



Evaluation of pulmonary dysfunction of workers exposed to styrene vapors in a plastic injection industry

Vahid Ahmadi Moshiran¹ , Ali Karimi^{2*} , Aysa Ghasemi Koozekonan¹ ,
Ali Asghar Sajediyan¹ 

1- MSc, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aims: As a volatile organic chemical, respiratory exposure to styrene vapors causes health consequences including respiratory disorders. Therefore, the aim of this study was to investigate the pulmonary dysfunction of workers in a plastic injection industry polluted with styrene vapors.

Materials and Methods: The present study was a retrospective cohort in a plastic injection industry. Fifty production line employees were selected as the exposure group and 20 as the non-exposure control group. First, the environmental concentration of styrene was measured. Then the pulmonary parameters of the staff including the forced expiratory volume in the first second (FEV1), the forced and high-pressure vital capacity (FVC), the deduction of the critical output capacity in the first second of exhalation (FEV1 / FVC) and the maximum expiratory flow (PEF) at the "beginning of the shift" and "after completion" were obtained. Respiratory symptoms of these employees were assessed using a questionnaire of the American Chest Specialists Association (ATS). All the provisions of the Helsinki Declaration were observed in this study.

Results: The results showed significant differences in some pulmonary capacity parameters including FEV1 and FEV1 / FVC at the beginning and end of the work shift ($p < 0.05$). Respiratory symptoms including cough, burning nose and throat, hoarseness and wheezing were significantly higher in the exposed group than in the non-exposed group ($p < 0.05$).

Conclusion: The results showed that exposure to styrene is significantly associated with decreased pulmonary capacity and respiratory symptoms.

Keywords: Styrene, Pulmonary dysfunction, Occupational exposure, Plastic industry

Please Cite this article as: Ahmadi Moshiran V, Karimi A, Ghasemi Koozekonan A, Sajediyan AA. Evaluation of pulmonary dysfunction of workers exposed to styrene vapors in a plastic injection industry. Journal of Health in the Field. 2020; 8(2):1-9.

Corresponding Author: Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran

Email: alikarimi57@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.22037/jhf.v8i2.30633>

Received: 25 May 2020

Accepted: 5 September 2020

بررسی اختلال عملکرد ریوی کارگران در معرض مواجهه شغلی با بخارات استایرن در یک صنعت تزریق پلاستیک

وحید احمدی مشیران^۱ ID، علی کریمی^{۲*} ID، آیسا قاسمی کوزه کنان^۱ ID، علی اصغر ساجدیان^۱ ID

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
 ۲- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: استایرن از جمله مواد شیمیایی آلی فرار می باشد که مواجهه تنفسی با بخارات آن باعث ایجاد عوارض سلامتی مانند اختلالات تنفسی می شود. لذا هدف این مطالعه بررسی اختلال عملکرد ریوی کارگران یک صنعت تزریق پلاستیک با بخارات استایرن است.

مواد و روش ها: مطالعه حاضر به صورت کوهورت-گذشته نگر، در یک صنعت تزریق پلاستیک انجام گرفت. پنجاه نفر از کارکنان خطوط تولید به عنوان گروه مواجهه و ۲۰ نفر از کارکنان اداری به عنوان گروه مواجهه نیافته انتخاب شدند. ابتدا غلظت محیطی استایرن اندازه گیری شد. سپس پارامترهای ریوی کارکنان شامل حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول (FEV1)، ظرفیت حیاتی اجباری و پرفشار (FVC)، کسر ظرفیت حیاتی خروجی در ثانیه اول بازدم (FEV1/FVC) و حداکثر جریان بازدمی (PEF) در دو نوبت "ابتدای نوبت کاری" و "بعد از خاتمه کار" بدست آمد. علائم تنفسی این کارکنان با استفاده از پرسشنامه انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا (ATS)، بررسی شد. کلیه مفاد بیانیه هلسینکی در این مطالعه رعایت شد.

یافته ها: نتایج به دست آمده اختلاف معناداری را در برخی از پارامترهای ظرفیت ریوی شامل FEV1 و FEV1/FVC در ابتدا و انتهای نوبت کاری نشان داد ($P < 0.05$). علائم تنفسی شامل سرفه، سوزش بینی و گلو، گرفتگی صدا و خس خس سینه بین گروه مواجهه یافته نسبت به گروه مواجهه نیافته به صورت معناداری بیشتر بود ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: نتایج نشان می دهد مواجهه با استایرن ارتباط معناداری با کاهش ظرفیت ریوی و بروز علائم تنفسی دارد.

کلیدواژه ها: استایرن، اختلال عملکرد ریوی، مواجهه شغلی، صنعت پلاستیک

* نویسنده مسئول: ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای.

Email: alikarimi57@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۰۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۱۵

مقدمه

عامل اصلی ایجاد مشکل سلامتی در مواجهه شغلی با استایرن، منومر استایرن می‌باشد و پلیمر استایرن از نظر بیولوژیکی خنثی است. در صنایع تزریق پلاستیک بخش عمده فرایند تولید به روش حرارت دادن گرانول‌های حاوی استایرن و شکل‌دهی آن‌ها می‌باشد. در روند تولید و حرارت‌دهی پلیمرهای استایرن و رزین احتمال مواجهه با منومر استایرن وجود دارد [۱۲، ۱۳].

