

Evaluation of the effects of BTEX compounds on serum lipid parameters of Abadan Oil Refining Company employees in 1400

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.
shadi582@yahoo.com

Amir Hossain Mazareie

Industrial consultant expert of Abadan oil refining company.

Ebrahim Rajabzadeh Ghatrami

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

Received:2022/03/23

Accepted:2022/05/31

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Purpose: BTEX compounds cause adverse effects on the health of employees in various industries, including the oil industry. This study was conducted with the aim of measuring these compounds and their effect on serum lipid parameters of Abadan oil refinery workers.

Materials and Methods: In this study, 80 workers (40 exposed people from operational units and 40 non-exposed people from administrative departments) were investigated. Sampling and measurement of employees' respiratory area was done using individual sampling pump and measurement of lipid parameters of employees' blood was done using commercial kits of Pars Azmoun company.

Results: The obtained results showed that the average concentration of toluene, ethylbenzene and xylene compounds in the respiratory area of the exposed employees was lower than the standard limit, but the average concentration of benzene compound was higher than the recommended standard limit. The results obtained from the comparison of blood serum lipid parameters showed that there is no significant difference between the two groups of exposed and non-exposed employees. The results of Spearman's test did not find any significant relationship between these parameters and demographic characteristics in the two groups. However, Pearson's statistical test showed that there is a significant relationship between some blood serum lipid parameters in two groups, and in both groups of employees, the average blood plasma lipid parameter was higher than the normal range.

Conclusion: The results showed that the concentration of benzene compound is higher than the permissible limit of the standards and the effect of benzene on employees should be prevented with adequate engineering and management controls and periodic inspection.

Keywords: Benzene, ethylbenzene, toluene, xylene, lipid.

► **Citation:** Jalilian S, Sabzalipour S, Mazareie AH, Rajabzadeh Ghatrami E. Evaluation of the effects of BTEX compounds on serum lipid parameters of Abadan Oil Refining Company employees in 1400. *Journal of Research in Environmental Health*. Autumn 2022; 8(3): 221-232.

ارزیابی اثرات ترکیبات BTEX بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان در سال ۱۴۰۰

چکیده

زمینه و هدف: ترکیبات بتیکس، باعث اثرات سوء بر سلامتی کارکنان در صنایع مختلف از جمله صنعت نفت می‌شوند. مطالعه حاضر با هدف سنجش این ترکیبات و اثر آنها بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان پالایشگاه نفت آبادان انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۸۰ کارگر (۴۰ نفر مواجهه‌یافته از واحدهای عملیاتی و ۴۰ نفر مواجهه‌نیافته از بخش‌های اداری) مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌گیری و سنجش از ناحیه تنفسی کارکنان با استفاده از پمپ نمونه‌برداری فردی و سنجش پارامترهای لیپیدی خون کارکنان با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون و دستگاه اتو آنالایزر انجام شد.

یافته‌ها: میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته پایین‌تر از حد مجاز استانداردها قرار داشت، اما میانگین غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حد مجاز استانداردهای توصیه شده قرار داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه پارامترهای لیپیدی سرم خون، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه کارکنان مواجهه‌یافته و مواجهه‌نیافته وجود نداشت. بر اساس نتایج آزمون اسپیرمن، هیچ ارتباط معنی‌داری بین این پارامترها و مشخصات دموگرافیک در دو گروه وجود نداشت، اما بر اساس نتایج آزمون آماری پیرسون، ارتباط معنی‌داری بین برخی پارامترهای لیپیدی سرم خون در دو گروه وجود داشت و هر دو گروه کارکنان، میانگین پارامتر لیپیدی بد پلاسمای خون بالاتر از محدوده نرمال داشتند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، غلظت ترکیب بنزن بالاتر از حد مجاز استانداردها قرار دارد و باید از تأثیر بنزن در کارکنان با کنترل‌های مهندسی، مدیریت کافی و بازرسی دوره‌ای جلوگیری شود.

کلید واژه‌ها: بنزن، اتیل بنزن، تولوئن، زایلن، لیپید

صمد جلیلیان

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

سیما سبزلعلیپور

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

امیرحسین مزارعی

کارشناس مشاور صنعتی شرکت پالایش نفت آبادان، کارشناس بهداشت حرفه‌ای، شرکت پالایش نفت آبادان، آبادان، ایران.

ابراهیم رجب‌زاده قطرمی

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۰

نوع مقاله: پژوهشی

◀ **استناد:** جلیلیان ص، سبزلعلیپور س، مزارعی الف، رجب‌زاده قطرمی الف. ارزیابی اثرات ترکیبات BTEX بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان در سال ۱۴۰۰. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۴۰۱؛ ۸(۳): ۲۲۱-۲۳۲.

مقدمه

ترکیبات آلی فرار (VOCs)^۱ شامل تعداد زیادی از مواد کربن دار می باشند که از منابع مختلفی منتشر می شوند. انتشار این مواد علاوه بر آلودگی محیط کار، باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی نیز می شوند (۱). این ترکیبات که دارای کربن آلی بوده، از طریق فرایندهای مختلف تولید و با سرعت زیادی تبخیر می شوند (۲). ترکیبات بتیکس (BTEX)^۲ که شامل بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن می باشند، از جمله مهم ترین ترکیبات آلی فرار موجود در نفت می باشند و به صورت وسیعی در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند.

