکسیدکربن و دی اکسید گوگرد) محاسبه می شود.

نحوه محاسبه AQI (مرکز سلامت و محیط کار) :

$$I_p = \frac{I_{HI} - I_{LO}}{BP_{HI} - BP_{LO}} (C_p - BP_{LO}) + I_{LO}$$

I_p = شاخص کیفیت هوا (AQI) برای آلاینده PM₁₀ است.

C_p = غلظت اندازه گیری شده برای آلاینده PM₁₀ است.

BP_{HI} = نقطه شکستی که بزرگ تر یا مساوی C_p است.

BP_{LO} = نقطه شکستی که کوچک تر یا مساوی C_p است.

I_{HI} = مقدار AQI منطبق با BP_{HI}

I_{LO} = مقدار AQI منطبق با BP_{LO}

نتایج نشان می دهد که در بین چهار سال مورد بررسی، از نظر شاخص آلودگی هوا (AQI) سال ۸۹ با دارا بودن ۲/۹٪ بیشترین روزها و سال ۹۰ فقط با ۰/۵٪ کمترین روزها را در شرایط خطرناک بوده است (جدول ۳).

جدول شماره ۱- میانگین، انحراف معیار و فاصله اطمینان میانگین غلظت PM₁₀ شهر تبریز طی سال های ۹۰-۱۳۸۷

Table 1- Mean, standard deviation and the confidence interval Tabriz average concentration of PM₁₀ during 2008-2011

سال	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪
۱۳۸۷	۸۶/۱۴	۶۹/۹	(۸۲/۴۱ - ۸۹/۸۶)
۱۳۸۸	۹۲/۶۹	۷۳/۱	(۹۰/۰۴ - ۹۵/۳۳)
۱۳۸۹	۸۷/۴	۴۲/۳۷	(۸۵ - ۸۹/۸)
۱۳۹۰	۸۳/۶۴	۶۰/۲۱	(۸۰/۳۴ - ۸۶/۹۳)

جدول ۲- درصد روزهای خارج از استاندارد غلظت PM₁₀ شهر تبریز طی سال های ۹۰-۱۳۸۷

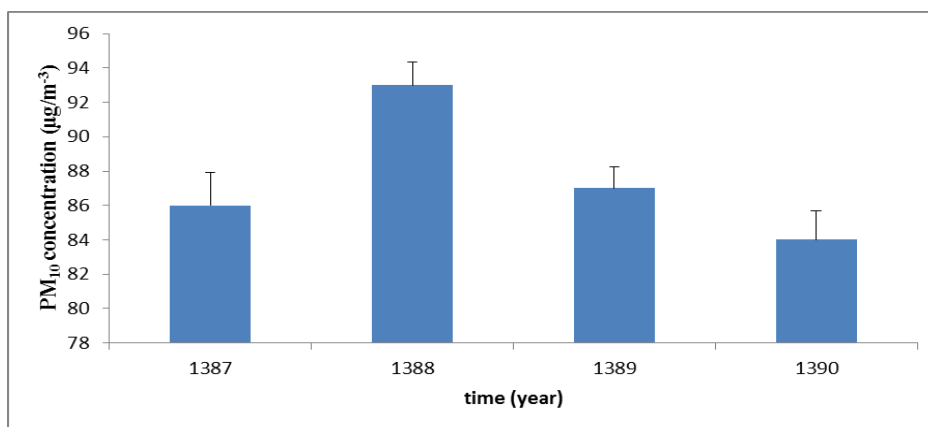
Table 2- % of the days outside of standard the city of Tabriz PM₁₀ concentration of between 2008-2011

