

# Investigation the trend of Air Quality changes based on the concentration of Particulate Matter (PM<sub>10</sub>) in the Ilam city: 2019-2023

Received: 30 June 2024, Accepted: 10 September 2024

Zahra Karimi<sup>1</sup>, Ali Amarloei<sup>2\*</sup>, Sajad Mazloomi<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> 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 (PM<sub>10</sub>) 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 (PM<sub>10</sub>) in air pollution and its consequences, this study investigated changes in air quality based on PM<sub>10</sub> concentration in Ilam City.

**Materials and Methods:** In this cross-sectional descriptive study, PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> in different years were, respectively, related to April 2022, with a concentration of 271.95 µg/m<sup>3</sup>, and October 2019, with a concentration of 34.67 µg/m<sup>3</sup>. In 1812 studied days, the air quality condition was outside the National Ambient Air Quality Standards (150 µg/m<sup>3</sup>) on 95 days (5.13%). The highest seasonal pollution in terms of PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> 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, PM<sub>10</sub>, AQI index, Ilam

# بررسی روند تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق (PM<sub>10</sub>) در شهر ایلام

## از سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱

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

زهرا کریمی<sup>۱</sup>، علی عمارلویی<sup>۲\*</sup>، سجاد مظلومی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران<sup>۲</sup> 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 مدنظر می‌باشد. با توجه به اهمیت ذرات معلق (PM<sub>10</sub>) در آلودگی هوا و عواقب ناشی از آن، این مطالعه جهت تعیین تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت PM<sub>10</sub> در شهر ایلام انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی - مقطوعی، مقادیر غلظت PM<sub>10</sub> در طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۷ 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<sub>10</sub> در سال‌های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت ۱۴۰۱/۹۵  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت ۱۳۹۸/۶۷  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  بود. در ۱۸۱۲ روز مورد مطالعه، وضعیت کیفیت هوا در ۹۵ روز (۵/۱۳٪) بیشتر از استاندارد کیفیت هوای آزاد ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) بود. بیشترین آلودگی فصلی از نظر غلظت PM<sub>10</sub> در فصل بهار و کمترین آلودگی هوا در فصل پاییز بوده است.

**نتیجه گیری:** نتایج نشان داد که غلظت PM<sub>10</sub> از تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بوده است، که می‌تواند توسط سیاستگذاران برای طراحی و اجرای اقدامات کترلی و حفاظت شخصی موثر در این بازه زمانی، مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** طوفان گرد و غبار، کیفیت هوا، PM<sub>10</sub>، 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<sub>10</sub>) in the Ilam city: 2019-2023. Journal of Environmental Health Engineering. 2024;12(1):17-29.

DOI:

10.61186/jehe.12.1.17

## مقدمه

کند.<sup>۶</sup> امروزه به دلیل ناهمگن بودن و تنوع آلاینده‌های هوا، سازمان حفاظت محیط زیست افرون 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 AirQuality (AQI index) می‌باشد که برای پنج آلاینده اصلی هوا شامل ذرات معلق، دی‌اکسید ازن، دی‌اکسید گوگرد، مونوکسید کربن و ازن محاسبه می‌گردد.<sup>۷</sup> تاثیر عوامل طبیعی همچون خشکسالی‌های مداوم، کاهش بارندگی و رطوبت نسبی محیط به همراه تشديد فاكتور‌های محیطی سبب گسترش شدید گرد و غبار در بخش‌های غربی، جنوب غربی و مرکزی ایران شده و توanstه 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.<sup>۸</sup> 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.<sup>۹</sup> با توجه به اهمیت بهداشتی PM<sub>10</sub>، این مطالعه جهت بررسی روند تغییرات کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق (PM<sub>10</sub>) 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.<sup>۱</sup> 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 مکررا در معرض سیستم‌های گرد و غباری محلی می‌باشد.<sup>۲</sup> بیشترین تاثیر طوفان‌های گرد و غبار بر سلامت مربوط به ذرات معلق PM<sub>10</sub> و PM<sub>2.5</sub> می‌باشد.<sup>۳</sup> مواجهه با PM<sub>10</sub> باعث افزایش خطر بیماری‌های قلبی و مشکلات تنفسی و ریوی می‌شود. به علت اهمیت بهداشتی PM<sub>10</sub>، متوسط غلظت ۲۴ ساعته آن در هوا  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  در نظر گرفته شده است که نباید بیش از ۳۵ بار در طول سال از این مقدار فراتر رود.<sup>۳</sup> منابع اصلی گرد و غبارهای ورودی به غرب ایران، نواحی بیابانی نسبتاً نزدیک به این منطقه مثل صحراي سوريه، عراق و صحراي موجود در شمال شبه جزيره عربستان است.<sup>۴</sup> 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.<sup>۵</sup> 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