مطالعه Miran و همکارانش در خصوص ارزیابی خطرات سلامتی ناشی از مواجهه با استایرن در صنایع مختلف، نشان داد که عوارض سلامتی ناشی از بخارات استایرن در کارکنان صنعت تزریق پلاستیک نسبت به کارکنان سایر صنایع بیشتر بوده است [۱۴]. در خصوص ارتباط مواجهه با بخارات استایرن و اختلالات ریوی در کنار سایر عوارض مرتبط با این ماده، مطالعات گوناگونی از جمله مطالعه Nett و همکاران و مطالعه Taicheng و همکاران انجام پذیرفته است که تأیید کننده اثرات منفی بخارات استایرن بر سیستم تنفسی است [۱۵، ۱۶]. همچنین مطالعات نشان داده است که بخارات استایرن متصاعد شده در دمای ذوب ۲۴۰ تا ۲۶۰ درجه سلسیوس، سبب بیماری انسدادی ریوی در کارگران مواجهه یافته شده است [۱۲].

محدودیت جریان هوا در راه‌های هوایی تنفسی را بیماری انسدادی می‌گویند که با تنگی نفس، سرفه و خلط همراه است و به‌طور کامل برگشت‌پذیر نمی‌باشد [۱۵، ۱۷]. این بیماری که هم‌اکنون چهارمین عامل مرگ و میر در دنیا می‌باشد، طبق پیش‌بینی سازمان بهداشت جهانی تا سال ۲۰۳۰ تبدیل به سومین عامل مرگ‌ومیر در دنیا خواهد شد [۱۹، ۲۰]. علی‌رغم اهمیت بیماری انسدادی ریوی، مطالعات خاصی در مورد ارتباط میزان مواجهه با بخارات استایرن و این بیماری در کارکنان صنعت تزریق پلاستیک انجام نشده است، لذا این مطالعه با هدف بررسی ارتباط اختلال عملکرد ریوی کارگران یک صنعت تزریق پلاستیک با میزان مواجهه شغلی آن‌ها با بخارات استایرن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در یک صنعت تولید گرانول‌های پلاستیکی از پلیمر اکریلونیتریل-بوتادیان-استایرن (ABS)، انجام پذیرفت. در این صنعت ابتدا گرانول‌ها به نسبت ۷۰ درصد استایرن،

مواجهه با مواد شیمیایی آلی فرار می‌تواند گستره وسیعی از اثرات حاد و مزمن شامل تداخلات سیستم عصبی، آسم و سایر اختلالات تنفسی را در پی داشته باشد [۱، ۲]. استایرن از جمله این مواد شیمیایی فرار است که اثرات مخربی بر سلامتی دارد [۳].

استایرن یک هیدروکربن آروماتیک مشتق شده از بنزن با فرمول C_8H_8 می‌باشد که دارای بوی شیرین بوده و بی‌رنگ است. از نام‌های تجاری استایرن می‌توان به فنیل اتیلن، سینامن، وینیل بنزن، دیارکس، استیروپول، استیرلن و آنامن اشاره کرد [۴، ۵]. این ماده در صنایع رزین پلی‌استر، پلاستیک‌سازی، فایبرگلاس و وسایل منزل به‌عنوان ماده اولیه استفاده می‌شود [۶، ۷]. مونومرهای استایرن در ۶ دسته استفاده می‌شود: پلی‌استایرن (ساختمان‌سازی)، ترکیب استایرن بوتادیان در لاستیک (تایر)، رزین‌های پلی‌استر غیراشباع (در ساخت قایق‌ها، تیوب‌ها و استخر)، لاتکس‌های استایرن و بوتادیان (در ساخت فرش و روکش کاغذ)، اکریلونیتریل-بوتادیان-استایرن (در ساخت لوازم خانه و اداری) و استایرن-اکریلونیتریل (برای ساخت وسایل خانگی و نگهدارنده باتری) [۸].

به‌طور کلی منبع اصلی استایرن در هوا فعالیت‌های صنعتی و آگروز وسایل نقلیه است که همراه با استایرنی که به خاطر فرایندهای طبیعی در هوا وجود دارد، غلظت آن به حدود ۱ ppb می‌رسد. در محیط‌های کاری به‌ویژه محل‌هایی که فرایند تزریق پلاستیک انجام می‌شود، غلظت آن ممکن است به ۱۰ ppm هم برسد [۸]. طبق برآورد مرکز تحقیقات و اطلاعات استایرن در آمریکا، حدود ۹۰ هزار کارگری که در سال ۲۰۱۱ در ۵۰۰۰ واحد صنعتی مشغول به کار بودند [۹]، به‌نوعی با استایرن مواجهه داشته‌اند. از بین این افراد، کارگران مشغول در صنایع تزریق پلاستیک بالاترین میزان مواجهه را با استایرن داشته‌اند، به‌طوری که غلظت استایرن در این صنایع ۱۰۰۰ برابر بیشتر از استاندارد محیطی آن است [۱۰]. بر اساس حدود مجاز مواجهه شغلی ایران (OEL)، حد مجاز مواجهه شغلی با استایرن ۲۰ ppm تعیین شده است [۱۱].