سال	درصد روزهای خارج از استاندارد
۱۳۸۷	۸/۹
۱۳۸۸	۲۰/۵
۱۳۸۹	۱۵/۴
۱۳۹۰	۷/۷

جدول ۳- درصد شاخص کیفیت روزانه هوا مربوط به PM₁₀ به تفکیک سال در دوره چهار ساله

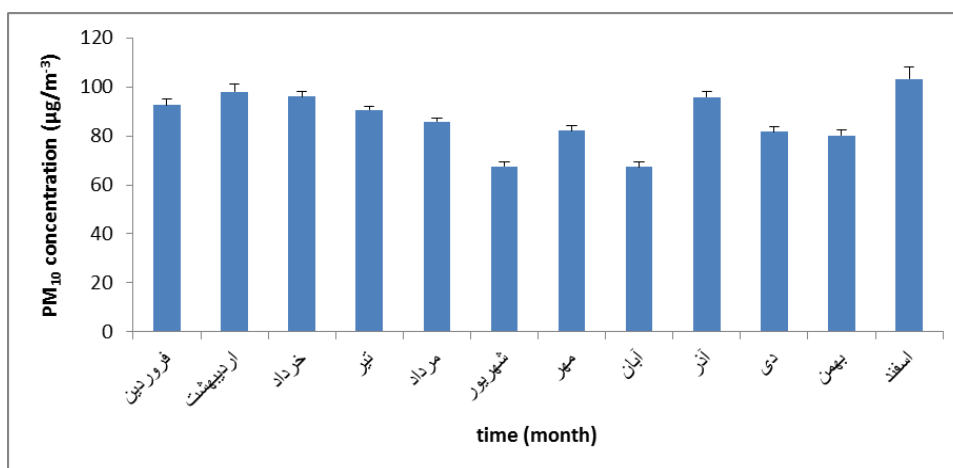
Table 3- % daily air quality index of PM₁₀ by year in four years

مقادیر PM ₁₀ و تشریح کیفیت هوا سال	۰-۵۴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) خوب	۵۵-۱۵۴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) متوسط	۱۵۵-۲۵۴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ناسالم برای افراد حساس	۲۵۵-۳۵۴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ناسالم	۳۵۵-۴۲۴ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) خیلی ناسالم	۴۲۵> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) خطرناک
۱۳۸۷	٪۲۲/۳	٪۷۰/۱۸	٪۵/۶	٪۰/۳	٪۰/۳	٪۰/۱۸
۱۳۸۸	٪۲۶/۹	٪۵۳/۲	٪۱۲/۱	٪۴/۷	٪۱/۳	٪۱/۷
۱۳۸۹	٪۲۰/۳	٪۶۴/۴	٪۵/۶	٪۲	٪۳/۹	٪۴/۹
۱۳۹۰	٪۲۸/۱	٪۶۴/۵	٪۴/۹	٪۱/۴	٪۰/۵	٪۰/۵



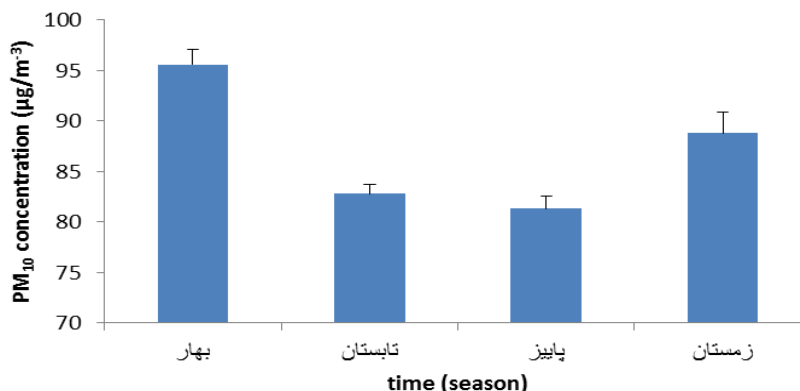
نمودار ۱- میانگین غلظت PM₁₀ طی سال های ۸۷-۹۰

