

بررسی شاخص کیفیت هوا و غلظت ذرات معلق با قطر آئرو دینامیکی در هوای شهر قم

محمد عزیزی فر^۱، کاظم ندافی^۲، مجید محمدیان^۳، مرتضی صفدری^۴، محمد خزایی^۱

^۱ کارشناس ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

^۲ استادیار بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

^۳ پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

^۴ کارشناس بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: بحث آلودگی هوا از دیدگاه اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فنی، موضوعی است که امروزه در دنیا جایگاه ویژه‌ای دارد، و یکی از مسایل مطرح در این زمینه، جلوگیری از افزایش این آلودگی و یافتن علل و عوامل به وجود آورنده آن است. همچنین آلاینده‌ها و ذرات معلق مانند PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 از علل اصلی آلودگی هوا محسوب می‌شوند، این تحقیق نیز با هدف بررسی شاخص کیفیت هوا و مقادیر این ذرات در شهر قم صورت گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه، ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 در ۲ نقطه مرکزی شهر قم سنجیده شد، و برای هر کدام از ذرات، ۶۰ نمونه طی ۵ ماه متوالی در فصول تابستان (۲ ماه) و پاییز با دستگاه Enviro Check برداشت شد.

یافته‌ها: در طول دوره نمونه‌گیری از نظر آلاینده PM_{10} ، آبان‌ماه با میانگین $117 \mu g/m^3$ آلوده‌ترین و مهرماه با میانگین $83 \mu g/m^3$ پاک‌ترین ماه گزارش شد. همچنین از نظر آلاینده $PM_{2.5}$ ، آذرماه با میانگین $33 \mu g/m^3$ آلوده‌ترین و مرداد، شهریور و مهرماه با میانگین $8 \mu g/m^3$ پاک‌ترین ماهها بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 در اکثر مواقع کمتر از حد استاندارد بوده و مقادیر AQI نیز برای آنها در حد متوسط و خوب می‌باشد.

کلید واژه‌ها: ذرات معلق؛ آلودگی هوا - استانداردها؛ قم، ایران.

نویسنده مسئول مکاتبات: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی: azizifar@muq.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۷۴۷۹۷۴۶

تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۱

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۳۰

مقدمه

شامل افزایش مرگ و میر، افزایش مراجعه به بیمارستان، افزایش تغییرات در عملکرد فیزیولوژیکی بدن بالاخص عملکرد تنفسی و قلبی - عروقی است (۴). PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 به ترتیب، به ذرات معلق با قطر آئرو دینامیکی کمتر از ۱، ۲/۵ و $10 \mu m$ اطلاق می‌گردد (۵، ۶). ذرات معلق منتشره از منابع انسان‌ساز و طبیعی دارای یک اندازه نیستند، و در محدوده خاصی قرار دارند (۷). ذرات با قطر کوچکتر از $10 \mu m$ قادرند چندین ماه در اتمسفر باقی بمانند، ذرات کوچکتر از $0.1 \mu m$ تحت تأثیر حرکت براونی و برخورد تصادفی قرار می‌گیرند و ذرات بین $2 \mu m - 0.1 \mu m$ نیز در اثر پدیده

امروزه یکی از مهم‌ترین مشکلات محیط زیست، آلودگی هوا است. زیرا هوا بیشترین ماده‌ای است که در شبانه‌روز مصرف می‌شود (۱). تجمع اکثر مردم در مناطق شهری و توقع استاندارد بالای زندگی با حداقل قیمت بدون توجه به محیط زیست، باعث افزایش غلظت آلودگی هوا در حد خطرناک و قابل توجه گردیده است (۲). در آمریکا هزینه بهداشتی حاصل از غلظت‌های بالای ذرات، سالیانه حدود ۲۳ میلیارد پوند است (۳). بررسی‌های گسترده نشان می‌دهد اثرات بالقوه آلودگی هوا بر سلامت انسان

