

مطالعه مقایسه‌ای کیفیت هوای استان همدان قبل، حین و بعد از پاندمی کووید-۱۹

فاطمه مصائبی^۱ , مازیار پیدا^۲ , زهره فرهمندکیا^{۳*} ^۱ گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران^۲ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران^۳ مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، پژوهشکده سلامت و بیماری‌های متابولیک، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و اهداف: استان همدان با ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع مساحت و جمعیت ۱۷۰۰۰۰۰ نفر در غرب ایران واقع شده است. شروع کووید-۱۹ و توقف تجمعات عمومی بر کیفیت هوا تأثیر گذاشت. این مطالعه با هدف بررسی کیفیت هوای استان همدان طی دو سال قبل از شیوع کووید-۱۹، دوره شیوع و پس از آن انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با رعایت استانداردهای اخلاقی انجام شد. داده‌های کیفی هوای روزانه از پنج ایستگاه پایش استخراج شد. پس از اعتبارسنجی، داده‌ها طی سه دوره فوق‌مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نتایج توصیفی به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه شد و پارامترها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون Post Hoc Bonferroni ارزیابی شدند.

یافته‌ها: در دوران کووید-۱۹، میانگین غلظت CO_2 ، O_3 و PM_{10} نسبت به قبل از کووید-۱۹ کاهش یافت، در حالی که غلظت $PM_{2.5}$ ، SO_2 و CO افزایش یافت. پس از کووید-۱۹ میانگین غلظت NO_2 ، O_3 و SO_2 در مقایسه با دوره کووید-۱۹ کاهش یافت، اما غلظت PM_{10} و CO افزایش یافت و $PM_{2.5}$ میانگین ثابتی را حفظ کرد. همچنین مشخص شد که بیشترین میانگین غلظت NO_2 و O_3 در تابستان، CO در پاییز و SO_2 در زمستان رخ داده است.

نتیجه‌گیری: قرنطینه اجباری در دوره کووید-۱۹ بر کیفیت هوای استان تأثیر گذاشته است. ممنوعیت سوخت مازوت در نیروگاه‌ها و واحدهای صنعتی پس از کووید-۱۹ نیز به طور قابل توجهی بر کیفیت هوا تأثیر گذاشت. بنابراین کنترل ترافیک و ممنوعیت همزمان سوخت مازوت برای بهبود کیفیت هوای این استان توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: آلودگی هوا، کووید-۱۹، همدان، ایران، ویروس کرونا

Please cite this article as: Masaebi F, Peyda M, Farahmandkia Z. A comparative study of air quality in Hamadan province before, during, and after the COVID-19 pandemic. Journal of Health in the Field 2024; 12(3):4-12. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i3.46580>.

*نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران

Email: zfarahmand@zums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۰۷

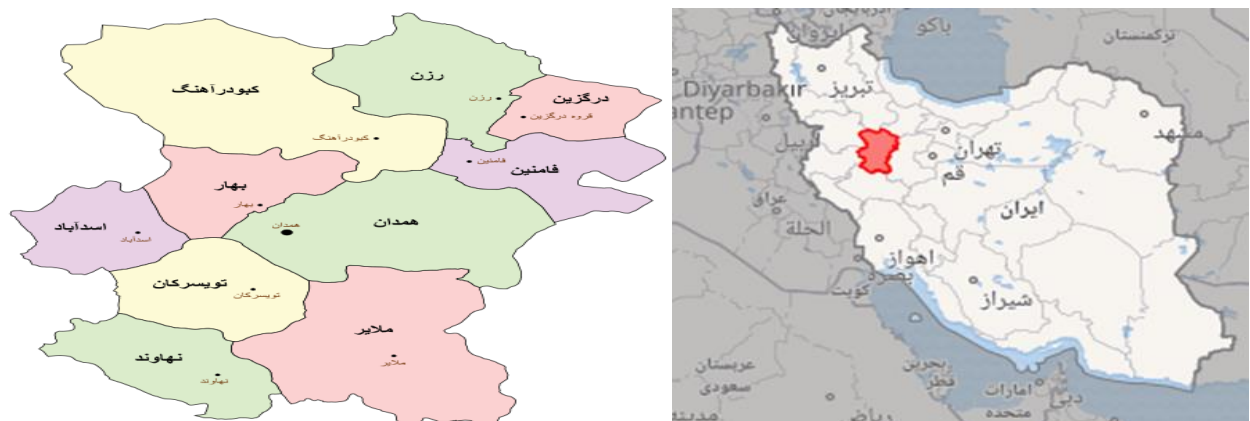
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۰۴

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های جامعه مدرن امروزی است که بسیاری از شهرهای دنیا درگیر آن هستند. یکی از اتفاقات مهم قرن حاضر که روی کیفیت هوای بسیاری از شهرهای دنیا اثرگذار بود. همه‌گیری کووید-۱۹ بود. بیماری کرونا ویروس ۲۰۱۹ یا کووید-۱۹ که به شکل عمومی به آن کرونا نیز گفته می‌شود یک بیماری عفونی می‌باشد که در اواخر سال ۱۳۹۸ از چین آغاز شد [۱]. از جمله علائم این بیماری اختلالات تنفسی، آبریزش بینی، سرفه خشک، سرگیجه، گلو درد و بدن درد است که می‌تواند با سردرد و تب نیز همراه باشد و تا چند روز به طول می‌انجامد. علائم بیماری می‌تواند شدیدتر بوده و منجر به سینه پهلوی و برونشیت شده و در بعضی افراد منجر به عدم دریافت اکسیژن کافی و مرگ گردد [۲]. یکی از مسیرهای سرایت بیماری از طریق هوا تشخیص داده شد، لذا از اسفند سال ۱۳۹۸ با افزایش همه‌گیری، مقررات ویژه‌ای در تمام شهرهای ایران منطبق با دنیا اعمال گردید تا کنترل شیوع این بیماری انجام شود. در استان همدان نیز همگام با دیگر مناطق شهری، منع رفت و آمد، تعطیلی مدارس و آموزشگاهها، تعطیلی مراکز خرید و بازار صورت گرفت و فعالیت تالارها و رستورانها متوقف شده و از تجمعات جلوگیری به عمل آمد [۳]. این بیماری حدود دو سال ادامه داشت و در ایران بیش از ۷ میلیون نفر به این بیماری مبتلا شدند و بیش از ۱۴۶ هزار مرگ ناشی از این بیماری به ثبت رسید [۴].

