Original Article

Effect of concentration of air pollutants (PM10, O3 and H_2S) on lung capacity in the cities Arak and Khomain, Iran

Moini L[1*], Fani A[1], Eshrati B[2], Talaei A[1]

1- Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, I. R. Iran
2- Department of Epidemiology and Statistic, Faculty of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, I. R. Iran

Received May 21, 2009; Accepted September 8, 2009

Abstract:

Background: The present study investigates the effect of different concentrations of air pollutants (PM10, O3. H_2S) on the function of lung.

Materials & Methods: Arak and Khomain cities were divided into 10 and 5 regions, respectively. A sample of air pollutants (PM10, O3 .H_2S) was measured by PSI (pollution standard index) machine randomly from spring to winter. Two random samples consisting of 1069 non-smoker residents of the two cities (522 from Khomain and 547 from Arak) were selected. Regression test mode were used to analyze data.

Results: PSI in the cities Arak and Khomain was 101.83±14.54 and 89.17±18.58, respectively. Predicted values of FVC, FEVI, FEF 25-75%, MEF 50%, and PEF in Arak were 10.2%, 11.7%, 35.5%, 30.9%, and 40% abnormal, respectively. These values in Khomain were 8.8%, 11.3%, 35.4%, 33.9%, and 40.6% abnormal, respectively. The concentrations of H_2S in both cities were above the standard values. There was no significant relationship between the concentrations of O3, H_2S, PM10 and vital capacity. However, there was a considerable correlation between the mean of FEF, FEF 25–75%, and concentration of O3 at $P<0.001$ and $P=0.016$ level of significance, respectively. In Arak the correlation observed between FVC and concentration of O3 was not significant. In Khomain a negative correlation was observed between VC with H_2S and PM10 on one hand and FVC with H_2S and PM10 on the other.

Conclusion: The main pollutants in Arak was PM10 and in Khomain were H_2S and O3. Measuring these pollutants throughout the year is necessary.

Keywords: Air pollutants, Vital capacity, Lung volume, Ozone

* **Corresponding Author.**
Email: moini_latif@yahoo.com
Tel: 0098 918 161 1689
Fax: 0098 861 417 3630

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences Winter 2010; Vol 13, No 4, Pages 285-293

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

تعیین ارتباط غلظت آلاینده های استنشاقی (ذرات معلق، ازون و سولفید هیدروژن)، با ظرفیت های ریوی در شهرهای اراک و خمین

لطیف معینی [1*]، علی فانی [2]، بابک عشرتی [3]، افسانه طلائی [1]

خلاصه

سابقه و هدف: در این تحقیق سطح آلاینده های استنشاقی مانند ذرات معلق، سولفید هیدروژن و ازون در هوای شهر اراک و خمین تعیین و چگونگی اثر آن بر عملکرد ریه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها: مطالعه در فاصله زمانی ۸۶-۱۳۸۵ در اراک و خمین انجام شد و دو شهر به ترتیب به ۱۰ و ۵ منطقه مختلف طبق تقسیم-بندی مرکز بهداشت و محیط زیست تقسیم شده و ذرات معلق، ازون و سولفید هیدروژن در مناطق مذکور به صورت تصادفی بر اساس کد خانوار در فصول مختلف سال اندازه‌گیری شد. تعداد ۱۰۶۹ نفر در مطالعه شرکت کردند که از این تعداد ۵۲۲ نفر از خمین و بقیه از اراک بودند. از شاخص کیفیت هوا (PSI) برای ارزیابی کیفیت هوا و از شاخص‌های اسپیرومتری برای ارزیابی حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی استفاده شد. میانگین غلظت آلاینده‌ها و شاخص پراکندگی ظرفیت‌های ریوی با آنالیز رگرسیون بررسی شدند.

نتایج: بر اساس مقایسه PSI، میانگین PSI اراک (۱۰۱/۸۳±۱۴/۵۴) بالاتر از خمین (۸۹/۱۷±۱۸/۵۸) بود ($P<0/05$). میزان سطوح قابل پیش بینی FVC، FEV 1، FEF 25-75 %، MEF 50 %، PEF به ترتیب در اراک در ۱۰/۲ درصد، ۱۱/۷ درصد، ۳۵/۵ درصد، ۳۰/۹ درصد، ۴۰ درصد و در خمین در ۸/۸ درصد، ۱۱/۳ درصد، ۳۵/۴ درصد، ۳۳/۹ درصد و ۴۰/۶ درصد موارد مختل بود. این تفاوت‌ها در دو شهر معنادار نبود. میانگین آلاینده H_2S در دو شهر اراک و خمین بالاتر از حد استاندارد بود. غلظت آلاینده H_2S و O3 در خمین بالاتر از اراک بود، ولی این اختلاف فقط در مورد H_2S معنی‌دار بود. به طور کلی، بین آلاینده‌های H_2S؛ O3 و PM10 ارتباط معناداری با ظرفیت حیاتی به دست نیامد، اما ارتباط معنی‌داری بین میانگین FEF و FEF-25-75% با ازون وجود داشت. در اراک ارتباط میزان پیش بینی شده FVC با غلظت ازون، معکوس بود. در خمین میزان پیش بینی شده ظرفیت حیاتی و FVC با غلظت H_2S و PM10 به صورت معکوس همبستگی داشت.