Figure 1- The average concentration of PM₁₀ during the years 2008- 2011

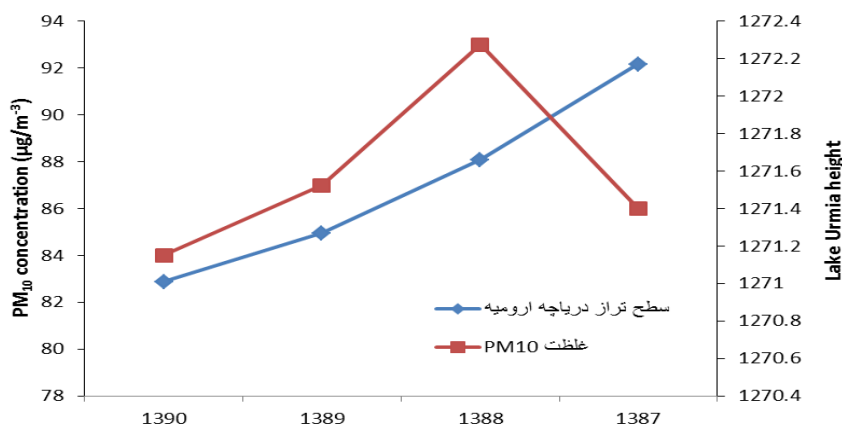


نمودار ۲- میانگین غلظت PM₁₀ بر حسب ماه طی سال های ۸۷-۹۰

Figure 2- The average concentration of PM₁₀ per month the years 2008- 2011



نمودار ۳- میانگین غلظت PM10 بر حسب فصل طی سال‌های ۸۷-۹۰
Figure 3- The average concentration of PM10 per season the years 2008- 2011



نمودار ۴- روند تغییرات PM10 و تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه بین سال‌های ۸۷-۹۰
Figure 4- The trend of PM10 and Urmia Lake level changes between the years 2008- 2011

بحث و نتیجه گیری

مدیرانه و در تابستان در حوزه غربی افزایش می یابد (۱۶). این در حالی است که طبق تحقیق الماسی و همکاران در شهرهای غربی کشور آلودگی بیش تری در فصل تابستان مشاهده می گردد (۱۷) که منشا آن به توده غلیظ بستر دریاچه و دلتای خشک هلمند به وسیله بادهایی که از سمت شمال می-وزد برمی گردد این بادهای از اواخر اردیبهشت و تا اواسط خرداد شروع شده و تا اواخر شهریور ادامه می یابد (۱۸). شهر تبریز نیز تحت تاثیر این بادهای قرار می-گیرد، و طبق مطالعه اکبرزاده افزایش گرد و خاک در استان آذربایجان شرقی در دوره آماری ۲۰۱۰-۱۹۸۷ به بادهای غرب کشور برمی گردد (۱۲). اما طبق نتایج به دست آمده از این دوره چهارساله تاثیر اینورژن به دلیل به دام انداختن گرد و غبار در لایه های پایین تر و افزایش استفاده از سوخت های فسیلی در زمستان بر میزان گرد و غبار بیش تر بوده است. از سال ۸۸ تا ۹۰ روند نزولی در میزان گرد و غبار مشاهده می شود. در بین ماه های سال، طبق نمودار ۳ اسفند و اردیبهشت بیش ترین میزان گرد و غبار را در این دوره چهارساله داشته اند. علت افزایش گرد و غبار در اردیبهشت و فصل بهار به وضعیت آب و هوایی خشک برمی گردد که برای پخش شدن ذرات PM10