منع رفت و آمد و تعطیلی وسیع موجب شد سهم ترافیک در آلودگی هوای شهری به حداقل برسد. آلودگی هوا از سوی آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC: International Agency for Research on Cancer) در گروه ۱ سرطانزایی قرار گرفته است و یکی از بزرگترین معضلات شهراست. هر ساله حدود ۷ میلیون مرگ ناشی از مواجهه با آلودگی هوا در دنیا گزارش می‌شود و متأسفانه بیشتر کودکان، سالمندان و افراد

دارای بیماری‌های قلبی عروقی در معرض می باشند [۵] لذا تحقیقات بسیاری در زمینه آلودگی هوا و اثرات آن در شهرها صورت می‌گیرد [۶،۷]. با توجه به اینکه ترافیک و صنعت دو عامل اصلی آلودگی هوا هستند، تحقیقاتی که طی دوره شیوع کووید-۱۹ روی آلودگی هوا در بسیاری از مناطق صورت گرفت نشان داد، اعمال محدودیت‌های رفت و آمد و کاهش سهم ترافیک در بسیاری از شهرها باعث بهبود کیفیت هوا شده است [۸،۹]، اگرچه در بعضی مناطق نیز بهبود کیفیت هوا دیده نشد [۱۰]. لذا هدف از این تحقیق مقایسه کیفیت هوای استان همدان طی دوره‌های دو ساله قبل، حین و بعد از پاندمی کووید-۱۹ می‌باشد و همچنین میانگین غلظت آلاینده‌های PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO، SO_2 ، NO_2 و O_3 طی فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سه مقطع زمانی مذکور مقایسه خواهند شد.

استان همدان یکی از استان‌های غربی کشور است که از شمال با استان‌های زنجان و قزوین، از جنوب با استان لرستان، از شرق با استان مرکزی و از غرب با استان کرمانشاه و قسمتی از استان کردستان احاطه شده است. استان همدان بین ۳۳ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. این استان دارای ۱۰ شهرستان است که شامل توپسرکان، ملایر، نهاوند، همدان، کیودراهنگ، اسدآباد، بهار، رزن، فامنین و درگزین می‌باشد. بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن آبان ماه سال ۱۳۹۵ کل جمعیت استان ۱۷۰۰۰۰۰ نفر می‌باشد. نمایی از منطقه مورد مطالعه در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نقشه ایران و استان همدان
Figure1-Hamadan location in Iran and Hamadan province

پاییز و زمستان تقسیم شدند. نتایج توصیفی به صورت میانگین و انحراف معیار ارائه و پارامترها با آزمون Post Hoc Bonferroni سنجیده شدند. از جمله محدودیت‌های این طرح تعداد محدود ایستگاه‌های پایش هوا در این استان بوده است و کلیه کدهای اخلاقی رعایت گردید.

یافته‌ها

از میانگین غلظت آلاینده‌های ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا به عنوان غلظت میانگین روزانه برای منطقه تحت مطالعه استفاده شد [۱۲] سپس میانگین دو ساله غلظت آلاینده‌ها برای دو سال قبل کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۳۹۷ تا ۲۹ اسفند ۱۳۹۸)، دو سال شیوع کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۳۹۹ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۰) و دو سال پس از اتمام کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۴۰۱ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۲) محاسبه شدند. با توجه به نتایج آزمون آماری مشاهده شده در جدول شماره ۱، مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری بین تمامی میانگین غلظت‌های دو ساله قبل، بعد و دوره کووید-۱۹ وجود دارد بجز $PM_{2.5}$ که اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت‌های دو ساله آن در دوره کووید-۱۹ و بعد از آن مشاهده نشد.

باد غالب استان در فصل زمستان و بهار بادهای شمال و شمال غربی بوده و در فصل تابستان و پاییز بادهای غربی، شرقی می‌باشد. بیش از ۹۰۰ کارخانه و شرکت صنعتی و تجاری در استان همدان به ثبت رسیده است که در زمینه‌های تولید نیرو، نفت، گاز، پتروشیمی، کانی‌های غیرفلزی و فلزات اساسی فعالیت می‌کنند [۱۱]. در این تحقیق از داده‌های مربوط به آلاینده‌های معیار در پنج ایستگاه سنجش کیفیت هوا که متعلق به سازمان حفاظت محیط زیست ایران بود، استفاده شد. داده‌ها به صورت روزانه از ایستگاه‌های همدان، اسدآباد، ملایر، نهاوند و کبودآهنگ گزارش می‌شوند که به صورت آنلاین از سایت <https://aqms.doe.ir/Home/AQI> در دسترس هستند. داده‌ها در Excel 2016 جمع‌آوری و جهت اعتبارسنجی توسط محقق دیگری بازبینی شده و به SPSS 24 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) منتقل شدند. غلظت میانگین روزانه آلاینده‌های معیار شامل PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO ، SO_2 ، NO_2 و O_3 ، به طور جداگانه در سه دوره، دو سال قبل کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۳۹۷ تا ۲۹ اسفند ۱۳۹۸)، دو سال حین کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۳۹۹ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۰) و دو سال پس از پایان کووید-۱۹ (یکم فروردین ۱۴۰۱ تا ۲۹ اسفند ۱۴۰۲) محاسبه شد. همچنین داده‌های سه دوره مورد بررسی، به چهار فصل بهار، تابستان،

جدول ۱- تحلیل آماری آلاینده‌های مورد بررسی طی سه دوره دو ساله قبل، حین و بعد از کووید-۱۹ برحسب میکروگرم بر مترمکعب

Table 1- Statistical analysis of pollutants during the three periods studied, two years before, during and after Covid-19 in terms of $\mu g/m^3$

آلاینده‌ها	بعد از کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	طول دوره کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	قبل از کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	P ₄ value	P ₃ value	P ₂ value	P ₁ value
CO	۱۷/۲۵ (۸/۵)	۲۲/۵۷ (۱۳/۲۴)	۲۶/۰۳ (۱۶/۳۰)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
O ₃	۲۶/۳۵ (۱۲/۸۲)	۲۳/۹۷ (۱۱/۴۲)	۲۲/۴۵ (۱۰/۴۴)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
NO ₂	۲۳/۹۸ (۸/۱۵)	۲۳/۰۰ (۱۰/۳۷)	۱۴/۳۳ (۱۰/۶۵)	<۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
SO ₂	۲۵/۳۲ (۱۰/۷۷)	۲۹/۲۵ (۱۷/۹۲)	۲۲/۱۹ (۱۱/۷۵)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
PM _{2.5}	۶۱/۲۹ (۲۹/۰۲)	۶۹/۷۰ (۲۴/۶۱)	۷۱/۰۷ (۲۸/۸۸)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۱/۰۰۰
PM ₁₀	۵۷/۸۹ (۲۸/۷۲)	۵۵/۲۸ (۲۵/۱۱)	۶۴/۶۰ (۳۸/۲۰)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱

P₁ مقایسه معنی‌داری سه دوره دو ساله قبل، بعد و دوره کووید-۱۹، P₂ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله قبل و دوره کووید-۱۹

P₃ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله قبل و بعد دوره کووید-۱۹، P₄ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله کووید-۱۹ و بعد از آن

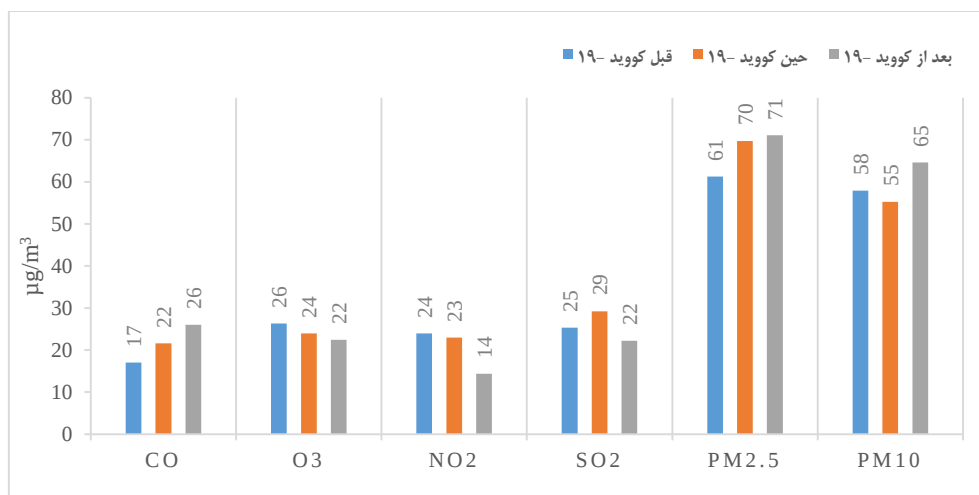
جدول ۲- تحلیل آماری آلاینده‌ها در فصول طی سه دوره قبل، حین و بعد از کووید-۱۹ برحسب میکروگرم بر مترمکعب

Table 2- Statistical analysis of pollutants in the seasons during the three periods before, during and after Covid-19 in terms of $\mu\text{g}/\text{m}^3$

فصل	آلاینده‌ها	قبل از کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	طول دوره کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	بعد از کووید-۱۹ میانگین (انحراف معیار)	P ₁ value	P ₂ value	P ₃ value	P ₄ value
بهار	CO	۲۱/۹۱ (۱۱/۸۹)	۱۶/۴۳ (۷/۴۴)	۱۳/۴۶ (۴/۷۰)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	O ₃	۲۲/۳۸ (۷/۸۹)	۲۵/۶۱ (۸/۶۹)	۳۷/۶۹ (۷/۸۸)	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	NO ₂	۱۷/۹۱ (۱۱/۸۶)	۲۲/۰۰ (۷/۰۳)	۲۳/۳۶ (۹/۵۶)	<۰/۰۰۱	۰/۱۰۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	SO ₂	۲۴/۱۷ (۱۲/۱۲)	۲۷/۲۲ (۱۱/۲۲)	۲۱/۱۰ (۶/۷۲)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	PM _{2.5}	۷۱/۴۸ (۳۶/۶۲)	۶۳/۱۳ (۲۸/۴۵)	۵۵/۰۴ (۲۶/۱۳)	۰/۰۰۵	۰/۲۷۰	۰/۰۰۳	۰/۳۶۰
	PM ₁₀	۷۱/۷۰ (۶۵/۰۷)	۵۱/۱۰ (۳۱/۴۸)	۵۳/۲۸ (۲۸/۸۲)	<۰/۰۰۱	۱/۰۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
تابستان	CO	۸/۹۸ (۳۵/۷۲)	۱۳/۹۸ (۸/۹۸)	۱۴/۹۶ (۴/۸۶)	<۰/۰۰۱	۱/۰۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	O ₃	۲۸/۲۳ (۱۱/۸۰)	۲۹/۹۵ (۱۳/۱۶)	۳۳/۱۶ (۱۴/۷۹)	<۰/۰۰۱	۰/۰۱۲	<۰/۰۰۱	۰/۳۵۹
	NO ₂	۱۰/۹۷ (۶/۸۳)	۲۱/۸۴ (۱۰/۷۴)	۲۶/۴۱ (۷/۲۸)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	SO ₂	۷۷/۱۸ (۱۱/۶۳)	۲۹/۷۰ (۱۵/۵۴)	۲۵/۹۴ (۱۱/۰۴)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	PM _{2.5}	۷۳/۱۰ (۲۲/۰۸)	۷۵/۷۸ (۱۹/۰۱)	۶۸/۱۳ (۱۴/۱۰)	۰/۰۸۷	۰/۰۲۵	۰/۴۳۷	۱/۰۰۰
	PM ₁₀	۶۹/۴۴ (۲۳/۲۲)	۶۳/۸۳ (۱۷/۸۲)	۷۴/۲۸ (۳۰/۲۴)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۲۲	<۰/۰۰۱
پاییز	CO	۳۱/۱۱ (۱۴/۱۸)	۲۹/۷۸ (۱۱/۳۷)	۱۹/۲۷ (۷/۸۶)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	O ₃	۱۷/۵۰ (۵/۷۸)	۲۰/۷۳ (۱۰/۸۵)	۲۲/۸۲ (۱۳/۱۵)	<۰/۰۰۱	۰/۱۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	NO ₂	۱۲/۲۳ (۹/۷۳)	۲۴/۱۷ (۱۰/۸۹)	۲۳/۲۳ (۵/۹۸)	<۰/۰۰۱	۰/۵۵۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	SO ₂	۲۲/۲۷ (۱۲/۵۸)	۳۰/۵۶ (۱۹/۰۸)	۲۸/۱۵ (۱۰/۸۷)	<۰/۰۰۱	۰/۰۸۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	PM _{2.5}	۶۶/۳۶ (۲۰/۱۹)	۸۳/۳۸ (۴۹/۰۷)	۵۸/۵۶ (۲۸/۸۳)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۹۷	۰/۰۰۲
	PM ₁₀	۵۷/۸۱ (۱۶/۲۲)	۵۰/۹۶ (۱۹/۷۶)	۴۹/۲۶ (۱۸/۳۲)	<۰/۰۰۱	۰/۸۰۷	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
زمستان	CO	۱۸/۲۹ (۸/۸۸)	۲۳/۶۲ (۱۳/۶۱)	۱۷/۹۳ (۷/۹۱)	<۰/۰۰۱	۱/۰۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	O ₃	۱۷/۷۳ (۹/۹۳)	۱۷/۴۹ (۶/۷۸)	۲۴/۴۰ (۲۰/۳۸)	۱/۰۰۰	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	NO ₂	۱۳/۰۴ (۱۰/۶۷)	۲۴/۲۹ (۱۳/۵۷)	۲۲/۵۱ (۶/۲۲)	<۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	SO ₂	۲۰/۵۵ (۱۲/۰۸)	۳۳/۰۹ (۲۵/۰۶)	۲۸/۲۵ (۱۲/۹۱)	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
	PM _{2.5}	۵۹/۷۷ (۲۹/۲۷)	۶۰/۷۹ (۳۱/۷۶)	۵۷/۱۸ (۲۶/۳۷)	۰/۶۵۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	PM ₁₀	۴۴/۲۳ (۱۹/۵۵)	۵۱/۷۴ (۳۸/۲۶)	۴۷/۴۵ (۲۲/۵۳)	۰/۰۰۸	۰/۱۷۵	۰/۲۷۶	۰/۰۰۴

