

بررسی میزان آلودگی ذرات معلق در هوای شهر گچساران در سال ۱۳۸۴

چکیده:

مقدمه و هدف: پدیده آلودگی هوا در مناطق شهری و صنعتی از مهمترین مشکلات زیست محیطی می باشد که سلامت انسان ها را تهدید می نماید. از جمله این آلاینده ها، ذرات معلق در هوا می باشد که به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب از آن در هوا، میزان مرگ و میر ۱ تا ۳ درصد افزایش می یابد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان آلودگی ذرات معلق در هوای شهر گچساران انجام گردید.

مواد و روش ها: این یک مطالعه تحلیلی به صورت طولی است که نمونه های هوا (۶۹۳۶ نمونه) در این بررسی به صورت ۲۴ ساعته در طول سال ۱۳۸۴ جمع آوری گردید. داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS و آزمون های آماری تی دانشجویی، آنالیز واریانس و همبستگی پیرسون تحلیل گردید.

یافته ها: نتایج حاکی از وجود ارتباط خطی مستقیم بین درجه حرارت هوا و میزان غلظت ذرات معلق می باشد ($p < 0.01$)، به گونه ای که میانگین این میزان در فصول تابستان (۲۲۶/۳ میکروگرم بر متر مکعب)، بهار (۱۶۷/۸ میکروگرم بر متر مکعب)، پاییز (۱۱۱/۶ میکروگرم بر متر مکعب) و زمستان (۸۵/۷ میکروگرم بر متر مکعب)، به ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار را به خود اختصاص داده اند ($p < 0.05$). همچنین میانگین غلظت ۲۴ ساعته آلاینده ها در ماه های مختلف نشان می دهد که در سه ماه اردیبهشت، تیر و مرداد، غلظت ذرات معلق بالاتر از حد مجاز (۲۶۰ میکروگرم بر متر مکعب) بوده است.

نتیجه گیری: خشکی هوای منطقه، کمبود رطوبت هوا و بارندگی و درجه حرارت بالای هوا همراه با وجود تأسیسات عظیم صنعتی در محدوده این شهر از عوامل بالقوه بالا بودن آلودگی هوا در شهر گچساران می باشد.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، ذرات معلق، درجه حرارت

دکتر ارسلان جمشیدی*

دکتر کامبیز کریمزاده**

علیرضا رایگان شیرازی***

*دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشگاه علوم

پزشکی یاسوج، دانشکده بهداشت،

گروه بهداشت محیط

**دکترای آموزش بهداشت، استادیار دانشگاه علوم

پزشکی یاسوج، دانشکده بهداشت،

گروه بهداشت عمومی

***کارشناس ارشد بهداشت محیط، مربی دانشگاه

علوم پزشکی یاسوج، دانشکده بهداشت، گروه

بهداشت محیط

تاریخ وصول: ۱۳۸۵/۱/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۷/۳۰

مؤلف مسئول: دکتر ارسلان جمشیدی

پست الکترونیک: jamshidi_a@yahoo.com

مقدمه

گسترش روزافزون و بی‌رویه شهرها، به همراه توسعه سریع اقتصادی و در نتیجه آن، افزایش مصرف انرژی باعث ایجاد مشکلات متعدد زیست محیطی برای ساکنین آنها گردیده است. آلودگی هوای شهرها یکی از مهمترین این معضلات بوده که همواره تهدیدی دایم و جدی برای سلامت و بهداشت جامعه و همچنین محیط زیست می‌باشد. بر اساس تعریف؛ آلودگی هوا به وجود یک یا چند آلاینده در هوای آزاد به مقدار، مدت و ویژگی‌هایی که برای زندگی انسان، حیوان و گیاه خطرناک بوده و برای اشیاء و متعلقات زندگی مضر باشد، به طوری که باعث اختلال در رفاه نسبی انسان گردد، اطلاق می‌گردد(۱).

اثرات آلودگی هوا بر سلامت انسان از زمان‌های گذشته مورد توجه پژوهشگران و عامه مردم قرار گرفته است، در حالی که در بسیاری از کشورهای صنعتی پیشرفته به منظور حفظ سلامت انسان‌ها و جلوگیری از تخریب محیط زیست برنامه‌های کنترل آلاینده‌های هوا از دهه‌های نخستین قرن بیستم به کار گرفته شده‌اند. وضعیت آلودگی هوا در اکثر کشورهای در حال توسعه روز به روز رو به وخامت می‌گذارد(۲).