بهداشت، غلظت گرد و غبار با معیار خوب، متوسط، ناسالم برای گروه های حساس، ناسالم و خطرناک به ترتیب ۵۴-۳۵۵، ۴۲۴  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ، ۳۵۴، ۱۵۵-۲۵۴، ۲۵۵، ۵۵  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  و بیشتر از  $424 \mu\text{g}/\text{m}^3$  لحظه 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  $255 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $AQI > 150$ ) به عنوان شرایط اضطرار در نظر گرفته شد. برای مقایسه کیفیت هوای از استاندارد کیفیت هوای آزاد (National Ambient Air Quality Standards) با میانگین حداقل ۲۴ ساعته  $NAAQS = 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  استفاده شد.

## مواد و روش ها

جهت انجام این تحقیق داده های اندازه گیری شده ذرات  $PM_{10}$  در طی سال های ۱۳۹۷-۱۴۰۱ 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، فرآویانی 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 هوای (با کد: ۱۱۰۶۰۲-۰۶۰۱-۰۲۰۵۰۲) استفاده گردید.<sup>۹</sup> بدین منظور از رابطه (۱) برای محاسبه  $AQI$  استفاده شد:

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

در این رابطه:

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

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

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. حداقل غلظت روزانه  $PM_{10}$  در دوره ۵ ساله  $2511/62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  و حداقل آن  $15/69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بود که به ترتیب در سال ۱۴۰۱ و ۱۳۹۸ اتفاق افتاده است. میانگین و انحراف معیار غلظت  $PM_{10}$  در طول دوره ۵ ساله  $72/23 \pm 10.6/87 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بود.

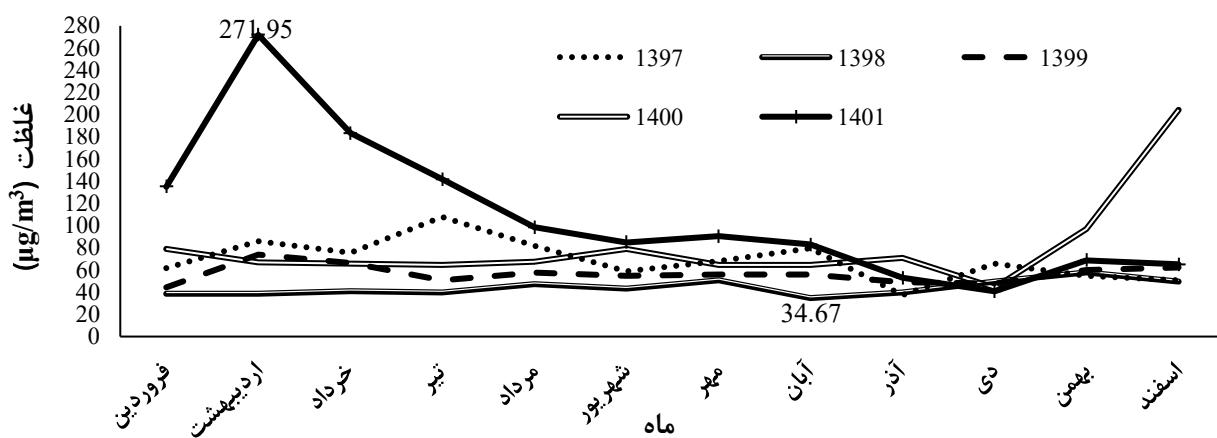
## یافته ها

جدول ۱. نتایج آماری مقادیر غلظت  $PM_{10}$  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	۷۲/۲۲	۲۵۱۱/۶۲	۱۵/۶۹	۱۰۶/۸۷

