

# سنجش میزان آلاینده‌های هوا در شهر سبزوار

اکبر احمدی آسور<sup>۱</sup>، احمد اله آبادی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار

<sup>۲</sup> عضو هیأت علمی گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار

نشانی نویسنده مسئول: سبزوار، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای، اکبر احمدی آسور

E-mail: asour50@yahoo.com

وصول: ۸۹/۱۱/۲۷، اصلاح: ۹۰/۱/۲۲، پذیرش: ۹۰/۳/۲۵

## چکیده

**زمینه و هدف:** از جمله آلاینده‌های مهم در هوای شهری می‌توان به مونوکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن و مه دودهای فتوشیمیایی اشاره نمود که اثرات و عوارض شناخته‌شده‌ای را به همراه دارند. هدف از مطالعه حاضر پی بردن به میزان این آلاینده‌ها به‌عنوان آلاینده‌های اصلی ناشی از وسایط نقلیه موتوری بوده است.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی می‌باشد که در آن آلاینده‌های هوای نقاط مختلف شهر سبزوار مورد سنجش قرار گرفته است. برای نمونه‌برداری از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای در طول زمان و بر اساس متد شماره ۴۸۰۰ و ۶۰۰۴ NIOSH برای دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن و مونوکسید کربن ۶۶۰۴ استفاده شد که وسایل نمونه‌برداری برای پایش شامل پمپ نمونه‌برداری (با دبی ۵ لیتر در دقیقه)، ایمپینجر، لوله آشکار ساز و روتامتر به مکان‌های انتخابی منتقل شدند. در چهار نقطه از شهر سبزوار بر اساس میزان ترافیک، نمونه‌برداری به مدت ۱۲ ماه، هر ماه ۳ روز و هر روز ۳ بار انجام شد. در مجموع ۳۲۴ نمونه جمع‌آوری گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16 و روش توصیفی و ضریب همبستگی پیرسون و آزمون آماری تی تک نمونه‌ای انجام گرفت.

**یافته‌ها:** بالاترین غلظت مونوکسید کربن در ماه‌های مرداد ۶۴/۱ میکروگرم بر متر مکعب و اسفند ۶۳/۱۱ میکروگرم بر متر مکعب ( $p < 0/01$ ) معنادار بوده است. کمترین غلظت یک ساعته مونوکسید کربن ۲۱/۷۱ میکروگرم بر متر مکعب در فلکه طبس و بیشترین غلظت ۹۷/۱۳ میکروگرم بر متر مکعب در نقطه فلکه پست تعیین گردید. متوسط غلظت سالیانه  $SO_2$  در گستره ۹۵/۳۴ - ۲/۶۱ میکروگرم بر متر مکعب بوده است که در ماه‌های مهر ۸۳ میکروگرم بر متر مکعب با  $p < 0/05$  بیشترین مقدار بوده است. بالاترین غلظت متوسط سالیانه  $NO_2$  ۸۷/۸۹ میکروگرم بر متر مکعب در آبان ماه تعیین گردید ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** غلظت مونوکسید کربن در همه ماه‌ها و غلظت دی‌اکسید گوگرد در برخی ماه‌ها از حد استاندارد فراتر بوده است ولی غلظت دی‌اکسید نیتروژن در هیچ ماهی بالاتر از حد استاندارد نبوده است. (مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سبزوار، دوره ۱۸/شماره ۲/صص ۱۴۷-۱۴۰).

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی؛ سبزوار؛ مونوکسید کربن؛ دی‌اکسید گوگرد.

## مقدمه

آلودگی هوا از سه دهه گذشته به یک نگرانی بزرگ عمومی از آغاز صنعتی شدن از جمله خروج آلاینده از وسایط نقلیه موتوری تبدیل شده است. این پدیده علاوه بر اثرات مستقیم بر موجودات زنده، بر روی ساختمان‌ها و هم چنین آب و هوا تأثیر می‌گذارد. این پدیده همچنین بر روی موجودات زنده و  $SO_2$ ،  $NO_2$ ، ازن، هیدروکربن‌های خاص و ذرات دارای اثرات سمی و بر روی ساختمان‌ها اثر مخرب دارند. مشکل آلاینده‌های هوا، به‌ویژه در شهرهای بزرگ می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائلی باشد که انسان‌ها در قرن‌های اخیر با آن روبرو هستند. آلودگی هوا معمولاً هر گونه تغییر ترکیب طبیعی هوای محیطی از طریق افزایش یا کاهش کمیت ترکیبات طبیعی یا با اضافه کردن ترکیبات دیگر مانند دود، دوده، گازها، بخارات یا بوها در هوا تعریف می‌شود (۱).

