Journal of Research in Environmental Health
Volume 10, Issue 2, Summer 2024

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.

Received: 2024/04/21
Accepted: 2024/08/05
Doi:10.22038/jreh.2024.24890

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 ofthis licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

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. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Summer 2024; 10 (2):36-47.

ارزیابی پارامترهای تنفسی کارکنان در مواجهه با ترکیبات BTEX در یک شرکت پالایش‌نفت

صمد جلیلیان
دانشجوی دکترای رشته آلودگی محیط‌زیست، گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاداسلامی، اهواز، ایران.
سیما سبزعلیپور
* استادیار، گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (نویسنده مسئول)
shadi582@yahoo.com
مریم محمدی روزبهانی
استادیار، گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
لیلا ابراهیمی‌قوام‌آبادی
استادیار، گروه علوم محیط‌زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.
ابراهیم رجب‌زاده‌قطرمی
استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: ترکیبات بتیکس از مهمترین آلاینده‌های 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 آن‌ها بر پارامترهای تنفسی کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۸۰ کارگر مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌برداری از ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته بر اساس روش ۱۵۰۱ سازمان نایوش (NIOSH) با استفاده از پمپ نمونه-برداری فردی فعال شرکت SKC انگلستان مدل MTX ۲۲۴-۴۴ و با استفاده از تیوب‌های 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.

یافته‌ها: نتایج ، نشان دادند که میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در ناحیه‌ی تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته پایین‌تر از حد مجاز استانداردها قرار دارد اما میانگین غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حد مجاز قرار دارد. نتایج نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین پارامترهای تنفسی دو گروه کارکنان وجود ندارد و بین میانگین پارامترهای تنفسی FEV_1 با FVC در دو گروه کارکنان ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد و هیچ ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای تنفسی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه را مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که میانگین غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حدمجاز استانداردهای توصیه‌شده قرار دارد، برای کنترل آن نیاز است که از راه کنترل‌های فنی مهندسی و مدیریت، بازرسی‌های دوره‌ای اقدام لازم برای کاهش غلظت و حذف این ترکیب صورت پذیرد.

کلیدواژه‌ها: بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، زایلن، اسپیرومتری، کارکنان

استناد: جلیلیان ص، سبزعلیپور س، محمدی روزبهانی م، ابراهیمی‌قوام‌آبادی ل، رجب‌زاده‌قطرمی ا. ارزیابی پارامترهای تنفسی کارکنان در مواجهه با ترکیبات BTEX در یک شرکت پالایش‌نفت. *فصلنامه‌ی 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[1]) در صنایع استفاده فراوانی می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به صنعت چاپ، صنعت لاستیک‌سازی، صنعت تولید رنگ‌ها، ساخت اسباب‌بازی کودکان، صنعت پلاستیک، صنعت تولید فیلم عکاسی و خودروسازی اشاره نمود (۲). مهمترین آلاینده‌های شیمیایی هوای محیط کار، ترکیبات آلی فرار هستند که به‌دلیل‌های مختلف از جمله گسترش در محیط کار و صنایع مختلف شیمیایی و با توجه به داشتن اثرات سوء بهداشتی و زیست‌محیطی دارای اهمیت زیادی هستند (۳). ترکیبات آلی فرار دارای فشار بخار بالایی هستند و به‌همین دلیل به‌راحتی تبخیر می‌شوند و وارد هوای اطراف می‌شوند و می‌توانند در یک محدوده‌ی گسترده انتشار یابند و باعث آلودگی منابع آبی، خاک و هوا شوند. وجود این آلاینده‌ها باعث مشکلات فراوانی از جمله اثرات سوء بهداشتی برای انسان می‌شوند (۴) و از گروه‌های اصلی آلاینده هوا می‌باشند که باعث آسیب به سلامت انسان، سایر جانداران و محیط زیست می‌شوند و واکنش‌های فتوشیمیایی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند (۵). فرآیند احتراق، دود سیگار، تبخیر بنزین و فعالیت برخی صنایع مانند پتروشیمی‌ها، صنایع تولید رنگ و حلال ازجمله منابع مهم تولید این ترکیبات می‌باشند (۶).