روند صعودی میزان گرد و غبار در سال ۸۸ نسبت به سال ۸۷ می تواند به دلیل بروز پدیده پایداری جوی طولانی مدت در همان سال باشد. به طوری که طبق بررسی های بعمل آمده توسط عابدینی و همکاران، آذرماه ۸۸، به مدت ده روز متوالی اینورژن اتفاق افتاده است (۱۴). شامسونی و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که در سال ۸۸، با میانگین ۴۲/۸±۳۴/۸۹ روز گردوغبار در سال، بیش ترین گردوغبار در کشور رخ داده است که این افزایش گردوغبار در کشور بی تاثیر در میزان گردوغبار شهر تبریز نبوده است (۱۸). مطالعه Baraldo E در ایتالیا نیز علت بالاتر بودن آلودگی در زمستان را به وارونگی های زیاد و پایدار در زمستان نسبت داده است (۱۵). همان طور که در نمودار ۲ مشاهده می گردد بیش ترین میزان گرد و غبار در شهر تبریز مربوط به فصل زمستان و بهار است. مطالعه Jinxia Gu و همکارانش نیز در چین نشان داد که بیش ترین میانگین غلظت PM10 مربوط به زمستان و کم ترین میزان مربوط به فصل تابستان می باشد که با نتایج این مطالعه هم خوانی دارد. X Querol به این نتیجه رسید که روند تغییرات فصلی با توجه به خیزش گرد و غبار در آفریقا در بهار و اوایل تابستان، غلظت PM10 در حوزه شرقی

- aqueous media. Chemosphere. 2009;77(4):526-33.
- 4- Akata N, Hasegawa H, Kawabata H, Chikuchi Y, Sato T, Ohtsuka Y, et al. Deposition of ^{137}Cs in Rokkasho, Japan and its relation to Asian dust. Journal of environmental radioactivity. 2007;95(1):1-9.
 - 5- Choi H, Shin DW, Kim W, Doh S-J, Lee SH, Noh M. Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes. Toxicology letters. 2011;200(1):92-9.
 - 6- Kellogg CA, Griffin DW, Garrison VH, Peak KK, Royall N, Smith RR, et al. Characterization of aerosolized bacteria and fungi from desert dust events in Mali, West Africa. Aerobiologia. 2004;20(2):99-110.
 - 7- Engelstaedter S, Tegen I, Washington R. North African dust emissions and transport. Earth-Science Reviews. 2006;79(1):73-100.
 - 8- Krueger BJ, Grassian VH, Cowin JP, Laskin A. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy. Atmospheric Environment. 2004;38(36):6253-61.
 - 9- Griffin DW. Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. Clinical microbiology reviews. 2007;20(3):459-77.
 - 10- Ye B, Ji X, Yang H, Yao X, Chan CK, Cadle SH, et al. Concentration and chemical composition of $\text{PM}_{2.5}$ in Shanghai for a 1-year period. Atmospheric Environment. 2003;37(4):499-510.
 - 11- Dosti S, Joneidi A. Assessment of changes in air pollution standard index of metropolitan Tehran during 2002-2012. Sixteenth National Conference on Environmental Health. 2013. Tabriz.
 - 12- Akbarzadeh E, Synoptic analysis of dust events in East Azerbaijan province. First International Conference Ryzrdha, management, and outcome factors. Of Lorestan. 2012.
 - 13- Pour asghar f, hasanalzadeh a. Study of particulate emissions to the environment of the dry salt lake. Tehran University National Conference of flow and pollution. 2012.
 - 14- Abedini a, Nowroozzadeh F, the city's air pollution index using PSI. First National
- مطلوب بوده است (۱۷) اما در مطالعه JOKSIĆ J کمتر بودن غلظت PM_{10} در بهار و تابستان نسبت به پاییز و زمستان این گونه بیان شده است که با افزایش میزان رطوبت، میزان غلظت PM_{10} افزایش می یابد، به طوری که در پاییز و زمستان به ترتیب با رطوبت ۷۶/۴ و ۶۴/۴ درصد و در بهار و تابستان به ترتیب با رطوبت ۵۶/۶ و ۵۹ درصد میزان غلظت PM_{10} در پاییز و زمستان بیش تر از بهار و تابستان بود که آن نیز می تواند به دلیل تشکیل آئروسول های ثانویه در شرایط رطوبت بالا باشد (۱۹).
- با بررسی درصد شاخص کیفیت هوای مربوط به PM_{10} در دوره چهار ساله معلوم گردید که سال ۸۸ بالاترین تعداد روزهای خارج از استاندارد را دارا می باشد، همچنین در ۱۲٪ از روزهای سال از لحاظ AQI در سطح ناسالم برای گروه های حساس قرار گرفت که آمار قابل توجهی می باشد. تحت این شرایط باید به افراد مبتلا به بیماری های قلبی و ریوی، کودکان و سالمندان آگاهی های لازم کاهش فعالیت در محیط باز داده می شد. مطالعه محمدی در تهران در سال ۸۵-۸۴ نشان داد که در ۹۸ درصد موارد آلاینده PM_{10} کمتر از حد استاندارد ($\text{AQI} < 100$) و در ۲ درصد موارد بیش تر از حد استاندارد بوده است ($\text{AQI} > 100$) (۲۰).
- تغییرات شدید باد دریاچه ارومیه در فصول مختلف سبب انتشار ذرات نمک از شوره زارهای ایجاد شده در اطراف دریاچه ارومیه به پیرامون آن می شود. در این میان شهر تبریز جزء نواحی است که بیش ترین آسیب را از انتشار ذرات نمک دارد. مطالعه پوراصغر و همکاران نشان داد که جهت باد غالب در فصل زمستان از سمت دریاچه ارومیه به طرف شهر تبریز می باشد (۱۳). لذا می توان بالا بودن میزان گرد و غبار در این فصل را به ذرات نمک دریاچه نیز نسبت داد.
- در طی سال های ۱۳۹۰-۱۳۸۷، در بین ماه های سال، اسفند و در بین فصول، بهار و زمستان بدترین کیفیت هوا را از نظر آلاینده PM_{10} داشتند که به دلیل شرایط جوی در زمان های یاد شده از یک سو و شرایط ویژه دریاچه ارومیه از نظر خشکی و ورزش بادهای غالب از طرف دریاچه به شهر تبریز از سوی دیگر می باشد. لذا چندین عامل در افزایش میزان ریزگردها، به خصوص ذرات خطرناک نمک تاثیر دارند که نیاز به مدیریت یکپارچه در جهت کاهش این آلاینده وجود دارد.