این تغییرات می‌توانند از طریق فرایندهای طبیعی مانند خروج ذرات از آتشفشان‌ها یا گردبادهای صحرایی یا از طریق فرایندهای مصنوعی ناشی از کاربردهای مختلف صنعتی و حمل و نقل ایجاد شوند. علل اصلی انسانی آلودگی عبارتند از ترافیک، آتش‌سوزی‌ها و فرایندهای صنعتی. آلاینده‌های شاخص هوا نیز عبارتند از دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن، مونوکسیدکربن، هیدروکربن‌ها، ذرات، ازن، بنزن و دوده. استانداردهای کیفیت هوا اساس کنترل آلاینده‌های خطرناک در محیط اتمسفری برای حفظ سلامت افراد و پیشرفت در بهتر کردن کیفیت هوا می‌باشند. مطالعات اپیدمیولوژیکی و مواجهه‌های کنترل شده انسان بخش مهمی را در ارزیابی کمترین سطح مواجهه بازی می‌کند (۲).

آلاینده‌های موجود در هوای شهری را می‌توان به گازها و ذرات تقسیم‌بندی نمود که شامل جامد و مایع می‌باشند. گازهای خارج شده هوا (آلاینده‌های اولیه) مانند ترکیبات طبیعی در هوا پخش می‌شوند. با توجه به فعالیت شیمیایی و شرایط محیطی، آلاینده‌های گازی بعضی مواقع

جهت تشکیل آلاینده‌های جدید (آلاینده‌های ثانویه) مانند ازن با یکدیگر واکنش می‌دهند (۳).

آلاینده‌های ذره‌ای به ذرات قابل تنفس با قطر کمتر از ۱۰ میکرون ( $PM_{10}$ ) و غیر قابل تنفس با قطر تا ۱۰۰ میکرون تقسیم‌بندی می‌شوند (TSP) (۴). ذرات سنگین‌تر، سریع‌تر از ذرات سبک‌تر ته‌نشین می‌شوند؛ بنابراین، اثرات آن‌ها را می‌توان در نزدیک منابع خروجی و انتشار مشاهده نمود. بعضی مواقع ذرات کوچک رفتاری شبیه گازها دارند و برای مدت طولانی در هوا باقی می‌مانند (۵). با توجه به تحقیقات وی و همکاران، آلاینده‌های هوا می‌توانند در بروز بیماری‌های مزمن مانند انسداد ریوی، قلبی عروقی، آسم و سرطان نقش داشته باشند (۶). همچنین بر اساس الگوی دوز - پاسخ، رابطه معناداری بین دی‌اکسید نیتروژن و تحریک چشمی گزارش گردید (۷). طبق بررسی انجام شده توسط نوری و همکاران، افزایش منواکسید کربن محیط، باعث افزایش کربوکسی هموگلوبین خون جنین و کاهش وزن موقع تولد نوزادان می‌شود (۸). همچنین نتایج مطالعات قلبی‌زاده و نجف‌زاده در خصوص آلودگی شهر تهران نشان داد که ارتباط معناداری بین مرگ و میر ناشی از بیماری‌های مورد مطالعه با آلودگی هوا وجود دارد و به‌طور کلی بیشترین همبستگی بین آلودگی هوا در ماه‌های مختلف سال در ارتباط با مرگ و میر مربوط به فصل پاییز (اکتبر و نوامبر) می‌باشد (۹). از سال ۱۹۵۰ که جمعیت جهان دو برابر شده است، تعداد اتومبیل‌های جهان نیز ۱۰ برابر و در همین دوره جمعیت شهری ۴ برابر شده است (۱۰).

در دو دهه گذشته، تلاش‌های زیادی برای ارزیابی آلاینده‌ها در شهرهای بزرگ مانند تهران، اصفهان، شیراز و مشهد انجام شده است. در شهرهای کوچک تر مانند سبزوار با توجه به افزایش میزان شهرنشینی و همچنین افزایش روزانه تعداد وسایط نقلیه موتوری مانند موتورسیکلت و اتومبیل‌های سواری بنزین سوز تاکنون بررسی خاصی صورت نگرفته است. بنابراین، مشکل

دستیابی به نتیجه‌ای قابل قبول، نمونه‌برداری از ابتدای اردیبهشت (آغاز اجرای طرح) تا پایان فروردین سال بعد به مدت یک‌سال انجام گردید.