نتیجه گیری: میانگین PSI اراک بالاتر از خمین بوده و آلاینده عمده آن ذرات معلق و در خمین آلاینده عمده، H_2S و O3 بود. در اراک رابطه FVC با غلظت ازون معکوس اما معنی‌دار نبوده و در خمین رابطه VC و FVC با غلظت H_2S و PM10 معکوس بود. لذا، توصیه می‌شود که آلاینده‌های مذکور سالیانه مورد پایش قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آلاینده‌های هوا، ظرفیت حیاتی، حجم ریوی، ازون

فصلنامه علمی- پژوهشی فیض، دوره سیزدهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۸۸، صفحات ۲۹۳-۲۸۵

مقدمه

آلودگی هوا یکی از عوامل عمده اختلال در سلامت افراد از جمله کاهش عملکرد ریه در بالغین است [۱]. انتقال به نواحی با هوای پاک‌تر موجب کاهش اثرات مضر آلودگی هوا بر روی عملکرد ریه در بچه‌ها می‌شود [۲]. در مطالعه Downs و همکاران که بر روی ۹۶۵۱ فرد بالغ به انجام رسید، نشان داده شد که کاهش غلظت PM10 در یک دوره ۱۱ ساله، موجب کاهش افت سالیانه FEV1 و FEF 25-75% به ترتیب به میزان ۹ و ٦ درصد می‌شود [۱]. بعضی از مطالعات اپیدمیولوژیک بر اثرات حاد تماس کوتاه مدت مواد آلاینده بر ریه تاکید داشته‌اند و تغییرات ظرفیت‌های ریوی را در تماس‌های حاد مورد بررسی قرار داده [۲] و بعضی مطالعات تغییرات ناچیزی را در تماس حاد روزانه گزارش کرده‌اند. هیچ یک از این مطالعات کوتاه مدت نتوانسته‌اند ارتباطی بین تماس-های کوتاه مدت حاد با تغییرات ظرفیت‌های ریوی در طولانی مدت بر قرار کنند [۳]. مطالعات فراوانی در مورد اثرات طولانی مدت آلاینده‌های مختلف در گروه‌های اجتماعی متفاوت بر اساس در معرض بودن یا نبودن آلاینده‌های استنشاقی انجام شده و با هم مورد مقایسه قرار گرفته‌اند [٦-٤]. در مطالعه انجام شده توسط Bell و همکاران که بر روی ۹۸ جامعه شهری در فاصله زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ انجام شد، افزایش هفتگی ازون همراه با افزایش ۰/۵۲ درصدی مرگ و میر همراه بود [۷]. در مطالعه انجام شده توسط

[1] استادیار، گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک

[2] دانشیار، گروه داخلی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک

[3] استادیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک

* **نشانی نویسنده مسوول:**

اراک، بیمارستان حضرت امیر المومنین (ع)، گروه داخلی

تلفن: ۰۹۱۸۱۶۱۱۶۸۹ **دورنویس:** ۰۸۶۱۴۱۷۳۶۳۰

پست الکترونیک: moini_latif@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۳۱ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۸۸/۶/۱۷

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

Forbes و همکاران اثرات آلاینده‌های مختلف از جمله PM10 و اوزن بر روی عملکرد ریه در چند مقطع زمانی مشخص شد. نتایج این مطالعه نشان داد که تماس بیشتر با PM10 موجب کاهش FEV1 به میزان ۳ درصد در بالغین می‌شود و این اثرات در آقایان، بالغین مسن و افرادی که قبلا سیگاری بوده‌اند بیشتر است. در این مطالعه با افزایش غلظت اوزن افت FEV1 مشاهده نشد [۸]. مطالعه Barraza-Villarreal و همکاران نشان داد که افزایش غلظت ذرات معلق نه تنها در بچه‌های آسمی همراهی معکوسی با FEV1 و FVC دارد، بلکه در افراد غیر آسمی هم با کاهش FVC همراه است [۹]. Frischer و همکاران نتیجه گرفتند که تماس طولانی مدت با ازون منجر به کاهش سیر رشد FVC و FEV1 و حداکثر جریان بازدم در ۵۰ درصد ظرفیت حیاتی (MEF 50%) در بچه‌های ۱۱-۸ سال می‌گردد [۱۰]. در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۹٦ توسط Scarlett و همکارانش انجام شد، کاهش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد ریوی در رابطه با ذرات PM10 دیده شد، ولی رابطه‌ای بین میزان ازون و NO_2 اندازه‌گیری شده با کاهش عملکرد ریوی مشاهده نشد [۱۱]. در مطالعه مقطعی که توسط Peters و همکارانش انجام شد، PM10، PM2.5، NO_2، به طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش FVC،FEV1، MEF شده و O3 باعث کاهش PEFR و MEF شد. این مطالعه نشان داد که PM2.5 با FEV1، O3 با PEFR و PM2.5 با MEF ارتباط دارد. در پسران نیز ارتباط قابل ملاحظه‌ای میان O3 و کاهش FEV1 و FVC دیده شد [۱۲]. یک مطالعه‌ی دیگر نشان داد که ازون دارای اثرات حاد بر روی کارکرد ریه افراد مسن بوده؛ به طوری که افزایش ازون در ٤٨ ساعت گذشته همراه با کاهش ۱/۲۵ درصد در FEV1 می‌باشد [۱۳]. نتایج مطالعه Wang و همکاران میزان PM2.5 و SO_2 در نواحی شهری و اطراف شهری اندازه‌گیری شد. میزان SO_2 در ناحیه شهری دو برابر ناحیه اطراف شهری گزارش شد، در حالی که PM2.5 در هر دو ناحیه بالا بود. سپس میزان FEV1، FVC، FEV1/FVC % در هر دو ناحیه بررسی شد. در این مطالعه میزان FEV1، FVC، FEV1/FVC % به طور قابل ملاحظه‌ای در دو ناحیه متفاوت بود [١٤]. Schindler و همکارانش مطالعه‌ای در زمینه بررسی عملکرد ریوی و ارتباط آن با آلودگی هوا در داخل مناطق SAPALDIA (Swiss Study on Air Pollution) انجام دادند. در این مطالعه افزایش PM10 و مواجهه با NO_2 در بین نواحی یک منطقه به ترتیب با تغییرات FVC به میزان ۰/۵۹ و ۰/۷٤ درصد همراه بود که نسبت به مطالعه قبلی صورت گرفته بین مناطق مختلف، این مقادیر کوچک‌تر گزارش شد [۱۵]. در یک مطالعه، Gauderman و همکارانش به بررسی تاثیر آلاینده‌های محیطی بر میانگین رشد عملکرد ریوی ٤ ساله ۳۰۳۵ کودک اهل جنوب کالیفرنیا پرداختند. در این مطالعه کوهورت فاز چهارم، کاهش چشمگیری بر میزان عملکرد ریوی در مواجهه با ذرات با قطر آئرودینامیک کمتر از ۱۰ میکرون دیده شد، در حالی که ارتباط قابل توجهی در ارتباط با ازون دیده نشد. همچنین، کاهش قابل ملاحظه ۳/٤ درصدی در FEV1 و کاهش ۵ درصدی در MEF در طول ٤ سال در مناطق بسیار آلوده نسبت به مناطق کمتر آلوده دیده شد [١٦]. با توجه به گزارش‌های متفاوت در رابطه با تاثیر آلاینده‌ها بر روی شاخص‌های مختلف ظرفیت و حجم‌های ریوی در مطالعات مذکور و با توجه به این که اراک در ایران به عنوان یک قطب صنعتی مطرح بوده و توسعه صنعتی و تراکم کارخانجات و ترافیک بر میزان تراکم آلاینده‌های هوای شهر اراک افزوده است، در این مطالعه آلاینده‌های استنشاقی عمده مانند ذرات معلق، سولفید هیدروژن و ازون در هوای شهر اراک و خمین تعیین شده و چگونگی اثر آن بر سلامت مردم مورد بررسی تجزیه، تحلیل و مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت مورد- شاهدی در فاصله زمانی آذر ۱۳۸۵ لغایت دی ماه ۱۳۸٦ در دو شهر اراک به عنوان شهر مورد (در معرض آلاینده استنشاقی) و خمین به عنوان شهر شاهد (شهر غیر آلوده به آلاینده استنشاقی) انجام شد. ابتدا اراک طبق استاندارد مرکز بهداشت به ۱۰ بخش مختلف تقسیم شد و ۱۰ ایستگاه اندازه‌گیری آلاینده استنشاقی در ۱۰ نقطه مختلف تعیین و مستقر گردید. شهر خمین نیز به ۵ منطقه تقسیم شد و مقرر گردید در ۱۰ روز اول و سوم هر ماه در فصول مختلف سال در هر ایستگاه نمونه‌گیری متعدد انجام شده و میانگین هر آلاینده به عنوان شاخص آلودگی ثبت و گزارش گردد. همزمان با تعیین آلاینده‌ها توسط تیم آموزش دیده از ساعت ۸-٦ بعد از ظهر از ساکنین مجاور با استفاده از کد خانوار و قانون دست راست به طور تصادفی در صورت رضایت و داشتن معیارهای لازم با پر کردن پرسشنامه اسپیرومتری به عمل آمد و از شاخص کیفیت هوا (PSI) که بر اساس مجموع غلظت آلاینده‌های NO_2، SO_2، O3، CO، PM10، می‌باشد نیز استفاده گردید. PSI غلظت ترکیبات آلاینده هوا را به اعداد ساده‌ای بین صفر تا ۵۰۰ تبدیل می‌کند و PSI کمتر از ۵۰ نشانه هوای عادی (سبز)، ۵۱-۱۰۰ آلودگی متوسط (زرد)، ۱۰۱-۱۵۰ وضعیت هشدار (نارنجی)، ۱۵۱-۲۰۰ وضعیت اضطراری (قرمز)، ۲۰۱-۳۰۰ وضعیت بحرانی (جگری) و ۳۰۱-۵۰۰ وضعیت بحرانی و خطر آفرین (خرمایی) می‌باشد. تعداد