شهر قم نیز با بیش از یک میلیون نفر جمعیت به دلیل موقعیت توپوگرافی و اقلیمی و استقرار چند صد آلوده کننده و مصرف میلیون ها لیتر انواع سوخت های فسیلی در منابع مختلف، به عنوان یک شهر آلوده مطرح می باشد. از طرفی، موقعیت خاص جغرافیایی این شهر و مجاورت آن با کویر به خصوص در ۲ فصل تابستان و پاییز، باعث پیدایش شرایط غبار آلود و تراکم آلودگی به خصوص ذرات معلق (PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 ، TSP) در سطح زمین و همتراز تنفس مردم شده است که این مسئله سلامتی آنها را به خطر می اندازد. این پژوهش با هدف تعیین غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 و محاسبه شاخص کیفیت هوا (AQI) برای این آلاینده ها در هوای شهر قم در سال ۱۳۸۶ صورت گرفت.

روش بررسی

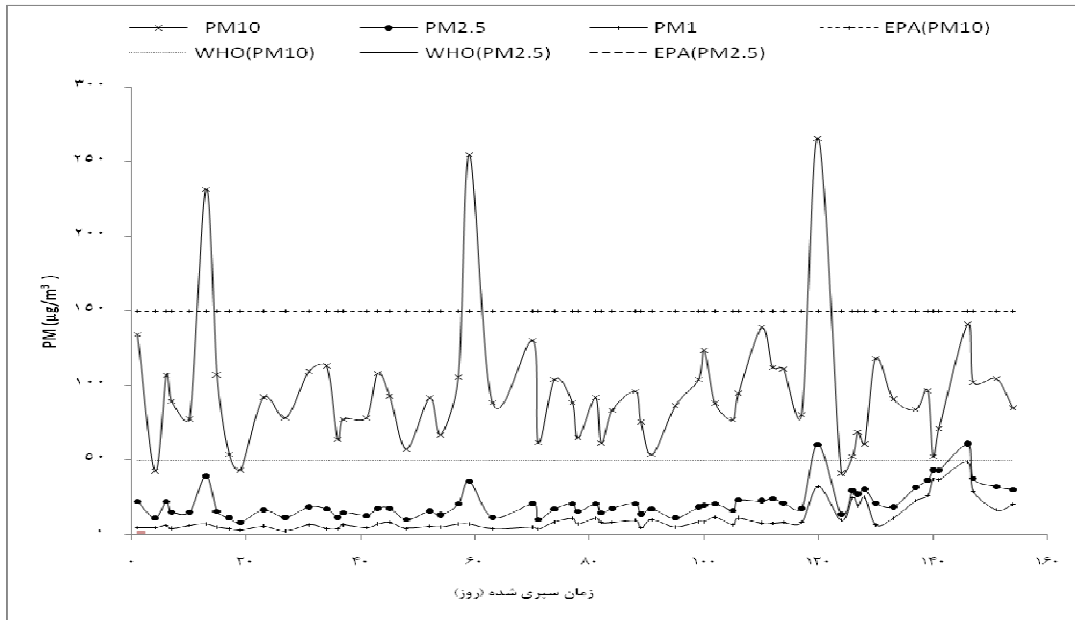
این تحقیق به صورت مطالعه توصیفی - مقطعی در شهر قم طی فصول تابستان و پاییز سال ۱۳۸۶ انجام شد. نمونه گیری بر پایه رهنمودهای موجود EPA در مورد ذرات معلق صورت گرفت. (در رهنمود سال ۲۰۰۲ توصیه شده است که در هر ماه حداقل ۱۰ نمونه اخذ شده و روزهای تعطیل نیز پوشش داده شوند). بدین ترتیب در ۵ ماه نمونه گیری (مرداد، شهریور، مهر، آبان و آذر) حداقل ۶۰ نمونه برای هر کدام از مقادیر PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 برداشت شد. ایستگاه های نمونه گیری در ۲ نقطه مرکزی شهر یعنی مرکز بهداشت استان و دانشکده بهداشت مطابق با استاندارد EPA برای مکان یابی ایستگاه های سنجش آلودگی هوا انتخاب شدند (۵). محل استقرار دستگاه نیز طبق استاندارد EPA، در فاصله ای بیشتر از ۲۰ متر از خیابان، درختان و منابع تولید آلودگی و در ارتفاع ۱۵-۳ متری زمین قرار داشت. اندازه گیری پارامترهای PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 در هوا توسط دستگاه Enviro Check مدل ۱۰۷ شرکت Grimm انجام شد. (این دستگاه به طور اتوماتیک مقادیر را در حافظه خود ذخیره کرده و میانگین دقیقه ای، ساعتی و روزانه را محاسبه می کند و با داشتن حس گرهای دما، فشار و رطوبت می تواند به راحتی شرایط استاندارد را محاسبه و در اندازه گیری منظور نماید). مقادیر اندازه گیری شده بر روی رایانه منتقل و توسط نرم افزار Excell، AQI، Grimm و تجزیه و تحلیل شدند.

