

Evaluation of Respiratory Parameters of Workers Exposed to BTEX Compounds in an Oil Refining Company

Samad Jalilian

PhD student in the field of environmental pollution, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Sima Sabzalipour

* Assistant Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. (Corresponding Author) Shadi582@yahoo.com

Maryam Mohammadi

Rouzbahani

Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran., Abadan Oil Refining Company, Abadan, Iran.

Leila Ibrahimy Ghavamabadi

Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Ebrahim Rajabzadeh

Ghatrami

Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources. Khorramshahr University of Marine Science and Technology. Khorramshahr. Iran.

Abstract

Background and Purpose: BTEX compounds are one of the most important chemical air pollutants in the oil industry, which have adverse health effects on the employees of this industry. This research was conducted with the aim of evaluating and measuring the concentration of BTEX compounds and their possible effects on the respiratory parameters of the employees of Abadan Oil Refining Company.

Materials and Methods: In this study, 80 workers were examined. Sampling of the respiratory area of the exposed workers was performed according to the NIOSH method 1501 using an active personal sampling pump of SKC UK company, model 44-224 MTX and using SKC activated carbon absorbent tubes (model 226-01) and the measurement of respiratory parameters was done by a microlab spirometry device made in Italy by MIR company.

Results: The results showed that the average concentration of toluene, ethylbenzene and xylene compounds in the respiratory area of the exposed workers is lower than the standard limit, but the average concentration of benzene compound is above the limit. The results showed that there is no significant difference between the respiratory parameters of the two groups of employees, and there is a direct and significant relationship between the average respiratory parameters of FEV1 and FVC in the two groups of employees, and there is no significant relationship between the respiratory parameters and demographic characteristics in the two groups. It didn't happen

Conclusion: Considering that the average concentration of benzene compound is higher than the permissible limit of the recommended standards, to control it, it is necessary to take necessary measures to reduce the concentration and remove this compound through technical engineering and management controls, periodic inspections.

Keywords: Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene, Spirometry, Staff

Open Access Policy: This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. To view a copy of this licence, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Received: 2024/04/21

Accepted: 2024/08/05

Doi:10.22038/jreh.2024.24890

► **Citation:** Jalilian S, Sabzalipour S, Mohammadi Rouzbahani M, Ibrahimy Ghavamabadi L, Rajabzadeh Ghatrami E. Evaluation of Respiratory Parameters of Workers Exposed to BTEX Compounds in an Oil Refining Company. *Journal of Research in Environmental Health*. 10 (2):36-47.

ارزیابی پارامترهای تنفسی کارکنان در مواجهه با ترکیبات BTEX در یک شرکت پالایش نفت

صمد جلیلیان

دانشجوی دکترای رشته آلودگی محیط زیست، گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

سیما سبزعلیپور

* استادیار، گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول) shadi582@yahoo.com

مریم محمدی روزبهانی

استادیار، گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

لیلا ابراهیمی قوام آبادی

استادیار، گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

ابراهیم رجب زاده قطرمی

استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ترکیبات بتیکس از مهمترین آلاینده های شیمیایی هوای محیط کار در صنعت نفت هستند که اثرات سوء بهداشتی بر کارکنان این صنعت دارند. این پژوهش با هدف ارزیابی و سنجش غلظت ترکیبات بتیکس و اثرات احتمالی آن ها بر پارامترهای تنفسی کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد.

مواد و روش ها: در این مطالعه ۸۰ کارگر مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه برداری از ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته بر اساس روش ۱۵۰۱ سازمان نایوش (NIOSH) با استفاده از پمپ نمونه- برداری فردی فعال شرکت SKC انگلستان مدل ۲۲۴-۴۴ MTX و با استفاده از تیوب های جاذب زغال فعال SKC (مدل ۰۱-۲۲۶) انجام شد و سنجش پارامترهای تنفسی توسط دستگاه اسپیرومتری میکرولب ساخت کشور ایتالیا از کمپانی MIR انجام شد.

یافته ها: نتایج، نشان دادند که میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در ناحیه ی تنفسی کارکنان مواجهه یافته پایین تر از حد مجاز استانداردها قرار دارد اما میانگین غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حد مجاز قرار دارد. نتایج نشان دادند که تفاوت معنی داری بین پارامترهای تنفسی دو گروه کارکنان وجود ندارد و بین میانگین پارامترهای تنفسی FEV₁ با FVC در دو گروه کارکنان ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد و هیچ ارتباط معنی داری بین پارامترهای تنفسی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه را مشاهده نشد.

نتیجه گیری: با توجه به این که میانگین غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حد مجاز استانداردهای توصیه شده قرار دارد، برای کنترل آن نیاز است که از راه کنترل های فنی مهندسی و مدیریت، بازرسی های دوره ای اقدام لازم برای کاهش غلظت و حذف این ترکیب صورت پذیرد.