بر اساس گزارش برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد ذرات معلق مهمترین آلاینده هوا در شهرهای بزرگ جهان می‌باشد(۲). ذرات معلق از منابع مختلف در هوا منتشر می‌شوند. گرد و غباری که از سطح زمین به وسیله باد در هوا منتشر می‌شود

به همراه گرد و غبار حاصل از آتش سوزی جنگل‌ها و آتشفشان‌ها، ویروس‌ها، باکتری‌ها و گرده‌ها از جمله منابع طبیعی ذرات معلق هوا محسوب می‌شوند، در حالی که منابع غیر طبیعی ذرات شامل؛ احتراق مواد سوختی، ذرات حاصل از فرایندهای مختلف در صنایع، ذرات حاصل از خرد کردن و ساییدن مواد، ترافیک و وسایل نقلیه می‌باشند. تحقیقات نشان داده‌اند که ذرات معلق موجود در هوا با قطر کمتر از ۱۰ میکرومتر برای سلامتی موجودات زنده خطرناک هستند(۳)، برخلاف سایر آلاینده‌های گازی موجود در هوا از قبیل؛ اکسیدهای نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد، ذرات معلق به صورت ترکیبی از مواد آلی و معدنی مختلف با خصوصیات متفاوت و به اشکال متفاوت در هوا منتشر و توزیع می‌گردند(۴). طبق بررسی‌های سازمان بهداشت جهانی به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم ذرات معلق، میزان مرگ و میر ۱ تا ۳ درصد افزایش می‌یابد(۵). بنابراین امروزه نیاز به مطالعه خصوصیات ذرات معلق و نحوه انتشار آنان به همراه تعیین منشاء تولید این ذرات در شهرهای مختلف یکی از اولویت‌های اساسی برنامه‌های کنترل آلودگی هوا در شهرها می‌باشد(۱).

شهر گچساران با جمعیت بیش از ۷۰۴۲۲ نفر در سال ۱۳۷۵؛ ارتفاع ۷۲۰ متر از سطح دریا و مساحت بیش از ۱۸ کیلومتر مربع در جنوب غربی کشور قرار گرفته است(۶). این شهر دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و درجه حرارت هوا تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد در فصول گرم سال افزایش می‌یابد. میزان

نمونه هوا (هر ساعت یک نمونه) جمع‌آوری و آنالیز گردید.

برای تعیین میزان غلظت ذرات معلق دستگاه داس مانیتور^(۱) ساخت شرکت خدمات تکنولوژی محیطی^(۲) انگلستان مورد استفاده قرار گرفت. حجم هوای ورودی به دستگاه ۲/۳ متر مکعب در ساعت تنظیم شد و فیلتر با قطر ۵۰ - ۴۷ میلی‌متر در دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. این دستگاه به صورت اتوماتیک میزان غلظت ذرات معلق موجود در نمونه هوا را آنالیز و ثبت می‌نماید. محل استقرار دستگاه در محوطه اداره محیط زیست شهرستان گچساران که عملیات نمونه‌برداری از سایر آلاینده‌های مختلف هوا نیز انجام می‌گیرد، بوده است. همزمان با نمونه‌برداری از هوا، میزان درجه حرارت و رطوبت نسبی هوا نیز اندازه‌گیری و ثبت گردید.

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS^(۳) و آزمون‌های آماری تی دانشجویی^(۴)، همبستگی پیرسون^(۵) و آنالیز واریانس^(۶) و آزمون تعقیبی توکی^(۷) تحلیل گردید.

یافته‌ها

نتایج بیانگر آن است که در ماه‌ها و فصول گرم سال (بهار و تابستان) میانگین غلظت ۲۴ ساعته

متوسط بارندگی سالانه در این شهر ۳۹/۸ میلی‌متر برای سال ۱۳۸۲ بوده است. گسترش تأسیسات و صنایع عظیم نفت و گاز در محدوده این شهر از مهمترین شاخصه‌های شهر نفت‌خیز گچساران می‌باشد^(۶).