آب شویی و بارش باران حذف می شوند (۸). ذرات بزرگتر از 2μ که در اولویت قرار دارند، دارای سرعت ته نشینی پایینی هستند. ذرات با قطر تقریبی بزرگتر از 20μ نیز سرعت ته نشینی بالایی دارند (۸). تقریباً ۴۰٪ ذرات با اندازه بین $1-2\mu$ در برونش ها و کیسه های هوایی باقی می ماند، و ذرات با ابعاد $1\mu-25\mu$ در سیستم تنفسی کمتر باقی می ماند؛ زیرا این ذرات در اثر عمل بازدم و دم از دستگاه تنفسی خارج و یا وارد آن می شوند. ذراتی با ابعاد کمتر از 0.25μ نیز به دلیل حرکت براونی در دستگاه تنفسی بیشتر باقی می ماند (۹). برخی ذرات به علت خاصیت سمی برای سلامتی انسان بسیار خطر آفرین هستند. به عنوان مثال ذرات معلق کربن دار به ویژه ترکیبات آروماتیک حلقوی به احتمال زیاد می توانند در انسان سرطانزا باشند (۱۰، ۱۱). تحقیقی که توسط WHO در برلین، کپنهاک و رم صورت گرفت، نشان داد PM در غلظت های طولانی مدت، باعث افزایش ۶٪ مرگ و میر و افزایش هر $10\mu g/m^3$ در غلظت $PM_{2.5}$ ، افزایش ۱۲٪ بیماری های قلبی - عروقی و ۱۴٪ سرطان ریه را در پی دارد (۱۲). در یک مطالعه در محدوده بیمارستان دکتر شریعتی تهران، حداکثر غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در اسفندماه ۱۳۸۱، برابر با $149\mu g/m^3$ به دست آمد و حداقل میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در فروردین ماه ۱۳۸۲ برابر $86/3\mu g/m^3$ گزارش شد (۴). محمدی در تحقیقی که در دانشگاه تهران انجام داد غلظت PM_{10} را در دی ماه ۱۳۸۴ با میانگین $66/5\mu g/m^3$ آلوده ترین ماه و فروردین ۱۳۸۵ را با میانگین $42/1\mu g/m^3$ به عنوان پاک ترین ماه گزارش نمود، و از نظر غلظت $PM_{2.5}$ دی ماه ۱۳۸۴ با میانگین $61\mu g/m^3$ آلوده ترین ماه و فروردین ۱۳۸۵ با میانگین $12/5\mu g/m^3$ پاک ترین ماه اعلام شد (۳). در تحقیق شرعی پور، بالاترین غلظت میانگین ماهانه PM_{10} در تهران در تیرماه ۱۳۸۱ به دست آمد (۱۲). همچنین Smith در بررسی خود ثابت نمود مقادیر پیک PM_{10} در ۱۶۰-۱۲۰ درجه جغرافیایی شهر لندن برابر با $1520\mu g/m^3$ بوده است (۱۳). Rodriguez نیز میانگین سالیانه PM_{10} را حدود $18\mu g/m^3$ و پیک آن را در حدود $50\mu g/m^3$ در ۷-۴ روز از سال در جنوب و شرق اسپانیا به دست آورد (۱۴). در مطالعه ای که در شهر پکن توسط Canc انجام گرفت، ۸۶٪ نمونه های گرفته شده برای ذرات $PM_{2.5}$ ، از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا بالاتر بود (۱۵). در بررسی دیگری توسط Prashant ملاحظه گردید حداکثر $PM_{2.5}$ و PM_{10} ، در زمان پیک ترافیک شهر دهلی اتفاق می افتد (۱۶).