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

۱۰٦۹ نفر در این مطالعه شرکت کردند که از این تعداد ۵۲۲ نفر از خمین و بقیه از شهر اراک بودند. معیارهای ورود به طرح شامل عدم سابقه آسم شناخته شده خانوادگی در بستگان درجه اول، عدم سابقه اعتیاد و سیگاری بودن، نداشتن تماس مستقیم با آلاینده‌های استنشاقی مثل کار در کارگاه‌های سنگ بری، نقاشی، پاتروم آلومینیوم، پتروشیمی، رنگ‌سازی، ریخته گری، داشتن سابقه حداقل سکونت یک ساله در شهر اراک و خمین، سن بالاتر از ۱۵ سال، عدم وجود سابقه عفونت حاد تنفسی در دو هفته اخیر و عدم مصرف برونکودیلاتور بودند. یافته‌ها با SPSS نسخه ١٤ آنالیز و فراوانی نسبی، میانگین و شاخص پراکندگی ظرفیت‌های ریوی، شاخص کیفیت هوا، توزیع میانگین روزانه آلاینده‌ها، محاسبه گردید. اختلاف میانگین ظرفیت‌های ریوی با استفاده از آزمون t و میزان پیش بینی شده ظرفیت‌های ریوی بر اساس درصدهای مختلف با آنالیز Pearson Correlation، Backward، Regression و levenes test مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و P کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار تلقی شد.