شد. ویال‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در همزن قرار داده شد تا محلول جاذب تا حد امکان آنالیت را از جاذب استخراج کند. پس از آماده سازی نمونه و استخراج آنالیت توسط حلال CS_2 ، نمونه‌ها به دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Varian-cp3800 ساخت کشور ژاپن، تزریق شدند.

برای رسم منحنی کالیبراسیون، محلول‌های استاندارد کاربردی در غلظت‌های مشخص (۰/۵، ۲، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) تهیه شده و به دستگاه GC تزریق گردید. در نهایت مقدار R^2 بزرگتر از ۰/۹۹۸ به دست آمد.

آشکارساز به کار رفته در کروماتوگرافی گازی مورد استفاده، از نوع یونش شعله‌ای (FID) بود. گاز هلیوم با دبی ۱/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای محل تزریق ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و دمای اولیه ستون ۴۰ درجه سلسیوس بود که بعد از ۸ دقیقه با نرخ ۱ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یافت. دمای آشکارساز نیز ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

معیار ورود افراد در مطالعه حاضر عدم سرماخوردگی، نداشتن سابقه اختلال ریوی، ناراحتی تنفسی، فشار خون، ناراحتی‌های قلبی و عدم استعمال دخانیات بر اساس اطلاعات موجود در پرونده‌ی پزشکی آن‌ها بود که در واحد بهداشت حرفه‌ای صنعت مورد مطالعه نگهداری می‌شد. علائم تنفسی شامل تنگی نفس، خلط، سرفه، گرفتگی صدا، سوزش بینی و گلو و خس‌خس سینه با استفاده از پرسشنامه انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا (ATS)، بررسی شد [۲۱]. پرونده‌ی پزشکی و سوابق کاری تمامی افراد مورد مطالعه جهت اطمینان از اینکه در شغل‌های قبلی خود با ماده شیمیایی با قابلیت اثر بر سیستم تنفسی مواجهه نداشته‌اند، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه این مطالعه نیازمند همکاری مستقیم کارکنان برای حصول هر چه بهتر نتایج بود، لذا قبل از شروع مطالعه طی یک جلسه اهداف و مراحل مطالعه برای هر دو گروه مواجهه نیافته و مواجهه یافته توضیح داده شد. در تمام مراحل روش اجرای کار نیز کلیه مفاد بیانیه هلسینکی مدنظر قرار گرفت.

برای انجام آزمون‌های ریوی از دستگاه اسپرومتری Spirolab (TUK-MIR045) ساخت شرکت MIR ایتالیا استفاده شد.

۲۰ درصد اکریلونیتریل و ۱۰ درصد بوتادی‌ان طی حرارت بالا در اکسترودر با هم ترکیب و رشته‌های خمیری شکل حاصل بعد از سرد شدن به‌صورت گرانول‌های کوچک با قطر تقریباً ۳ میلی‌متر تبدیل می‌شدند. متوسط دمای ذوب گرانول‌ها در محل خروج از اکسترودر در حدود 225 ± 30 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. همین دما باعث بخار شدن ترکیبات شیمیایی و آلاینده موردنظر می‌شد.

پنجاه نفر از کارکنان خطوط تولید به‌عنوان گروه مواجهه یافته به روش سرشماری انتخاب شد و ۲۰ نفر از کارکنان واحدهای اداری (که تمامی افراد شاغل در واحد اداری را شامل می‌شد) به‌عنوان گروه مواجهه نیافته انتخاب شدند. بعد از انتخاب افراد، اطلاعات دموگرافیکی شامل سن، قد، وزن، سابقه کاری و تحصیلات آن‌ها جمع‌آوری شد.

این صنعت دارای بخش‌های مختلفی بود که بعد از شناسایی و بررسی‌های اولیه، بخش‌های با احتمال مواجهه بالا انتخاب شدند. در این راستا ۱۰ نمونه محیطی از بخش‌های تولیدی (۵ نمونه قبل از زمان ناهار و استراحت و ۵ نمونه بعد از زمان ناهار) و در فاصله ۱ متری از خروجی دستگاه‌های اکسترودر گرفته شد. هشت نمونه از واحدهایی مانند سالن قسمت اداری که احتمال مواجهه در آن‌ها وجود نداشت (۴ نمونه قبل از زمان ناهار و استراحت و ۴ نمونه بعد از زمان ناهار)، تهیه شد. ساعت ناهار و استراحت برای کارکنان ۱۲ تا ۱۴ بود. نمونه‌برداری بر اساس متد NIOSH ۱۵۰۱ انجام شد [۳]. برای این منظور از پمپ نمونه‌برداری فردی ساخت شرکت SKC، استفاده شد. این پمپ هوا را با دبی ۱۴۸ میلی‌لیتر بر دقیقه و به‌مدت ۹۰ دقیقه از لوله زغال فعال ۱۵۰ میلی‌گرمی با منشأ پوست نارگیل (SKC Inc., PA, U.S.A)، عبور می‌داد.