یافته‌ها

استاندارد WHO=25 و EPA=65 برای ذرات PM_{2.5} مشاهده می‌شود. حداکثر 3 نمونه از غلظت‌های 24 ساعته PM₁₀ در طول دوره نمونه‌گیری از استاندارد EPA بیشتر بوده، ولی در نمونه‌های PM_{2.5} هیچ کدام از حد استاندارد EPA خارج نشده است.

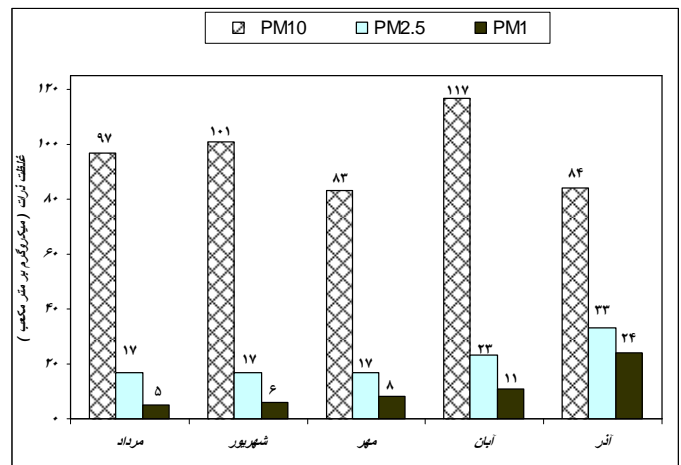
تغییرات غلظت 24 ساعته PM₁، PM_{2.5} و PM₁₀ در طول 5 ماه نمونه‌گیری در نمودار شماره 1 نشان داده شده است. در این نمودار، استاندارد WHO=50 و EPA=150 برای ذرات PM₁₀ و



نمودار شماره 1: تغییرات غلظت 24 ساعته PM₁، PM_{2.5} و PM₁₀ در طول دوره نمونه‌گیری

جدول شماره 1: نتایج آماری به دست آمده مربوط به غلظت‌های PM₁، PM_{2.5}، PM₁₀

متغیر	شاخص‌های آماری			ماه
	تعداد	میانگین	انحراف معیار	
PM ₁₀	12	97/16	50/79	مرداد
	11	100/95	54/36	شهریور
	12	83/38	21/68	مهر
	11	116/52	53/07	آبان
	14	83/57	28	آذر
PM _{2.5}	12	17/22	8/16	مرداد
	11	17/02	6/96	شهریور
	12	16/74	3/70	مهر
	11	23/24	12/93	آبان
	14	32/60	11/70	آذر
PM ₁	12	4/96	1/48	مرداد
	11	6/05	1/43	شهریور
	12	7/58	2/69	مهر
	11	10/52	7/50	آبان
	14	23/86	11/65	آذر



نمودار شماره 2: مقایسه میانگین مقادیر PM₁₀، PM_{2.5}، PM₁ در ماههای تابستان و پاییز 1386

نمودار شماره 2، میانگین ماهانه مقادیر PM₁₀، PM_{2.5}، PM₁ را در طول دوره 5 ماه نمونه‌گیری نشان می‌دهد. مطابق نمودار، میانگین غلظت‌های ماهانه PM₁₀ و PM_{2.5} کمتر از حد استاندارد EPA بوده است. جدول شماره 1 نیز نتایج آماری به دست آمده مربوط به غلظت‌های PM₁، PM_{2.5} و PM₁₀ را نشان می‌دهد.