نتایج

تعداد ۱۰٦۹ نفر در این مطالعه شرکت کردند که از این تعداد ۵۲۲ نفر (٤٨/٨ درصد) از خمین با تفکیک ۲۷۰ نفر زن (۵۱/۷ درصد) و ۲۵۲ نفر مرد (٤٨/٣ درصد) و تعداد ٥٤٧ نفر از شهر اراک با تفکیک ۳۹۰ نفر زن (۷۱/۳ درصد) و ۱۵۷ نفر مرد (۲٦/۷ درصد) وارد مطالعه شدند. ٦٦٠ نفر (٦١/۷ درصد) از افراد شرکت کننده در مطالعه زن و بقیه مرد بودند. میانگین سن افراد شرکت کننده در مطالعه ۱۰/۰۸±۳۱/۵۵ سال بود که این میانگین در خمین ۱۰/۷±۳۳/۰٦ و در اراک ۹/۲۳±۳۰/۱۲ بود. کمترین سن ۱۵ و بیشترین سن افراد شرکت کننده در مطالعه ٦٦ سال بود. ۲٦/٦ درصد (۲۸٤ نفر) افراد مورد مطالعه در معرض PM10 و ٤/٤ درصد (٤۷ نفر) افراد در معرض ازون با مقادیر بیش از حد طبیعی قرار گرفته بودند. بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین آلاینده H_2S در تمام فصول در دو شهر اراک و خمین بالاتر از حد استاندارد بود و در تابستان غلظت H_2S در خمین بالاتر از اراک بود. میانگین آلاینده ازون از اوایل فصل تابستان تا آخر فصل زمستان در دو شهر اراک و خمین سیر افزایش یابنده داشته و به طور جزیی در فصل تابستان غلظت آن در شهر خمین بالاتر از اراک بود. همچنین، بیشترین میزان غلظت آلاینده ازون در فصل زمستان بوده و در فصل بهار غلظت آن به شدت افت کرده است. میانگین آلاینده PM10 در فصل بهار و تابستان در شهر اراک بالاتر از خمین و در پاییز و زمستان در شهر خمین بالاتر از اراک بود. همچنین، بیشترین میزان غلظت آلاینده PM10 در فصل زمستان بوده است. نتایج یافته های اسپیرومتری و میانگین شاخص کیفیت هوا (PSI) در دو شهراراک و خمین به ترتیب در جدول شماره ۱ و ۲ آورده شده است. میانگین PSI در شهر اراک ١٤/٥٤±١٠١/٨٣ و در خمین ١٨/٥٨±٨٩/١٧ بود. به طور کلی بر اساس میانگین شاخص کیفیت هوا (PSI)، هوای اراک در تمام فصول حداقل دارای آلودگی متوسط و در بعضی از مناطق شاخص آلودگی هوا در وضعیت هشدار (نارنجی) بود. بعضی از مناطق ده گانه در اکثر فصول شدت آلودگی بالاتر از سطح متوسط داشته‌اند و بقیه مناطق ده گانه آلودگی در حد متوسط داشتند. در حالی که شدت غلظت آلاینده‌ها در شهر خمین (کنترل) در حد متوسط و یا در حد قابل قبول بوده است. در مطالعه انجام شده تفاوت حجم ها و ظرفیت های تنفسی در دو شهر اراک و خمین بر اساس سطح کمتر از ۸۰ درصد قابل پیش بینی به شرح زیر بود: در ۱۰/۲ درصد نمونه های شهر اراک و ۸/۸ درصد نمونه‌های شهر خمین میزان سطوح قابل پیش بینی ظرفیت حیاتی فعال (FVC) مختل بود. همچنین، در ۱۱/۷ درصد نمونه‌های شهر اراک و ۱۱/۳ درصد نمونه‌های شهر خمین، میزان سطوح قابل پیش بینی حجم بازدم فعال در ثانیه اول ظرفیت حیاتی (FEV_1) مختل بود. میزان سطوح قابل پیش FEF 25-75% در ۳۵/۵ درصد نمونه‌های شهر اراک کمتر از ۸۰ درصد و در ۲/٦ درصد افراد، ۵۰ درصد کمتر از FEF 25–75% بود. همچنین، در ۳۵/٤ درصد نمونه‌های شهر خمین کمتر از ۸۰ درصد و در ۲/۷ درصد افراد ۵۰ درصد کمتر از FEF 25-75% بود. میزان سطوح قابل پیش بینی سرعت متوسط در ۳۰/۹ درصد نمونه‌های شهر اراک کمتر از ۸۰ درصد و در ۲/۲ درصد افراد ۵۰ درصد کمتر از MEF 50% و در ۳۳/۹ درصد نمونه‌های شهر خمین کمتر از ۸۰ درصد و در ۲/۳ درصد افراد ۵۰ درصد بیش تر از MEF 50% طبیعی بود. میزان سطوح قابل پیش بینی سرعت حداکثر جریان بازدمی (PEF) در ٤۰ درصد نمونه-های شهر اراک PEF کمتر از ۸۰ درصد و در ۰/۷ درصد افراد ۵۰ درصد بیش‌تر از PEF و در ٤۰/٦ نمونه‌های شهر خمین کمتر از ۸۰ درصد و در ۲/۹ درصد افراد ۵۰ درصد بیش‌تر از PEF بوده. نتایج یافته‌های غلظت آلاینده‌های مورد مطالعه در دو شهر خمین و اراک در جدول شماره ۳ آورده شده است. برای بررسی عوامل موثر بر ظرفیت‌های مختلف ریوی در فصول مختلف سال از مدل رگرسیون خطی استفاده شد. نتایج حاصل در مورد حجم‌های مختـلف ریوی که از رابطه آلاینده‌های مختلف مـنطبق با سن و جنس و به کمک روش Backward به دست آمد، نشان داد، هر چند میانگین ظرفیت حیاتی (V.C) با غلظت آلاینده H_2S ارتباط