مهم‌ترین ترکیبات آلی فرار شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن هستند که با نام بتیکس (BTEX)[2] معروف هستند. اثرات سرطان‌زایی[3] و جهش‌زایی[4] آن‌ها به اثبات رسیده است (۸-۷). این ترکیبات از مهم‌ترین 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 معمولا به همراه هم هستند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مشابهی دارند (۱۲-۱۱-۱۰). بنزن به‌عنوان سرطان‌زای قطعی شناخته شده و اتیل بنزن دارای پتانسیل سرطان‌زایی بالایی برای انسان می‌باشد. ترکیبات تولوئن و زایلن نیز سمی و جهش‌زا هستند (۱۴-۱۳). ترکیبات بتیکس دارای اثرات اختصاصی نیز هستند. به‌عنوان نمونه، بنزن هماتوتوکسیک[5] بوده و مواجهه‌ی طولانی‌مدت با این ترکیب باعث آسیب مغزاستخوان خواهد شد که در مراحل اول به‌صورت کم‌خونی لوکوپنی[6] و یا ترومبوسیتوپنی[7] خود را نشان می‌دهد (۱۶- ۱۵).

بنزن از عوامل اصلی سرطان و انواع بیماری‌ها می‌باشد و آسیب جدی به مغزاستخوان وارد می‌کند. مطالعات زیادی، کم‌خونی، ناهنجاری در استخوان و سرطان خون توسط بنزن را تایید کردند (۱۷). همچنین باعث تخریب بافت اندام‌هایی مانند کلیه، کبد، ریه، قلب، سیستم عصبی و دی.ان.ای (DNA)[8] و کروموزوم‌ها می‌شود. تماس کوتاه‌مدت با غلظت زیاد این ترکیب موجب احساس خواب‌آلودگی، سردرد و کاهش سطح هوشیاری می شود (۱۹-۱۸).

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

ترکیب دیگر گروه بتیکس اتیل‌بنزن است که برای تولید فرآورده‌های مختلف در صنایعی مانند پتروشیمی، تولید روغن جلا و رنگ مورد استفاده قرار می‌گیرد و کارکنان این صنایع به‌دلیل مواجهه با غلظت‌هایی از این ترکیب دچار عوارض مختلفی می‌شوند و اثرات، بر سیستم تنفسی، چشم و سیستم عصبی در آن‌ها نمایان می‌شود. همچنین تماس در مدت طولانی باعث آسیب جدی به اندام‌های کبد، کلیه و خون می‌شود (۲۲-۲۱). ترکیب زایلن موجب آسیب به سیستم

1 Volatile Organic Compounds
2 Benzene, Toluene, Ethyl Benzene, Xylene
3 Carcinogen
4 Mutagenic
5 Homotaxial
6 Leukopenia
7 Thrombocytopenia
8 Deoxyribo Nucleic Acid

اعصاب مرکزی[1]می‌شود و علایم به‌صورت سرگیجه، سردرد، احساس خستگی، کاهش حافظه، عدم‌تعادل و بی‌خوابی خود را نشان می‌دهند. در مطالعه‌های زیادی اثر سرطان‌زایی کبد[2] کارکنان مواجهه‌یافته گزارش شده است (۲۴-۲۳). 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 موادآلی فرار ۴ تا ۲۰ برابر بالاتر از میانگین غلظت در حومه‌ی شهر قرار دارد و بیشترین میزان غلظت بنزن، در افزودنی‌های استفاده‌شده در تصفیه‌ی بنزین، اتیلن‌دی‌کلراید (EDC)[3]، ترکیبات واسط وینیل‌کلراید[4]، اتیل‌الکل[5] و استن[6] 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). اسپیرومتری[7] کارآمدترین و دردسترس‌ترین راه بررسی پارامترهای عملکردی ریه می‌باشد. با اسپیرومتری می‌توان پارامترهای زیادی را بررسی نمود ازجمله مهم‌ترین آن‌ها سنجش حجم کلی هوا که با فشار بیرون داده می‌شود (FVC)[8] و حجمی از گاز که طی ثانیه اول بازدم بیرون رانده می‌شود (FEV_1)[9] و نسبت حجمی از گاز که طی ثانیه اول بازدم بیرون رانده می‌شود به حجم کلی هوا که با فشار بیرون داده می‌شود (FEV_1 / FVC) می‌باشد (۳۲-۳۱). در صورتی‌که 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.