تجهیزات لازم برای نمونه‌برداری عبارت بودند از پمپ نمونه‌برداری با دبی تا ۵ لیتر در دقیقه، ایمپینجر، روماتر و لوله‌های گازیاب (detector tube) که به مکان‌های نمونه‌برداری منتقل و قبل از انتقال، در آزمایشگاه کالیبراسیون انجام و صحت عملکرد آن‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

جهت بررسی تأثیر شرایط جوی در افزایش یا کاهش میزان آلودگی، با استفاده از دماسنج، آنومتر و رطوبت‌سنج به ترتیب دما، سرعت باد و رطوبت نسبی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

در نمونه‌برداری از دی‌اکسید گوگرد، از متد شماره ۴۸۰۰ niosh و از روش west و Gaeke و با استفاده از ایمپینجر، پمپ نمونه‌بردار و محلول جاذب تراکلرومرکورات سدیم ۰/۱ مولار با دبی ۱/۵ لیتر بر دقیقه و برای دی‌اکسید نیتروژن از متد شماره 6004 niosh و روش سالتزمن به کمک ایمپینجر و محلول جاذب سالتزمن با دبی ۰/۲ لیتر بر دقیقه استفاده گردید و سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر غلظت این دو آلاینده، تعیین گردید و از لوله‌های آشکارساز همراه با پمپ پیستونی با ۱۰۰ سی‌سی در هر ضربه و به تعداد ۲ ضربه در مدت ۴ دقیقه برای نمونه‌برداری از مونوکسیدکربن بر اساس متد شماره ۶۶۰۴ NIOSH به کار گرفته شد.

در نقاط انتخاب شده، نمونه‌برداری به صورت ماهی یک مرتبه در طول سال و سه روز در ماه و سه بار در روز انجام گرفت که عمل نمونه‌برداری در زمان‌های مختلف روز یعنی صبح، ظهر و غروب با توجه به افزایش و کاهش تردد وسایط نقلیه انجام گردید. در مجموع در هر ماه، ۹ نمونه از هر آلاینده و در کل سال تعداد نمونه‌های گرفته شده از سه آلاینده مورد نظر، ۳۲۴ نمونه بوده

اصلی در صورت بالا بودن غلظت آلاینده‌ها در شهر سبزوار می‌تواند به سبب افزایش استفاده از وسایط نقلیه موتوری نسبت به گذشته، کیفیت پایین ماشین‌های دیزلی، تنظیم نبودن میزان سوخت اتومبیل‌ها، قرار داشتن سبزوار در منطقه کویری و وجود بادهای محلی در اکثر مواقع از سال باشد. لذا ضروری است که هر ساله روند افزایش یا کاهش میزان آلاینده‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین، بررسی موقعیت‌های آلودگی هوا در شهر سبزوار به منظور پیدا کردن علل آلودگی و ترسیم یک استراتژی ویژه برای کاهش انتشار آلودگی هوا در این شهر ضروری است.

شهر سبزوار در شرق ایران با ارتفاع ۶۵۰-۶۷۵ متر بالاتر از سطح دریا (۳۲ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی) قرار دارد و یکی از شهرهای استان خراسان رضوی می‌باشد که از غرب با شاهرود، از شرق با نیشابور، از شمال با اسفراین و از جنوب با بردسکن همسایه می‌باشد. این شهر دارای آب و هوای خشک بوده و جمعیت شهری آن نیز در حال افزایش می‌باشد (۱۱). با توجه به افزایش تعداد وسایط نقلیه و صنایع در اطراف شهر و همچنین در مسیر تردد مسافرین به مشهد، تاکنون غلظت آلاینده‌های شهری مورد ارزیابی و سنجش قرار نگرفته است. لذا هدف اصلی پژوهش حاضر سنجش غلظت آلاینده‌های شهری و مقایسه آن با استاندارد بوده است.

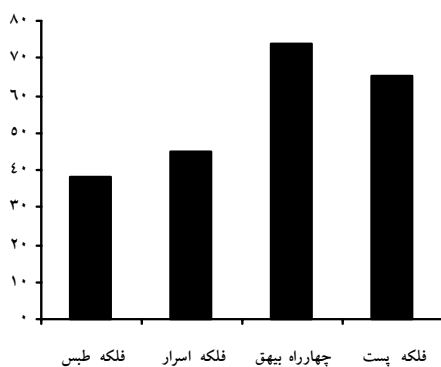
## مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت توصیفی-مقطعی در طول یک‌سال جهت برآورد وضعیت آلودگی هوای شهر سبزوار انجام گرفت. برای نمونه‌برداری از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای در طول زمان استفاده شد که برای انجام آن چهار نقطه از نقاط اصلی شهر سبزوار از نظر کم یا زیاد بودن تعداد وسایط نقلیه، حجم ترافیک در ساعات مختلف روز و تردد مسافرین که می‌توانست نشان‌دهنده موقعیت کلی شهر به لحاظ میزان آلودگی باشند، انتخاب گردید. برای