P₁ مقایسه معنی‌داری سه دوره دو ساله قبل، بعد و دوره کووید-۱۹، P₂ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله قبل و دوره کووید-۱۹

P₃ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله قبل و بعد دوره کووید-۱۹، P₄ مقایسه معنی‌داری دو دوره دو ساله کووید-۱۹ و بعد از آن



شکل ۲- میانگین غلظت آلاینده‌های PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO ، SO_2 ، NO_2 و O_3 طی سه دوره قبل، حین و پس از کووید-۱۹ بر حسب میکروگرم بر مترمکعب
Figure 2- Average concentrations of PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO ، SO_2 ، NO_2 ، and O_3 pollutants during the three periods before, during, and after Covid-19 in terms of $\mu g/m^3$

کووید-۱۹ در استان همدان تعداد ۳۰۷ هزار نفر دانش‌آموز و دانشجو مشغول به تحصیل بودند که با اعلام محدودیت‌های تردد، فعالیت آموزشی آنها به حضور در خانه منتهی گردید. با منع رفت و آمد و جلوگیری از تجمعات، تعطیلی پاساژها و مراکز خرید، ترافیک ناشی از آنها کاهش یافت. علاوه بر آن شش دوره محدودیت حداکثری طی دوره دو ساله شیوع کووید-۱۹ اعمال شد که بسیار سخت‌گیرانه بود و حتی از فعالیت کارکنان ادارات و بسیاری از مشاغل ضروری دیگر نیز جلوگیری شد و ترافیک ناشی از جابه‌جایی آنها نیز کاهش یافت و می‌توان گفت که طی این دوره سهم آلودگی ناشی از ترافیک به حداقل خود رسید.

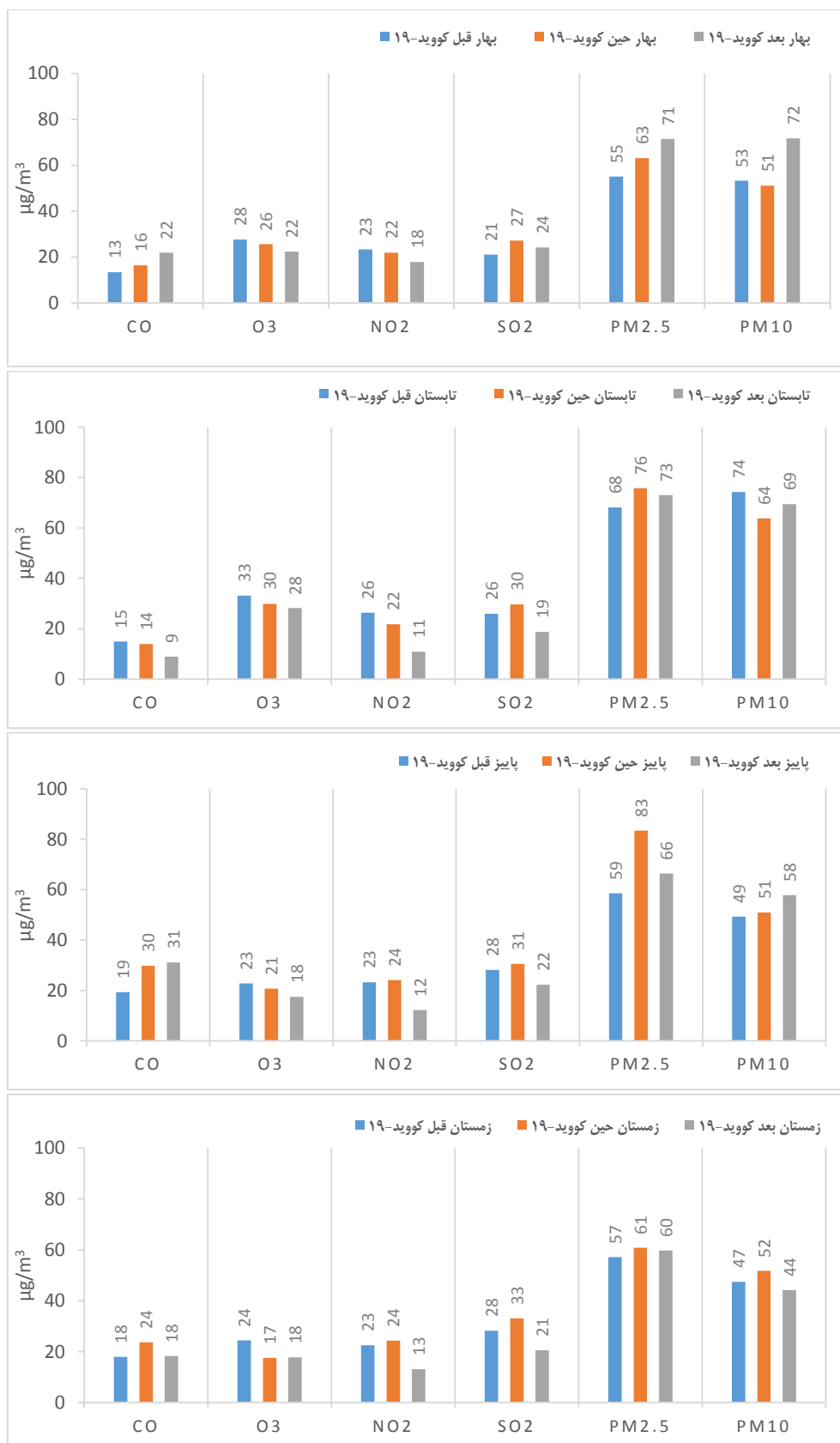
نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که طی دوره شیوع کووید-۱۹ میانگین غلظت آلاینده‌های NO_2 ، O_3 و PM_{10} کاهش یافته است و از ۲۳/۹۸، ۲۶/۳۵ و ۵۷/۸۹ به ۲۳/۰۰، ۲۳/۹۷ و ۵۵/۲۸ میکروگرم بر مترمکعب رسیده است. با توجه به اینکه منبع غالب آلاینده NO_2 و O_3 ترافیک و فعالیت‌های صنعتی می‌باشد [۱۰]، با انتشار NO_2 و حضور ترکیبات آلی فرار و بقیه عوامل در محیط شرایط تشکیل O_3 فراهم می‌گردد. با کاهش ترافیک و کاهش میانگین غلظت NO_2 ، میانگین غلظت O_3 نیز کاهش یافته است. طی یک مطالعه در ۱۲۰ شهر چین دیده شد که میانگین غلظت NO_2 ، O_3 و PM_{10} طی دوره کووید-۱۹ و منع رفت و آمد و کاهش ترافیک، کاهش یافته است که این نتایج با مطالعه حاضر همخوانی دارد [۱۳].