منابع

- 1- Colles J. AIR POLLUTION: Taylor & Francis; 2003.
- 2- Cao J, Shen Z, Chow JC, Qi G, Watson JG. Seasonal variations and sources of mass and chemical composition for PM_{10} aerosol in Hangzhou, China. Particuology. 2009;7(3):161-8.
- 3- Joshi UM, Vijayaraghavan K, Balasubramanian R. Elemental composition of urban street dusts and their dissolution characteristics in various

- 18- Shahsavani. chemical and physical characterization, size distribution of air particales in khuzestan dust storm and identification of affection petroleum mulching method in its conrol. Tehran: Tehran University of medical science; 2012.
- 19- Vassilakos C, Saraga D, Maggos T, Michopoulos J, Pateraki S, Helmis C. Temporal variations of PM_{2.5} in the ambient air of a suburban site in Athens, Greece. *Science of the Total Environment*. 2005; 349(1):223-31.
- 20- Mohammadi F. The Relationship between Meteorological Parameter and PM₁, PM_{2.5} and PM₁₀ Concentrations in the Ambient Air. A Case Study of one Statins in Central Tehran . Tehran University of Medical Sciences.2006.
- Conference on Planning and Environmental Protection.2012.
- 15- Baraldo E, Zagolin L, De Bortoli A, Benassi A, Aria A-OR, editors. PM₁₀ chemical characterization and seasonal variations in a high density urban area nearby Venice, Italy. AAAS08 Advanced Atmospheric Aerosol Symposium, Naples; 2009.
- 16- Querol X, Pey J, Pandolfi M, Alastuey A, Cusack M, Pérez N, et al. African dust contributions to mean ambient PM₁₀ mass-levels across the Mediterranean Basin. *Atmospheric Environment*. 2009;43(28):4266-77.
- 17- Almasi A, Moradi M, Sharafi K, Abbasi S. Seasonal Variation in Air Quality of Kermanshah City in Terms of PM₁₀ Concentration over a Four-Year Period (2008-2011). 2014(5)2:149-158.