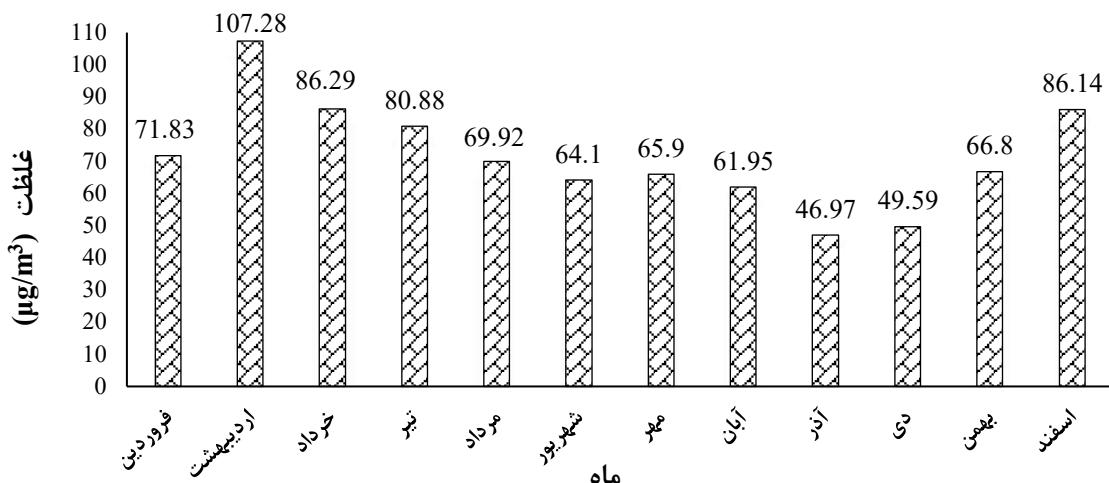
ماهیانه  $PM_{10}$  در سال های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت  $1271/95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت  $34/67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بود.

روند تغییرات میانگین غلظت ماهیانه  $PM_{10}$  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  $PM_{10}$  در هوای شهر ایلام در سال های مختلف دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با غلظت  $107/28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  و آذر ماه با غلظت  $46/97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  بود.

میانگین غلظت ماهیانه  $PM_{10}$  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  $PM_{10}$  به



شکل ۲. 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.

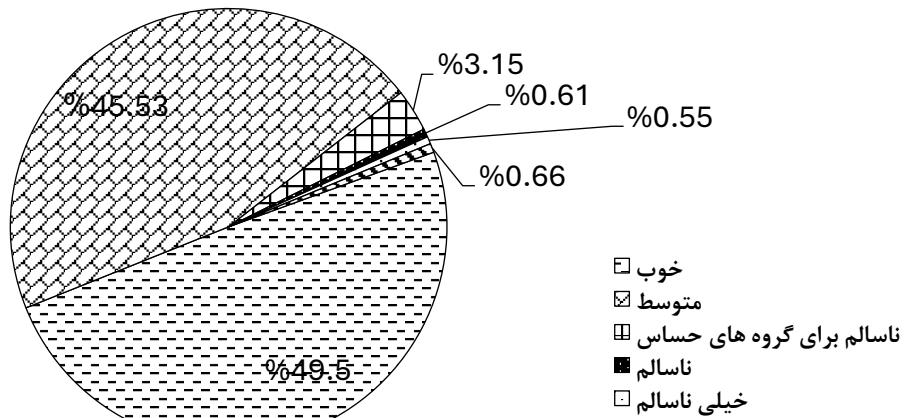
میانگین غلظت فصلی  $PM_{10}$  در هوای شهر ایلام بر حسب فصل های مختلف کل دوره مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین میانگین غلظت فصلی  $PM_{10}$



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 هوای 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، روز ۳۳ (۰.۱/۸۲٪) غلظت ذرات  $PM_{10}$  در شرایط اضطرار (غلظت ذرات  $PM_{10}$  بالاتر از  $255 \mu g/m^3$ ) 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)