در دوره شیوع کووید-۱۹ یک مطالعه در هوای شهری بارسلونا - اسپانیا نشان داد که غلظت آلاینده‌های PM_{10} و NO_2 در دوره کووید-۱۹ کاهش یافت که کاهش غلظت این دو آلاینده در استان همدان نیز دیده شد [۱۴].

همان‌گونه که در شکل شماره ۲ دیده می‌شود، میانگین غلظت آلاینده‌های CO ، SO_2 و $PM_{2.5}$ در دوره شیوع کووید-۱۹ نسبت به دوره مشابه قبل از آن، افزایش داشته در حالیکه O_3 ، NO_2 و PM_{10} روند کاهشی داشته‌اند. در دوره بعد از کووید-۱۹ نسبت به دوره قبل از آن، میانگین غلظت آلاینده‌های O_3 ، SO_2 و NO_2 روند کاهشی داشته‌اند؛ در حالی که CO و PM_{10} دارای افزایش غلظت بوده‌اند. آنالیز آماری فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان طی سه دوره دو ساله قبل، حین و بعد از کووید-۱۹ منطبق بر جدول شماره ۲ نشان‌داد که اختلاف معنی‌داری در میانگین غلظت آلاینده‌ها، در فصل بهار برای CO ، O_3 و SO_2 ، در فصل تابستان برای NO_2 ، PM_{10} و SO_2 ، همچنین در فصل پاییز برای CO و در فصل زمستان برای SO_2 در سه مقطع زمانی مذکور وجود دارد. با مقایسه غلظت SO_2 در فصول بهار، تابستان و زمستان منطبق بر شکل شماره ۳ مشاهده می‌شود که در هر سه فصل غلظت این آلاینده در حین شیوع کووید-۱۹ در مقایسه با دوره قبل از آن افزایش یافته است؛ ولی بعد از اتمام دوره کووید-۱۹ روند کاهشی در هر سه فصل قابل مشاهده است. در حالی که غلظت CO در فصول بهار و پاییز در هر سه دوره قبل، حین کووید-۱۹ و بعد از آن روند افزایشی داشته است. غلظت O_3 در بهار و غلظت NO_2 در تابستان طی هر سه دوره قبل، حین کووید-۱۹ و بعد از آن روند کاهشی داشته است. غلظت تمامی آلاینده‌ها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان در شکل شماره ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

بحث

منابع غالب آلودگی هوای شهرها معمولاً ترافیک و فعالیت‌های صنعتی می‌باشد. شیوع همه‌گیری کووید-۱۹ در اواخر سال ۱۳۹۸ زندگی فردی و اجتماعی انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داد [۷]. به هنگام شیوع



شکل ۳- میانگین غلظت آلاینده ها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان، طی سه دوره قبل، حین و پس از کووید-۱۹ برحسب میکروگرم بر مترمکعب

Figure 3- Average pollutant concentrations in spring, summer, autumn and winter, during the three periods before, during and after Covid-19 in terms of $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ولی در میانگین غلظت PM_{10} افزایش غلظتی از ۵۵/۲۸ در دوره کووید-۱۹ تا ۶۴/۶۰ میکروگرم بر مترمکعب در دوره بعد آن دیده می شود. غلظت ذرات معلق علاوه بر ترافیک و فعالیتهای صنعتی به جریان باد غالب منطقه نیز مرتبط می باشد [۲۲]. باد غالب این استان در فصل زمستان و بهار بادهای شمال و شمال غربی می باشند، هرگاه این بادهای شدت بگیرند، می توانند آلاینده ها را از داخل همدان به خارج حمل کنند. باد غالب در فصل تابستان و پاییز بادهای غربی، شرقی می باشند که بهنگام وزش، موجب انتقال ذرات گرد و غبار به سمت این استان می شود، لذا غلظت آلاینده ها در فصول مختلف تحت تأثیر این دو جریان باد غالب قرار دارند. تعدد منابع اثر گذار بر میانگین غلظت ذرات معلق از جمله ترافیک، صنعت و بادهای غالب فصلی باعث شده است که براحتی روند افزایش یا کاهش میانگین غلظت ذرات معلق طی دوره های مورد مطالعه قابل تحلیل نباشد.