کلیدواژه ها: بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن، اسپیرومتری، کارکنان

◀ **استناد:** جلیلیان ص، سبزعلیپور س، محمدی روزبهانی م، ابراهیمی قوام آبادی ل، رجب زاده قطرمی ا. ارزیابی پارامترهای تنفسی کارکنان در مواجهه با ترکیبات BTEX در یک شرکت پالایش نفت. فصلنامه ی پژوهش در بهداشت محیط. تابستان ۱۴۰۳؛ ۱۰ (۲): ۳۶-۴۷.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۵

نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

پیشرفت صنعت و کشف و استفاده از دهها هزار نوع ماده معدنی و آلی با مشخصات گوناگون فیزیکی و شیمیایی باعث آلودگی محیطهای کاری و شهری شده است (۱). از ترکیبات آلی فرار (VOCs)^۱ در صنایع استفاده فراوانی می شود. به عنوان مثال می توان به صنعت چاپ، صنعت لاستیک سازی، صنعت تولید رنگ ها، ساخت اسباب بازی کودکان، صنعت پلاستیک، صنعت تولید فیلم عکاسی و خودروسازی اشاره نمود (۲). مهمترین آلاینده های شیمیایی هوای محیط کار، ترکیبات آلی فرار هستند که به دلیل های مختلف از جمله گسترش در محیط کار و صنایع مختلف شیمیایی و با توجه به داشتن اثرات سوء بهداشتی و زیست محیطی دارای اهمیت زیادی هستند (۳). ترکیبات آلی فرار دارای فشار بخار بالایی هستند و به همین دلیل به راحتی تبخیر می شوند و وارد هوای اطراف می شوند و می توانند در یک محدوده ی گسترده انتشار یابند و باعث آلودگی منابع آبی، خاک و هوا شوند. وجود این آلاینده ها باعث مشکلات فراوانی از جمله اثرات سوء بهداشتی برای انسان می شوند (۴) و از گروه های اصلی آلاینده هوا می باشند که باعث آسیب به سلامت انسان، سایر جانداران و محیط زیست می شوند و واکنش های فتوشیمیایی را تحت تاثیر قرار می دهند (۵). فرآیند احتراق، دود سیگار، تبخیر بنزین و فعالیت برخی صنایع مانند پتروشیمی ها، صنایع تولید رنگ و حلال از جمله منابع مهم تولید این ترکیبات می باشند (۶).

مهم ترین ترکیبات آلی فرار شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن هستند که با نام بتیکس (BTEX)^۲ معروف هستند. اثرات سرطان زایی^۳ و جهش زایی^۴ آن ها به اثبات رسیده است (۷-۸). این ترکیبات از مهم ترین ترکیبات آلی هیدروکربنی فرار هستند که در مواد نفتی وجود دارند و کاربرد فراوانی در این صنعت دارند (۹). ترکیبات بتیکس از جمله ترکیبات شاخص هستند که معمولاً به همراه هم هستند و خصوصیات

فیزیکی و شیمیایی مشابهی دارند (۱۰-۱۱-۱۲). بنزن به عنوان سرطان زای قطعی شناخته شده و اتیل بنزن دارای پتانسیل سرطان زایی بالایی برای انسان می باشد. ترکیبات تولوئن و زایلن نیز سمی و جهش زا هستند (۱۳-۱۴). ترکیبات بتیکس دارای اثرات اختصاصی نیز هستند. به عنوان نمونه، بنزن هماتوتوکسیک^۵ بوده و مواجهه ی طولانی مدت با این ترکیب باعث آسیب مغزاستخوان خواهد شد که در مراحل اول به صورت کم خونی لوکوپنی^۶ و یا ترومبوسیتوپنی^۷ خود را نشان می دهد (۱۵-۱۶).

بنزن از عوامل اصلی سرطان و انواع بیماری ها می باشد و آسیب جدی به مغزاستخوان وارد می کند. مطالعات زیادی، کم خونی، ناهنجاری در استخوان و سرطان خون توسط بنزن را تایید کردند (۱۷). همچنین باعث تخریب بافت اندام هایی مانند کلیه، کبد، ریه، قلب، سیستم عصبی و دی.ان.ای (DNA)^۸ و کروموزوم ها می شود. تماس کوتاه مدت با غلظت زیاد این ترکیب موجب احساس خواب آلودگی، سردرد و کاهش سطح هوشیاری می شود (۱۸-۱۹).

ترکیب تولوئن یک حلال صنعتی است که در صنایع مختلف شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرد. تماس با تولوئن در غلظت پایین تا متوسط باعث احساس خستگی، گیجی، تهوع و اشکال در بینایی و شنوایی می گردد و در شرایط تماس با غلظت بالاتر می تواند موجب کاهش سطح هوشیاری و در نهایت مرگ انسان شود (۲۰).

ترکیب دیگر گروه بتیکس اتیل بنزن است که برای تولید فرآورده های مختلف در صنایعی مانند پتروشیمی، تولید روغن جلا و رنگ مورد استفاده قرار می گیرد و کارکنان این صنایع به دلیل مواجهه با غلظت هایی از این ترکیب دچار عوارض مختلفی می شوند و اثرات، بر سیستم تنفسی، چشم و سیستم عصبی در آن ها نمایان می شود. همچنین تماس در مدت طولانی باعث آسیب جدی به اندام های کبد، کلیه و خون می شود (۲۱-۲۲). ترکیب زایلن موجب آسیب به سیستم

5 Homotaxial
6 Leukopenia
7 Thrombocytopenia
8 Deoxyribo Nucleic Acid

1 Volatile Organic Compounds
2 Benzene, Toluene, Ethyl Benzene, Xylene
3 Carcinogen
4 Mutagenic

اعصاب مرکزی^۱ می‌شود و علایم به‌صورت سرگیجه، سردرد، احساس خستگی، کاهش حافظه، عدم تعادل و بی‌خوابی خود را نشان می‌دهند. در مطالعه‌های زیادی اثر سرطان‌زایی کبد^۲ کارکنان مواجهه‌یافته گزارش شده است (۲۳-۲۴). تماس با هیدروکربن‌های آلی در صنایع وابسته به نفت ممکن است از طریق تماس تنفسی و پوستی باشد که در بین این ترکیبات، بنزن به‌عنوان مهم‌ترین ترکیب این گروه به‌صورت ویژه مورد توجه قرار گرفته است (۲۵).