خطروناک		بسیار ناسالم		ناسالم		ناسالم برای گروه های حساس		قابل قبول		خوب		طبقه بندی کیفیت هوای
فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	ماه
۸/۳۳	۱	۲۰	۲	۹/۰۹	۱	۱۰/۵۳	۶	۶/۹۱	۵۷	۹/۸۱	۸۸	فروردین
۴۱/۶۷	۵	۱۰	۱	۳۶/۳۶	۴	۱۴/۰۴	۸	۷/۸۸	۶۵	۸/۰۳	۷۲	اردیبهشت
۱۶/۶۷	۲	۱۰	۱	۰	۰	۱۰/۵۳	۶	۱۱/۲۷	۹۳	۵/۹۱	۵۳	خرداد
•	•	۲۰	۲	۳۶/۳۶	۴	۱۷/۵۴	۱۰	۹/۴۵	۷۸	۶/۸	۶۱	تیر
•	•	۰	۰	۰	۰	۵/۲۶	۳	۱۲/۸۵	۱۰۶	۵/۰۲	۴۵	مرداد
•	•	۰	۰	۰	۰	۳/۵۱	۲	۱۱/۶۴	۹۶	۶/۳۵	۵۷	شهریور

						۱/۷۵	۱	۱۲/۱۲	۱۰۰	۵/۴۶	۴۹	مهر
۸/۲۳	۱	۱۰	۱	۹/۰۹	۱	۱/۷۵	۱	۶/۹۱	۵۷	۹/۵۹	۸۶	آبان
۸/۲۴	۰	۰	۰	۹/۰۹	۱	۰	۰	۴/۶۱	۳۸	۱۱/۴۸	۱۰۳	آذر
۸/۲۵	۰	۱۰	۱	۰	۰	۳/۵۱	۲	۳/۱۵	۲۶	۱۳/۴۹	۱۲۱	دی
۸/۲۶	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)

خطروناک		بسیار ناسالم		ناسالم		ناسالم برای گروه های حساس		قابل قبول		خوب		طبقه بندی کیفیت هوای
> 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
۸/۲۴	۰	۲۰	۲	۳۶/۳۶	۴	۲۶/۳۲	۱۵	۳۳/۹۴	۲۸۰	۱۸/۱۷	۱۶۳	تابستان
۸/۲۵	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)

خطروناک		بسیار ناسالم		ناسالم		ناسالم برای گروه های حساس		قابل قبول		خوب		طبقه بندی کیفیت هوای
> ۳۰۰		۲۰۱ - ۳۰۰		۱۵۱ - ۲۰۰		۱۰۱ - ۱۵۰		۵۱ - ۱۰۰		۰ - ۵۰		AQI
فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	فراآنی (%)	تعداد (روز)	سال
۸/۳۳	۱	۳۰	۳	۲۷/۲۷	۳	۲۴/۵۶	۱۴	۲۰/۲۴	۱۶۷	۱۹/۵۱	۱۷۵	۱۳۹۷
.	.	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 (۰/۰۸۳٪) بوده است. در طول دوره مطالعه، ۹۳ روز (۰/۵۱۳٪) خارج از استاندارد کیفیت هوای آزاد ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) بود.

فراآنی روزهای با غلظت ذرات  $\text{PM}_{10}$  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  $\text{PM}_{10}$  بیشتر از حد استاندارد هوای

جدول ۵. فراآنی روزهای با غلظت ذرات  $\text{PM}_{10}$  بیشتر از حد استاندارد هوای آزاد در شهر ایلام (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

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

## بحث

در بررسی میانگین ماهانه غلظت  $PM_{10}$  در طول دوره مورد مطالعه، نتایج نشان داد که بیشترین غلظت در مرداد ماه  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (۳۰/۱۰۶) و کمترین غلظت در آبان ماه  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (۱۵۲/۱۶) بود. از نظر غلظت فصلی، بیشترین غلظت ذرات معلق ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ۲۷۲/۷۶) در فصل تابستان مشاهده شد. در مطالعه حاضر افزایش غلظت آلینده در فصل بهار اتفاق افتاده است.<sup>۱۰</sup> نظری و همکاران در شهر کرمانشاه، طی مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی غلظت  $PM_{10}$  و تأثیر پارامترهای هواشناسی بر آن، در سال‌های 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.<sup>۱۱</sup> در مطالعه حاضر کیفیت هوای از نظر غلظت ذرات  $PM_{10}$  و بر اساس شاخص AQI، با معیار خوب و خطروناک به ترتیب در ۴۹/۵٪ و ۶۶٪ از روزهای مورد مطالعه بود. عمارلویی و همکاران در شهر ایلام در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی غلظت  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  طی طوفان‌های گرد و غبار اعلام نمودند که شاخص AQI در ۵ روز از سال شرایط خطروناک را نشان داد. بررسی‌های انجام شده، نشان داد که عراق و به خصوص استان‌های نینوا و الانبار این کشور منبع اصلی پدیده گرد و غبار در ایلام بودند.<sup>۱</sup> در طول دوره مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین تعداد روزها با غلظت ذرات  $PM_{10}$  در شرایط اضطرار (غلظت  $PM_{10}$  بالاتر از  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۲۵۵$ ،  $AQI > ۱۵۰$ )، 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 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

از نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات کیفیت هوای شهر ایلام از نظر آلینده  $PM_{10}$  و اینکه پدیده طوفان‌های گرد و غبار باعث افزایش ذرات معلق بخصوص در فصل بهار و تابستان می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که شکل‌گیری و انتشار ذرات آلینده تابعی از پارامترها به ویژه شرایط آب و هوایی می‌باشد. 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 هوای نظر آلینده  $PM_{10}$  در طی فصول و ماه‌های 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 می‌باشد. در مطالعه حاضر حداکثر میانگین روزانه غلظت  $PM_{10}$  در دوره ۵ ساله  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۲۵۱۱/۶۲$  و حداقل آن  $۱۵/۶۹ \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۷۲/۲۳ \pm ۱۰/۶۷$  بود. بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه  $PM_{10}$  در سال‌های مختلف به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۴۰۱ با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۲۷۱/۹۵$  و آبان ماه سال ۱۳۹۸ با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۳۴/۶۷$  بود و بیشترین و کمترین میانگین غلظت ماهیانه  $PM_{10}$  در کل دوره مطالعه به ترتیب مربوط به اردیبهشت ماه با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۱۰/۷/۲۸$  و آذر ماه با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۴۶/۹۷$  بود. بیشترین و کمترین میانگین غلظت فصلی  $PM_{10}$  در کل دوره مطالعه، به ترتیب مربوط به فصل بهار با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۸۸/۴۷$  و فصل پاییز با غلظت  $\mu\text{g}/\text{m}^3 = ۵۸/۲۷$  بود. حداکثر غلظت در فصل بهار اتفاق افتاده است. اتابکی و همکاران طی سال ۱۳۹۲ در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی تغییرات زمانی غلظت  $PM_{10}$  و تأثیر 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.<sup>۱۵</sup>

عمارلویی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان مطالعه غلاظت 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، غلاظت  $PM_{10}$  در ۳۵ روز بیش از  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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.<sup>۱۶</sup>

## نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داده است غلاظت  $PM_{10}$  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 ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) بود. الماسی و همکاران در دوره ۴ ساله (۱۳۸۷ - ۱۳۹۰) طی مطالعه ای تحت عنوان تغییرات فصلی کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر غلاظت آلاینده  $PM_{10}$ ، اعلام نمودند که بیشترین و کمترین میزان انتشار  $PM_{10}$  با معیار خوب (-۰)، به ترتیب در ماه های بهمن ( $37/7\%$ ) و خرداد و تیر ( $21/96\%$ ) و تابستان ( $4/81\%$ ) رخ داده بود. تیرماه و فصل تابستان بدترین کیفیت هوای را از نظر غلاظت  $PM_{10}$  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.<sup>۱۷</sup> اسلامی و همکاران در شهر کرمانشاه، طی مطالعه ای تحت عنوان بررسی روند تغییرات غلاظت  $PM_{10}$  و تعیین شاخص کیفیت هوای از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ اعلام نمودند که حدود  $19/43\%$  کل روزهای این دوره وضعیت هوای در شرایط ناسالم ( $AQI > 100$ ) گزارش گردید. بطوريکه 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.<sup>۱۸</sup> مظلومی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان توزیع غلاظت گونه های قارچی در هوای محیطی ناشی از طوفان های گرد و غباری غرب ایران (مطالعه موردنی: 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 غلاظت ذرات در این نیمسال شد که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.<sup>۱۹</sup> عمارلویی و همکاران طی مطالعه ای تحت عنوان ذرات معلق و بیوآئروسول 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub> 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, Karimzadeh 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 Haghghi 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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and SO<sub>2</sub> 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 PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> 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, Sharifi K, S A. Seasonal Variation in Air Quality of Kermanshah City in Terms of PM<sub>10</sub> 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 (PM<sub>10</sub>) 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