

Investigation the trend of Air Quality changes based on the concentration of Particulate Matter (PM₁₀) in the Ilam city: 2019-2023

Received: 30 June 2024, Accepted: 10 September 2024

Zahra Karimi¹, Ali Amarloei^{2*}, Sajad Mazloomi²

¹MSc Student in Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

² Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

*Corresponding Author:
amarloei@yahoo.com

How to Cite This Article:

Karimi Z, Amarloei A, Mazloomi S. Investigation the trend of Air Quality changes based on the concentration of Particulate Matter (PM₁₀) in the Ilam city: 2019-2023. Journal of Environmental Health Engineering. 2024;12(1):17-29.

DOI:
[10.61186/jehe.12.1.17](https://doi.org/10.61186/jehe.12.1.17)

ABSTRACT

Background: In recent years, the extent and intensity of dust storms in southwestern Iran have made this phenomenon one of the environmental hazards of in these areas. Considering the importance of particulate matter (PM₁₀) in air pollution and its consequences, this study investigated changes in air quality based on PM₁₀ concentration in Ilam City.

Materials and Methods: In this cross-sectional descriptive study, PM₁₀ concentration values were obtained from the Environmental Protection Organization of Ilam City from 2019 to 2023. The data were categorized and analyzed using Excel software.

Results: The results showed that the highest and lowest average monthly concentrations of PM₁₀ in different years were, respectively, related to April 2022, with a concentration of 271.95 µg/m³, and October 2019, with a concentration of 34.67 µg/m³. In 1812 studied days, the air quality condition was outside the National Ambient Air Quality Standards (150 µg/m³) on 95 days (5.13%). The highest seasonal pollution in terms of PM₁₀ concentration was occurring in the spring season, and while the lowest air pollution was observed in the autumn season.

Conclusion: The results showed that the concentration of PM₁₀ decreased from summer to autumn and increased from autumn to winter and spring. Which this information can be used utilized by policymakers to design and implement effective personal protection and control measures in during this period of time.

Keywords: Dust storm, air quality, PM₁₀, AQI index, Ilam

بررسی روند تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق (PM_{10}) در شهر ایلام از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰

زهرا کریمی^۱، علی عمارلویی^{۲*}، سجاد مظلومی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

^۲ دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر، پدیده طوفان گرد و غبار در نواحی جنوب غرب ایران به عنوان یکی از مخاطرات زیست محیطی این نواحی مد نظر می‌باشد. با توجه به اهمیت ذرات معلق (PM_{10}) در آلودگی هوا و عواقب ناشی از آن، این مطالعه جهت تعیین تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت PM_{10} در شهر ایلام انجام شد. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی - مقطعی، مقادیر غلظت PM_{10} در طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۴۰۱ از سازمان حفاظت محیط زیست شهرستان ایلام اخذ گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار Excel دسته بندی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه PM_{10} در سال‌های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت $271/95 \mu g/m^3$ و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت $34/67 \mu g/m^3$ بود. در ۱۸۱۲ روز مورد مطالعه، وضعیت کیفیت هوا در ۹۵ روز ($5/13\%$) بیشتر از استاندارد کیفیت هوای آزاد ($\mu g/m^3$) (۱۵۰) بود. بیشترین آلودگی فصلی از نظر غلظت PM_{10} در فصل بهار و کمترین آلودگی هوا در فصل پاییز بوده است.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که غلظت PM_{10} از تابستان تا پاییز کاهش و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بوده است، که می‌تواند توسط سیاست‌گذاران برای طراحی و اجرای اقدامات کنترلی و حفاظت شخصی موثر در این بازه زمانی، مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: طوفان گرد و غبار، کیفیت هوا، PM_{10} ، شاخص AQI، ایلام

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

amarloei@yahoo.com

نحوه استناد به این مقاله:

Karimi Z, Amarloei A, Mazloomi S. Investigation the trend of Air Quality changes based on the concentration of Particulate Matter (PM_{10}) in the Ilam city: 2019-2023. Journal of Environmental Health Engineering. 2024;12(1):17-29.

DOI:

[10.61186/jehc.12.1.17](https://doi.org/10.61186/jehc.12.1.17)

مقدمه

کند. ^۶ امروزه به دلیل ناهمگن بودن و تنوع آلاینده‌های هوا، سازمان حفاظت محیط زیست افزون بر تعیین محدوده استاندارد مجزا برای هر آلاینده از شاخص‌هایی برای بیان گزارش کیفیت روزانه هوا استفاده می‌کند این شاخص‌ها عموم مردم را از کیفیت هوا به لحاظ پاک یا آلوده بودن آگاه می‌سازد.

معمولترین شاخص، شاخص AQI (AirQuality index) می‌باشد که برای پنج آلاینده اصلی هوا شامل ذرات معلق، دی اکسید ازت، دی اکسید گوگرد، مونوکسید کربن و ازن محاسبه می‌گردد. ^۷ تاثیر عوامل طبیعی همچون خشکسالی‌های مداوم، کاهش بارندگی و رطوبت نسبی محیط به همراه تشدید فاکتورهای محیطی سبب گسترش شدید گرد و غبار در بخش‌های غربی، جنوب غربی و مرکزی ایران شده و توانسته در کوتاه مدت اثرات نامطلوبی بر محیط زیست، اقتصاد و سلامت ساکنین برخی استان‌های کشور به ویژه شهرهای مرزی مانند اهواز، کرمانشاه و ایلام بر جای گذارد. شهر ایلام با جمعیتی حدود ۲۱۳ هزار نفر و مساحتی بالغ بر ۲۱۶۵ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران واقع شده است. ^۸ به نظر می‌رسد شهر ایلام تا حد قابل توجهی تحت تاثیر گرد و غبار حمل شده توسط باد شمال که یک باد گرم شمال غربی است و اغلب در طول فصل بهار می‌وزد، قرار می‌گیرد. ^۱ با توجه به اهمیت بهداشتی PM_{10} ، این مطالعه جهت بررسی روند تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق (PM_{10}) در شهر ایلام انجام خواهد شد.