نتیجه‌ی مطالعه‌ای که ایل‌مستین و همکارانش در شهر ازمیر ترکیه برای تعیین میزان غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای محیط کار یک صنعت پتروشیمی انجام شد، نشان داد که، میانگین غلظت مواد آلی فرار ۴ تا ۲۰ برابر بالاتر از میانگین غلظت در حومه‌ی شهر قرار دارد و بیشترین میزان غلظت بنزن، در افزودنی‌های استفاده‌شده در تصفیه‌ی بنزن، اتیلن‌دی‌کلراید (EDC)^۳، ترکیبات واسط وینیل‌کلراید^۴ اتیل‌الکل^۵ و استن گزارش شد (۲۶).

در پژوهشی که مقصودی و همکاران در برخی از صنایع شیمیایی زیرمجموعه‌ی نفت انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که غلظت مواد آلی فرار در برخی از نمونه‌ها بالاتر از حدود مجاز است و بنزن در بالاترین سطح قرار دارد (۲۷). مطالعات تایید کردند که مواجهه انسان با ترکیبات بتیکس موجب افزایش شدت علائم بعضی از بیماری‌ها می‌شود. کارکنان در زمان استفاده انواع رقیق‌کننده‌ها، رنگ‌های متنوع و لاک‌ها برای شستشوی قطعات و در فرآیندهای دیگر، از طریق استنشاق و تماس پوستی در تماس با بتیکس هستند که مهم‌ترین راه ورود این ترکیبات به بدن انسان استنشاق است (۲۸). مطالعات شغلی وجود ترکیبات بتیکس و مواد آلی فرار دیگر در پارامترهای تنفسی، خون و ادرار را تایید کرده‌اند (۳۰ - ۲۹). اسپرومتری^۶ کارآمدترین و دردسترس‌ترین راه بررسی پارامترهای عملکردی ریه می‌باشد. با اسپرومتری می‌توان پارامترهای زیادی را بررسی نمود از جمله مهم‌ترین

آن‌ها سنجش حجم کلی هوا که با فشار بیرون داده می‌شود (FVC)^۷ و حجمی از گاز که طی ثانیه اول بازدم بیرون رانده می‌شود (FEV₁)^۸ و نسبت حجمی از گاز که طی ثانیه اول بازدم بیرون رانده می‌شود به حجم کلی هوا که با فشار بیرون داده می‌شود (FEV₁ / FVC) می‌باشد (۳۱-۳۲). در صورتی که سنجش پارامترهای تنفسی کارکنانی که در معرض آلاینده‌های تنفسی قرار می‌گیرند به‌صورت منظم انجام شود، از عوارض جدی سیستم تنفسی آن‌ها پیشگیری می‌شود (۳۳). با توجه به اثرات سوء بهداشتی ترکیبات بتیکس برای کارکنان و به‌منظور صیانت از نیروی کار ماهر و نگهداشت آن‌ها، این پژوهش با هدف سنجش ترکیبات بتیکس و اثرات آن‌ها بر پارامترهای تنفسی کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان در سال ۱۴۰۱ انجام شد.

روش کار

این مطالعه به‌منظور ارزیابی غلظت ترکیبات بتیکس در ناحیه‌ی تنفسی و تاثیر آن‌ها بر پارامترهای تنفسی کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد. همه‌ی شرکت‌کنندگان در این مطالعه مرد بودند و سابقه‌ی سیگار کشیدن، بیماری حاد، بیماری سیستمیک یا سابقه بدخیمی در خانواده نداشتند. مشخصات دموگرافیک کارگران از پرونده‌ی الکترونیکی معاینات دوره‌ای کارگران استخراج شد. برگه‌های رضایت آگاهانه قبل از شرکت در مطالعه برای همه‌ی شرکت‌کنندگان تکمیل شد. علاوه بر این، کارکنان با حداقل یک‌سال سابقه‌ی کار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نمونه‌گیری هوا و تجزیه و تحلیل ترکیبات بتیکس به‌روش نایوش (NIOSH)^{۱۰} به شماره ۱۵۰۱ انجام شد. تعداد کارکنان هر دو گروه شرکت‌کننده در این مطالعه برحسب مساحت، تعداد کارگران و تعداد مشاغل، به‌صورت سهمیه‌ای تقسیم و از بین کارکنان شاغل در یک شیفت ۸ ساعته که بیشترین تعداد را داشتند و از بین کارکنان واحدهای صنعتی (گروه مواجهه‌یافته که در بحرانی‌ترین نقاط کار می‌کردند و دارای بیشترین سابقه کار بودند) و کارکنان بخش‌های اداری (گروه