مختلف در طول یک سال جمع‌آوری شد که از مجموع ۲۱۶ نمونه در آزمایشگاه و ۱۰۸ نمونه در محل نمونه-برداری آنالیز و تعیین مقدار گردیدند. با توجه به نتایج به-دست آمده، کمترین غلظت متوسط سالیانه یک ساعته مونوکسید کربن ۳۸/۴۵ میکروگرم بر متر مکعب در میدان ۲۲ بهمن و بالاترین غلظت ۷۰/۷۲ میکروگرم بر متر مکعب در چهار راه بیهق تعیین گردید (نمودار ۱). همچنین بیشترین غلظت متوسط از نظر زمانی در مرداد ماه ۶۴/۱ میکروگرم بر متر مکعب ( $p < 0/01$ ) و کمترین مقدار در دی ماه ۴۲/۷۷ میکروگرم بر متر مکعب ( $p < 0/05$ ) تعیین شد. از نظر زمانی و مکانی، کمترین غلظت مونوکسید کربن در آذر ماه و بیشترین غلظت در تیر ماه و در میدان ۲۲ بهمن اندازه‌گیری شد ( $p < 0/05$ ) (نمودار ۲).

با توجه به نمودار ۳، متوسط غلظت سالیانه دی اکسید گوگرد در گستره ۹۵/۳۴-۲/۶۱ میکروگرم بر متر مکعب متغیر بوده است. بیشترین غلظت متوسط در فلکه اسرار ۴۷/۳۳ میکروگرم بر متر مکعب و کمترین غلظت در میدان ۲۲ بهمن ۲۲/۲۸ میکروگرم بر متر مکعب مشاهده شد. بیشترین غلظت اندازه‌گیری شده در مهر ماه ۸۳/۰۶ میکروگرم بر متر مکعب گردید ( $p < 0/05$ ).

با توجه به نمودار ۴، بیشترین غلظت میانگین  $NO_2$  در آبان ماه ۸۷/۸۹ میکروگرم بر متر مکعب ( $p = 0/01$ ) و کمترین غلظت در اردیبهشت ماه ۵۵/۰۳ میکروگرم بر متر



نمودار ۱: غلظت میانگین یک ساعته مونوکسید کربن در نقاط مختلف سطح شهر سبزوار

است. نمونه‌های دی‌اکسید گوگرد و دی‌اکسید نیتروژن در آزمایشگاه با استفاده از روش اسپکتروفتومتری مورد آنالیز قرار گرفت و با توجه به این‌که برای نمونه‌برداری از مونوکسید کربن از لوله‌های آشکارساز همراه با پمپ پیستونی استفاده شده بود، بلافاصله بعد از نمونه‌برداری در محل با لوله آشکارساز، غلظت مونوکسید کربن قرائت و یادداشت می‌شد که البته برای محاسبه نهایی غلظت هر سه آلاینده، پارامترهای محیطی نیز لحاظ گردید.

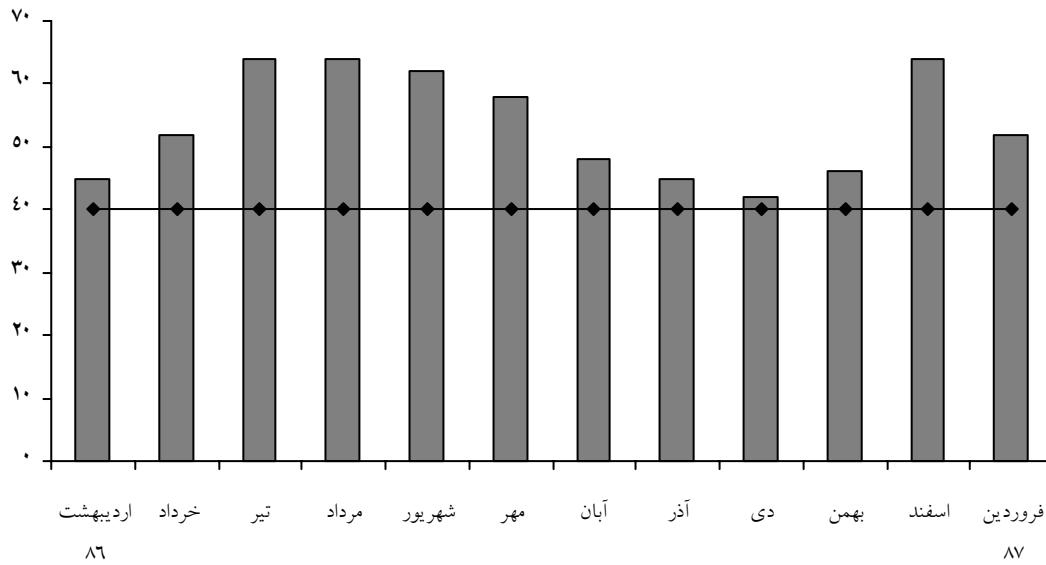
تجهیزات نمونه‌برداری در نقاطی قرار می‌گرفتند که عوامل مزاحم طبیعی و غیرطبیعی برای جلوگیری از تداخل در نمونه‌برداری و ایجاد خطا وجود نداشته باشند و یا تأثیر آن‌ها به حداقل ممکن برسد.