در دهه‌های اخیر آلودگی هوا در بسیاری از مناطق جهان باعث افزایش نگرانی در خصوص ایجاد عوارض بهداشتی شده است. آلودگی هوا حدود ۱/۴ درصد کل مرگ و میرها در دنیا را به خود اختصاص داده است. ^۱ یکی از مشکلات مربوط به آلودگی هوا وجود پدیده ریزگردها (گرد و غبار) است. کشور ما به دلیل واقع شدن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان مکرراً در معرض سیستم‌های گرد و غباری محلی می‌باشد. ^۲ بیشترین تاثیر طوفان‌های گرد و غبار بر سلامت مربوط به ذرات معلق PM_{10} و $PM_{2.5}$ می‌باشد. ^۱ مواجهه با PM_{10} باعث افزایش خطر بیماری‌های قلبی و مشکلات تنفسی و ریوی می‌شود. به علت اهمیت بهداشتی PM_{10} ، متوسط غلظت ۲۴ ساعته آن در هوا $50 \mu g/m^3$ در نظر گرفته شده است که نباید بیش از ۳۵ بار در طول سال از این مقدار فراتر رود. ^۳ منابع اصلی گرد و غبارهای ورودی به غرب ایران، نواحی بیابانی نسبتاً نزدیک به این منطقه مثل صحرای سوریه، عراق و صحرای موجود در شمال شبه جزیره عربستان است. ^۴ با ورود گرد و غبار به هوا، طوفان‌های ماسه باعث آلودگی، بیماری‌های تنفسی، بحران زیست محیطی، قدرت دید کم و قطع ترابری و حمل و نقل هوایی می‌شود. ^۵ هوای آلوده به ذرات معلق و گرد و غبار باعث نفوذ این هوا به کیسه‌های هوایی شده، بی‌نظمی ضربان قلب (آریتمی)، حملات قلبی و مشکلات تنفسی، سردرد‌های شدید و مزمن، حساسیت‌های شدید، ضعف در بینایی و بیماری‌های پوستی را ایجاد می‌کند.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهر ایلام

مواد و روش ها

جهت انجام این تحقیق داده های اندازه گیری شده ذرات PM_{10} در طی سال های ۱۴۰۱-۱۳۹۷ از سازمان حفاظت محیط زیست استان ایلام جمع آوری گردید. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار Excel به این صورت که پس از دسته بندی و ورود اطلاعات به نرم افزار، فراوانی متغیر مورد نظر (غلظت ذرات و شاخص AQI متناسب با آن) بر اساس ماه، فصل و سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نمودارها رسم گردید. برای محاسبه شاخص AQI از راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا (با کد: ۱-۲۰۶۰۱-۲۰۵۰۲) استفاده گردید.^۹ بدین منظور از رابطه (۱) برای محاسبه AQI استفاده شد:

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BR_i - BP_{Lo}} (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad (1)$$

در این رابطه:

I_p و C_p به ترتیب شاخص کیفیت هوا و غلظت اندازه گیری شده PM_{10} ، BP_{Hi} و BP_{Lo} به ترتیب نقطه شکست بزرگتر یا مساوی و کوچکتر یا مساوی C_p ، I_{Hi} و I_{Lo} به ترتیب مقدار AQI منطبق با BP_{Hi} و BP_{Lo} می باشد.

جهت تعیین کیفیت هوا با شاخص AQI از نظر غلظت PM_{10} مطابق راهنمای مرکز سلامت محیط و کار وزارت

بهداشت، غلظت گرد و غبار با معیار خوب، متوسط، ناسالم برای گروه های حساس، ناسالم و خطرناک به ترتیب ۵۴-، ۱۵۴-۵۵، ۲۵۴-۱۵۵، ۳۵۴-۲۵۵، $424 \mu g/m^3$ - $355 \mu g/m^3$ و بیشتر از $424 \mu g/m^3$ لحاظ گردید. همچنین، با توجه به ماده ۱ شیوه نامه اجرایی مدیریت شرایط اضطرار وقوع پدیده گرد و غبار، میانگین ۲۴ ساعته غلظت PM_{10} بالاتر از $255 \mu g/m^3$ ($AQI > 150$) به عنوان شرایط اضطرار در نظر گرفته شد. برای مقایسه کیفیت هوا از استاندارد کیفیت هوای آزاد (National Ambient Air Quality Standards) $150 \mu g/m^3$ (NAAQS) با میانگین حداکثر ۲۴ ساعته استفاده شد.