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

دارد ولی از نظر آماری این ارتباط معنی‌دار نیست (P=۰/۰۹۶). تغییرات ظرفیت حیاتی در فصل زمستان و پاییز و به ویژه در خانم‌ها بیشتر بود؛ به طوری که با افزایش غلظت H_2S کاهش ظرفیت حیاتی مشاهده شد. میانگین ظرفیت حیاتی فعال (FVC) ارتباط معنی داری با غلظت ذرت معلق در هوا (PM10) داشت و این ارتباط در فصل زمستان و در خانم‌ها و افراد مسن بیشتر بود، این رابطه با سایر آلاینده‌ها مشاهده نشد. میانگین FEV1 در دو شهر خمین و اراک ارتباط معنی‌داری با هیچ کدام از آلاینده‌های مورد مطالعه در فصول مختلف سال نداشت، گر چه میزان آن به طور معنی‌داری در خانم‌ها نسبت به آقایان و در افراد مسن، پایین‌تر بود. میانگین جریان بازدم فعال (FEF) ارتباط معنی‌داری با غلظت ازون داشت و این ارتباط در خانم‌ها و افراد مسن بیشتر دیده شد، ولی با غلظت سایر آلاینده‌ها ارتباط معنی داری نداشت. میانگین % 75-25 FEF ارتباط معنی-داری با غلظت آلاینده ازون داشت و این ارتباط در فصل تابستان و در خانم‌ها و افراد مسن بیشتر بود، به طوری که در گروه مذکور در فصل تابستان با افزایش غلظت ازون 25-75% FEF کاهش می-یافت. میانگین MEF 50% با غلظت ازون ارتباط داشت و این ارتباط در خانم‌ها و افراد مسن بیشتر دیده شد، ولی معنی‌دار نبود. میانگین FEV1/FVC در اراک ۸۵/٦ درصد و در خمین ۸٤/٦۸ درصد بود. میانگین ظرفیت حیاتی (VC) و ظرفیت حیاتی فعال (FVC) و میانگین حجم بازدهی فعال در ثانیه اول ظرفیت حیاتی (FEV1) در تعداد کل نمونه‌های مورد مطالعه به ترتیب ۳/۵۹ لیتر (۸۸/۳۳ درصد)=OR ۳/۷٦ لیتر(۹۳/۷٤ درصد) و ۳/۲۱ لیتر (۹۳/۵۵ درصد) میزان قابل پیش بینی بوده است که با استفاده از مدل رگرسیون خطی به روش Backward در مجموعه متغیرهای آلاینده‌های ۳ گانه (O3، H_2S، PM10) ارتباط معنی داری بین ظرفیت حیاتی (VC) با غلظت آلاینده‌ها وجود نداشت. میانگین میزان جریان بازدم فعال (FEF) و میانگین جریان بازدم فعال بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی (25-75% FEF) در تعداد کل نمونه‌های مورد مطالعه به ترتیب شامل ٦/٦۱ لیتر (۸٤/٥٦ درصد) و ۳/٦۷ لیتر (۸۷/۲٤ درصد) میزان قابل پیش بینی بود که استفاده از مدل رگرسیون خطی رابطه آلاینده‌های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش Backward بررسی شد و ارتباط معنی‌داری بین میانگین (FEF) و میانگین (25-75% FEF) با آلاینده ازون (به ترتیب P=۰/۰۱٦ و P<۰/۰۰۱) وجود داشت. این ارتباط در جنس مونث بیشتر بود و با سایر آلاینده‌ها ارتباط معنی‌داری نداشت. میانگین سرعت متوسط جریان بازدمی در طی ۵۰ درصد میانی ظرفیت حیاتی (50% MEF) در تعداد کل نمونه‌های مورد مطالعه ٤/۳۰ لیتر (۹۱/٤۹ درصد) میزان قابل پیش بینی بود. با استفاده از مدل رگرسیون خطی برای بررسی رابطه آلاینده‌های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش Backward ارتباط معنی-داری بین 50% MEF با آلاینده ازون (O3) وجود نداشت (P=۰/۰۸۲). در مطالعه انجام شده بر روی ٥٤۷ نمونه در شهر اراک با توجه به ظریب همبستگی پیرسون، همبستگی ظرفیت‌های ریوی پیش بینی شده با آلاینده‌ها به صورت زیر بود: رابطه میزان پیش بینی ظرفیت حیاتی فعال (FVC) و حجم بازدم فعال در ثانیه اول (FEV1) و سرعت جریان بازدم فعال بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی با غلظت آلاینده ازون، معکوس بوده؛ یعنی با افزایش غلظت این آلاینده درصد VC، FEV1 و 25-75% FEF کاهش می-یافت. رابطه میزان پیش بینی شده 50% MEF با غلظت آلاینده ذرات معلق در هوا (PM10) معکوس بود و این بدان معنی است که با افزایش غلظت این آلاینده 50% EF کاهش می‌یابد.

جدول شماره ۱- مقایسه میانگین شاخص کیفیت هوا (PSI) در دو شهر اراک و خمین به تفکیک ماه طی سال‌های ۸٦-۱۳۸۵

ماه	میانگین PSI اراک	وضعیت کیفیت هوا	میانگین PSI خمین	وضعیت کیفیت هوا
دی ۸۵	۱۰۳,۵ (۱۵۲-۷۸)	آلوده (ناسالم)	۹۰ (۱۱۲-٦۸)	متوسط (مجاز)
بهمن ۸۵	۹۳,۵ (۱۷۸-۷۸)	متوسط (مجاز)	۱۰٦,۵ (۱٦۷-٥٦)	آلوده (ناسالم)
اسفند ۸۵	۱۲۰ (۲۳۱-۷۰)	آلوده (ناسالم)	۷۸ (۷۹-۷۸)	متوسط (مجاز)
فروردین ۸٦	۸٦ (۱۳۸-۷۸)	متوسط (مجاز)	۷٤ (۸٦-٥۸)	متوسط (مجاز)
اردیبهشت ۸٦	۸۷,۵ (۱۳۰-٥۳)	متوسط (مجاز)	۸۹,۵ (۱۳٦-٦۸)	متوسط (مجاز)
خرداد ۸٦	۸٦,۵ (۱۳۸-٦٤)	متوسط (مجاز)	٦٤ (۷۸-٥۲)	متوسط (مجاز)
تیرماه ۸٦	۹۵ (۱٤۰-٦٤)	متوسط (مجاز)	۷۲,۵ (۸۹-٥۲)	متوسط (مجاز)
مرداد ۸٦	۹۱ (۱۳۰-٤٥)	متوسط (مجاز)	۸۱,۵ (۹۱-٦۲)	متوسط (مجاز)
شهریور ۸٦	۱۱۱,۵ (۱۸۵-٤٥)	آلوده (ناسالم)	۱۱۰ (۱۹۰-٦۲)	آلوده (ناسالم)
مهرماه ۸٦	۱۰۰ (۱۲۰-۸۹)	متوسط (مجاز)	۷۹ (۱۱۰-٦۱)	متوسط (مجاز)
آبان ماه ۸٦	۱۲٦ (۱۹٤-٥۳)	آلوده (ناسالم)	۱۲۹ (۱۸٤-٦۸)	آلوده (ناسالم)
آذرماه ۸٦	۱۲۱,۵ (۱٥۹-٦۳)	آلوده (ناسالم)	۹٦ (۱۳۳-٦۲)	متوسط (مجاز)