دو سوم از نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار گرفتند و سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که با توجه به اندازه‌گیری پارامترهای محیطی (میزان بارندگی در ماه‌های مختلف، سرعت باد و رطوبت نسبی) ارتباط بین غلظت آلاینده‌ها با این پارامترها و میزان تأثیرگذاری آن‌ها در افزایش یا کاهش میزان غلظت آلاینده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

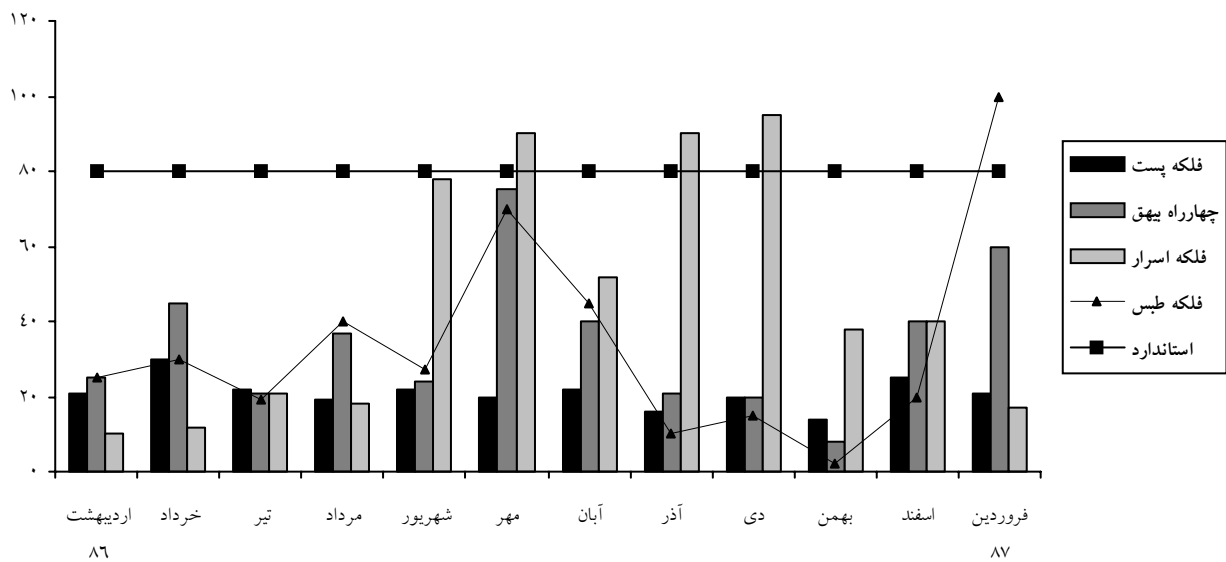
غلظت آلاینده‌ها در روزهای مختلف از ماه‌های اندازه‌گیری شده به صورت میانگین بیان گردید. برای انجام تجزیه و تحلیل نهایی با استفاده از نمونه‌برداری و انجام محاسبات توسط فرمول‌های مربوطه در نهایت برای قضاوت بهتر و مقایسه غلظت آلاینده‌ها در ماه‌ها و نقاط مختلف برای هر ماه یک غلظت به صورت میانگین بیان شد و بر اساس غلظت‌های ذکر شده در هر ماه برای چهار منطقه نمونه‌برداری شده در سبزوار، تجزیه و تحلیل صورت گرفت. برای بیان همبستگی میان غلظت آلاینده‌ها و سرعت جریان باد از ضریب همبستگی پیرسون استفاده گردید.