یافته ها

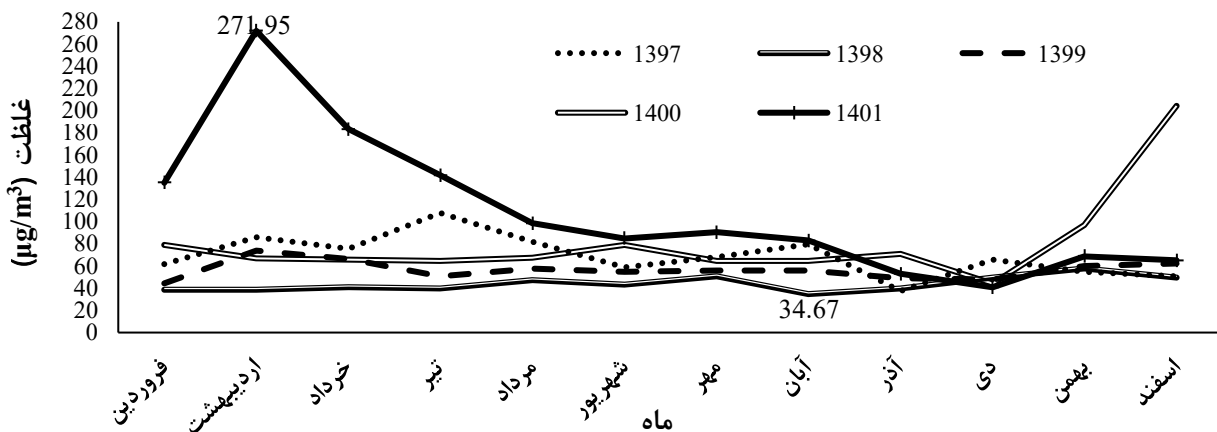
در طول دوره ۵ ساله مطالعه، داده های ۱۸۱۲ روز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آماری مقادیر غلظت های PM_{10} در کل روزهای دوره مطالعه به تفکیک سال در هوای شهر ایلام در جدول ۱ آمده است. حداکثر غلظت روزانه PM_{10} در دوره ۵ ساله ۲۵۱۱/۶۲ و حداقل آن $15/69 \mu g/m^3$ بود که به ترتیب در سال ۱۴۰۱ و ۱۳۹۸ افتاده است. میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10} در طول دوره ۵ ساله $72/23 \pm 106/87 \mu g/m^3$ بود.

جدول ۱. نتایج آماری مقادیر غلظت PM₁₀ بر حسب $\mu\text{g}/\text{m}^3$ در کل روزهای دوره مطالعه به تفکیک سال در هوای شهر ایلام (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

سال ها	تعداد روز	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
۱۳۹۷	۳۶۳	۶۹/۱۸	۱۱۱۰/۳۹	۲۰/۴۸	۷۳/۷۹
۱۳۹۸	۳۶۲	۴۴/۲	۳۶۲/۴۱	۱۵/۶۹	۲۳/۸۵
۱۳۹۹	۳۶۶	۵۶/۵۵	۴۳۹/۵	۱۶/۷۵	۳۲/۴۲
۱۴۰۰	۳۶۲	۸۰/۱۸	۲۲۵۹/۱۵	۲۳/۲۲	۱۲۶/۲۷
۱۴۰۱	۳۵۹	۱۱۱/۰۷	۲۵۱۱/۶۲	۲۳/۶۳	۱۷۸/۶۴
دوره مطالعه	۱۸۱۲	۷۲/۲۳	۲۵۱۱/۶۲	۱۵/۶۹	۱۰۶/۸۷

ماهانه PM₁₀ در سال های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت $۱۲۷۱/۹۵ \mu\text{g}/\text{m}^3$ و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت $۳۴/۶۷ \mu\text{g}/\text{m}^3$ بود.

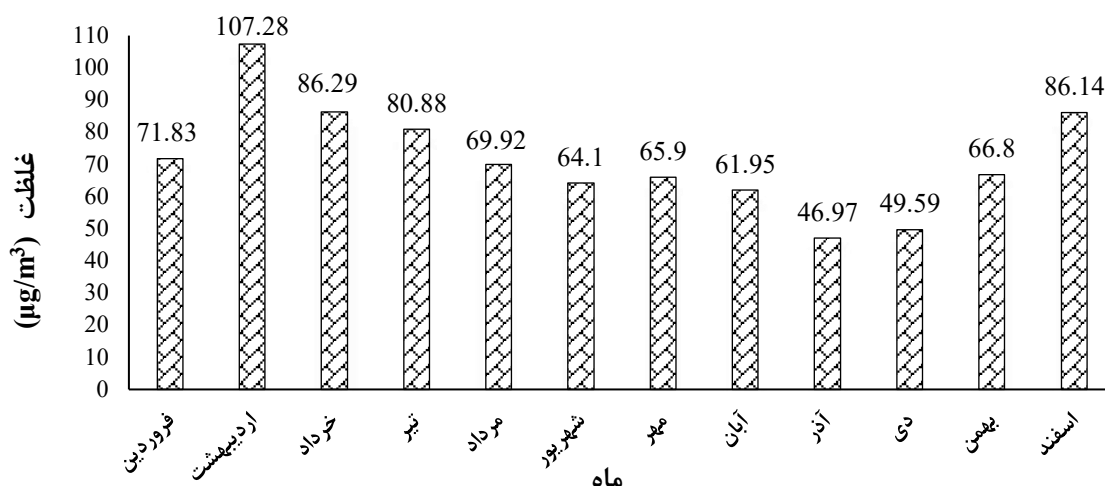
روند تغییرات میانگین غلظت ماهیانه PM₁₀ در هوای شهر ایلام در سال های مختلف دوره مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین میانگین غلظت



شکل ۲. روند تغییرات میانگین غلظت ماهیانه PM₁₀ در هوای شهر ایلام در سال های مختلف دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با غلظت $۱۰۷/۲۸ \mu\text{g}/\text{m}^3$ و آذر ماه با غلظت $۴۶/۹۷ \mu\text{g}/\text{m}^3$ بود.