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

جدول شماره ۲- شاخص‌های مرکزی و پراکندگی ظرفیت‌های مختلف ریوی با استفاده از اسپیرومتری اندازه‌گیری شده در دو شهر اراک و خمین طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۵

ظرفیت های ریوی		میانگین اراک	میانگین خمین	P
Vital capacity	اندازگیری شده	۳/۵۶±/۸۴	۳/۶۱±/۸۵	۰/۳۵۲
	پیش‌بینی شده	۸۹/۳۴±۱۲/۰۶	۸۷/۲۸±۱۱/۸۲	۰/۰۰۵
FVC	اندازگیری شده	۳/۶۹±/۸۹	۳/۸۴±/۹۲	۰/۰۱۱
	پیش‌بینی شده	۹۳/۵۵±۱۲/۳۳	۹۳/۹۵±۱۱/۶۵	۰/۵۹۴
FEV1	اندازگیری شده	۳/۱۷±/۷۱	۳/۲۵±/۷۶	۰/۰۷۴
	پیش‌بینی شده	۹۳/۲۰±۱۲/۰۱	۹۳/۹۱±۱۲/۰۶	۰/۳۳۴
FEV1/FVC	اندازگیری شده	۸۵/۶۰±۵/۹۵	۸۴/۶۸±۶/۳۸	۰/۰۱۶
	پیش‌بینی شده	۱۰۳/۹۷±۷/۱۴	۱۰۳/۷۹±۷/۵۹	۰/۶۸۵
PEF	اندازگیری شده	۶/۴۸±۱/۷۳	۶/۷۴±۱/۹۷	۰/۲۰
	پیش‌بینی شده	۸۴/۶۷±۱۷/۸۵	۸۴/۴۵±۱۸/۵۴	۰/۸۴۴
FEF 25 - 75%	اندازگیری شده	۳/۶۵±/۹۹	۳/۶۹±۱/۱۲	۰/۴۸۹
	پیش‌بینی شده	۸۶/۹۸±۱۹/۴۴	۸۷/۵۲±۲۱/۸۲	۰/۶۷۰
MEF 50%	اندازگیری شده	۴/۲۴±۱/۱۹	۴/۳۶±۱/۳۳	۰/۱۳۶
	پیش‌بینی شده	۹۰/۹۹±۲۲/۰۳	۹۲/۰۱±۲۴/۳۴	۰/۴۷۰

در مطالعه انجام شده بر روی ۵۲۲ نفر در شهر خمین با توجه به ضریب همبستگی پیرسون، میزان پیش بینی شده ظرفیت حیاتی با غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا درصد ظرفیت حیاتی کاهش یافت و است اما این همبستگی با آلاینده ازون وجود نداشت. ارتباط FVC با غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا (PM10) معکوس بود؛ یعنی با افزایش غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا درصد FVC کاهش می‌یافت. رابطه FEV1 با غلظت H_2S معکوس بود، بدین ترتیب که با افزایش غلظت H_2S درصد FEV1 کاهش می‌یافت. میزان پیش بینی شده FEF 25-75% و MEF 50% تنها با غلظت آلاینده H_2S رابطه معکوس داشت و یعنی با افزایش غلظت H_2S، FEF 25-75% و MEF 50% کاهش می‌یافت.

جدول شماره ۳- مقایسه غلظت آلاینده های مورد مطالعه در دو شهر خمین و اراک

نوع متغییر		اراک	خمین	جمع	P
تعداد افراد		۵۴۷	۵۲۲	۱۰۶۹	
میانگین سن		۳۰/۱۲±۹/۲۳	۳۳/۰۶±۱۰/۷		
جنس	زن	۳۹۰	۲۷۰	۶۶۰	
	مرد	۱۵۷	۲۵۲	۴۰۹	
میانگین غلظت آلاینده	H_2S	۰/۳۷۷۰	۰/۴۲۸۲		۰/۰۰۲
	O3	۰/۰۶۹۸	۰/۰۷۱۹		۰/۴۱۸
	PM10	۱/۰۰۰۲ E2	۹۷/۸۶۲		۰/۷۲۳

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده میزان آلودگی هوا (PSI) در شهر اراک بیشتر از خمین بود. این در حالی است که توزیع غلظت آلاینده‌ها در دو شهر متفاوت است. با اینکه غلظت بعضی از آلاینده-ها مانند H_2S در هر دو شهر بالاتر از سطح استاندارد بود، اما میزان H_2S در فصل تابستان در شهر خمین بالاتر بود. علت این امر می-تواند وجود منابع تولید H_2S از جمله فضولات دامی، سیستم فاضلاب شهری و وجود دامداری‌ها در حاشیه شهر خمین باشد. به نظر می‌رسد تغییر الگوی فعالیت کشاورزی یا واحدهای دامداری در فصل تابستان نیز می‌تواند از عوامل این امر باشد. لذا، توصیه می-