## یافته‌ها

نمونه‌ها از چهار نقطه در شهر سبزوار در ماه‌های



نمودار ۲: میانگین غلظت یک ساعته مونوکسید کربن در ماه‌های مختلف سال در مقایسه با استاندارد



نمودار ۳: میانگین غلظت سالانه دی اکسید گوگرد در مقایسه با استاندارد در نقاط اندازه گیری شده

پایش نمی‌توان به‌دست آورد، ولی اطلاعات به‌دست آمده مفید بوده و می‌تواند در بررسی‌های آینده مورد استفاده قرار گیرد، میانگین غلظت یک‌ساعته مونوکسید کربن در اغلب ماه‌های سال نسبت به استاندارد بیشتر بوده است. با توجه به زیاد بودن تعداد وسایط نقلیه به‌خصوص موتورسیکلت در شهر سبزوار و همچنین عبور مسافری از این شهر و بالطبع تنظیم نبودن سیستم سوخت‌رسانی

مکعب ( $p=0/01$ ) بوده است. کمترین غلظت در فلکه اسرار و بیشترین غلظت میانگین در میدان ۲۲ بهمن سنجش شده است.

### بحث

اطلاعات خیلی دقیقی از روند افزایش و یا کاهش آلودگی در شهر سبزوار با توجه به محدود بودن دوره

موتورسیکلت‌ها می‌تواند دلیل محکم و قانع‌کننده‌ای برای افزایش غلظت مونوکسید کربن و بالاتر بودن نسبت به استاندارد باشد. از طرف دیگر، وزش بادهای فصلی و بالا بودن سرعت جریان باد در این منطقه که باعث انتقال آلودگی صنایع اطراف شهر به داخل شهر می‌شود، می‌تواند دلیل دیگری بر بالا بودن غلظت مونوکسید کربن باشد.

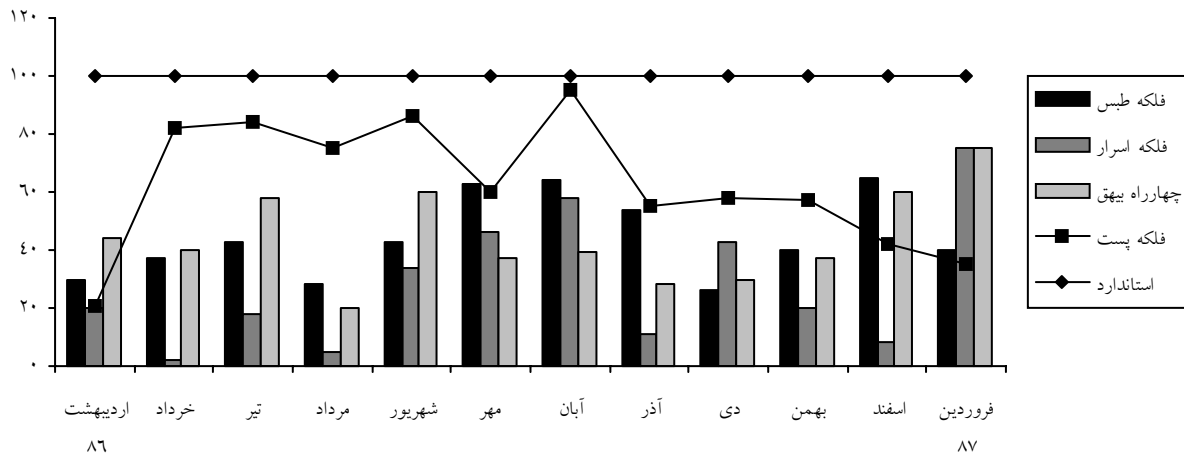
غلظت یک ساعته مونوکسید کربن در تمامی ماه‌ها از حد استاندارد (۴۰ میکروگرم بر متر مکعب) بیشتر بوده است که در ماه اسفند بیشترین ( $p < 0/01$ ) و دی‌ماه کمتری انحراف را از حد استاندارد ( $p < 0/05$ ) داشته است. همچنین غلظت  $SO_2$  از استاندارد سالیانه EPA و ایران ( $80 \mu g/m^3$ ) در فلکه اسرار (سه بار) و فلکه طبس (یک بار) در ماه‌های مختلف تجاوز کرده است. در حالی که در نقاط دیگر (چهار راه بیهق و میدان ۲۲ بهمن) بین ۳ الی ۹۷ درصد استاندارد بوده است. در بعضی از ماه‌ها غلظت دی‌اکسید گوگرد به دلیل شروع فعالیت مراکز آموزشی (اوایل مهر ماه) و اوایل فروردین (به دلیل سفرهای نوروزی) افزایش یافته است و قرار گرفتن شهر سبزوار در مسیر جاده ترانزیتی را می‌توان از دلایل بالا بودن غلظت دی‌اکسید گوگرد تلقی نمود. در ماه‌های مهر، آذر و دی، میانگین غلظت دی‌اکسید گوگرد در فلکه اسرار فراتر از حد استاندارد و در بقیه نقاط و ماه‌های سال میانگین غلظت پایین‌تر از حد مجاز (۸۰ میکروگرم بر متر مکعب) تعیین گردید. بالا بودن غلظت دی‌اکسید گوگرد در فلکه اسرار به دلیل تردد بیشتر وسایط نقلیه نسبت به نقاط دیگر بوده و از طرف دیگر، با توجه به عدم آگاهی بعضی از افراد جامعه که برای مسائل بهداشتی و آلودگی هوا اهمیت کمتری قایل هستند و همچنین استفاده از موتورسیکلت‌های دودزا و تنظیم نشده و یا اضافه کردن روغن به بنزین جهت کمتر مصرف شدن بنزین و مانورهای جوانانه، افزایش بالا بودن غلظت این آلاینده قابل توجیه می‌باشد.