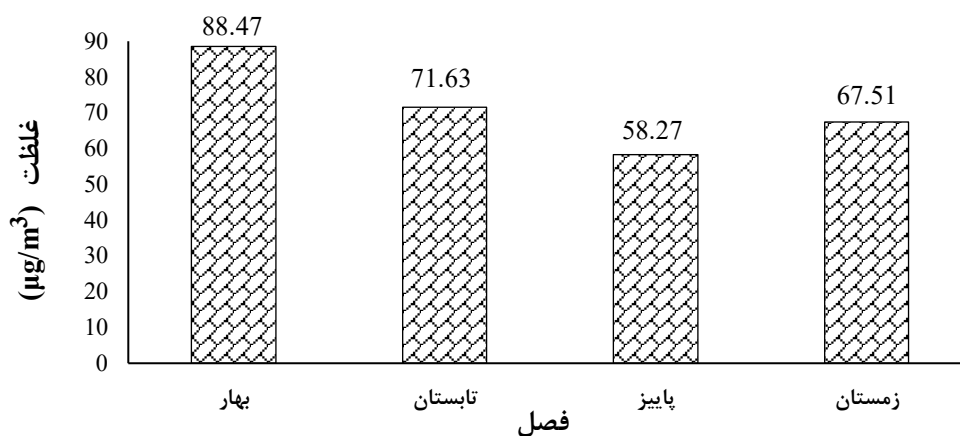
میانگین غلظت ماهیانه PM₁₀ در هوای شهر ایلام به تفکیک ماه های مختلف کل دوره مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه PM₁₀ به



شکل ۳. میانگین غلظت ماهیانه PM_{10} در هوای شهر ایلام به تفکیک ماه های مختلف کل دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

به ترتیب مربوط به فصل بهار با غلظت $88/47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ و فصل پاییز با غلظت $58/27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ بود.

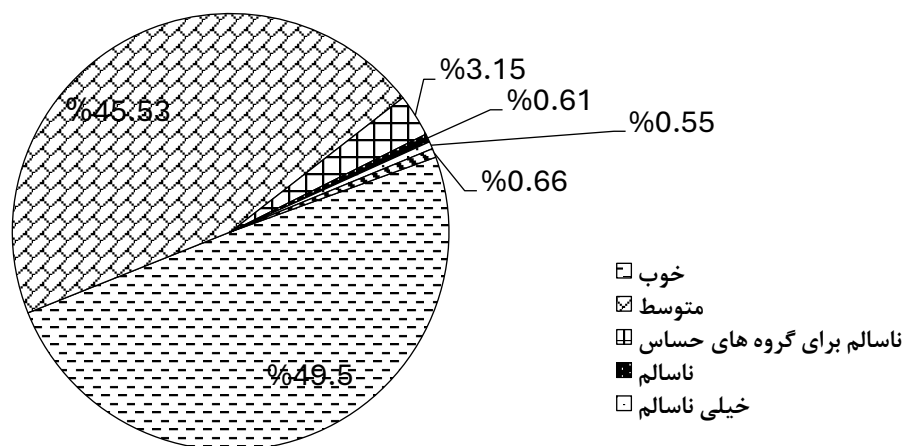
میانگین غلظت فصلی PM_{10} در هوای شهر ایلام بر حسب فصل های مختلف کل دوره مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین میانگین غلظت فصلی PM_{10}



شکل ۴. میانگین غلظت فصلی PM_{10} در هوای شهر ایلام به تفکیک فصل های مختلف کل دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

داده شده است. کیفیت هوا از نظر غلظت ذرات PM_{10} و بر اساس شاخص AQI، با معیار خوب و خطرناک به ترتیب در ۴۹/۵٪ و ۰/۶۶٪ از روزهای مورد مطالعه بود.

درصد فراوانی طبقات کیفیت هوای شهر ایلام بر اساس شاخص AQI در کل روزهای دوره مطالعه در شکل ۵ نشان



شکل ۵. درصد فراوانی طبقات کیفیت هوای شهر ایلام بر اساس شاخص AQI در کل روزهای دوره مطالعه (۱۴۰۱-۱۳۹۷)

بود. همچنین به تفکیک سال، به ترتیب مربوط به سال ۱۴۰۱ با ۱۷ روز و سال ۱۳۹۸ با ۱ روز بود. روند روزهای دارای شرایط اضطرار، از تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار رو به افزایش بوده است. در طول ۱۸۱۲ روز مورد مطالعه، ۳۳ روز (۱/۸۲٪) غلظت ذرات PM_{10} در شرایط اضطرار (غلظت PM_{10} بالاتر از $255 \mu g/m^3$ = $AQI > 150$) قرار داشته است.