بدین ترتیب وجود عوامل زمینه‌ساز آلودگی هوا شامل: کمبود باران و خشکی هوا، گرمای محیط و طولانی بودن فصل گرم، تراکم نسبتاً بالای جمعیت همراه با ترافیک شهری، کمبود فضای سبز در شهر و حومه و وجود تأسیسات عظیم نفت و گاز، پرداختن به مقوله آلودگی هوا را جزء اولویت‌های بالای بهداشتی و زیست محیطی شهر گچساران قرار داده است. بررسی اطلاعات موجود نشان می‌دهد که تاکنون چنین مطالعه‌ای در شهر گچساران انجام نگردیده، بنابراین، پژوهش موجود با هدف تعیین میزان غلظت ذرات معلق در هوای شهر گچساران اجرا گردیده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع تحلیلی به صورت طولی می‌باشد. نمونه‌های هوا به منظور تعیین میزان غلظت ذرات معلق در فاصله زمانی یک سال (از فروردین تا اسفندماه سال ۱۳۸۴) به صورت ۲۴ ساعته در هفت روز هفته جمع‌آوری و آنالیز گردیده‌اند. به علت نقص فنی، نمونه‌برداری در بهمن ماه انجام نگردید و غلظت‌ها برای یازده ماه باقیمانده سال گزارش گردیده است. مجموعاً در طی ۳۳۴ روز نمونه‌برداری ۶۹۳۶

1-Dust Monitor SM 200
2-Enviro Technology Services
3-Statistical Package for Social Sciences
4-Student T test
5-Pearson Correlation
6- ANOVA
7-Tukey

ذرات معلق بیشتر از ماه‌ها و فصول سرد سال (پاییز و زمستان) می‌باشد. حداکثر غلظت ذرات معلق (میانگین ۲۴ ساعته) مربوط به ماه مرداد (گرمترین ماه) با میانگین ۲۴۹/۱ میکروگرم در مترمکعب و کمترین آن مربوط به ماه دی (سردترین ماه) با میانگین ۴۸/۳ میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. حداکثر میانگین غلظت ذرات معلق مربوط به فصل تابستان (۲۲۶/۳ میکروگرم در مترمکعب) می‌باشد. این در حالی است که بیشترین دامنه تغییرات و انحراف معیار موجود نیز مربوط به داده‌های این فصل بوده است. (جدول ۱).

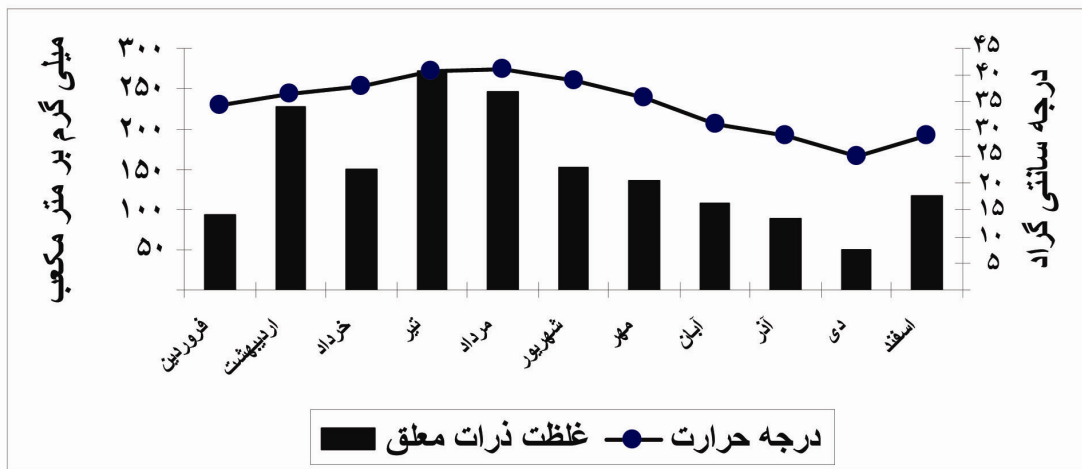
ماه‌های فصل زمستان با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به ماه بهمن، از آزمون تی استفاده گردید. بر این اساس شدت آلودگی در فصل بهار، در ماه اردیبهشت بیشتر از فروردین و در تابستان در ماه‌های مرداد و تیر بیشتر از ماه شهریور (۰/۰۵ < p)، در پاییز در ماه مهر بیشتر از ماه آبان و در ماه آبان نیز بیشتر از ماه آذر و بالاخره در زمستان در ماه اسفند بیشتر از دی ماه بوده است (۰/۰۱ < p). همچنین یافته‌ها نشانگر آن است که در مجموع میزان غلظت ذرات معلق برای فصول مختلف، در زمستان به ترتیب کمتر از فصول پاییز، بهار و تابستان بوده است.