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

گردد عوامل فوق در شهر خمین مورد بررسی قرار گیرند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مردم دو شهر اراک و خمین بیشترین تماس را با PM10 و ازون داشته‌اند. لذا، لازم است منابع اولیه و عامل تشدید کننده این آلاینده‌ها شناسایی شوند. بر اساس نتایج به دست آمده، خانم‌ها و افراد مسن نسبت به آلاینده‌ها حساس‌تر بوده به طوری که بعضی از شاخص‌های اسپیرومتری در این افراد از جمله FEF و FEF 25-75% با ازون و VC با H_2S و FVC با PM10 تغییراتی در جهت کاهش نشان داده‌اند که لازم است به دلیل اثرات طولانی مدت و تجمعی این آلاینده‌ها که در افراد مسن خود را نشان می‌دهد، مطالعات تکمیلی بر روی اثرات آلاینده‌ها بر روی کودکان انجام گیرد. میانگین FEV1/FVC در اراک، ۸۵/٦ درصد و در خمین، ۸٤/٦۸ درصد بود و این اختلاف معنی‌دار بوده است. اگرچه در هر دو شهر نسبت FEV1/FVC در محدوده طبیعی است، اما پایین بودن میانگین آن در شهر خمین می‌تواند به دلیل بالاتر بودن سن افراد مورد مطالعه در خمین (۳۳ سال) نسبت به اراک (۳۰ سال) باشد. میانگین آلاینده ازون از اوایل فصل تابستان تا آخر فصل زمستان در دو شهر اراک و خمین سیر افزایش یابنده داشته و به طور جزئی در فصل تابستان غلظت آن در شهر خمین بالاتر از اراک بود همچنین، بیشترین غلظت آلاینده ازون در فصل زمستان مشاهده شده و در فصل بهار غلظت آن به شدت افت کرده است. بر اساس نتایج فوق غلظت آلاینده PM10 در اراک نسبت به خمین بالاتر بود (جدول شماره ۳). غلظت آلاینده‌ها در پاره‌ای از مناطق شهر اراک در اغلب فصول در وضعیت هشدار و یا خطر بوده و با توجه به موقعیت مرکزی مناطق مذکور در شهر، به نظر می‌رسد عامل اصلی، تراکم ترافیک در این نقاط باشد. بر اساس مطالعه انجام شده که با استفاده از مدل رگرسیون خطی رابطه آلاینده‌های مختلف با متغیرهای سن و جنس به کمک روش Backward بررسی شد، ارتباط معنی‌داری بین میانگین FEF و میانگین FEF 25-75% با آلاینده ازون (به ترتیب P=۰/۰۱۶، P<۰/۰۰۱) مشاهده گردید و این ارتباط در جنس مونث بیشتر بود. این در حالی است که در مطالعه Forbes و همکاران [۸] غلظت اوزن با کاهش FEV1 همراهی نداشت. نتیجه مذکور می‌تواند نشان دهنده اثرات حاد کوتاه مدت تماس با غلظت بالای ازون بر روی سیستم تنفسی بوده و ممکن است نشانه دهنده اثر عمده ازون بر روی مجاری هوائی کوچک باشد. بر اساس نتایج به دست آمده از شهر اراک و با توجه به ضریب همبستگی پیرسون، رابطه میزان پیش بینی ظرفیت حیاتی فعال (FVC) و حجم بازدم فعال در ثانیه اول و سرعت جریان بازدم فعال بین ۲۵ تا ۷۵ درصد ظرفیت حیاتی با غلظت آلاینده ازون، معکوس بود؛ یعنی با افزایش غلظت این آلاینده درصد VC، FEV1 و FEF 25-75% کاهش یافته، اما این رابطه معنی دار نبوده است. ممکن است این امر به دلیل بالاتر بودن میانگین غلظت ازون در شهر اراک نسبت به خمین باشد (جدول شماره ۲)؛ اگرچه به نظر می‌رسد که در وضعیت فعلی ازون مشکلی از نظر بیماری-های ریوی ایجاد نکرده است. رابطه میزان پیش بینی شده MEF 50% با غلظت آلاینده ذرات معلق در هوا (PM10) معکوس بود؛ یعنی با افزایش غلظت این آلاینده MEF 50% کاهش یافته، اما این رابطه معنی‌دار نبوده است. این امر نشانه اثرات اولیه ذرات معلق بر روی مجاری هوایی کوچک می‌باشد اما این تغییرات در حال حاضر جدی نیست و با توجه به توسعه شهری و افزایش حجم ترافیک در آینده‌ای نه چندان دور باید انتظار خطر داشت. بر اساس نتایج به دست آمده از شهر خمین و با توجه به ضریب همبستگی Pearson، میزان پیش بینی شده ظرفیت حیاتی با غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا درصد ظرفیت حیاتی کاهش یافته است، اما این همبستگی با آلاینده ازون وجود نداشت. در بعضی از مطالعات از جمله در مطالعه Peters و همکاران [۱۲] Schindler و همکاران [۱۷] نتایج مشابهی با مطالعه ما به دست آمد [۱۷،۱۲]. اما در مطالعه Forbes [۸] تماس بیشتر با ذرات معلق موجب کاهش FEV1 و عدم تغییر نسبت FEV1 به FVC می‌شد. دلیل آن می‌تواند ناشی از اثرات دراز مدت ذرات معلق در مطالعه مذکور که در ٤ مقطع زمانی انجام شده باشد. ارتباط FVC با غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا (PM10) معکوس بود؛ یعنی با افزایش غلظت آلاینده‌های H_2S و ذرات معلق در هوا درصد FVC کاهش یافته اما این همبستگی با سایر آلاینده‌ها وجود نداشت. که این نتایج مشابه نتایج به دست آمده در برخی مطالعات است [۹، ۱۸-۱۲]. رابطه FEV1 با غلظت H_2S معکوس بود؛ یعنی با افزایش غلظت H_2S درصد FEV1 کاهش یافته، اما این همبستگی با سایر آلاینده‌ها وجود نداشت. نتایج مطالعات Scarlett و همکاران [۱۱]، Peters و همکاران [۱۲]، Leuenbergaer [۱۸] با نتایج به دست آمده از مطالعه ما هم‌خوانی داشت. میزان پیش‌بینی شده FEF 25-75% و MEF 50% تنها با غلظت آلاینده H_2S رابطه معکوس داشت، یعنی با افزایش غلظت H_2S، FEF 25-75% و MEF 50% کاهش یافته اما این همبستگی با سایر آلاینده‌ها وجود نداشت. نتایج مشابهی در مطالعات Scarlett و همکاران [۱۱]، Schindler و همکاران [۱۷]، Mathkonic [۱۹] به دست آمده است.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