با توجه به این‌که در سبزوار همانند دیگر شهرهای استان خراسان و شهرهای حاشیه کویر از موتورسیکلت برای تردد داخل شهر استفاده می‌کنند، آلاینده‌های ناشی از این وسیله می‌تواند سهم عمده‌ای را در آلودگی هوا داشته باشد چنان‌که طی بررسی به عمل آمده، عامل ۷۰ درصد آلودگی‌های شهر مشهد وسایل نقلیه موتوری هستند (۴).

به دلیل این‌که چهار راه بیهق در مرکز شهر واقع شده و یکی از چهار راه‌های اصلی شهر می‌باشد، بالا بودن غلظت آلاینده‌ها در آن نسبت به نقاط دیگر مورد انتظار است. از طرف دیگر، وزش بادهای فصلی و بالا بودن سرعت جریان باد در این منطقه که باعث انتقال آلودگی صنایع اطراف شهر به داخل شهر می‌شود، می‌تواند دلیل دیگری بر بالا بودن غلظت مونوکسید کربن باشد.

غلظت دی‌اکسید نیتروژن در هیچ نقطه‌ای از حد استاندارد فراتر نبود ولی در میدان ۲۲ بهمن نزدیک به حد استاندارد (۱۰۰ میکروگرم بر متر مکعب) می‌باشد (۹۳/۷ میکروگرم بر متر مکعب). با توجه به این‌که غلظت این آلاینده در فصول بهار و تابستان کمتر از پاییز و زمستان بوده است، با مطالعه‌ای که توسط ژائویانگ و همکاران انجام شد مطابقت دارد (۱۲). البته بالا نبودن غلظت دی‌اکسید نیتروژن به این دلیل می‌باشد که وسایط نقلیه گازوییل سوز که سهم عمده‌ای در تولید دی‌اکسید نیتروژن دارند، اجازه تردد در داخل شهر را ندارند.

مطالعه صفوی و علیخانی نشان داد که در شهر تهران در فصل پاییز غلظت آلاینده‌ها بیش‌تر از فصول گرم سال می‌باشند (۱۳). این مطالعه مشخص نمود که بین جهت باد و غلظت آلودگی در مکان‌های باز ارتباط معناداری وجود دارد ولی در مکان‌های بسته این ارتباط معنادار نبوده است. همچنین مشخص گردید که بین سرعت باد و غلظت مونوکسید کربن ارتباط معناداری وجود داشته است؛ چنین نتیجه‌ای در مطالعات بیدختی و همکاران در شهر تهران نیز به اثبات رسیده است؛ به نحوی که با کاهش سرعت هوا میزان آلودگی افزایش



نمودار ۴: مقایسه غلظت دی‌اکسید نیتروژن در نقاط مختلف سطح شهر سبزوار در ماه‌های سال و با مقادیر استاندارد

یافته است (۱۴).

قرار گیرد.

۲- با توجه به طول عمر مشخص وسایط نقلیه، خروج وسایط نقلیه فرسوده از سیستم حمل و نقل جهت کاهش میزان آلودگی ضروری است.