بعد از انجام نمونه‌برداری، نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل شده و در کمتر از ۷۲ ساعت، آماده تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) شدند. آماده سازی نمونه طبق روش NIOSH ۱۵۰۱، به این صورت انجام گرفت که ابتدا بخش پیشین و بخش پسین لوله زغال فعال داخل ویال‌های شیشه‌ای جداگانه به حجم ۲ میلی‌لیتر ریخته شد و ۰/۱ میلی‌لیتر حلال (CS_2)، به هر کدام اضافه گردید و درپوش آن سریعاً بسته

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از نرم‌افزار SPSS۲۵ بهره گرفته شد. در این نرم‌افزار، برای تحلیل داده‌ها، از آزمون‌های کای-دو برای بررسی تفاوت علایم تنفسی بین دو گروه و تی-وابسته برای مقایسه میانگین غلظت آلاینده قبل و بعد از زمان استراحت و نیز جهت مقایسه شاخص‌های تنفسی در ابتدا و انتهای نوبت‌کاری استفاده گردید. آزمون تی-مستقل جهت مقایسه میانگین داده دموگرافیک بین گروه مواجهه یافته و مواجهه نیافته به کار گرفته شد. تمام آزمون‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شدند.

یافته‌ها

نتایج آزمون تی مستقل برای داده‌های جمعیت‌شناختی کارکنان شرکت کننده در مطالعه در جدول ۱، قابل مشاهده است. بر اساس این جدول، بین گروه مواجهه با تعداد ۵۰ نفر مرد و گروه مواجهه نیافته با تعداد ۲۰ نفر مرد از نظر سن، شاخص توده بدنی (BMI) و سابقه کار تفاوتی وجود نداشت ($P > 0.05$). نتایج آزمون کای دو نشان داد که تنها تفاوت معنادار بین دو گروه مذکور سطح تحصیلات آن‌ها بود به گونه‌ای که ۷۰ درصد از افراد گروه مواجهه نیافته دارای سطح تحصیلات لیسانس و بالاتر بودند در صورتی که در گروه مواجهه بیشتر نفرت (۶۰ درصد)، تحصیلات دیپلم و زیر دیپلم داشتند ($P < 0.05$).

نتایج این آزمون اطلاعاتی از قبیل حجم بازدمی اجباری در ثانیه اول (FEV1)، ظرفیت حیاتی اجباری و پر فشار (FVC)، کسر ظرفیت حیاتی خروجی در ثانیه اول بازدم (FEV1/FVC) و حداکثر جریان بازدمی (PEF) را فراهم کرد. در بیماری انسدادی میزان FEV1 و FEV1/FVC، کاهش می‌یابد. کاهش FVC با ضریب و PEF، نشان‌دهنده بیماری تحدیدی هستند اما FVC با ضریب اطمینان بالاتری در تشخیص بیماری تحدیدی بکار می‌رود [۲۲،۲۳]. همچنین با ارائه اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن و نژاد به دستگاه، حجم ریوی پیش‌بینی شده (نسبت ظرفیت هوایی واقعی به ظرفیت هوای پیش‌بینی شده بر اساس مشخصات جسمانی) به دست آمد. آزمون ریوی مذکور در دو نوبت "اول نوبت‌کاری و قبل از شروع به کار" و "بعد از اتمام نوبت و قبل از ترک محیط کار" گرفته شد. فرایند انجام آزمون اسپرومتری به این شکل بود که قبل از شروع آزمون به هر فرد در خصوص نحوه انجام آزمون آموزش داده و سپس یک مرحله آزمون آزمایشی توسط فرد اجرا شد و در صورت اطمینان از یادگیری صحیح، آزمون اصلی انجام گرفت. به هنگام انجام آزمون از گیره مخصوص برای مسدود کردن بینی استفاده و تنفس فقط از طریق دهان و لوله اسپرومتری انجام شد. هر آزمون حداقل ۳ بار تکرار شد و میانگین این سه مرحله به عنوان حجم ریوی هر فرد ثبت گردید. در مواردی که بین مقادیر حاصله تفاوت زیادی وجود داشت (مقدار FVC بیشتر از ۲۰۰ میلی‌لیتر و FEV1 کمتر از ۱۰۰ میلی‌لیتر)، آزمون ۵ بار تکرار و در نهایت بالاترین مقدار به دست آمده به عنوان نتیجه اسپرومتری انتخاب شد.

جدول ۱- تفاوت آمارهای دموگرافیک گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته

Table 1- Differences between demographic statistics of exposed group and non-exposed group

P Value	گروه مواجهه نیافته (n=۲۰)	گروه مواجهه یافته (n=۵۰)	پارامترها
۰/۳۷	۳۸/۶۵ ± ۳/۳۶	۳۷/۶۲ ± ۴/۶۵	سن
۰/۲۳	۲۷/۸۱ ± ۳/۹۵	۲۴/۹۳ ± ۲/۸۳	BMI
۰/۲۰	۸/۸۰ ± ۲/۵۰	۱۰/۸۲ ± ۴/۴۵	سابقه کار
			تحصیلات
	۰	۳۰ (۶۰٪)	دیپلم و زیر دیپلم
۰/۰۰۰۶	۶ (۳۰٪)	۱۱ (۲۲٪)	فوق دیپلم
	۱۴ (۷۰٪)	۹ (۱۸٪)	لیسانس و بالاتر

آمد. میانگین غلظت استایرن در محیط کاری هر دو گروه مورد مطالعه، برای قبل و بعد از زمان استراحت و ناهار تفاوت معناداری نداشت ($P > 0.05$).