روش‌کار

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 سیگارکشیدن، 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)[10] به شماره ۱۵۰۱ انجام شد. تعداد کارکنان هر دو گروه شرکت‌کننده در این مطالعه برحسب مساحت، تعدادکارگران 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

1 Central Nervous System
2 Hepatotoxic
3 Ethylene Dichloride
4 Poly Vinyl Chloride
5 Ethyl Alcohol
6 Acetone
7 Spirometry
8 Forced Vital Capacity
9 Forced Expiratory Volume in 1 Second
10 The National Institute for Occupational Safety and Health

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 صرفا 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 تجزیه‌وتحلیل‌های 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 نایوش (NIOSH) با استفاده از پمپ نمونه‌برداری فردی فعال شرکت SKC انگلستان مدل ۴۴-MTX ۲۲۴ و با استفاده از تیوب‌های جاذب زغال‌فعال SKC (مدل ۰۱-۲۲۶) 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 صرفا 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)[1] بر اساس دستورالعمل انجمن متخصصین ریه امریکا (۳۵) و با استفاده از دستگاه اسپیرومتری میکرولب ساخت کشور ایتالیا از کمپانی MIR و بر اساس معیارهای منتشرشده از سوی انجمن توراکس (AST)[2] آمریکا انجام شد (۳۶). دستگاه اسپیرومتر 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 اسپیرومتر محاسبه و برآورد گردید. از کارکنان خواسته شد ۲ ساعت قبل از اسپیرومتری از استحمام یا مصرف سیگار اجتناب کنند. به‌علاوه برای آشنایی بیشتر کارکنان با اسپیرومتری و مانورهای مربوطه، به آن‌ها آموزش‌های لازم ارائه شد. پیش از انجام آزمایش افراد به‌مدت ۵ دقیقه در حالت نشسته قرار داشتند، آنگاه از آن‌ها خواسته شد تا در جلو اسپیرومتری 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 قابل‌قبول انجام شد و از بین ۳ تست، بیشترین مقادیر ظرفیت حیاتی قوی (FVC) و ظرفیت بازدمی فعال در ثانیه اول (FEV_1) انتخاب شد. شاخص‌های اسپیرومتری مورد بررسی در این مطالعه شامل شاخص‌های ظرفیت حیاتی قوی (FVC)، ظرفیت بازدمی فعال در ثانیه اول (FEV_1)، نسبت ظرفیت حیاتی قوی در ثانیه اول به ظرفیت حیاتی قوی (FEV_1/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 سیگارکشیدن و نیز سوالاتی درخصوص سابقه‌ی علائم بیماری شامل سرفه، خلط، تنگی‌نفس و سابقه‌ی بیماری‌های تنفسی از قبیل برونشیت مزمن است استفاده شد.

جدول۱. درصد پیش‌بینی‌شده استاندارد AST (۳۹)

وضعیت تنفسی	FVC (Liter)	FEV_1 (Liter)	FVC /FEV1 (%)
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**).

1 Pulmonary Function Test

2 American ATS-Society Thorax

همچنین در بررسی پارامترهای عملکردی تنفسی در کارکنان مواجهه‌نیافته این نتیجه به‌دست آمد که میانگین این پارامترها در محدوده‌ی نرمال استاندارد AST قرار دارند (**جدول ۵**). نتایج آزمون تی که برای مقایسه‌ی پارامترهای تنفسی بین دو گروه کارکنان انجام شد، نشان داد که تفاوت آماری معنی‌داری بین میانگین پارامترهای تنفسی وجود ندارد ($p>۰/۰۰۱$) (**جدول ۶**).

جدول۲. 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

جدول۳. میانگین، انحراف‌معیار، مشخصات دموگرافیک در دو گروه کارکنان

پارامتر	مواجهه‌یافته		مواجهه‌نیافته	
	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

جدول۴. نتایج آزمون پارامترهای عملکردی ریه در کارکنان مواجهه‌یافته (۴۰ نفر)

وضعیت تنفسی	درصد پیش‌بینی‌شده AST			میانگین پارامترهای عملکردی تنفسی (درصد)		
	FVC (Liter)	FEV_1 (Liter)	FEV_1/FVC(%)	FVC (Liter)	FEV_1 (Liter)	FEV_1/FVC (%)
طبیعی	٪۸۰<	٪۸۰<	٪۸۰<	۸۹/۴۲	۹۰/۸۰	۸۰/۸۰
انسدادی	٪۸۰<	٪۸۰>	٪۸۰<	-	-	-
تحدیدی	٪۸۰>	٪۸۰<	٪۸۰<	-	-	-
ترکیبی	٪۸۰>	٪۸۰>	٪۷۵ >	-	-	-