نمودار ۱ غلظت ۲۴ ساعته این آلاینده را در ماه‌های مختلف به همراه متوسط درجه حرارت هوا در هر ماه نمایش می‌دهد. جهت مقایسه میزان آلودگی هوا در فصول مختلف سال و همچنین ماه‌های هر فصل، از آزمون تحلیل واریانس استفاده گردید و به دنبال آن آزمون توکی محل اختلافات را مشخص نمود. لازم به ذکر است برای اطلاعات مربوط به

همچنین نتایج آزمون همبستگی پیرسون نیز ارتباط خطی مستقیم بین درجه حرارت هوا و میزان غلظت ذرات معلق را نشان می‌دهد (r = ۰/۸۳۳ و ۰/۰۰۱ < p)، به طوری که با افزایش درجه حرارت هوا میزان غلظت آلاینده نیز افزایش یافته است.

جدول ۱: میانگین غلظت آلاینده ذرات معلق در هوای شهر کچساران در ماه‌ها و فصول مختلف، سال ۱۳۸۴

ماه و فصل	میانگین	انحراف معیار	دامنه	آزمون و سطح معنی‌داری
فروردین	۹۳/۳	۴۶/۸	۴۹/۵-۲۱۲/۸	p < ۰/۰۱, F=۵/۲۴
اردیبهشت	۲۲۷/۲	۱۵۳/۶	۱۰۴/۱-۷۳۰/۱	اردیبهشت < فروردین
خرداد	۱۵۰/۲	۶۰/۲	۷۳/۵-۲۷۸/۹	
بهار	۱۶۷/۸	۱۱۷/۷	۴۹/۵-۷۳۰/۱	
تیر	۲۲۷/۶	۱۲۶/۸	۱۴۳/۸-۷۶۷/۷	p < ۰/۰۱, F=۵/۸۲
مرداد	۲۴۹/۱	۲۲۷/۳	۷۸/۴-۹۹۴/۸	تیر < شهریور
شهریور	۱۵۲/۲	۳۵/۹	۱۰۱-۲۲۴	مرداد < شهریور
تابستان	۲۲۶/۳	۱۵۹/۴	۷۸/۴-۹۹۴/۸	
مهر	۱۳۳/۸	۲۹/۹	۹۳/۵-۲۱۵/۲	p < ۰/۰۰۰۱, F=۹/۹۱
آبان	۱۰۹/۷	۵۳/۴	۲۷/۶-۲۴۶/۸	مهر < آبان < آذر
آذر	۸۹/۱	۲۱/۸	۴۷/۷-۱۴۲/۱	
پاییز	۱۱۱/۶	۴۱/۷	۲۷/۶-۲۴۶/۸	
دی	۴۸/۳	۱۹/۰	۸/۸-۸۷/۸	p < ۰/۰۰۰۱, t = ۷/۳۰
اسفند	۱۱۷/۹	۴۷/۱	۳۹/۹-۲۳۹/۳	اسفند < دی
زمستان	۸۵/۷	۵۰/۷	۸/۸-۲۳۹/۳	



نمودار ۱: غلظت آلاینده ذرات معلق و متوسط درجه حرارت ماهیانه در شهر گچساران، ۱۳۸۴

بحث و نتیجه گیری

پدیده آلودگی هوا در مناطق شهری و صنعتی از مهمترین مشکلات زیست محیطی می باشد که سلامت انسانها را تهدید می نماید. از جمله این آلاینده ها، ذرات معلق هوا می باشد که به ازای افزایش هر ۱۰ میکروگرم بر متر مکعب از آن در هوا، میزان مرگ و میر ۱ تا ۳ درصد افزایش می یابد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان آلودگی ذرات معلق در هوای شهر گچساران انجام گردید.