6 Acetone

7 Spirometry

8 Forced Vital Capacity

9 Forced Expiratory Volume in 1 Second

1 The National Institute for Occupational Safety and Health

1 Central Nervous System

2 Hepatotoxic

3 Ethylene Dichloride

4 Poly Vinyl Chloride

5 Ethyl Alcohol

مواجهه‌نیافته) و از بین گروه‌های همسان انتخاب شدند. تعداد ۶۰ نفر از کارکنان گروه مواجهه‌یافته انتخاب شدند که دارای حداقل یک‌سال سابقه‌ی کار بودند و ۴۰ ساعت در هفته در واحدهای عملیاتی حضور داشتند. جهت حذف عوامل مخدوش‌کننده‌ی موثر بر پارامترهای تنفسی، افرادی انتخاب شدند که هیچ‌گونه سابقه‌ی بیماری خاص مانند شامل ابتلا فعلی یا سابقه‌ی قبلی ابتلا به بیماری‌هایی از قبیل آسم، ریوی، تالاسمی، هموفیلی، فشارخون، بیماری‌های قلبی-عروقی و جسمی‌روانی و سابقه‌ی استعمال دخانیات و سابقه‌ی عمل جراحی در قسمت فوقانی شکم در پرونده معاینات ادواری برای آن‌ها گزارش نشده بود به‌همین دلیل از تعداد ۶۰ نفر کارکنان مواجهه‌یافته ۲۰ نفر از آن‌ها از مطالعه خارج شدند و ۴۰ نفر از کارکنان واحدهای عملیاتی جهت بررسی و تعمیم نتایج به سایر کارکنان وارد این مطالعه شدند. تعداد ۴۰ نفر از بین کارکنان اداری فاقد مواجهه به‌عنوان گروه شاهد که از نظر سنی و جنسی مشابه کارکنان مواجهه‌یافته بودند و دارای حداقل یک‌سال سابقه‌ی کاری بودند، انتخاب و به مطالعه وارد شدند. به‌دلیل مشکل‌بودن شناسایی مواجهه‌ی بیش از حد مجاز، نمونه‌برداری صرفاً به‌صورت تصادفی ساده با یک رویکرد سیستماتیک برای پایش مواجهه انجام شد. سابقه‌ی شغلی کارکنان در سه گروه کمتر از ۵ سال، بین ۵ تا ۱۰ سال و ۱۰ سال و بیشتر قرار گرفتند. ملاک انتخاب گروه شاهد علاوه بر شباهت سنی و جنسی عدم مواجهه شغلی قبلی و فعلی با موادشیمیایی به‌طور اعم و ترکیبات آلی فرار به‌صورت ویژه بودند. کارکنان شرکت‌کننده در این مطالعه از یک شیفت کاری صبح تا عصر که بیشترین تعداد را داشتند در بهمن‌ماه انتخاب شدند. در این پژوهش از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ برای انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری توصیفی و تحلیلی استفاده شد. از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیروویلک برای بررسی نرمال‌بودن داده‌ها و برای داده‌های

نرمال در بخش آمار استنباطی از آزمون پارامتریک آنالیز واریانس استفاده شد. از آزمون لوین برای پیش‌فرض برابری واریانس‌ها (تأیید برابری واریانس‌ها) استفاده شد. برای مقایسه بین میانگین‌های پارامترهای تنفسی دو گروه از آزمون‌تی گروه‌های مستقل، برای بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای تنفسی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه کارکنان از آزمون اسپیرمن و برای بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای تنفسی در کارکنان از آزمون پیرسون استفاده شد.

روش نمونه‌برداری از ترکیبات بتیکس

نمونه‌برداری از ناحیه‌ی تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته براساس روش ۱۵۰۱ سازمان نایپوش (NIOSH) با استفاده از پمپ نمونه‌برداری فردی فعال شرکت SKC انگلستان مدل ۴۴-۲۲۴ MTX و با استفاده از تیوب‌های جاذب زغال‌فعال SKC (مدل ۲۲۴-۰۱) انجام شد. قبل از نمونه‌برداری کالیبراسیون از روتامتر و کالیبراتور الکترونیکی (Bios510- Defender) برای تنظیم جریان پمپ‌های SKC استفاده شد و پمپ‌های نمونه‌برداری با جریان ۰/۲ میلی‌لیتر در دقیقه کالیبره شدند. ۸۰ نمونه از ناحیه‌ی تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته گرفته شد و برای دقت بیشتر، از هر کارگر مواجهه‌یافته ۲ نمونه به‌صورت تکرار با فاصله زمانی ۳ ساعت گرفته شد. یک نمونه شاهد از هوای محیط کار نیز گرفته شد. به‌دلیل مشکل‌بودن شناسایی مواجهه بیش از حد مجاز، نمونه‌برداری صرفاً به‌صورت تصادفی ساده با یک رویکرد سیستماتیک برای پایش مواجهه انجام شد. با توجه به نمونه‌برداری‌های قبلی که از محیط کار کارکنان اداری انجام شده و نشان‌دهنده‌ی عدم وجود ترکیبات بتیکس در ساختمان اداری بوده است، در این مطالعه از کارکنان اداری نمونه‌برداری انجام نشد (۳۴).