جدول۵. نتایج آزمون پارامترهای عملکردی ریه در کارکنان مواجهه‌نیافته (۴۰ نفر)

وضعیت تنفسی	درصد پیش‌بینی‌شده AST			میانگین پارامترهای عملکردی تنفسی (درصد)		
	FVC (Liter)	FEV_1 (Liter)	FEV_1/FVC (%)	FVC (Liter)	FEV_1 (Liter)	FEV_1/FVC (%)
طبیعی	٪۸۰<	٪۸۰<	٪۸۰<	۹۲/۳۵	۹۵/۴۸	۹۰/۷۵
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 ± انحراف معیار	مواجهه یافته میانگین ± انحراف معیار	t P (0.001)
FVC	۳/۸۴±۷۳۰۵	۴/۰۲±۶۰۲۴	۰/۲۳۵
FEV_1	۳/۲۳±۰/۵۳۱۹	۳/۳۸±۴۹۷۳	۰/۱۶۰
FEV_1/FVC	۸۱/۷۹± ۹ / ۶۴	۸۴/۶۶±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 FEV_1 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		مواجهه‌یافته		مواجهه‌نیافته	
	R	سابقه‌ی کار	سن	سابقه‌ی کار	سن
FEV1	R^2	-۰/۱۳۰	-۰/۱۶۴	۰/۱۹۶	۰/۲۳۰
	Sig	۰/۴۲۴	۰/۳۱۳	۰/۲۲۴	۰/۱۵۳
FVC	R^2	-۰/۱۶۱	۰/۱۴۰	-۰/۱۹۶	-۰/۲۳۷
	Sig	۰/۳۲۰	۰/۳۹۰	۰/۲۲۴	۰/۱۴۲
FEV1/FVC	R^2	-۰/۰۶۱	۰/۰۳۱	۰/۱۰۷	۰/۱۵۳
	Sig	۰/۲۶۴	۰/۰۵۲	۰/۵۱۱	۰/۳۴۷

بحث

ترکیبات بتیکس به مواد شیمیایی بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن اشاره دارد. این ترکیبات به طور طبیعی در روغن خام وجود دارد و می‌توان آن را در آب‌دریا 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)[1] برای انسان به‌عنوان سرطان‌زا طبقه‌بندی شده است. افزایش خطرات سرطان‌خون، سرطان‌های خون‌ساز و بیماری‌های تنفسی با قرارگرفتن در معرض این خدمات مرتبط است (۴۳ -۴۲ - ۴۱). مقایسه‌ی غلظت کل بتیکس با سطح استاندارد تجویزشده 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 محل‌کار، مشخصات جمعیتی افراد و غیره را بر شاخص‌های عملکرد ریوی بررسی کرده‌اند (۴۴- ۴۵).

نتایج آزمون آماری پیرسون نشان دادند که در هر دو گروه کارکنان، پارامتر تنفسی FEV_1 با FVC ارتباط مستقیم و

1 International Agency for Research on Cancer

معناداری با هم دارد. از آن‌جا که میانگین پارامترهای تنفسی در هر دو گروه در محدوده‌ی طبیعی است، به نظر می‌رسد در حال حاضر هیچ مسئله‌ی پاتولوژیک وجود ندارد.