در جداول ۲ تا ۴، وضعیت هوای شهر ایلام بر اساس شاخص AQI در ماه ها و فصل ها و سال های مختلف در طول دوره مطالعه آمده است. بیشترین و کمترین تعداد روزها با غلظت ذرات PM_{10} در شرایط اضطرار، به تفکیک ماه به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با ۱۰ روز و مرداد، شهریور و مهر ماه با ۰ روز بوده است. به تفکیک فصل، به ترتیب در فصل بهار با ۱۷ روز و پاییز با ۴ روز

جدول ۲. وضعیت هوای شهر ایلام در ماه های مختلف بر اساس شاخص AQI در دوره مطالعه (۱۴۰۱-۱۳۹۷)

طبقه بندی کیفیت هوا	خوب		قابل قبول		ناسالم برای گروه های حساس		ناسالم		بسیار ناسالم		خطرناک	
	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)		
AQI	۰-۵۰	۵۱-۱۰۰	۱۰۱-۱۵۰	۱۵۱-۲۰۰	۲۰۱-۳۰۰	> ۳۰۰						
ماه	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	
فروردین	۸۸	۹/۸۱	۵۷	۶/۹۱	۶	۱۰/۵۳	۱	۹/۰۹	۲	۲۰	۱	۸/۳۳
اردیبهشت	۷۲	۸/۰۳	۶۵	۷/۸۸	۸	۱۴/۰۴	۴	۳۶/۳۶	۱	۱۰	۵	۴۱/۶۷
خرداد	۵۳	۵/۹۱	۹۳	۱۱/۲۷	۶	۱۰/۵۳	۰	۰	۱	۱۰	۲	۱۶/۶۷
تیر	۶۱	۶/۸	۷۸	۹/۴۵	۱۰	۱۷/۵۴	۴	۳۶/۳۶	۲	۲۰	۰	۰
مرداد	۴۵	۵/۰۲	۱۰۶	۱۲/۸۵	۳	۵/۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شهریور	۵۷	۶/۳۵	۹۶	۱۱/۶۴	۲	۳/۵۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰

بررسی روند تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق (PM10) در شهر ایلام از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱

۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۷۵	۱	۱۲/۱۲	۱۰۰	۵/۴۶	۴۹	مهر
۸/۳۳	۱	۱۰	۱	۹/۰۹	۱	۱/۷۵	۱	۶/۹۱	۵۷	۹/۵۹	۸۶	آبان
۰	۰	۰	۰	۹/۰۹	۱	۰	۰	۴/۶۱	۳۸	۱۱/۴۸	۱۰۳	آذر
۰	۰	۱۰	۱	۰	۰	۳/۵۱	۲	۳/۱۵	۲۶	۱۳/۴۹	۱۲۱	دی
۸/۳۳	۱	۱۰	۱	۰	۰	۱۴/۰۴	۸	۶/۶۷	۵۵	۹/۲۵	۸۳	بهمن
۱۶/۶۷	۲	۱۰	۱	۰	۰	۱۷/۵۴	۱۰	۶/۵۵	۵۴	۸/۸۱	۷۹	اسفند
۱۰۰	۱۲	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۱	۱۰۰	۵۷	۱۰۰	۸۲۵	۱۰۰	۸۹۷	دوره مطالعه

جدول ۳. وضعیت هوای شهر ایلام در فصل های مختلف بر اساس شاخص AQI در دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

خطرناک		بسیار ناسالم		ناسالم		ناسالم برای گروه های حساس		قابل قبول		خوب		طبقه بندی کیفیت هوا
> ۳۰۰		۲۰۱ - ۳۰۰		۱۵۱ - ۲۰۰		۱۰۱ - ۱۵۰		۵۱ - ۱۰۰		۰ - ۵۰		AQI
فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فراوانی (%)	تعداد (روز)	فصل
۶۶/۶۷	۸	۴۰	۴	۴۵/۴۵	۵	۳۵/۰۹	۲۰	۲۶/۰۶	۲۱۵	۲۴/۷۵	۲۱۳	بهار
۰	۰	۲۰	۲	۳۶/۳۶	۴	۲۶/۳۲	۱۵	۳۳/۹۴	۲۸۰	۱۸/۱۷	۱۶۳	تابستان
۸/۳۳	۱	۱۰	۱	۱۸/۱۸	۲	۳/۵۱	۲	۲۳/۶۴	۱۹۵	۲۶/۵۳	۲۳۸	پاییز
۲۵	۳	۳۰	۳	۰	۰	۳۵/۰۹	۲۰	۱۶/۳۶	۱۳۵	۳۱/۵۵	۲۸۳	زمستان
۱۰۰	۱۲	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۱	۱۰۰	۵۷	۱۰۰	۸۲۵	۱۰۰	۸۹۷	دوره مطالعه

جدول ۴. وضعیت هوای شهر ایلام بر اساس شاخص AQI به تفکیک سال (۱۴۰۱-۱۳۹۷)