حد بالا (AQI=۲۰۰-۳۰۰) و خطرناک (AQI=۳۰۱-۵۰۰) نمی‌باشد. همچنین در جدول، شاخص کیفیت هوای مربوط به این وضعیت‌ها درج نشده است.

جدول شماره ۲، شاخص کیفیت هوا (AQI) در طول ۵ ماه دوره نمونه‌گیری را نشان می‌دهد. طبق جدول، در طول دوره نمونه‌گیری وضعیت غیربهداشتی برای ذرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ در

جدول شماره ۲: شاخص کیفیت هوا (AQI) در طول دوره نمونه‌گیری

ماهها	مرداد	شهریور	مهر	آبان		آذر		مجموع		توصیف AQI
				درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
خوب	۳	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۷	۱۱/۵	PM ₁₀
(۰-۵۰)	۶	۶	۴	۱	۱	۱	۱	۱۸	۳۰	PM _{2.5}
متوسط	۸	۱۰	۱۱	۹۰	۱۰	۹۰	۱۱	۵۰	۸۳/۵	PM ₁₀
(۵۱-۱۰۰)	۶	۵	۸	۸۲	۹	۸۲	۱۰	۳۸	۶۳	PM _{2.5}
غیربهداشتی برای گروه‌های حساس	۱	۰	۰	۱۰	۱	۱۰	۰	۲	۳/۵	PM ₁₀
(۱۰۱-۱۵۰)	۰	۰	۰	۹	۱	۹	۳	۴	۷	PM _{2.5}
غیربهداشتی	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱/۵	PM ₁₀
(۱۵۱-۲۰۰)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	PM _{2.5}
تعداد	۱۲	۱۱	۱۲	۱۱	۱۴	۱۱	۱۴	۶۰	۶۰	PM ₁₀
نمونه‌گیری	۱۲	۱۱	۱۲	۱۱	۱۴	۱۱	۱۴	۶۰	۶۰	PM _{2.5}

بحث

برابر $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ با $\text{AQI}=38$ به دست آمده است که در پایین‌تر از استاندارد و رهنمودهای بیان‌شده می‌باشد، و از نظر شاخص کیفیت هوا در وضعیت خوب قرار دارد. مطابق نمودار شماره ۲، حداکثر میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در طول مدت نمونه‌گیری مربوط به آبان‌ماه برابر با $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و حداقل میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در طول نمونه‌گیری مربوط به مهرماه برابر با $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ می‌باشد، و میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در فصل تابستان برابر $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و در فصل پاییز برابر $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به دست آمده است که پایین‌تر از استاندارد EPA و بالاتر از رهنمود WHO می‌باشد. در مطالعه حاضر، میانگین PM_{10} در طول دوره نمونه‌گیری برابر $96/4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ به دست آمد. همچنین با توجه به استاندارد EPA در فصل تابستان، ۲ مورد که حدود ۸/۷٪ از موارد را شامل می‌شد، بالاتر از حد استاندارد گزارش شد. مطابق جدول شماره ۲، از نظر شاخص کیفیت هوا (AQI)، ۱۳٪ در وضعیت خوب، ۷۸/۲٪ در وضعیت متوسط، ۴/۴٪ در وضعیت غیربهداشتی برای گروه‌های حساس و ۴/۴٪ در وضعیت غیربهداشتی قرار داشتند. در فصل پاییز نیز یک مورد بالاتر از حد استاندارد EPA بود که حدود ۲/۷٪ از موارد را در