همان طوری که در جدول شماره ۲، مشاهده می‌شود، میانگین کلی غلظت استایرن برای واحدهای کاری گروه مواجهه یافته $68/32 \pm 8/67 \text{ mg/m}^3$ بود. در محیط کاری گروه مواجهه نیافته نیز میانگین غلظت استایرن $2/29 \pm 1/24 \text{ mg/m}^3$ به دست

جدول ۲- میانگین غلظت استایرن در واحد کاری گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته

Table 2- The mean concentration of styrene in the work unit of the exposed group and the non-exposed group

گروه مواجهه نیافته			گروه مواجهه یافته				
P-value	بعد از ظهر	قبل از ظهر	محل نمونه برداری	P-value	بعد از ظهر	قبل از ظهر	محل نمونه برداری
۲/۷۵		۳/۰۲	نزدیک درب ورودی سالن	۷۸/۱۳		۷۵/۴۶	مجاور خروجی اکسترودر ۱
۰/۷۱		۰/۵۶	سالن طبقه اول	۶۵/۰۲		۶۲/۰۳	محیط سالن تولید
۲/۰۳۱		۱/۹۸	واحد اداری طبقه همکف	۵۴/۱۹		۵۸/۷۱	محیط سالن تولید
۴/۲۵		۳/۰۴۵	سالن انتظار همکف	۶۹/۱۴		۶۵/۱۳	مجاور دستگاه اکسترودر ۳
-		-	-	۷۷/۴۱		۷۸/۰۲۳	مجاور دستگاه اکسترودر ۲
۰/۴۴	$2/43 \pm 1/47$	$2/15 \pm 1/17$	میانگین (mg/m^3)	۰/۵۹	$68/32 \pm 8/67$	$67/87 \pm 8/45$	میانگین (mg/m^3)
	$2/29 \pm 1/24$		میانگین کلی (mg/m^3)		$68/32 \pm 8/67$		میانگین کلی (mg/m^3)

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های ریوی ابتدا و انتهای نوبت کاری در گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته

Table 3- Comparison of mean pulmonary indices at the beginning and end of the shift in the exposed group and the non-exposed group

P-value*	گروه مواجهه نیافته		گروه مواجهه یافته		متغیر آزمون		
	P-value	انتهای نوبت	ابتدای نوبت	P-value		انتهای نوبت	ابتدای نوبت
*۰/۰۳۲	۰/۵۵	$95/65 \pm 10/37$	$96/5 \pm 10/79$	۰/۳۸	$92/24 \pm 13/93$	$93/9 \pm 12/74$	FVC
*۰/۰۰۳	۰/۱۴	$90/1 \pm 9/77$	$94/7 \pm 10/26$	*۰/۰۴	$90/05 \pm 10/83$	$91/37 \pm 11/88$	FEV1
*۰/۰۰۱	۰/۱۵	$98/05 \pm 6/27$	$100/0 \pm 6/75$	*۰/۰۰۲	$96/8 \pm 8/79$	$99/84 \pm 6/93$	FEV1/FVC
*۰/۰۲۴	۰/۵۳	$92/75 \pm 11/19$	$90/95 \pm 16/14$	۰/۹۰	$88/64 \pm 9/74$	$88/8 \pm 10/75$	PEF

* اختلاف بین شاخص‌های ریوی گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته

مطالعه در انتهای نوبت کاری نسبت به ابتدای آن تغییر معناداری نداشتند. هر چهار شاخص ریوی ارائه شده در جدول شماره ۳، بین گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته اختلاف معنی داشتند. ($P < 0.05$).

نتایج بررسی علائم تنفسی بین دو گروه مورد مطالعه با استفاده از آزمون تحلیلی کای دو، اختلاف معناداری را در مورد سرفه ($P = 0.015$)، سوزش بینی و گلو ($P = 0.021$)، گرفتگی صدا

نتایج اسپرومتری گروه‌های مواجهه و گروه مواجهه نیافته، در ابتدا و انتهای نوبت کاری در جدول شماره ۳، ارائه گردیده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نتایج آزمون تحلیلی تی-وابسته، نشان داد در گروه مواجهه یافته شاخص‌های FEV1 ($P = 0.04$) و FEV1/FVC ($P = 0.002$)، افت معناداری را در انتهای نوبت کاری نسبت به ابتدای نوبت داشتند. این در حالی است که در گروه مواجهه نیافته هیچ‌کدام از شاخص‌های ریوی مورد

($P=0/031$)، خس خس سینه ($P=0/003$) نشان داد که در جدول ۴ گزارش شده است. اما در خصوص خلط ($P=0/06$)

و تنگی نفس ($P=0/053$)، اختلاف معناداری بین دو گروه مشاهده نشد (جدول شماره ۳).