روش سنجش پارامترهای تنفسی

آزمون‌های عملکرد ریه (PFT) ^۱ بر اساس دستورالعمل انجمن متخصصین ریه آمریکا (۳۵) و با استفاده از دستگاه اسپرومتری میکرولب ساخت کشور ایتالیا از کمپانی MIR و بر اساس معیارهای منتشرشده از سوی انجمن توراکس (AST) ^۲ آمریکا انجام شد (۳۶). دستگاه اسپرومتر روزانه دوبار توسط سرنگ یک لیتری استاندارد براساس دستورالعمل مربوطه کالیبره می‌شد. میانگین مقدار درصد پیش‌بینی‌شده هر یک از متغیرهای عملکرد ریه بر اساس سن، جنس و نژاد به‌وسیله‌ی دستگاه اسپرومتر محاسبه و برآورد گردید. از کارکنان خواسته شد ۲ ساعت قبل از اسپرومتری از استحمام یا مصرف سیگار اجتناب کنند. به‌علاوه برای آشنایی بیشتر کارکنان با اسپرومتری و مانورهای مربوطه، به آن‌ها آموزش‌های لازم ارائه شد. پیش از انجام آزمایش افراد به مدت ۵ دقیقه در حالت نشسته قرار داشتند، آنگاه از آن‌ها خواسته شد تا در جلو اسپرومتری در حالت عادی و راحت بایستند و کلیپ مخصوص بر روی بینی خود قرار دهند. برای هر یک از افراد مورد مطالعه حداقل ۳ تست قابل قبول انجام

شد و از بین ۳ تست، بیشترین مقادیر ظرفیت حیاتی قوی (FVC) و ظرفیت بازدمی فعال در ثانیه اول (FEV₁) انتخاب شد. شاخص‌های اسپرومتری مورد بررسی در این مطالعه شامل شاخص‌های ظرفیت حیاتی قوی (FVC)، ظرفیت بازدمی فعال در ثانیه اول (FEV₁)، نسبت ظرفیت حیاتی قوی در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی (FEV₁/FVC) بود (۳۷).

تفسیر نتایج و بررسی الگوهای تنفسی و ظرفیت‌های ریوی افراد بر اساس درصد‌های پیش‌بینی‌شده از سوی جامعه تنفسی آمریکا انجام شد. درصد‌های پیش‌بینی‌شده، استاندارد دستورالعمل انجمن متخصصین ریه آمریکا برای الگوهای مختلف تنفسی در جدول ۱ آورده شده است. سپس به‌منظور بررسی وضعیت مشکلات تنفسی کارگران، اطلاعات موردنیاز توسط پرسشنامه تنفسی استاندارد (۳۸) که حاوی اطلاعات دموگرافیک از قبیل سن، شغل، سابقه‌ی کاری و سابقه‌ی سیگار کشیدن و نیز سوالاتی درخصوص سابقه‌ی علائم بیماری شامل سرفه، خلط، تنگی نفس و سابقه‌ی بیماری‌های تنفسی از قبیل برونشیت مزمن است استفاده شد.

جدول ۱. درصد پیش‌بینی‌شده استاندارد AST (۳۹)

وضعیت تنفسی	FVC (Liter)	FEV ₁ (Liter)	FVC / FEV ₁ (%)
نرمال	> ۸۰٪	> ۸۰٪	> ۸۰٪
انسدادی	< ۸۰٪	> ۸۰٪	< ۸۰٪
تحدیدی	> ۸۰٪	< ۸۰٪	< ۸۰٪
ترکیبی	> ۸۰٪	> ۸۰٪	> ۷۵٪

یافته‌ها

بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در منطقه‌ی تنفسی کارگران مواجهه‌یافته شرکت پالایش نفت آبادان کمتر از مقادیر حد آستانه مجاز TLV-TWA توصیه‌شده توسط استانداردهای کشور آمریکا ACGIH قرار دارد اما غلظت بنزن بالاتر از حد مجاز استاندارد یادشده قرار دارد (جدول ۲). بر اساس جدول ۳ مشخص شد که میانگین سنی کارکنان مواجهه یافته ۳۷/۶۵ سال و میانگین سنی گروه مواجهه نیافته

۳۸/۶۵ سال می باشد. همچنین میانگین سابقه کار در کارکنان مواجهه یافته ۹/۷۰ سال و میانگین سابقه کار در گروه مواجهه نیافته ۸/۰۵ سال می باشد. در بررسی پارامترهای عملکردی تنفسی در کارکنان مواجهه‌یافته این نتیجه بدست آمد که میانگین این پارامترها در محدوده‌ی نرمال استاندارد AST قرار دارند (جدول ۴).

گروه کارکنان انجام شد، نشان داد که تفاوت آماری معنی داری بین میانگین پارامترهای تنفسی وجود ندارد ($p>0.01$) (جدول ۶).

جدول ۲. میانگین غلظت ترکیبات بتیکس در ناحیه‌ی تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته (PPM)

ترکیبات	استاندارد کشور ایران (۴۰)	استاندارد کشور آمریکا (۴۰)	میانگین غلظت ترکیبات بتیکس
بنزن	۰/۵	۰/۵	۰/۷۸۵۰
تولوئن	۲۰	۲۰	۰/۴۰۱۱
اتیل بنزن	۲۰	۲۰	۰/۶۶۴۵
زایلن	۱۰۰	۱۰۰	۰/۱۰۳۴

جدول ۳. میانگین، انحراف معیار، مشخصات دموگرافیک در دو گروه کارکنان

پارامتر	مواجهه یافته		مواجهه نیافته	
	میانگین (سال)	انحراف معیار	میانگین (سال)	انحراف معیار
سن	۳۷/۶۵	۶/۶۵	۳۸/۶۵	۸/۵۳
سابقه کار	۹/۷۰	۵/۷۴	۸/۰۵	۷/۲۲

جدول ۴. نتایج آزمون پارامترهای عملکردی ریه در کارکنان مواجهه یافته (۴۰ نفر)