آنالیز آماری در میانگین غلظت آلاینده ها در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان برای سه دوره قبل، حین شیوع کووید-۱۹ و دوره بعد از کووید-۱۹ نشان داد که اختلاف معنی داری در میانگین غلظت آلاینده SO_2 در فصول بهار، تابستان و زمستان برای هر سه دوره دیده می شود و بالاترین غلظت این آلاینده در فصل زمستان دوره کووید-۱۹ با میانگین غلظت ۳۳ میکروگرم بر مترمکعب بوده است و رفتار این آلاینده در هر سه فصل ذکر شده منطبق بر رفتار آن در سه دوره بوده است که شامل افزایش غلظت در دوره شیوع کووید-۱۹ نسبت به دوره قبل آن و کاهش غلظت پس از اتمام کووید-۱۹ می باشد. همچنین اختلاف معنی داری در غلظت فصل بهار و پاییز آلاینده CO دیده شد که بالاترین غلظت این آلاینده در فصل پاییز دوره بعد از کووید-۱۹ با میانگین غلظت ۳۱ میکروگرم بر مترمکعب بوده است و رفتار این آلاینده در هر دو فصل ذکر شده منطبق بر رفتار آن در سه دوره بوده است که شامل افزایش غلظت در دوره شیوع کووید-۱۹ نسبت به دوره قبل و مجدداً افزایش غلظت پس از اتمام کووید-۱۹ می باشد. آلاینده O_3 در فصل بهار برای سه دوره قبل، حین و بعد از کووید-۱۹ اختلاف معنی داری داشته است که بیشترین غلظت O_3 در فصل تابستان قبل از کووید-۱۹ با میانگین غلظت ۳۳ میکروگرم بر مترمکعب دیده شد و رفتار آن بالاترین غلظت فصل بهار منطبق با رفتار آن در سه دوره بوده است که شامل کاهش غلظت در دوره شیوع کووید-۱۹ نسبت به دوره قبل و کاهش غلظت پس از اتمام کووید-۱۹ می باشد. آلاینده NO_2 در فصل تابستان و برای سه دوره قبل، حین و بعد از کووید-۱۹ اختلاف معنی داری داشته اند که بیشترین غلظت NO_2 در فصل تابستان قبل از کووید-۱۹ با میانگین غلظت ۲۶ میکروگرم بر مترمکعب دیده شد و رفتار آن آلاینده در فصل بهار منطبق با رفتار آن در سه دوره بوده است که شامل کاهش غلظت در دوره شیوع کووید-۱۹ و کاهش غلظت پس از اتمام کووید-۱۹ می باشد. فان و همکاران تأثیر اقدامات کنترلی در طول شیوع کوید-۱۹ و

استفاده از سوخت های فسیلی در صنعت، غلظت SO_2 را در هوا افزایش می دهد [۱۵، ۱۶] افزایش میانگین غلظت این آلاینده در طی دوره کووید-۱۹ نسبت به قبل از ۲۵/۳۲ به ۲۹/۲۵ میکروگرم بر مترمکعب نشان می دهد که کاهش ترافیک تأثیری بر این آلاینده نداشته است. همچنین میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در دوره کووید-۱۹ نیز مشابه SO_2 بوده است و افزایش غلظتی از ۶۱/۲۹ تا ۶۹/۷۰ میکروگرم بر مترمکعب داشته است.

در هندوستان تأثیر قرنطینه در افزایش یا کاهش آلاینده ها مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که پارامترهای PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO و NO_2 در زمان کووید-۱۹ کاهش ولی آلاینده SO_2 در شرایط قرنطینه افزایش یافت، در استان همدان نیز طی دوران کووید-۱۹ غلظت آلاینده های SO_2 ، $PM_{2.5}$ و CO افزایش ولی غلظت NO_2 و PM_{10} کاهش یافته است [۱۷]. در تحقیقی که روی هوای نه کشور اروپایی، امریکایی و آسیایی صورت گرفت، ارتباط بین آلودگی هوا و مرگ و میر ناشی از کوید ۱۹ را مطالعه نمودند که افزایش غلظت PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، SO_2 و NO_2 در دوره کووید-۱۹ نسبت به قبل تأیید شد. در استان همدان نیز منطبق با این تحقیق میانگین غلظت SO_2 ، $PM_{2.5}$ و CO افزایش یافته است [۱۸]. مطالعه ای در چین تأثیر غلظت PM_{10} ، $PM_{2.5}$ و NO_2 را در گسترش کوید-۱۹ بررسی نمود و مطابق تحقیق آنها در استان همدان نیز غلظت آلاینده $PM_{2.5}$ در دوران کووید-۱۹ افزایش یافت ولی غلظت آلاینده PM_{10} و NO_2 کاهش یافته است [۱۹]. مطالعه رفیعی پور و همکاران نشان داد که بیشترین آمار ابتلا به کووید-۱۹ در شهرستان هایی مشاهده شده بود که در چهارده روز پیش از افزایش نرخ مبتلایان، بالاترین غلظت ذرات معلق هوا را داشته اند [۲۰]. در اواخر سال ۱۴۰۰ و اتمام محدودیت های ناشی از کووید-۱۹، استفاده از مازوت در تمامی نیروگاه ها و واحدهای صنعتی و معدنی اطراف شهرهای بزرگ ممنوع شد [۲۱] و دیده شد که میانگین غلظت O_3 ، NO_2 و SO_2 کاهش یافته و از ۲۳/۹۷، ۲۳/۰۰ و ۲۹/۲۵ در دوره کووید-۱۹ به ۲۲/۴۵، ۲۲/۳۳ و ۱۴/۱۹ میکروگرم بر مترمکعب رسیده است که ناشی از تغییر سوخت در صنایع و کاهش آلاینده ها بود. تنها آلاینده ای که در هر دو مقطع زمانی حین کووید-۱۹ و بعد کووید-۱۹، افزایش در میانگین غلظت آن دیده شده است CO می باشد که غلظت آن از ۱۷/۲۵ در دوره قبل کووید-۱۹ به ۲۲/۵۷ میکروگرم بر متر مکعب در دوره کووید-۱۹ رسیده بود و در دوره بعد از کووید-۱۹ به میانگین غلظت ۲۶/۰۳ میکروگرم بر مترمکعب افزایش یافت و به نظر می رسد که محدودیت های ناشی از شیوع کووید-۱۹ و تغییر سوخت در نیروگاه ها و واحدهای صنعتی و معدنی، باعث کاهش غلظت این آلاینده نشده است. آنالیزهای آماری تفاوت معنی داری در میانگین غلظت $PM_{2.5}$ در دوره بعد از کووید-۱۹ نسبت به دوره شیوع آن نشان نداد و می توان گفت که میانگین غلظت این آلاینده نسبت به دوره کووید-۱۹ ثابت مانده است