جدول ۴- فراوانی علائم تنفسی در دو گروه مواجهه و گروه مواجهه نیافته

P-value	گروه مواجهه نیافته (۲۰)	گروه مواجهه (۵۰)	علائم تنفسی
۰/۰۱۵	۰	۱۵ (۳۰٪)	سرفه
۰/۰۶۱	۳ (۱۵٪)	۲۱ (۴۲٪)	خلط
۰/۰۵۳	۵ (۲۵٪)	۲۷ (۵۴٪)	تنگی نفس
۰/۰۲۱	۰	۱۴ (۲۸٪)	سوزش بینی و گلو
۰/۰۳۱	۲ (۱۸٪)	۲۰ (۴۰٪)	گرفتگی صدا
۰/۰۰۳	۲ (۱۰٪)	۲۶ (۵۲٪)	خس خس سینه

بحث

مطالعه حاضر جهت بررسی اختلال عملکرد ریوی در کارگرانی انجام شد که با بخارات استایرن مواجهه داشتند. با توجه به این نکته که علاوه بر استایرن بخارات دیگری همچون بوتادیان و آکرونیتریل نیز در محیط کار وجود داشت، سعی بر آن شد تا اعضای گروه مورد مطالعه از واحد تولیدی که کمترین غلظت اکرونیتریل و بوتادیان و بالاترین غلظت استایرن را دارد، انتخاب گردد. انتخاب واحدهای مذکور بر اساس گزارش‌های اندازه‌گیری عوامل زیان آور شیمیایی موجود در واحد بهداشت حرفه‌ای، انجام پذیرفت. بنابر اظهارات کارشناس مربوطه در فاصله زمانی بین آخرین اندازه‌گیری عوامل زیان آور تا زمان شروع مطالعه حاضر، تغییرات اساسی مانند افزایش میزان تولید یا تغییر در نوع ماده شیمیایی مصرفی و یا فرایند تولید که اثرگذار بر میزان انتشار مواد آلاینده شیمیایی باشد، ایجاد نشده بود. بر اساس گزارش‌های مذکور، بالاترین غلظت بخارات اکریلونیتریل و بوتادیان در محیط کار بسیار پایین‌تر از حدود مجاز تعریف شده بود. دلیل این موضوع را می‌توان این‌گونه بیان کرد که فرایندهای تولیدی مرتبط با بوتادیان و اکریلونیتریل با سیستم‌های تمام اتوماتیک بوده و محل ذخیره این مواد در محیط باز قرار گرفته بودند ولی واحدهای مواجهه با استایرن در

مکان‌های بسته‌ای بودند که تهویه آن‌ها فقط از نوع طبیعی و از

طریق پنجره‌ها و درب‌های ورود و خروج بود.

با توجه به عدم وجود تفاوت معنادار بین میانگین غلظت استایرن در زمان‌های قبل و بعد از استراحت، می‌توان اظهار کرد غلظت استایرن به‌عنوان متغیر اصلی اثرگذار بر عملکرد ریوی در تمام طول نوبت یکنواخت بود.

با توجه به تأثیر داده‌های دموگرافیک همچون سن، شاخص توده بدنی (BMI)، و سابقه کار بر ظرفیت ریوی، این داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت [۲۴]. نتایج نیز نشان داد که تفاوت معناداری بین گروه مواجهه یافته و گروه مواجهه نیافته از نظر این داده‌های دموگرافیک وجود ندارد. همچنین بررسی پرونده‌های پزشکی و سوابق کاری افراد نشان داد که تمامی افراد مورد مطالعه یا از همان ابتدا در این صنعت مشغول به کار شده‌اند و یا در محیط کار قبلی خود هیچ‌گونه مواجهه‌ای با بخارات استایرن یا هر ماده شیمیایی دیگری که بر عملکرد ریه اثر بگذارد، نداشته‌اند. لذا می‌توان تفاوت معنادار در برخی از علائم تنفسی شامل سرفه، سوزش بینی و گلو، گرفتگی صدا و خس خس سینه را ناشی از مواجهه تنفسی گروه مواجهه یافته با استایرن دانست.

میزان FEV1 و FEV1/FVC، جزو شاخص‌های مهم برای بررسی بیماری انسدادی ریوی می‌باشند [۲۲]. در گروه مواجهه یافته با بخارات استایرن، مقادیر هر دو شاخص ریوی مذکور نسبت به ابتدای نوبت کاری کاهش معناداری را نشان می‌دهد در

مرگ و میر ناشی از بیماری انسدادی ریه و مواجهه با استایرن نشان داده است [۲۷].

در این مطالعه تلاش شد عوامل مخدوش کننده از جمله سیگاری بودن، سرماخوردگی و سابقه بیماری‌های ریوی، از مطالعه حذف شود تا نتایج با ضریب اطمینان بالایی حاصل شود. اما برخی از عوامل همچون میزان صداقت کارکنان در پاسخگویی به سؤالات پرسشنامه به صورت طبیعی خارج از کنترل نویسندگان و عوامل اجرایی بود که همین موضوع نیاز به مطالعات بیشتر در آینده، جهت رسیدن به افزایش ضریب اطمینان در خصوص وجود ارتباط بین مواجهه با استایرن با سلامتی تنفسی دارد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه، نشان داد که مواجهه تنفسی با استایرن بر ظرفیت‌های ریوی اثرگذار بوده و می‌تواند سلامتی سیستم تنفسی را نیز با اختلال مواجه سازد. لذا با توجه به نکات ذکر شده پیشنهاد می‌گردد برای کاهش میزان مواجهه با بخارات استایرن از تهویه موضعی در محل خروج مواد حرارت داده شده استفاده شود. همچنین با توجه به این که نوع وظایف کارکنان در خط تولید نیاز به تخصص بالایی ندارد، می‌توان برنامه چرخش کاری را در واحدهای مذکور به کار برد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از خانم دکتر فاطمه عزیزی متخصص طب کار و نیز مدیریت و کارکنان محترم صنعت مورد مطالعه و دانشگاه علوم پزشکی تهران که به نحوی در انجام این مطالعه همکاری داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