وضعیت	درصد پیش‌بینی‌شده AST					میانگین پارامترهای عملکردی تنفسی (درصد)
	FEV ₁ /FVC (%)	FEV ₁ (Liter)	FVC (Liter)	FEV ₁ /FVC(%)	FEV ₁ (Liter)	
طبیعی	> ۸۰	> ۸۰	> ۸۹/۴۲	< ۸۰	< ۸۰	< ۸۰
انسدادی	< ۸۰	< ۸۰	-	< ۸۰	-	-
تحدیدی	> ۸۰	< ۸۰	-	< ۸۰	-	-
ترکیبی	> ۸۰	> ۸۰	-	> ۷۵	-	-

جدول ۵. نتایج آزمون پارامترهای عملکردی ریه در کارکنان مواجهه نیافته (۴۰ نفر)

وضعیت تنفسی	درصد پیش‌بینی شده AST			میانگین پارامترهای عملکردی تنفسی (درصد)		
	FEV ₁ /FVC (%)	FEV ₁ (Liter)	FVC (Liter)	FEV ₁ /FVC (%)	FEV ₁ (Liter)	FVC (Liter)
طبیعی	٪۸۰ <	٪۸۰ <	٪۸۰ <	۹۰/۷۵	۹۵/۴۸	۹۲/۳۵
انسدادی	٪۸۰ <	٪۸۰ >	٪۸۰ <	-	-	-
تحدیدی	٪۸۰ >	٪۸۰ <	٪۸۰ <	-	-	-
ترکیبی	٪۸۰ >	٪۸۰ >	٪۷۵ >	-	-	-

جدول ۶. آزمون t گروه‌های مستقل مقایسه بین میانگین‌های پارامترهای تنفسی دو گروه

پارامتر	مواجهه یافته میانگین $\pm$ انحراف معیار	مواجهه یافته میانگین $\pm$ انحراف معیار	t P (0.001)
FVC	۳/۸۴ $\pm$ ۷۳۰۵	۴/۰۲ $\pm$ ۶۰۲۴	۰/۲۳۵
FEV ₁	۳/۲۳ $\pm$ ۰/۵۳۱۹	۳/۳۸ $\pm$ ۴۹۷۳	۰/۱۶۰
FEV ₁ /FVC	۸۱/۷۹ $\pm$ ۹ / ۶۴	۸۴/۶۶ $\pm$ ۵/۰۱	۰/۱۰۰

نتایج آزمون اسپیرمن، در جدول ۷ برای بررسی همبستگی بین پارامترهای تنفسی و مشخصات دموگرافیک نشان داد که هیچگونه ارتباط معناداری بین پارامترهای فیزیولوژیک و مشخصات دموگرافیک در هر دو گروه وجود ندارد و این حاکی از اثر نداشتن مشخصات دموگرافیک بر پارامترهای تنفسی در

دو گروه کارکنان می‌باشد ($p > ۰/۰۰۱$). نتایج آزمون آماری پیرسون نشان دادند که در هر دو گروه کارکنان، پارامتر تنفسی FEV₁ با FVC ارتباط مستقیم و معناداری با هم دارد ($p > ۰/۰۰۱$).

جدول ۷. آزمون اسپیرمن، بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای تنفسی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه

پارامتر	مواجهه یافته R	مواجهه یافته سن	مواجهه نیافته سن	مواجهه نیافته سابقه‌ی کار
FEV ₁	R ²	-۰/۱۳۰	-۰/۱۶۴	۰/۱۹۶
	Sig	۰/۴۲۴	۰/۳۱۳	۰/۲۲۴
FVC	R ²	-۰/۱۶۱	۰/۱۴۰	-۰/۱۹۶
	Sig	۰/۳۲۰	۰/۳۹۰	۰/۲۲۴
FEV ₁ /FVC	R ²	-۰/۰۶۱	۰/۰۳۱	۰/۱۰۷
	Sig	۰/۲۶۴	۰/۰۵۲	۰/۵۱۱

بحث

ترکیبات بتیکس به مواد شیمیایی بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلین اشاره دارد. این ترکیبات به طور طبیعی در روغن خام وجود دارد و می‌توان آن را در آب‌درا در مجاورت ذخایر گاز طبیعی و نفت یافت. دیگر منابع طبیعی ترکیبات بتیکس شامل انتشار گاز از آتشفشان‌ها و آتش‌سوزی‌های جنگل است. خطرناک‌ترین ترکیبات، بتیکس، بنزن و اتیل‌بنزن است که توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)^۱ برای انسان به‌عنوان سرطان‌زا طبقه‌بندی شده است. افزایش خطرات سرطان خون، سرطان‌های خون‌ساز و بیماری‌های تنفسی با قرار گرفتن در معرض این خدمات مرتبط است (۴۳-۴۲-۴۱). مقایسه‌ی غلظت کل بتیکس با سطح استاندارد تجویز شده نشان داد که غلظت بتیکس در ناحیه‌ی تنفس

توصیه‌شده کمتر از TLV-TWA توصیه‌شده توسط ACGIH است. توضیح این نتیجه این است که در شرکت پالایش نفت آبادان از ترکیبات بتیکس به‌عنوان ماده‌ی اولیه استفاده نمی‌شود و مقدار آن‌ها در سایر مواد اولیه‌ی نفتی در فرآیند تصفیه بسیار ناچیز است. نتایج به ما نشان دادند، پارامترهای تنفسی با مشخصات دموگرافیک در هر دو گروه ارتباط معنی‌داری نداشت. برعکس، چندین مطالعه تاثیر سن، جنس، سابقه‌ی کار، وضعیت محل کار، مشخصات جمعیتی افراد و غیره را بر شاخص‌های عملکرد ریوی بررسی کرده‌اند (۴۵-۴۴).