خطرناک		بسیار ناسالم		ناسالم		ناسالم برای گروه های حساس		قابل قبول		خوب		طبقه بندی کیفیت هوا
> ۳۰۰		۲۰۱ - ۳۰۰		۱۵۱ - ۲۰۰		۱۰۱ - ۱۵۰		۵۱ - ۱۰۰		۰ - ۵۰		AQI
فرآوانی (%)	تعداد (روز)	فرآوانی (%)	تعداد (روز)	فرآوانی (%)	تعداد (روز)	فرآوانی (%)	تعداد (روز)	فرآوانی (%)	تعداد (روز)	فرآوانی (%)	تعداد (روز)	سال
۸/۳۳	۱	۳۰	۳	۲۷/۲۷	۳	۲۴/۵۶	۱۴	۲۰/۲۴	۱۶۷	۱۹/۵۱	۱۷۵	۱۳۹۷
۰	۰	۱۰	۱	۰	۰	۳/۵۱	۲	۶/۰۶	۵۰	۳۴/۴۵	۳۰۹	۱۳۹۸
۸/۳۳	۱	۰	۰	۹/۰۹	۱	۸/۷۷	۵	۱۷/۲۱	۱۴۲	۲۴/۱۹	۲۱۷	۱۳۹۹
۲۵	۳	۱۰	۱	۱۸/۱۸	۲	۱۷/۵۴	۱۰	۲۹/۰۹	۲۴۰	۱۱/۸۲	۱۰۶	۱۴۰۰
۵۸/۳۳	۷	۵۰	۵	۴۵/۴۵	۵	۴۵/۶۱	۲۶	۲۷/۳۹	۲۲۶	۱۰/۰۳	۹۰	۱۴۰۱
۱۰۰	۱۲	۱۰۰	۱۰	۱۰۰	۱۱	۱۰۰	۵۷	۱۰۰	۸۲۵	۱۰۰	۸۹۷	دوره مطالعه

آزاد، به ترتیب مربوط به سال ۱۴۰۱ با ۴۲ روز (۱۱/۷٪) و سال ۱۳۹۸ با ۳ روز (۰/۸۳٪) بوده است. در طول دوره مطالعه، ۹۳ روز (۵/۱۳٪) خارج از استاندارد کیفیت هوای آزاد ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) بود.

فرآوانی روزهای با غلظت ذرات PM_{10} بیشتر از حد استاندارد هوای آزاد، در طول دوره مطالعه در جدول ۵ به تفکیک سال نشان داده شده است. بیشترین و کمترین تعداد روزهای با غلظت ذرات PM_{10} بیشتر از حد استاندارد هوای

جدول ۵. فرآوانی روزهای با غلظت ذرات PM_{10} بیشتر از حد استاندارد هوای آزاد در شهر ایلام (۱۴۰۱-۱۳۹۷)

روزهای با غلظت PM_{10} بالاتر از استاندارد کیفیت هوای آزاد (NAAQS) (حداکثر ۲۴ ساعته $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		تعداد روز	سال
درصد	تعداد		
۶/۳۴	۲۳	۳۶۳	۱۳۹۷
۰/۸۳	۳	۳۶۲	۱۳۹۸
۱/۹۱	۷	۳۶۶	۱۳۹۹
۴/۹۷	۱۸	۳۶۲	۱۴۰۰
۱۱/۷	۴۲	۳۵۹	۱۴۰۱
۵/۱۳	۹۳	۱۸۱۲	دوره مطالعه

بحث

در بررسی میانگین ماهانه غلظت PM_{10} در طول دوره مورد مطالعه، نتایج نشان داد که بیشترین غلظت در مرداد ماه ($301/06 \mu g/m^3$) و کمترین غلظت در آبان ماه ($152/16 \mu g/m^3$) بود. از نظر غلظت فصلی، بیشترین غلظت ذرات معلق ($272/76 \mu g/m^3$) در فصل تابستان مشاهده شد. در مطالعه حاضر افزایش غلظت آلاینده در فصل بهار اتفاق افتاده است.^{۱۰} نظری و همکاران در شهر کرمانشاه، طی مطالعه ای تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی غلظت PM_{10} و تأثیر پارامترهای هواشناسی بر آن، در سال های ۱۳۸۹-۱۳۸۴ بیان نمودند که تیر ماه حداکثر غلظت و دی ماه حداقل مقدار را به خود اختصاص داده بود، در صورتی که در مطالعه حاضر در طول دوره مطالعه حداکثر و حداقل غلظت به ترتیب در اردیبهشت ماه و آذر ماه اتفاق افتاده است.^{۱۱} در مطالعه حاضر کیفیت هوا از نظر غلظت ذرات PM_{10} و بر اساس شاخص AQI، با معیار خوب و خطرناک به ترتیب در ۴۹/۵٪ و ۰/۶۶٪ از روزهای مورد مطالعه بود. عمارلویی و همکاران در شهر ایلام در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مطالعه ای تحت عنوان ارزیابی غلظت $PM_{2.5}$ ، PM_{10} و PM_1 طی طوفان های گرد و غبار اعلام نمودند که شاخص AQI در ۵ روز از سال شرایط خطرناک را نشان داد. بررسی های انجام شده، نشان داد که عراق و به خصوص استان های نینوا و الانبار این کشور منبع اصلی پدیده گرد و غبار در ایلام بودند.^۱ در طول دوره مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین تعداد روزها با غلظت ذرات PM_{10} در شرایط اضطرار (غلظت PM_{10} بالاتر از $255 \mu g/m^3 = AQI > 150$)، به تفکیک ماه به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با ۱۰ روز و مرداد، شهریور و مهر ماه با ۰ روز بوده است. به تفکیک فصل، به ترتیب در فصل بهار با ۱۷ روز و پاییز با ۴ روز بود. همچنین به تفکیک سال، به ترتیب مربوط به سال ۱۴۰۱ با ۱۷ روز و سال ۱۳۹۸ با ۱ روز بود. روند روزهای دارای شرایط اضطرار، از تابستان تا پاییز کاهش و از پاییز تا زمستان و بهار رو به افزایش بوده است. در طول ۱۸۱۲ روز مورد مطالعه، ۳۳ روز (۱/۸۲٪) غلظت ذرات PM_{10} در

از نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات کیفیت هوای شهر ایلام از نظر آلاینده PM_{10} و اینکه پدیده طوفان های گرد و غبار باعث افزایش ذرات معلق بخصوص در فصل بهار و تابستان می شود می توان نتیجه گرفت که شکل گیری و انتشار ذرات آلاینده تابعی از پارامترها به ویژه شرایط آب و هوایی می باشد. روند روزهای خارج از استاندارد، از تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تغییرات کیفیت هوا از نظر آلاینده PM_{10} در طی فصول و ماه های مختلف سال متفاوت است و تحت تأثیر شرایط آب و هوایی قرار دارد. تغییر شرایط آب و هوایی، میزان دما، میزان بارش نزولات جوی و همچنین تواتر ورود ریزگردها از کشورهای همسایه از جمله عراق به استان ایلام از دلایل احتمالی این اختلاف می باشد. در مطالعه حاضر حداکثر میانگین روزانه غلظت PM_{10} در دوره ۵ ساله $2511/62 \mu g/m^3$ و حداقل آن $15/69 \mu g/m^3$ بود که به ترتیب در سال ۱۴۰۱ و ۱۳۹۸ اتفاق افتاده است. همچنین، میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10} در طول دوره ۵ ساله $106/87 \pm 72/23 \mu g/m^3$ بود. بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه PM_{10} در سال های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت $271/95 \mu g/m^3$ و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت $34/67 \mu g/m^3$ بود و بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه PM_{10} در کل دوره مطالعه به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با غلظت $107/28 \mu g/m^3$ و آذر ماه با غلظت $46/97 \mu g/m^3$ بود. بیشترین و کمترین میانگین غلظت فصلی PM_{10} در کل دوره مطالعه، به ترتیب مربوط به فصل بهار با غلظت $88/47 \mu g/m^3$ و فصل پاییز با غلظت $58/27 \mu g/m^3$ بود. حداکثر غلظت در فصل بهار اتفاق افتاده است. اتابکی و همکاران طی سال ۱۳۹۲ در مطالعه ای تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی غلظت PM_{10} و تاثیر پارامترهای هواشناسی بر آن در شهر زاهدان، بیان نمودند که

نمودند که طوفان های گرد و غبار در ماه های گرم و خشک بیشتر بود و جهت غالب آنها از غرب ایلام از کشورهای همسایه بوده است و با مطالعه حاضر مطابقت دارد.^{۱۵}

عمارلویی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان مطالعه غلظت ذرات معلق و سرعت تشعشع در هوای شهر ایلام در طول طوفان های گرد و غبار خاورمیانه از اسفند ۱۳۹۰ به مدت یکسال بیان نمودند که در طول دوره مطالعه، غلظت PM_{10} در ۳۵ روز بیش از $150 \mu g/m^3$ بود و خرداد ماه با ۱۳ روز بیشترین تعداد روز های آلوده را داشته است و مطالعه حاضر نشان می دهد تعداد روزهای بالاتر از استاندارد هوای آزاد از سال ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ کاهش یافته و سپس از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ افزایش داشته است.^{۱۶}

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داده است غلظت PM_{10} هوای شهر ایلام در فصول مختلف و ماه های مختلف متفاوت است. روند روزهای خارج از استاندارد، از تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بوده است. نتایج حاصل با توجه به این روند، می تواند توسط سیاست گذاران برای طراحی و اجرای اقدامات مراقبتی موثر و هشدار به موقع شرایط اضطراری و آموزش حفاظت شخصی به افراد جامعه در این بازه زمانی، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین لازم است در زمینه موارد مذکور مطالعات بیشتری انجام شود. آگاهی از روند تغییرات این آلاینده و پیش بینی برنامه های کوتاه مدت و بلند مدت ملی و فرامرزی می تواند گام موثری در جهت کنترل انتشار و کاهش اثرات بهداشتی و زیست محیطی آن باشد.

سپاسگزاری

از مدیریت محترم سازمان حفاظت محیط زیست استان ایلام به منظور همکاری در جهت دسترسی به داده های مورد نیاز تقدیر و تشکر به عمل می آید.