نتایج آزمون اسپیرمن، در جدول ۷ نشان داد که هیچ‌گونه ارتباط معناداری بین پارامترهای فیزیولوژیک و مشخصات دموگرافیک در هر دو گروه وجود ندارد و این حاکی از اثرنداشتن مشخصات دموگرافیک بر پارامترهای تنفسی در دو گروه کارکنان می‌باشد ($p>۰/۰۰۱$). مورایاما و همکاران (۲۰۰۶) جذب بنزن، تولوئن و ترکیبات زایلن را از طریق سیستم تنفسی انسان با استفاده از غلظت‌های مختلف در استنشاق و بازدم بررسی کرد. آن‌ها گزارش دادند که در غلظت‌های نسبتا زیاد، این ترکیبات در مراحل اولیه قرارگرفتن در معرض سریع افزایش می‌یابند اما پس از چند ساعت قرارگرفتن در معرض، جذب آن‌ها کاهش می‌یابد. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که اندازه‌گیری غلظت این ترکیبات در دم و بازدم یک روش ساده برای تخمین میزان قرارگرفتن در معرض تنفس به این مواد ارائه می‌دهد. مطالعه‌ی دیگری نشان داد که قرار گرفتن مزمن در معرض حلال‌های آلی باعث افزایش علائم آسم می‌شود (۴۶-۴۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که میانگین عملکردی پارامترهای تنفسی در هر دو گروه کارکنان در محدوده‌ی نرمال قرار داشت بنابراین در این مطالعه ارتباطی بین مواجهه با ترکیبات بتیکس و اثرات سوء بهداشتی پیدا نشد. با این وجود، آزمایشات طولی بیشتری برای بررسی مواجهه با غلظت‌های پایین ترکیبات بتیکس موردنیاز است و مواجهه طولانی‌مدت با ترکیبات بتیکس هر چند با غلظت پایین پیامدهای نامطلوبی را به‌دنبال دارد و نیاز است با روش‌های مهندسی و مدیریتی کافی و انجام معاینات دوره‌ای، از تاثیرات سوء بهداشتی این ترکیبات بر کارکنان جلوگیری شود. هم‌چنین هیچ‌گونه ارتباط مستقیم و معکوسی بین مشخصات دموگرافیک و پارامترهای تنفسی در دو گروه کارکنان وجود نداشت. به‌نظر می‌رسد در حال حاضر هیچ مسئله‌ی پاتولوژیک نگران‌کننده‌ای وجود ندارد که می‌تواند به‌دلیل پایین‌بودن میانگین غلظت ترکیبات بتیکس باشد و این پژوهش نشان داد که کنترل فنی و مهندسی در واحدهای شرکت پالایش نفت آبادان به‌خوبی انجام می‌شود. با این وجود، آزمایشات طولی بیشتری برای بررسی ترکیبات بتیکس در سایر نقاط شرکت پالایش نفت مورد نیاز است.

کنترل‌های مهندسی و مدیریتی کافی و بازرسی دوره‌ای، از تاثیر مشکلات بتیکس در کارکنان جلوگیری می‌کند. در این پژوهش ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای دموگرافیک و پارامترهای تنفسی پیدا نشد از طرفی میانگین سه ترکیب بتیکس پایین‌تر از سطح استانداردها قرار داشت اما میانگین غلظت بنزن بالاتر از سطح استانداردها قرار داشت و سرطان‌زا بودن بنزن اثبات شده است و نیاز است اثر این ترکیب بر روی کارکنانی که به مدت طولانی در معرض این میزان غلظت قرار دارند از طریق مطالعه‌ی ارزیابی ریسک بهداشتی مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین ارزیابی اثر ترکیبات بتیکس بر روی سایر پارامترهای فیزیولوژیک کارکنان به‌صورت دوره‌ای می‌تواند به تکمیل بانک اطلاعات آلاینده‌های آلی فرار در شرکت پالایش نفت آبادان کمک کند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از مدیریت محترم و کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان تشکر و قدردانی نمایند.

تعارض منافع: نویسندگان این پژوهش تضاد منافع حقیقی یا مادی که امکان دارد بر نتایج یا تجزیه و تحلیل مقاله تاثیرگذار باشد را رد می‌کنند و نکات اخلاقی مانند رعایت سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف و دستکاری داده‌ها و داده سازی را رعایت کردند.

حمایت مالی: پژوهش حاضر با پشتیبانی شرکت پالایش نفت شهرستان آبادان به‌پایان رسیده است.

ملاحظات اخلاقی: پژوهش حاضر از رساله دکتری صمد جلیلیان با کد رساله ۱۰۶۴۸۱۷۵۴۵۲۴۴۲۷۱۳۹۸۱۶۲۳۰۱۹۸۹ استخراج شده است.

References

1. Keenth W, Cecilf 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
7.Jonidi Jafari A KM, Rezaei Kalantary R, Arfaeinia 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
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
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., Gyldested, 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 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 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.Aiha.Org/GetInvolved/ Volunteergroups/Strategybook4/Appendix IV/EASCIHSTAT-V235.Xls35- Hygiene AA. EASC-IHSTAT-V235-1. 2014. Available At: Https://Www.Aiha.Org/GetInvolved/Volunteergroups/Strategybook4/Appen dix IV/EASC-IHSTAT-V235.Xls, 2014.
38. Zeynali Khadije. Relationship between humoral andinflammatory immune parameters with respiratory indices in young girls in response to increasing exercise activity. [Thesis]. Urmiya: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Urmiya 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.