نتایج آزمون آماری پیرسون نشان دادند که در هر دو گروه کارکنان، پارامتر تنفسی FEV₁ با FVC ارتباط مستقیم و

References

1. Keenth W, Cecil W, Wayent D. Air pollution (Its origin and control). California: Addison Wesley; 2010:5-27.
2. Linz, DH., de Garmo, PL., Morton, WE., Wiens, AN., Coull, BM. and Maricle, RA.1986, . Organic solvent-induced encephalopathy in industrial painters. J of Occup Med.28,PP, 119-25.
3. D. Das, V. Gaur and N. Verma, Carbon 42 (2004) 2949.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2004.07.008>
4. C.L. Chen, H.Y. fang, and M. Shu, (2005) Taiwan J. Air Waste Manage. Assoc. 50 (2005) 1487.
<https://doi.org/10.1080/10473289.2005.10464741> PMID:16295274
5. B.T. Mohammad, M.C. Veiga, C. Kennes, Biotechnol. Bioeng. 2007.
6. Chao CY, Chan GY. Quantification of indoor VOCs in twenty mechanically ventilated buildings in Hong Kong. Atmos Environ 2001; 35:5895-.319
[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00410-1](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00410-1)
7. Jonidi Jafari A KM, Rezaei Kalantary R, Arfaeina H. Photocatalytic abatement of o-xylene using adsorption enhanced ZnO/GAC catalyst in a continuous flow reactor: Catalytic potential, Fate of o-xylene and its by-. Global NEST J. 2017.
8. continuous flow reactor: Catalytic potential, Fate of o-xylene and its by-. Global NEST J. 2017..
9. Bielefeldt AR, Stensel HD. Evaluation of biodegradation kinetic testing methods and longterm variability in biokinetics for BTEX metabolism. Water Research. 1999 Feb.
[https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00257-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00257-7)
10. Mehdi Jalali, e.a., Health risk assessment of exposure to BETX compounds Jayga gasoline fule distribution chicks Sciences, 2014. (Persian).
11. (OSHA), O.S.a.H.A., Regulated Hazardous Substances US Department of Labor, 2012.
12. Bielefeldt AR, Stensel HD. Evaluation of biodegradation kinetic testing methods and longterm variability in biokinetics for BTEX metabolism. Water Research. 1999 Feb.
[https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00257-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00257-7)
13. Li S, Chen S, Zhu L, Chen X, Yao C, Shen X. Concentrations and risk assessment of selected monoaromatic hydrocarbons in buses and bus stations of Hangzhou, China. Sci Total Environ. 2009;407 (6):2004-11.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.11.020> PMID:19101019
14. Msash H. Assessing Emissions of Volatile Organic Compounds from Landfills Gas. J Health Sci Surveil Sys. 2016;4.
15. Cranmer, JM. and Goldenberg, M.,1986. Proceedings of theworkshop on neurobehavioral effects of solvents. Neuro Toxicology,7 (3) pp,45- 54.
16. Arlien-Soborg, P., Bruhn, P., Gyldsted, C. and Melgaard, B.,1979 Chronic painters' syndrome. Chronic toxic encephalopathy in house painters. Acta Neurol Scand, 60 pp-149-56.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1979.tb02962.x>
17. Martyn T.S. 2010. Advances in understandingbenzene health effects and susceptibilit . Annual Review of Public Health 31: 133-48.
<https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.012809.103646> PMID:20070208
PMCID:PMC4360999
18. Huff, J. 2007. Benzene-induced cancers: abridged history and occupational healt impact. International Journal of Occupational and Environmental Health 13 (2): 213-234.
<https://doi.org/10.1179/oeh.2007.13.2.213> PMID:17718179 PMCID:PMC3363002
19. Rana, S.V., Y., Verma. 2005. Biochemical toxicity of benzene. Journal of Environmental Biology 26 (2): 157-68.
20. Mosaddegh MH, Tahmasebi N, Barkhordari A, Fallahzadeh H, Soltanizadeh