مقایسه میانگین غلظت ۲۴ ساعته ذرات معلق در ماه های مختلف با استاندارد اولیه برای هوای پاک که به وسیله سازمان بهداشت جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست که حداکثر غلظت ۲۴ ساعته را ۲۶۰ میکروگرم در متر مکعب (نباید بیش از یک بار در

سال اتفاق بیافتد) و معدل سالیانه را ۷۵ میکروگرم در متر مکعب (۷) در نظر گرفته است، مؤید این واقعیت است که میانگین غلظت سالیانه در شهر گچساران بالاتر از حد مجاز بوده و همچنین میانگین غلظت ۲۴ ساعته آلاینده در ماه های مختلف گویای آن است که حداقل در سه ماه اردیبهشت، تیر و مرداد غلظت ذرات معلق در هوای شهر گچساران بالاتر از حد مجاز بوده است. یافته های گزارش شده در مورد تابستان، بیانگر این واقعیت است که روزها و شاید ساعات مختلف شبانه روز در این فصل از لحاظ غلظت ذرات معلق به شدت متغیر و در نوسان می باشد. با توجه به وجود رابطه خطی و مستقیم بین افزایش میزان غلظت این آلاینده و میزان مرگ و میر (۵)، شاید بتوان هوای گچساران را در فصل

تابستان نسبت به سایر فصول از لحاظ بهداشتی ناسالم‌تر به حساب آورده و بر همین اساس توصیه‌هایی در زمینه کاهش تردد، به خصوص در ساعات گرم روز، به افراد آسیب‌پذیر جامعه ارایه نمود.

به طور کلی از مجموع ۳۳۴ روزی که غلظت آلاینده ذرات معلق در هوای شهر گچساران مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است، در ۲۹ روز غلظت این آلاینده فراتر از حد مجاز و استاندارد (۲۶۰ میکروگرم در مترمکعب) بوده است که توزیع این روزها در ماه‌های اردیبهشت (۳ روز)، خرداد (۲ روز)، تیر (۱۸ روز) و مرداد (۶ روز) بوده است. نتایج مطالعه مشابهی که به وسیله ملکوتیان و همکاران (۱۳۷۷) در شهر کرمان انجام گردیده، حاکی از وجود آلودگی هوای ناشی از ذرات معلق در هوای شهر کرمان بوده است. هرچند که در مطالعه یاد شده ارتباط بین آلودگی هوا و درجه حرارت هوا مورد بررسی قرار نگرفته است (۸)، به نظر می‌رسد که تشابهات اقلیمی از جمله خشکی هوای منطقه که خود پراکنندگی زیاد ذرات گرد و خاک را به همراه دارد؛ همراه با شرایط مشابه وجود تأسیسات عظیم صنعتی در منطقه از جمله علل اصلی بالابودن غلظت ذرات معلق در هر دو شهر گچساران و کرمان می‌باشد. در مطالعه مشابه دیگری که به وسیله احرام‌پوش و امینی‌پور (۱۳۷۸) بر روی آلودگی هوا در شهر یزد انجام گرفته است، بالا بودن

میزان ذرات معلق در هوا با میزان بارندگی کم و رطوبت بسیار پایین در این شهر مرتبط شناخته شده است (۹).

همچنین کوئین و ادویمی^(۱) (۲۰۰۲) در بررسی مشابه دیگری در شهر داندی انگلستان فعالیت‌های مربوط به خاک و ساخت و ساز، به همراه صنایع فراورده‌های نفتی به عنوان منابع اصلی انتشار ذرات معلق گزارش نموده‌اند (۱۰).

در مجموع بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، میزان غلظت آلاینده ذرات معلق در هوای شهر گچساران در فصول گرم سال بالاتر از حد مجاز می‌باشد که خود می‌تواند مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی متعددی را در پی داشته باشد. با توجه به شرایط بوم شناختی منطقه می‌توان رویکردهای کنترل کننده عمومی آلاینده‌ها را به شرح زیر، در جهت بهبود کیفیت هوای شهر گچساران مورد نظر قرار داد؛ کنترل آلودگی ناشی از صنایع مهم و مؤثر در آلودگی هوای شهر گچساران خصوصاً صنایع نفت و گاز در محل تولید، بهینه سازی تردد شهری با اعمال روش‌های کنترل ترافیک و اعمال ضوابط فنی و شهرسازی در جهت روان‌سازی ترافیک شهری، گسترش فضای سبز شهری و پارک‌های منطقه‌ای و آموزش همگانی و جلب همکاری و مشارکت مدیران و صاحبان صنایع در

1-Qin & Oduyemi

جهت کنترل آلودگی هوا. در نهایت لازم به ذکر است که مطالعه حاضر واجد محدودیت‌هایی همچون منحصر بودن مکان نمونه‌برداری به محل نصب دستگاه نمونه‌برداری نیز بوده است، هر چند که دستگاه به دور از مراکز عمده ایجاد آلودگی قرار داشت. بنابراین لازم است که این نکته در استفاده از نتایج مطالعه حاضر و نیز در انجام مطالعات بعدی مورد نظر قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از زحمات مسئولان و کارکنان اداره کل محیط زیست استان و اداره محیط زیست شهرستان گچساران که نهایت همکاری را در اجرای این طرح داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

Particulate Air Pollution Concentration in the City of Gachsaran, 2005-2006

Jamshidi A,
Karimzadeh Shirazi K^{**},
Raygan Shirazi AR^{***}.