صورتی که برای گروه مواجهه نیافته، تفاوت معناداری بین مقادیر ابتدا و انتهای نوبت کاری این شاخص‌ها وجود ندارد. مطالعه Loomis و همکارانش نیز در کارگران مواجهه یافته با استایرن در صنایع تزریق پلاستیک، ارتباط معناداری را بین مواجهه با استایرن و بیماری‌های مختلف از جمله اختلال ریوی نشان داد [۲۵]. همچنین نتایج مطالعه‌ی Taicheng و همکارانش به نتیجه مشابه رسیده است [۲۶]. منطبق بودن نتایج این مطالعه‌ها و مطالعه حاضر، نشان‌دهنده ارتباط مستقیم بین اختلال ریوی (از نوع انسدادی) با مواجهه شغلی با بخارات استایرن می‌باشد. با توجه به این که دو شاخص دیگر ریوی مورد بررسی در این مطالعه یعنی FVC و PEF، در انتهای نوبت کاری تغییر معناداری نسبت ابتدای نوبت نداشتند، می‌توان اظهار کرد که استایرن ارتباط معناداری با بروز بیماری ریوی تحدیدی ندارد.

در مطالعه حاضر میانگین سنی کارکنان ۳۷/۶ سال به دست آمد و پرونده‌های معاینات پزشکی آن‌ها سابقه بیماری ریوی قبلی را نشان نمی‌داد. لذا می‌توان ناراحتی‌های ریوی ناشی از بالا بودن سن را در مورد کارکنان این صنعت منتفی دانست. در مطالعه مشابه Nett و همکارانش به این نتیجه رسیدند که بیش از ۵۰ درصد کارگران مواجهه یافته با استایرن به دلیل بیماری‌های ریوی و در سنین زیر ۶۰ سال فوت کرده بودند [۱۶]. بنابراین می‌توان ارتباط بالایی بین مواجهه با استایرن و اختلالات ریوی در نظر رفت.

فراوانی علائم تنفسی شامل خلط و تنگی نفس و خس خس سینه نسبت به سایر علائم تنفسی مورد مطالعه، در کارکنان مواجهه یافته با بخارات استایرن بیشتر بود که این موضوع با نتایج مطالعه حیدری و همکارانش در خصوص بروز علائم تنفسی در کارگران مواجهه یافته با استایرن، مطابق دارد [۲۲]. همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، چهار مورد از علائم مربوط به بیماری انسدادی ریوی در کارکنان مواجهه یافته با استایرن نسبت به گروه مواجهه نیافته نمود بیشتری داشت. مشابه این نتایج در مطالعه Thapa و همکارانش به دست آمده بود که ۸۷ درصد کارگران مواجهه یافته با استایرن، بیماری خوش‌خیم تنفسی داشته‌اند و ۶۶ درصد از مطالعات ارتباط معناداری را بین