- K. The investigation of exposure to BTEX with solid phase Microextraction Method in gas station in Yazd province. Toloue Behdasht 2012; (4): 17-24
21. Fazlzadeh Davil M, Rostami R, Zarei A, Feizizadeh M, Mahdavi M, Mohammadi A, Eskandari D.A
22. Survey of 24 Hour Variation of BTEX Concentration in the Ambient Air of Tehran. J Babol Univ Med Sci, 2012; (4): 50-5
23. Van Vleet, TR. and Schnellmann, RG.,2003 Toxicnephropathy: nvironmental chemicals. Semin Nephrol ,23 pp, 8-500.. [https://doi.org/10.1016/S0270-9295\(03\)00094-9](https://doi.org/10.1016/S0270-9295(03)00094-9) PMID:13680539
24. Takigawa, T., Horike, T., Ohashi, Y., Kataoka, H., Wang, DH. and Kira, S.,2004. Were volatile organic compounds the inducing factors for subjective symptoms of employeesworking in newly constructed hospitals? Environ Toxicol,19 pp, 90-280. <https://doi.org/10.1002/tox.20035> PMID:15269897
25. Wong O, Raabe GK. A critical review of cancer epidemiology in the petroleum industry, with a metaanalysis of a combined database of more than 350,000 workers. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2000;32 (1):78-98. <https://doi.org/10.1006/rtph.2000.1410> PMID:11029272
26. Cetin E, Odabasi M, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. Science ofthe Total Environment. 2003;312 (1):10312. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00197-9) PMID:12873403
27. Maghsoodi Moghadam R, Bahrami A, Ghorbani F, Mahjub H, Malaki D. Investigation of Qualitative and Quantitative of Volatile Organic Compounds of Ambient Air in the Mahshahr Petrochemical Complex In 2009. Journal of research in health sciences. 2013;13 (1):69-74.
28. Tunsaringkarn, T., Siriwong, W., Rungsiyothin, A., & Nopparatbundit, S. (2012). Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand, International Journal of Occupational and Environmental Medicine, 3, 3, pp. 117-125.
29. Rappaport, S. M., Waidyanatha, S., Qu, Q., Shore. R., Jin, X., Cohen, B., Chen, L. C., Melikian, A. A., Li, G., Yin, S., Yan, H., Xu, B., Mu, R., Li, Y., Zhang, X., & Li, K. (2002). Albumin adducts ofbenzene oxide and 1,4-benzoquinone as measures of human benzene metabolism. Cancer Research, 62, 5, pp. 1330-1337
30. Egeghy, P. P., Hauf-Cabalo, L., Gibson, R., & Rappaport, S. M. (2003). Benzene and naphthalene in air and breath as indicators of exposure to jet fuel, Occupational and environmental medicine, 60, 12, pp. 969-976. <https://doi.org/10.1136/oem.60.12.969> PMID:14634191 PMCID:PMC1740428
31. Thurlbeck, W.M., Churg, A.M. (1995). Pathology of the Lung, Thieme, New York.
32. Tsai, S. P., Fox, E. E., Ransdell, J. D., Wendt, J. K., Waddell, L. C., & Donnelly, R. P. (2004). A hematology surveillance study of petrochemical workers exposed to benzene, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 40, 1, pp. 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2004.05.010> PMID:15265607
33. Aurora, P., Stocks, J., Oliver, C., Saunders, C., Castle, R., Chaziparasidis, G., & Bush, A. (2004). Quality control for spirometry in preschool children with and without lung disease, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 169, 10, pp. 1152-1159. <https://doi.org/10.1164/rccm.200310-1453OC> PMID:15028561
- 34- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)., 2005,. Method 1501, Issue 3.
35. Karimi et al., validation of high-performance liquid chromatography (HPLC)

method to identify and determine the amount of lysinoalanine in infant formula. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Industries, 2016.11 (2) pp. 137-146. (Persian).

36. Soleymani E. Fundamental of sampling and occupational exposure assessment metod to gases and vapors. 1st ed. Tehran: Fanavarav; 2015,243,248,269,274. (Persian).

37. Hygiene.AA. EASC-IHSTAT-V235 2014 [Available from: <https://www.aaha.org/getinvolved/volunteergroups/strategybook4/appendixiv/eascihstat-v235.xls>]. Hygiene AA. EASC-IHSTAT-V235-1. 2014. Available At: <https://www.aaha.org/getinvolved/volunteergroups/strategybook4/appendixiv/eascihstat-v235.xls>, 2014.

38. Zeynali Khadije. Relationship between humoral and inflammatory immune parameters with respiratory indices in young girls in response to increasing exercise activity. [Thesis]. Urmia: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmia University; 2013. [Farsi]

39. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key Concepts and Advances in Pulmonary Rehabilitation. American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology 2006; 173: 1390-1413. <https://doi.org/10.1164/rccm.200508-1211ST> PMID:16760357

40. Fani, Mohammad Javad, 2014, investigation of spirometry indicators and pulmonary problems of auto parts manufacturing workers, Tanin Salamat magazine, number 4, third period. . (Persian).

41. A Semi-Quantitative Method to Assess Occupational Exposuer to Harmful Chemicals MINISTRY OF MANPOWER Occupationl Safety and Health Division.

42. Giahi, Omid et al., 2013, investigating the relationship between exposure to inhaled pollutants and pulmonary function capacities of workers in a steel industry, scientific journal of Kurdistan University of Medical Sciences / 19th term / winter 2013/145-135. . (Persian).

43. H KS, FS H, M M. Investigation and evalution of VOC in indoor air and public places.: J, Environ Stud (JES).; 2004. (Persian)

44. Masekameni, M. D., Moolla, R., Gulumian, M., & Brouwer, D. (2019). Risk assessment of benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene concentrations from the combustion of coal in a controlled laboratory environment, International Journal of Environmental Research and Public Health, 16, 1, pp. 95. <https://doi.org/10.3390/ijerph16010095> PMID:30602669 PMCID:PMC6339150

45. Heibati, B., Pollitt, K. J. G., Karimi, A., Charati, J. Y., Ducatman, A., Shokrzadeh, M., & Mohammadyan, M. (2017). BTEX exposure assessment and quantitative risk assessment among petroleum product distributors, Ecotoxicology and environmental safety, 144, pp. 445-449. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.06.055> PMID:28666218

46. Integrated Risk Information System (IRIS) (2020). Chemical Assessment Summary: Benzene. (cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0276_summary.pdf) (2020/02/26)

47. Abakay, A., Atilgan, S., Abakay, O., Atalay, Y., Guven, S., Yaman, F., ... & Tanrikulu, A. C. (2013). Frequency of respiratory function disorders among dental laboratory technicians working under conditions of high dust concentration, European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 17, 6, 809-814.