نتیجه گیری

در این تحقیق مشخص شد که میانگین شاخص آلودگی هوا شهر اراک بالاتر از خمین بوده و آلودگی در مرز هشدار و غیر بهداشتی برای افراد حساس می‌باشد. این آلودگی در شرایط کاهش باد و سردی هوا تشدید شده و در فصول سرد و به خصوص زمستان بر شدت آن افزوده می‌گردد. میزان H_2S در دو شهر اراک و خمین بالاتر از حد استاندارد بود و به نظر می‌رسد این آلاینده، خانم‌ها و افراد مسن را بیشتر تحت تاثیر قرار داده و بعضی از شاخص‌های عملکرد ریوی مثل FEF و FEF 25-57% بیشتر تحت تاثیر اثرات حاد افزایش غلظت ازون باشند. باتوجه به نتایج مطالعه، میزان FVC در شهر اراک پایین‌تر از خمین بود و این در حالی است که FEV1/FVC در شهر خمین نسبت به اراک کمتر بود. ضمن توصیه به شناسایی منابع مختلف آلاینده، لازم است به طور مستمر شاخص‌های آلودگی هوا مورد پایش قرار گرفته و اقدامات لازم جهت شناسایی عوامل ایجاد کننده و تصحیح آن به عمل آید.

تشکر و قدردانی

این طرح با تامین مالی مدیریت پژوهش استانداری استان مرکزی و با تصویب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک به انجام رسید. از همکاران محترم در دفتر آموزش و پژوهش استانداری استان مرکزی و آقایان مهندس آقایی، دکتر صدوقی، مهندس جلالوندی، مصطفوی و محرابیان، و خانم‌ها مریم خانی و مهدیه چقاء که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، سپاسگزاری به عمل می‌آید.

Reference:

[1] Downs SH, Schindler C, Liu LJ, Keidel D, Bayer-Oglesby L, Brutsche MH, et al. Reduced exposure to PM10 and attenuated age-related decline in lung function. ***N Engl J med*** 2007; 357(23): 2338-47.
[2] TAGER IB. Air Pollution and Lung Function Growth. ***Am J Respir Crit Care Med*** 1999; 160: 387–9.
[3] Schwartz, J. Lung function and chronic exposure to air pollution: a cross-sectional analysis of NHANES II Environ. ***Environ Res*** 1989; 50(2): 309-21.
[4] Kim JH, Lim DH, Kim JK, Jeong SJ, Son BK. Effects of particulate matter (PM10) on the pulmonary function of middle-school children. ***J Korean Med Sci*** 2005; 20(1): 42-5.
[5] Raizenne M, Neas LM, Damokosh AI, Dockery DW, Spengler JD, Koutrakis P, et al. Health effects of acid aerosols on North American children: pulmonary function. ***Environ Health Perspect*** 1996; 104(5): 506–14.
[6] Abbey DE, Burchette RJ, Knutsen SF, McDonnell WF, Lebowitz MD, Enright PL. Long-term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers. ***Am J Respir Crit Care Med*** 1998; 158(1): 289-98.
[7] Bell ML, McDermott A, Zeger SL, Samet JM, Dominici F. Ozone and short-term mortality in 95 US urban communities, 1987-2000. ***JAMA*** 2004; 292(19): 2372-8.
[8] Forbes LJ, Kapetanakis V, Rudnicka AR, Cook DG, Bush T, Stedman JR, et al. Chronic exposure to outdoor air pollution and lung function in adults. ***Thorax*** 2009; 64(8): 657-63.
[9] Barraza-Villarreal A, Sunyer J, Hernandez-Cadena L, Escamilla-Nuñez MC, Sienra-Monge JJ, Ramírez-Aguilar M, et al. Air pollution, airway inflammation, and lung function in a cohort study of Mexico City schoolchildren.***environ health perspect*** 2008; 116(6); 832-8.
[10] Frischer T, Studnicka M, Gartner C, Tauber E, Horak F, Veiter A, et al. Lung function growth and ambient ozone: a three year population study in school children. ***Am J Respir Crit Care Med*** 1999; 160(2): 390-6.
[11] Scarlett JF, Abbott KJ, Peacock JL, Strachan DP, Anderson HR. Acute effects of summer air pollution on respiratory function in primary school children in southern England. ***Thorax*** 1996; 51(11): 1109-14.
[12] Peters JM, Avol E, Gauderman WJ, Linn WS, Navidi W, London SJ, et al. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. II. Effects on pulmonary function. ***Am J Respir Crit Care Med*** 1999; 159(3): 768-75.
[13] Alexeeff SE, Litonjua AA, Wright RO, Baccarelli A, Suh H, Sparrow D, et al. Ozone exposure, antioxidant genes, and lung function in an elderly cohort: VA normative aging study. ***Occup Environ Med*** 2008; 65(11): 736-42.
[14] Wang B, Peng Z, Zhang X, Xu Y, Wang H, Allen G, et al. Particulate matter, sulfur dioxide, and pulmonary function in never-smoking adults in Chongqing, China. ***Int J Occup Environ Health*** 1999; 5(1): 14-9.
[15] Schindler C, Ackermann-Liebrich U, Leuenberger P, Monn C, Rapp R, Bolognini G, et al. Associations between lung function and estimated average exposure to NO2 in eight areas of Switzerland. The SAPALDIA Team. Swiss Study of Air Pollution and Lung Diseases in Adults. ***Epidemiology*** 1998; 9(4): 405-11.
[16] Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F, London S, Thomas D, Avol E, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. ***Am J Respir Crit Care Med*** 2000; 162(4 Pt 1):1383-90.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]

[17] Schindler C, Künzli N, Bongard JP, Leuenberger P, Karrer W, Rapp R, et al. Short-term variation in air pollution and in average lung function among never-smokers. The Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults (SAPALDIA). ***Am J Respir Crit Care Med*** 2001; 163(2): 356-61.
[18] Leuenberger P. [Air pollution in Switzerland and respiratory diseases in adults.Results of a preliminary study of the cross-sectional part of the Sapaldia study]. ***Praxis (Bern 1994)*** 1995; 84(40): 1096-100.
[19] Matković V, Matković N, Kontosić I, Jonjić A, Matković V. The effect of air pollution on ventilatory function in nonsmoking women. ***Arh Hig Rada Toksikol*** 1998; 49(1): 19-25.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-02]