References

- 1- Hu R, Liu G, Zhang H, Xue H, Wang X. Levels, characteristics and health risk assessment of VOCs in different functional zones of Hefei. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018; 160:301-307.
- 2- SADani M, Amin MM, Karami MA, Teimouri F, Ghasemi R. Comparison between conventional pump and adsorption sampling method with passive solid phase microextraction (SPME) sampling to investigate changes in the concentration of benzene, toluene, and xylene (BTX) in urban ambient air. *Journal of Health in the Field*. 2017; 4(4):57-64 (In Persian).
- 3- Mohamadyan M, Moosazadeh M, Borji A, Khanjani N, Moghadam SR. Occupational exposure to styrene and its relation with urine mandelic acid, in plastic injection workers. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019; 191(2):62 <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7191-z>.
- 4- Filser JG, Gelbke HP. An evaluation of concentrations of styrene-7, 8-oxide in rats and humans resulting from exposure to styrene or styrene-7, 8-oxide and potential genotoxicity. *Toxicology Letters* 2016; 247:11-28.
- 5- McCague AB, Cox- Ganser JM, Harney JM, Alwis KU, Blount BC, Cummings KJ, Edwards N, Kreiss K. Styrene- associated health outcomes at a windblade manufacturing plant. *American Journal Of Industrial Medicine* 2015; 58(11):1150-59.
- 6- Marczynski B, Peel M, Baur X. New aspects in genotoxic risk assessment of styrene exposure—a working hypothesis. *Medical Hypotheses* 2000; 54(4):619-23.
- 7- Kim KW. Effects of styrene-metabolizing enzyme polymorphisms and lifestyle behaviors on blood styrene and urinary metabolite levels in workers chronically exposed to styrene. *Toxicological Research* 2015; 31(4):355-61.
- 8- Cohen JT, Carlson G, Charnley G, Coggon D, Delzell E, Graham JD, et al. A comprehensive evaluation of the potential health risks associated with occupational and environmental exposure to styrene. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 2002; 5(1-2):1-263.
- 9- Jafari MJ, Mahabadi ZB, Atabi F, Omid L, Asl NK. Indoor and outdoor concentrations of volatile organic compounds at two administrative buildings in the center of Tehran. *Journal of Health in the Field* 2016; 3(4):9-16 (In Persian).
- 10- Choi AR, Braun JM, Papandonatos GD, Greenberg PB. Occupational styrene exposure and acquired dyschromatopsia: A systematic review and meta-analysis. *American Journal Industrial Medicine* 2017; 60(11):930-46.
- 11- The Occupational Exposure Limit (OEL).1395 [on line]. Available from <http://url.qums.ac.ir/OEL> (In Persian).
- 12- Saeedabadi H, Nikpey A. Respiratory exposure with acrylonitrile butadiene styrene particle in appliance company workers. *The Journal of Qazvin University of Medical Sciences* 2018; 22(1):31-41 (In Persian).
- 13- Nissen MS, Stokholm ZA, Christensen MS, Schlünssen V, Vestergaard JM, Iversen IB, et al. 0176 Sinonasal cancer following occupational styrene exposure: A new signal of human carcinogenesis?. *Occupational and Environmental Medicine* 2017; 74:A53-A54.
- 14- Hahm M, Lee J, Lee M-y, Byeon S-HJH, Journal ERAAI. Health risk assessment of occupational exposure to styrene depending on the type of industry: Data from the Workplace Environmental Monitoring Program in Korea. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 2016; 22(6):1312-22.
- 15- Ruder AM, Meyers AR, Bertke SJJ, medicine e. Mortality among styrene-exposed workers in the reinforced plastic boatbuilding industry. *Occupational and Environmental Medicine* 2016; 73(2):97-102.
- 16- Edwards NT, Ruder AM, Keumala IM, Cox-Ganser JM, Cummings KJ. Workers exposed to styrene who died from respiratory diseases suspicious for possible obliterative bronchiolitis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2017; 195:A3865.
- 17- Hosseinzadeh Z, Saadati M, Zamani A, Parizanganeh AJJoHitF. Study on the physical and chemical characteristics of electric arc furnace dust from steel plant of Esfarayen and its reuse as an adsorbent. *Journal of Health in the Field* 2020;7(2):1-10 (In Persian).
- 18- Falsey AR, Walsh EE, Esser MT, Shoemaker K, Yu L, Griffin MP. Respiratory syncytial virus-associated illness in adults with advanced chronic obstructive pulmonary disease and/or congestive heart failure. *Journal of Medical Virology* 2019; 91(1):65-71.
- 19- Peng Y, Mei Z, YiChong L, Yong J, WenHua Z. Prevalence of COPD and its association with socioeconomic status in China: Findings from China Chronic Disease Risk Factor Surveillance 2007. *BMC Public Health*. 2011; 11:586 <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-586>.
- 20- Braunwald E, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL. *Harrison's principles of*

- internal medicine. 15th ed. New York: McGraw Hill; 2001.
- 21- Ferris BG. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). Recommended respiratory disease questionnaires for use with adult and children in epidemiological research. The American Review of Respiratory Disease 1978; 118:7-53.
 - 22- Sharifian a, Sigari n, Rahimi, Yazhdanpanah k. Survey of normal indices of pulmonary function test by use of spirometry in the people of Kurdistan province. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences 2007; 12(2):1-8 (In Persian) <http://sjku.muk.ac.ir/article-1-23-en.html>.
 - 23- Sadegh Niyat Haghighi K, Mir- Mohammadi-Meybodi J, Lotfi S, Safavi E. Inspection of the spirometric parameters and the frequency of respiratory symptoms in soldering workers of a factory producing electronic appliances. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 2005; 13(3):21-25 (In Persian).
 - 24- Heidari H, Rahimifard H, Khaksar M, Soltanzadeh A, Mohammadbeygi A, Darabi M, et al. Surveying the prevalence of respiratory symptoms and changes in pulmonary function parameters in workers employed in the acid wash process of a steel industry. Occupational Medicine Quarterly Journal 2018; 10(1):32-38 (In Persian).
 - 25- Loomis D, Guha N, Kogevinas M, Fontana V, Gennaro V, Kolstad HA, et al. Cancer mortality in an international cohort of reinforced plastics workers exposed to styrene: A reanalysis. Occupational and Environmental Medicine 2019; 76(3):157-62.
 - 26- He Z, Li G, Chen J, Huang Y, An T, Zhang C. Pollution characteristics and health risk assessment of volatile organic compounds emitted from different plastic solid waste recycling workshops. Environment International 2015; 77:85-94.
 - 27- Thapa N, Tomasi SE, Cox-Ganser JM, Nett RJ. Non-malignant respiratory disease among workers in the rubber manufacturing industry: A systematic review and meta-analysis. American Journal of Industrial Medicine 2019; 62(5):367-84.