از آنجایی که میزان ذرات معلق در هر مکانی نسبت به مکان دیگر در زمانهای مختلف متفاوت است، لذا در این مطالعه، مقایسه نتایج با یافته‌های تحقیقات مشابه لزومی نداشته و سعی در مقایسه این نتایج با استانداردهای موجود و بررسی وضعیت کیفیت هوا شده است. همان‌طور که اشاره گردید در مطالعه حاضر، حداکثر غلظت‌های ۲۴ ساعته PM_{10} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به ۲۸ آبان، ۲۸ شهریور و ۱۳ مردادماه به ترتیب برابر $267 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ، $255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و $232 \mu\text{g}/\text{m}^3$ گزارش شد. با توجه به رهنمودها و استانداردهای ارائه‌شده برای PM_{10} ، $\text{WHO}=50$ و $\text{EPA}=150$ مقادیر به دست آمده در آلوده‌ترین روزهای دوره نمونه‌گیری از مقادیر ذکرشده، بیشتر بود و AQI برای آنها به ترتیب برابر ۱۵۶ (وضعیت غیربهداشتی)، ۱۵۱ (وضعیت غیربهداشتی) و ۱۳۹ (وضعیت غیربهداشتی برای گروه‌های حساس) گزارش شد. طبق رهنمود سال ۲۰۰۵ WHO، که میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} را حداکثر $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ اعلام نمود، مقادیر به دست آمده خیلی بیشتر از رهنمود موردنظر بود. مطابق نمودار شماره ۱، حداقل غلظت ۲۴ ساعته PM_{10} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به اول آذرماه

داشتند. همچنین در فصل پاییز، در ۱۰/۸٪ موارد، مقادیر AQI بیشتر از حد استاندارد (AQI < ۱۰۰) گزارش شد که همه موارد برای گروه‌های حساس در وضعیت غیربهداشتی بودند. ۸۹/۲٪ موارد نیز از حد استاندارد (AQI < ۱۰۰) کمتر بود. از این مقدار ۱۸٪ دارای وضعیت خوب و ۷۱/۷٪ دارای وضعیت متوسط بودند. براساس شاخص کیفیت هوا (AQI) در مجموع ۵ ماه نمونه‌گیری در ۹۳٪ موارد، آلاینده PM_{2.5} در کمتر از حد استاندارد قرار داشت که از این میزان ۳۲٪ در وضعیت خوب و ۶۸٪ موارد در وضعیت متوسط قرار داشتند. در ۷٪ بقیه موارد نیز این آلاینده از حد استاندارد بالاتر گزارش شد که برای گروه‌های حساس شامل بیماران قلبی، تنفسی، سالخورده‌گان و کودکان مطابق نمودار شماره ۱، حداکثر غلظت ۲۴ ساعتی PM_{2.5} در طول آذرماه برابر با ۶۱ μg/m³ بوده است. با توجه به رهنمود و استاندارد ارائه شده برای PM_{2.5}، WHO=۲۵ و EPA=۶۵ عدد به دست آمده بیشتر از رهنمود WHO و کمتر از استاندارد EPA می‌باشد. AQI به دست آمده نیز در آلوده‌ترین روز برابر ۱۴۰ بوده که از نظر شاخص کیفیت هوا در وضعیت غیربهداشتی برای گروه‌های حساس قرار دارد. حداقل غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به ۱۹ مرداد برابر با ۸ μg/m³ با AQI برابر ۲۶ بوده است که از حد استاندارد بیان شده، پایین تر می‌باشد. مطابق نمودار شماره ۲، حداکثر میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۳۳ μg/m³ و حداقل میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۲۴ μg/m³ و حداقل میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۱۹ μg/m³ می‌باشد، و میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در فصل تابستان برابر ۵/۵ μg/m³ و در فصل پاییز برابر ۱۴/۳ μg/m³ و میانگین آنها در مدت نمونه‌گیری برابر ۱۰/۸ μg/m³ به دست آمده است. در مطالعه حاضر، با توجه به اهمیت کم این ذرات و عدم وجود رهنمود استاندارد و AQI، فقط به مقادیر این ذرات اشاره شده است. از طرفی، با وجود منابع آلاینده زیاد در اطراف شهر قم به ویژه کوره‌های آجرپزی، کارخانه‌های گچ و آهک، شهرک‌ها و نواحی متعدد صنعتی، همچنین مجاورت شهر با کویر، احتمال ورود ذرات معلق به هوای شهر قم قوت می‌گیرد. به علاوه، قم یکی از کلان شهرهای ایران بوده و با سرعت نسبتاً زیادی در حال توسعه می‌باشد که خود باعث ازدیاد منابع آلاینده ذرات مثل خودروها در شهر شده است و از سوی دیگر، غلظت ذرات به نوعی به پارامترهای هواشناسی مانند درصد رطوبت نسبی، سرعت باد، درجه حرارت و جهت وزش باد وابسته است که همه این موارد به نوعی در افزایش غلظت ذرات معلق هوا تأثیر دارند. لذا برای کنترل غلظت ذرات