به ترتیب ۱۴/۳۳، ۲۲/۴۵ و ۲۲/۱۹ میکروگرم بر مترمکعب نسبت به دوره کووید-۱۹ کاهش یافته ولی PM_{10} و CO با افزایش غلظت به ۶۴/۶۰ و ۲۶/۳۰ میکروگرم بر مترمکعب افزایش داشت و $PM_{2.5}$ میانگین غلظت ثابتی داشته است. همچنین مشخص شد که بالاترین میانگین غلظت NO_2 و O_3 به ترتیب ۲۶ و ۲۳ میکروگرم بر مترمکعب در فصل تابستان، CO با ۳۱ میکروگرم بر مترمکعب در فصل پاییز و SO_2 با ۳۳ میکروگرم بر مترمکعب در فصل زمستان بوده است. این مطالعه نشان داد که تعطیلی اجباری در دوره کووید-۱۹ بر آلودگی هوای استان تاثیرگذار بوده است و همچنین ممنوعیت سوخت مازوت در نیروگاه‌ها و واحدهای صنعتی و معدنی پس از دوره کووید-۱۹ نیز موجب کاهش موثری در آلودگی هوای استان شده است لذا پیشنهاد می‌شود که کنترل ترافیک شهری و ممنوعیت استفاده از سوخت مازوت هم‌زمان جهت بهبود کیفیت هوای استان همدان اجرا گردد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی زنجان و با کد اخلاق IR.ZUMS.BLC.1403.154 انجام شده است. همچنین از سازمان حفاظت محیط زیست جهت دسترسی به اطلاعات ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

بدین وسیله نویسندگان اعلام می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافی ندارند.

References

- 1-Rezaei H, Haghdooost A, Javar HA, Dehnavieh R, Rezaei H, Haghdooost A, Javar HA, Dehnavieh R, Aramesh S, Dehgani N, et al. The effect of coronavirus (COVID-19) pandemic on medical sciences education in Iran. Journal of Education and Health Promotion 2021; 10(1):136. Doi: 10. 4103 /jehp. jehp_817_20.
- 2-Ministry of education announces closure of schools in Hamadan province to combat coronavirus outbreak. Available from: <https://www.khabaronline.ir/news/1355873/>. Accessed Feb 22, 2020.
- 3-Eisazadeh S, Mazharyava M. The effect of covid-19 on businesses through the survival analysis approach (case study: Hamadan province). Journal of Iranian Economic Issues 2023; 10(1):229-53 (In Persian).
- 4- Number of COVID-19 cases reported to WHO. Available from: <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c&m49=364>. Accessed Feb 10, 2020.

آلودگی هوا را در چین بررسی نمودند و مشاهده نمودند آلاینده‌های PM_{10} ، $PM_{2.5}$ ، CO، SO_2 و NO_2 در فصل بهار به دلیل جشنواره بهاری کاهش می‌یابد که این روند در استان همدان دیده نشد [۲۳]. قهرمانلو و همکاران در آسیای شرقی غلظت SO_2 ، NO_2 ، CO را در زمان شیوع کووید-۱۹ در فصول مختلف بررسی کردند و نشان دادند که غلظت این آلاینده‌ها در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول می‌باشد هرچند که در استان همدان بادهای غالب شمال و شمال غربی در فصل بهار و زمستان می‌توانند آلاینده‌ها را از داخل همدان به خارج حمل کنند ولی نتایج تحقیق در مورد آلاینده SO_2 همخوانی دارد [۲۴]. بطور کلی مطالعات انجام شده توسط محققین و بررسی غلظت آلاینده‌ها در نقاط مختلف دنیا در دوره شیوع کووید-۱۹ نشان می‌دهد که بنا به سخت‌گیری‌ها در اعمال قوانین وضع شده در کشورها و همچنین وسعت قرنطینه در نظر گرفته شده، روند افزایش یا کاهش غلظت آلاینده‌های هوا در مقایسه با دوره قبل رویکرد کاملاً متفاوتی داشته است [۲۵].

نتیجه‌گیری

در دوره کووید-۱۹، میانگین غلظت NO_2 ، O_3 و PM_{10} نسبت به دوره قبل کووید-۱۹، از میانگین غلظت به ترتیب ۲۳/۹۸، ۲۶/۳۵ و ۵۷/۸۹ به ۲۳/۰۰، ۲۳/۹۷ و ۵۵/۲۸ میکروگرم بر مترمکعب کاهش یافت ولی غلظت $PM_{2.5}$ ، SO_2 و CO از میانگین غلظت به ترتیب ۶۱/۲۹، ۲۵/۳۲ و ۱۷/۲۵ به ۶۹/۷۰، ۲۹/۲۵ و ۲۲/۵۷ میکروگرم بر مترمکعب افزایش یافت. پس از کووید-۱۹ و با ممنوعیت سوخت مازوت در نیروگاه‌ها و واحدهای صنعتی و معدنی NO_2 ، O_3 و SO_2 با میانگین غلظت

- 5- Farahmandkia Z, Moattar F, Zayeri F, Sekhavatjou MS, Mansouri N. Cancer risk assessment and source identification of heavy metals in a low traffic urban region. Applied Ecology & Environmental Research 2017; 15(3):687-96.
- 6- Farahmandkia Z, Moattar F, Zayeri F, Sekhavatjou MS, Mansouri N. Assessment of the risk of non-cancerous diseases under the exposure of heavy element in urban areas and troubleshooting pollutant sources (The case of Zanjan). Journal of Human Environment and Health Promotion 2017; 2(3):177-85.
- 7- Farahmandkia Z, Moattar F, Zayeri F, Sadegh Sekhavatjou M, Mansouri N. Contribution of Point and Small-Scaled Sources to the PM_{10} Emission Using Positive Matrix Factorization Model. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2017; 15(2):1-11. Doi: 10.1186/s40201-016-0265-8.
- 8- Sarmadi M, Rahimi S, Rezaei M, Sanaei D, Dianatinasab M. Air quality index variation before and after the onset of COVID-19 pandemic: A

comprehensive study on 87 capital, industrial and polluted cities of the world. *Environmental Sciences Europe* 2021; 33:1-17.