۳- برای کاهش میزان اثرات مضر آلاینده‌ها با توجه به افزایش روز افزون تعداد وسایط نقلیه، پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های مسئول نسبت به پایش دائم هوا و نصب ایستگاه‌های سنجش آلودگی در نقاط پر تردد اقدام نمایند.

۴- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بر اساس ماده ۷ قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا، با پیش‌بینی و تشخیص به‌موقع مخاطرات شدید ناشی از آلودگی هوا بر سلامت انسان، زمینه برقراری محدودیت‌های موقت زمانی، مکانی و نوعی وسایل نقلیه را توسط سازمان‌های مسئول فراهم نموده و اطلاع‌رسانی به عموم را در اسرع وقت انجام دهد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار انجام شده است که بدین‌وسیله از مساعدت مسئولین و همکاران محترم آن معاونت تشکر و قدردانی می‌شود.

با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده، به لحاظ این- که صنایع تولیدی به شهرک‌های صنعتی محدوده شهر سبزوار منتقل شده و ضمن این‌که تعداد صنایع مولد آلاینده‌های مورد بررسی چندان زیاد نمی‌باشد، چنین می‌توان نتیجه گرفت که اصلی‌ترین منابع تولید آلودگی در شهر سبزوار وجود وسایط نقلیه زیاد در این شهر می‌باشد. ذرات معلق کل (TSP) و کمتر از ۱۰ میکرون آلاینده‌های مهم در شهر سبزوار هستند که باید مورد بررسی قرار گیرند. نتایج حاصل از این بررسی را می‌توان معلول ۴ عامل دانست: ترافیک سنگین در بعضی نقاط، محیط‌های بسته با شرایط بد آب و هوایی، شروع فصل گرما، گرمایش سنتی با راندمان سوختی پایین، افزایش تردد وسایط نقلیه به‌خصوص در فصل تابستان به‌دلیل عبور زائران مشهد از سبزوار.

در نهایت برای بهبود کیفیت هوا در این شهر و

شهرهای مشابه می‌توان پیشنهادات زیر را عنوان کرد:

۱- بیشترین غلظت مربوط به مونوکسید کربن است و منبع عمده مونوکسید کربن در شهرها خودروها و سیستم حمل و نقل می‌باشند که باید قوانین در جهت گازسوز نمودن وسایل نقلیه عمومی، بهبود سیستم حمل و نقل عمومی و بهبود کیفیت سوخت وضع شده و مورد اجرا

## References

1. Cooper CD, Alley FC. Air pollution control : a design approach . Prospect Heights: Waveland Press;1999.
2. Kagawa J. Health effects of air pollutants and their management. Atmos Environ.1967; 18(3): 613-20
3. Amirbeigy H. Principles of Environmental Health. Tehran: andishe Rafi; 2002.Persian
4. Ghyasaldyn M. Air pollution. Tehran: Tehran University Press;2003. Persian.
5. Golbabaei F. Guide to air filtration. Tehran: Tehran University Press;1999.Persian
6. Yang W, Omaye ST. Air pollutants, oxidative stress and human health. Mutat Res. 2009;674(1-2):45-54.
7. Novaes P, Saldiva PH, Matsuda M, Macchione M, Rangel MP, Kara-José N, et al. The effects of chronic exposure to traffic derived air pollution on the ocular surface. Environ Res. 2010;110(4):372-4.
8. Nori K, Ziaee S, Kazem Nejad A .effects caused by carbon monoxide air pollution on pregnancy and fetal cord pathology . J Babol Univ Med Sci. 2005; 7 (3) :12-9. Persian
9. Faraj Zadeh M. air pollution on population mortality in Tehran. Hakim. 2009; 12 (2) :65-71. Persian
10. Fenger J. Urban air quality. Atmos Environ. 1999; 33(29): 4877-900 .
11. Beyhaqi M .Great Encyclopedia Sabzevar. Sabzevar: sonboleh; 2007. Persain
12. Zhao-Yang M, Xiao-Bin Xu , WangT, Xing-Ying Z, Xiao-Lan Yu, Shu-Feng W .Ambient sulfur dioxide, nitrogen dioxide, and ammonia at ten background and rural sites in China during 2007–2008. Atmos Environ.44(21): 2625-31.
13. Safavi SY, Johnny A .geographical factors on air pollution in Tehran. Geogr Res .385; 38 (58) :99-112.
14. Bidokhti AA, Abbas A, sharei poor Z . meteorology conditions and high atmospheric air pollution with acute conditions (Case Study: Tehran). Environ Stud . 2009; 35 (52) :1-14