^{*} Assistant Professor of Environmental Health, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

^{**} Assistant Professor of Health Education, Department of Public Health, Faculty of Health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

^{***} MSc in Environmental Health, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Yasuj University of Medical Sciences, Yasuj, Iran

KEYWORDS:
Air Pollution,
Particulate Matters,
Temperature

Received: 30/1/1385

Accepted: 30/7/1385

Corresponding Author: Jamshidi A
Email: jamshidi_a@yahoo.com

ABSTRACT:

Introduction & Objective: Air pollution is a major environmental problem in urban areas. PM10 (Particulate Matters with a diameter less than 10 micrometer) is one of the most important pollutants in air, and an increase of 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in concentration may cause an increase of 1-3 percent in the mortality rate. The aim of this study was to determine the concentration of the PM10 air pollution in the city of Gachsaran.

Materials & Methods: This is an analytic-longitudinal study. 6936 air samples were collected during 334 days from April 2005 to March 2006 using a SM200 dust monitor sampler machine. The data were analyzed conducting oneway ANOVA, Tukey and t-student tests and then compared with the WHO standard rates.

Results: The results revealed a direct linear correlation between air temperature and concentration of PM10 ($p < 0.001$). There was a significant difference between the mean value of PM10 concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in the seasons of summer (226.3), spring (167.8), autumn (111.6), and winter (85.7). In addition, the mean concentrations of PM10 in warmer months exceeded to the maximum permissible concentration.

Conclusion: It can be concluded that some important variables such as air dryness, low rate of humidity and rainfall, high temperature along with the huge local oil industries are the potential factors of air pollution in Gachsaran.

REFERENCES:

۱. غیاث‌الدین منصور. آلودگی هوا. چاپ چهارم. تهران: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ ۱۳۸۱؛ ۴-۵.
2. World Health Organization/United Nations Environmental Program, Urban Air Pollution in Mega Cities of the world. 2nd ed. Oxford: Blackwell; 1992; 6-14.
3. Ta W, Tao W, Xiao H, Zhu X, Xiao Z. Gaseous and particulate air pollution in the Lanzhou Valley, China. Sci Tot Environ 2004; 320: 163-76.
4. Breed CA, Arocena JM, Sutherland D. Possible sources of PM10 in Prince George (Canada) as revealed by morphology and in situ chemical composition of particulate. Atmos Environ 2002; 36: 1721-31.
۵. غیاث‌الدین منصور. آلودگی هوا و اثرات آن. در کتاب جامع بهداشت عمومی. مؤلفین: حاتمی حسین، رضوی سید منصور، افتخار اردبیلی حسن، مجلسی فرشته، سید نوزادی محسن، پریزاده محمد جواد. چاپ اول. جلد اول. تهران: انتشارات ارجمند؛ ۱۳۸۳؛ ۳۱۸-۳۳۶.
۶. سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کهگیلویه و بویراحمد. سالنامه آماری استان. یاسوج: انتشارات سازمان و مدیریت برنامه‌ریزی ۱۳۸۳.
۷. سازمان حفاظت محیط زیست. ضوابط و استانداردهای زیست محیطی. تهران: انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ۱۳۷۷.
۸. ملکوئیان محمد، شریعت سید محمود، غیاث‌الدین منصور. بررسی وضعیت آلودگی هوای شهر کرمان. مجله بهداشت ایران ۱۳۷۸؛ دوره بیست و هشتم، شماره ۴-۱: ۶۵-۷۲.
۹. اهرام‌پوش محمدحسن، امینی‌پور محمدرضا. تعیین میزان برخی آلاینده‌های هوای شهر یزد، مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد ۱۳۷۸؛ دوره هفتم، ضمیمه شماره ۲: ۲۵-۳۱.
10. Qin Y, Oduyemi K. Atmospheric aerosol source identification and estimates of source contributions to air pollution in Dundee, Atmos Environ 2003; 37: 1799-809 .