9- Naqvi HR, Datta M, Mutreja G, Siddiqui MA, Naqvi DF, Naqvi AR. Improved air quality and associated mortalities in India under COVID-19 lockdown. *Environmental Pollution* 2021; 268:115691. Doi: 10. 1016/ j. envpol. 2020.115691.

10- Ju MJ, Oh J, Choi YH. Changes in air pollution levels after COVID-19 outbreak in Korea. *Science of the Total Environment* 2021; 750:141521. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141521.

11- Industrial information and statistics of Hamadan province. Available from: <https://infosaba.com/states/21/%D9%87%D9%85%D8%A%D8%A7%D9%86>. Accessed Oct 10, 2024.

12- Sharafkhani R, Zareipour MA, Musazadeh Z, Kaviani Z. Investigating the social effects of COVID-19 and its relationship with spiritual health among health ambassadors in Khoy city. *Journal of Health in the Field* 2024; 12(1):22-29 (In Persian).

13- Zhu Y, Xie J, Huang F, Cao L. Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Science of the Total Environment* 2020; 727:138704.

14- Tobias A, Carnerero C, Reche C, Massagué J, Via M, Minguillón MC, et al. Changes in air quality during the lockdown in Barcelona (Spain) one month into the SARS-CoV-2 epidemic. *Science of the Total Environment* 2020; 726:138540.

15- Moradi A, Mirzaei M, Ameri P, Zangeneh M, Moradi A, Darabi F. Spatial analysis of Covid-19 disease in Hamadan province. *Payesh (Health Monitor)* 2024; 23(2): 271-87 (In Persian).

16- Almasi A, Asadi F, Mohamadi M, Farhadi F, Atafar Z, Khamutian R, et al. Survey of Pollutant emissions from stack of Saman cement factory of Kermanshah city from year 2011 to 2012. *Journal of Health in the Field* 2013; 1(2):36-43 (In Persian).

17- Singh V, Singh S, Biswal A, Kesarkar AP, Mor S, Ravindra K. Diurnal and temporal changes in air pollution during COVID-19 strict lockdown over different regions of India. *Environmental Pollution* 2020; 266:115368.

18- Liu Q, Xu S, Lu X. Association between air pollution and COVID-19 infection: Evidence from data at national and municipal levels. *Environmental Science and Pollution Research* 2021; 28:37231-43.

19- Copat C, Cristaldi A, Fiore M, Grasso A, Zuccarello P, Santo Signorelli S, et al. The role of air pollution (PM and NO₂) in COVID-19 spread and lethality: A systematic review. *Environmental Research* 2020; 191:110129.

20- Rafieepour A, masoumi G, Rezazadeh Azari M, Dehghani A. Airborne particulate matter and increased risk of COVID-19 infection. *Journal of Health in the Field* 2020; 8(3):1-7 (In Persian).

21- Burning diesel fuel banned. Available from: <https://old.irannewspaper.ir/newspaper/page/7783/1/592785/0>. Accessed Nov 27, 2021.

22- Eslami A, Atafar Z, Pirsahab M, Asadi F. 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).

23- Fan C, Li Y, Guang J, Li Z, Elnashar A, Allam M, et al. The impact of the control measures during the COVID-19 outbreak on air pollution in China. *Remote Sensing* 2020; 12(10):1613.

24- Ghahremanloo M, Lops Y, Choi Y, Mousavinezhad S. Impact of the COVID-19 outbreak on air pollution levels in East Asia. *Science of the Total Environment* 2021; 754:142226.

25- Fu F, Purvis-Roberts KL, Williams B. Impact of the COVID-19 pandemic lockdown on air pollution in 20 major cities around the world. *Atmosphere* 2020; 11(11):1189.



Journal homepage: <https://journals.sbmu.ac.ir/jhf>



A comparative study of air quality in Hamadan province before, during, and after the COVID-19 pandemic

Fatemeh Masaebi¹ , **Mazyar Peyda**² , **Zohreh Farahmandkia**^{*2, 3} 

¹ Department of Statistics, Faculty of Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

² Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

³ Social Determinants of Health Research Center, Institute of Health and Metabolic Diseases, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran

Abstract

Background and Aims: Hamadan Province, located in western Iran, covers 20,000 square kilometers and has a population of 1.7 million. The onset of COVID-19 and the cessation of public gatherings significantly affected air quality. This study aimed to examine the air quality in Hamadan Province over two years prior to the COVID-19 outbreak, during the pandemic, and after its resolution.

Materials and Methods: This research adhered to ethical standards. Daily air quality data were obtained from five monitoring stations. After validation, the data were analyzed during the three aforementioned periods. Descriptive results were presented as means and standard deviation, and parameters were evaluated using SPSS software with the Post Hoc Bonferroni tests.

Results: During the COVID-19 period, the average concentrations of CO₂, O₃, and PM₁₀ decreased compared to pre-COVID-19 levels, while PM_{2.5}, SO₂, and CO concentrations increased. After COVID-19, the average concentrations of NO₂, O₃, and SO₂ decreased compared to the COVID-19 period, conversely, PM₁₀ and CO concentrations increased, with PM_{2.5} maintaining a stable average concentration. The highest average concentrations of NO₂ and O₃ occurred in summer, CO in autumn, and SO₂ in winter.

Conclusion: The mandatory lockdown during the COVID-19 period significantly impacted the air quality of the province. The subsequent ban on Mazut fuel in power plants and industrial units also had a notable effect on air quality. Therefore, traffic control and the simultaneous prohibition of Mazut fuel are recommended to improve air quality in this province.

Keywords: Air pollution, COVID-19, Hamadan, Iran, Coronavirus

Please cite this article as: Masaebi F, Peyda M, Farahmandkia Z. A comparative study of air quality in Hamadan province before, during, and after the COVID-19 pandemic. *Journal of Health in the Field* 2024; 12(3):4-12. **Doi:** <https://doi.org/10.22037/jhf.v12i3.46580>.

Corresponding Author: Social Determinants of Health Research Center, Institute of Health and Metabolic Diseases, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Corresponding Author: Social Determinants of Health Research Center, Institute of Health and Metabolic Diseases, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.

Email: zfarahmand@zums.ac.ir

Received: 28 October 2024

Accepted: 24 December 2024