شرایط اضطرار قرار داشته است. همچنین ۹۳ روز ($0.5/13$) خارج از استاندارد کیفیت هوای آزاد ($150 \mu g/m^3$) بود. الماسی و همکاران در دوره ۴ ساله (۱۳۹۰-۱۳۸۷) طی مطالعه ای تحت عنوان تغییرات فصلی کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر غلظت آلاینده PM_{10} ، اعلام نمودند که بیشترین و کمترین میزان انتشار PM_{10} با معیار خوب ($0-50$)، به ترتیب در ماه های بهمن ($37/7\%$) و خرداد و تیر (0%)، فصل زمستان ($21/96\%$) و تابستان ($4/81\%$) رخ داده بود. تیرماه و فصل تابستان بدترین کیفیت هوا را از نظر غلظت PM_{10} داشتند، که آن نیز به دلیل تواتر و شدت ورود ریزگردها در زمان های مذکور بود. نوسان تواتر و شدت PM_{10} بر اساس فصل، از بهار تا تابستان افزایشی و از ماه دوم تابستان تا زمستان کاهشی و از بهمن ماه تا تیر روند افزایشی داشته است که با مطالعه حاضر مطابقت دارد که از دلایل احتمالی آن می تواند مشابهت موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی شهر کرمانشاه با شهر ایلام باشد.^{۱۲} اسلامی و همکاران در شهر کرمانشاه، طی مطالعه ای تحت عنوان بررسی روند تغییرات غلظت PM_{10} و تعیین شاخص کیفیت هوا از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ اعلام نمودند که حدود $19/43\%$ کل روزهای این دوره وضعیت هوا در شرایط ناسالم ($AQI > 100$) گزارش گردید. بطوریکه روند روزهای خارج از استاندارد، از فصل تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بود که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.^{۱۳} مظلومی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان توزیع غلظت گونه های قارچی در هوای محیطی ناشی از طوفان های گرد و غباری غرب ایران (مطالعه موردی: شهر ایلام) از اسفند سال ۱۳۹۱ به مدت یک سال در شهر ایلام، اعلام نمودند که تعداد بیشتر طوفان های گرد و غباری در طی فصل گرم، سبب افزایش متوسط غلظت ذرات در این نیمسال شد که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.^{۱۴} عمارلویی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان ذرات معلق و بیوائروسل ها در طوفان های گرد و غبار خاورمیانه در شهر ایلام از بهمن ۱۳۹۰ به مدت یکسال، بیان

این پژوهش با کد طرح A-10-3319-1 در کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی ایلام به ثبت رسیده است. کد اخلاق پژوهش IR.MEDILAM.REC.1402.193 است.

References

1. Amarloei A, Jonidi Jafari A, Asilian Mohabadi H, al e. The Evaluation of PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ Concentration during Dust Storm Events in Ilam city, from Mar 2013 through Feb 2014. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2014;22(4): 240-59 [in persian].
2. Rasouli AA, Sari Saraf B, GH M. Trend Analysis The Number of Dusty Days in The Past 55 Years in The West of Iran, Using Non-Parametric Statistics. *Journal of Physical Geography* 2011;3(9): 1-16 [in persian].
3. Khorsandi H, Karimzade S, Aghaei M, al e. Health Impact Assessment of exposure to Particulate Pollutants less than 10 microns and Sulfur Dioxide Using AirQ model In Urmia, Iran. *Journal of Medical Science Studies* 2016;27: 438-48 [in persian].
4. Shahsuni A, Yarah Ahmadi M, Jafarzadeh Haghighi Fard NA, al e. Dust Storms: Environmental and Health impacts. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences* 2010;2(4): 45-56 [in persian].
5. Arami SA, Ownegh M, Mohammadian Behbahani A, al e. The analysis of dust hazard studies in southwest region of Iran in 22 years (1996-2017). *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazarts* 2018;5(1): 39-66 [in persian].
6. Karimi KH. Investigation of dust storms and their environmental impacts using remote sensing imagery (case study: west and southwest of Iran). *Shahrood University of Technology Faculty of Earth Sciences* 2011: "dissertation" [in persian].
7. Mokhtari M, Miri M, Mohammadi A, al e. Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM₁₀, PM_{2.5} and SO₂ in Yazd, Iran. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2015;25(131): 14-23 [in persian].
8. Maghsudi R, Kurd N, A P. Qualitative and Quantitative Evaluation of Airborne Microorganisms and the Concentrations of Particulate and Respirable Matter Causing from Dust Storm in the Air of Ilam City: Six-month Cross Sectional Study. *Journal of Ilam University of Medical Sciences* 2017;25(4): 60-9 [in persian].
9. Taghizadeh F, Jonidi Jafari A, M K. The trend of air quality index (AQI) in Tehran during (2011-2016). *Journal of Air Pollution and Health* 2019;4(3): 192-87.
10. Atabaki M, Sakhai M, Hoveidi H, al e. Investigating changes in the concentration of PM₁₀ particles and the influence of meteorological parameters on it in 2013 (case study: Zahedan city). *Journal of Environmental Health Research* 2017;3(3): 198-207 [in persian].
11. Nazari Z, Khorasani NA, Faiz Nia S, M K. Investigation of Temporal Variations of PM₁₀ Concentration and Influence of Meteorological Parameters on it During 2005-2010. *Journal of Natural Environment* 2013;66(1): 101-11 [in persian].
12. Almasi A, Moradi M, Sharafi K, S A. Seasonal Variation in Air Quality of Kermanshah City in Terms of PM₁₀ Concentration over a Four-Year Period (2008-2011). *J Health* 2014;5(2): 149-58 [in persian].
13. Eslami A, Atafar Z, Pirsahab M, F A. Trends of particulate matter (PM₁₀) concentration and related Air Quality Index (AQI) during 2005-2012 in Kermanshah, Iran. *Journal of Health in the Field* 2014;2(1): 19-28 [in persian].
14. Mazlomi S, Jafari AJ, Pakzad I, A A. Investigating the Distribution of Fungal Species Concentration Associated with Dust Storms in Ilam, Iran: A Case Study. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 2017;27(147): 371-85 [in persian].
15. Amarloei A, Fazlzadeh M, Jafari AJ, al e. Particulate matters and bioaerosols during Middle East dust storms events in Ilam, Iran. *Microchemical Journal* 2020;152: 104280.
16. Amarloei A, Jafari AJ, S M. Study of particulate matters concentration and radiation rate in the atmosphere of Ilam city during middle east dust storms. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 2020;102(10): 2394-402