فصل پاییز شامل می‌شد. از نظر شاخص کیفیت هوا نیز طبق جدول شماره ۲، ۱۰/۸٪ در وضعیت خوب، ۸۶/۵٪ در وضعیت متوسط و ۲/۷٪ در وضعیت غیربهداشتی برای گروه‌های حساس قرار داشتند. براساس شاخص کیفیت هوا در مجموع ۵ ماه نمونه‌گیری، در ۹۵٪ موارد، آلاینده PM₁₀ کمتر از حد استاندارد (AQI < ۱۰۰) بود که از این میزان ۱۲/۳٪ در وضعیت خوب و ۸۷/۷٪ موارد در وضعیت متوسط قرار داشتند. در ۵٪ موارد دیگر نیز این آلاینده از حد استاندارد (AQI < ۱۰۰) بالاتر بوده است که این میزان برای گروه‌های حساس شامل بیماران قلبی، تنفسی، سالخورده‌گان و کودکان، غیربهداشتی می‌باشد. مطابق نمودار شماره ۱، حداکثر غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به ۲۸ آذرماه برابر با ۶۱ μg/m³ بوده است. با توجه به رهنمود و استاندارد ارائه شده برای PM_{2.5}، WHO=۲۵ و EPA=۶۵ عدد به دست آمده بیشتر از رهنمود WHO و کمتر از استاندارد EPA می‌باشد. AQI به دست آمده نیز در آلوده‌ترین روز برابر ۱۴۰ بوده که از نظر شاخص کیفیت هوا در وضعیت غیربهداشتی برای گروه‌های حساس قرار دارد. حداقل غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به ۱۹ مرداد برابر با ۸ μg/m³ با AQI برابر ۲۶ بوده است که از حد استاندارد بیان شده، پایین تر می‌باشد. مطابق نمودار شماره ۲، حداکثر میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۳۳ μg/m³ و حداقل میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۲۴ μg/m³ و حداقل میانگین ماهیانه غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در طول دوره نمونه‌گیری مربوط به آذرماه برابر ۱۹ μg/m³ می‌باشد، و میانگین غلظت ۲۴ ساعته PM_{2.5} در فصل تابستان برابر ۱۷ μg/m³ و در فصل پاییز برابر ۲۴/۳ μg/m³ و میانگین آنها در مدت نمونه‌گیری برابر ۲۱/۴ μg/m³ می‌باشد که اعداد به دست آمده از استاندارد EPA و رهنمود WHO پایین تر است. با توجه به استاندارد EPA، هیچ کدام از نمونه‌های برداشت شده در این مطالعه، بالاتر از حد استاندارد نبوده است، ولی مطابق رهنمود WHO، ۱۴ مورد از نمونه‌های برداشت شده یا ۲۳/۳٪ از آنها بالاتر از این مقدار گزارش شده است. از نظر شاخص کیفیت هوا در فصل تابستان در ۱۰۰٪ موارد، مقادیر AQI کمتر از حد استاندارد (AQI < ۱۰۰) بود که از این مقدار ۵۲٪ در وضعیت خوب و ۴۸٪ در وضعیت متوسط قرار

فصول دیگر سال نیز به تناوب، این گونه بررسی‌ها انجام گیرد؛ تا درک بهتری از غلظت این آلاینده‌ها به دست آید. همچنین ضروری است سازمان محیط زیست در خصوص استقرار ایستگاه‌هایی ثابت برای سنجش آلاینده‌های هوا در سطح شهر اقدام نماید و علاوه بر تعیین اندازه ذرات آلاینده هوا، تحقیقات مشابهی برای سنجش نوع ذرات و منابع آلاینده هوا در شهر قم انجام پذیرد.

معلق آلاینده هوا برنامه‌ریزی همه‌جانبه و همکاری همه ارگان‌های ذی‌ربط الزامی است و این امر نه یک امر منطقه‌ای بوده که یک عزم ملی را می‌طلبد.

نتیجه‌گیری

بر اساس این تحقیق، غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، PM_1 در اکثر مواقع کمتر از حد استاندارد بوده و مقادیر AQI برای آنها در حد متوسط و خوب می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه این بررسی در ۲ فصل تابستان و پاییز انجام شده است، پیشنهاد می‌شود در

References:

1. Nazmara S. Survey Dispersion Rate of Air Pollutions from Chemical Industry in Tehran. Fulfillment MSc. Thesis, Tehran University of Medical Sciences 2001. [Text in Persian]
2. Colls J. Air Pollution. 2nd ed. London: Spon Press; 2002. p. 5-45.
3. Mohammadi F. The Relationship between Meteorological Parameter and PM_1 , $PM_{2.5}$ and PM_{10} Concentrations in the Ambient Air. A Case Study of one Statins in Central Tehran, MSc. Thesis, Tehran University of Medical Sciences, 2007. [Text in Persian]
4. Kermani M. Study of TSP and PM_{10} Quantities and Constitutive Material in the Ambient Air Shariati Hospital in Tehran, MSc. Thesis, Tehran University of Medical Sciences, 2002. [Text in Persian]
5. USEPA. What is Visibility Important. 2006 [edited 2007]; [1 Screen]. Available From: URL:<http://www.Airinfonow.org/html/visibility.html>. Accessed September 1, 2007.
6. USEPA. Characteristics of Particles. 2007 [edited 2007], [1 Screen]. Available From: URL: <http://www.epa.gov/eogapti1/module3/distribu/distribu.htm>. Accessed 2007.
7. Wark K, Warner C. Air Pollution, Its Origin and Control. 3rd ed. Addison Wesley Longman: Inc; 1998.
8. Keynejad M, Ebrahimi S. Environmental Engineering. Sahand University of Technology, 1998. [Text in Persian]
9. Rogge W. Determination of Key Organic Compounds in the Particulate Matter Emission from Air Pollution Sources. California Institute of Technology, Research Note. November 1994. Available From: URL:<http://www.ard.ca.gov>. Accessed Dec 25, 2008.
10. Erfanmanesh M, Afyoni M. Environmental Pollution, Water, Soil, Air. Ardekani: 2000. p. 25-50.
11. WHO. Berlin, Copenhagen, Rom. Particulate Air Pollution: How it Harms Health. April 2005. [Fact Sheet]. Available From: URL:<http://www.iiasa.ac.at/docs/HOTP/MAR05/Cafecba-baseline-results>. Accessed Aug 17, 2008.
12. Shariipour M, Bidakhti A. Survey Air Pollution in Tehran and Its Relationship with Meteorological Parameters. Conference Air Pollution and its Effects on Health; Tehran: 2003. [Text in Persian]
13. Smith S. Factors Influencing Measurements of PM_{10} During 1995-1997 in London. Atmospheric Environment 2001;35(27):27-35.
14. Rodriguez S. Sahra Dust Contribution to PM_{10} and TSP Levels in Southern and Eastern. Atmospheric Environment 2001;35(14):36-45.
15. Canc.Y, XU XD, LI Y.S, et al. Characteristics of Vertical Profiles and Sources of $PM_{2.5}$, PM_{10} and Carboaceous Species in Beijing. Atmospheric Environment 2005;39:5113-5124.
16. Prashant K. Mass and Number Concentration of Respirable Suspended Particulate Matter (RSPM) on Selected Urban Corridors of Delhi City. MSc. Thesis: Indian Institute of Technology Delhi; 2005.