علائمی مانند احساس خستگی، سردرد، سرگیجه، تهوع، بی حالی و افسردگی، از علائم مواجهه با این ترکیبات هستند (۳-۵). این ترکیبات در دسته های مختلف مواد سرطان زا قرار داده شده اند و دارای سمیت عصبی هستند. همچنین در گروه آلاینده های دارای اولویت ویژه سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)^۳ قرار گرفته اند (۶) و قدرت سرطان زایی و جهش زایی آنها تأیید شده است (۷، ۸). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا این ترکیبات را به عنوان آلاینده های اولویت دار برای کنترل شدن و جایگزینی با مواد کم خطرتر، طبقه بندی کرده است (۹). این ترکیبات به جز اثرات سوء عمومی، دارای اثرات سوء بهداشتی اختصاصی هم هستند؛ به عنوان مثال مواجهه زیاد با بنزن می تواند به مغز استخوان آسیب برساند که به صورت سرطان خون (leukemi)^۴، اثر بر گلبول های سفید خون (WBC)^۵ و یا اثر بر پلاکت خون (PLT)^۶ بروز می کند (۱۰، ۱۱).

از میان ترکیبات بتیکس، بنزن جزء گروه مواد سرطان زا می باشد (۱۲، ۱۳). بنزن یک ترکیب سرطان زا و خطرناک ترین ترکیب در بین این ترکیبات می باشد (۱۴). آژانس بین المللی تحقیق بر روی سرطان (IARC)^۷ و آژانس حفاظت از محیط

زیست آمریکا، ترکیب بنزن را در گروه سرطان زای قطعی انسانی طبقه بندی کرده است (۱۵، ۱۶). این ترکیب باعث تخریب مغز استخوان می شود و در تحقیقات زیادی، مشکلات به وجود آمده توسط بنزن مانند کم خونی، ناهنجاری های استخوانی و سرطان خون به اثبات رسیده است (۱۷). مواجهه انسان ها با بنزن باعث مشکلات کلیوی، کبد، ریه، قلب، عصبی و شکسته شدن دی ان ای (DNA)^۸ و کروموزوم ها می شود. تماس کوتاه مدت با غلظت بالای بنزن موجب خواب آلودگی انسان، سردرد و بی هوشی می گردد (۱۸، ۱۹). شایع ترین اثر ترکیب تولوئن بر روی سیستم عصبی مرکزی^۹ انسان و حیوانات شناخته شده است. این ترکیب به وسیله ایجاد اختلال در تنفس، باعث مشکلات قلبی می شود و این عارضه می تواند باعث مرگ شود. بیشتر عوارض ناشی از مواجهه با تولوئن مانند بی خوابی، سرگیجه با قطع مواجهه خود به خود از بین می رود، ولی تماس طولانی مدت باعث ایجاد اختلالات همیشگی می شود (۲۰).

شایع ترین اثرات حاد ناشی از ورود کوتاه مدت بخارات اتیل بنزن از طریق تنفس شامل: درد چشم، درد گلو، سوزش راه های تنفسی، احساس تنگی نفس، اشکال در سیستم عصبی، احساس سرگیجه، بیهوشی، احساس خواب آلودگی، خستگی مفرط و اشکال در تحرک مناسب می باشد. تماس مزمن با ترکیب اتیل بنزن با اثرات سوء بر روی سیستم عصبی و کلیه ها ارتباط دارد (۲۰). به طور عمده اثرات حاد ناشی از مواجهه با زایلن شامل: تأثیر بر روی دستگاه عصبی، سردرد، احساس خستگی، احساس کسالت، احساس سوزش در چشم، احساس سوزش در بینی و گلو، اختلال در تعادل و تأخیر در عکس العمل به محرک های دیدنی، مشکل و تورم پوست، عملکرد ضعیف سیستم تنفسی، احساس تب، افزایش ترشح بزاق، لرزش، سرگیجه و عوارض قلبی، ناراحتی در دستگاه های گوارش، کلیه و کبد می باشد (۲۰، ۲۱).

مورایاما و همکاران میزان جذب بنزن، تولوئن و ترکیبات زایلن

8. Deoxyribo nucleic acid
9. Central nervous system

1. Volatile Organic Compounds
2. Benzene, toluene, Ethyl benzene, xylene
3. Environmental Protection Agency
4. leukemia
5. White blood cell
6. Platelet
7. International Agency for Research on Cancer

را از طریق سیستم تنفسی انسان با استفاده از اختلاف غلظت در دم و بازدم مورد بررسی قرار دادند. آنها گزارش نمودند در غلظت‌های نسبتاً بالای جذب تنفسی، این ترکیبات در مراحل اولیه مواجهه به سرعت افزایش می‌یابد، ولی کاهش جذب بعد از چندین ساعت مواجهه وجود دارد. همچنین آنان بیان نمودند که اندازه‌گیری غلظت این ترکیبات در دم و بازدم، روشی ساده برای برآورد میزان مواجهه با این مواد را فراهم می‌نماید (۲۲). در مطالعه کریمی زوردکانی و همکاران که در یک کارخانه لوازم خانگی انجام شد، در تمام کارگران مواجهه‌یافته با ترکیبات بتیکس، ارتباط معناداری بین شاخص توده بدنی (BMI) ^۱ و تری‌گلیسیرید (TG) ^۲ و کلسترول (Chole) ^۳ وجود داشت (۲۳).

مشکلات ایجاد شده در تری‌گلیسیرید به صورت افزایش غلظت چربی بد یا همان لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) ^۴، و کاهش غلظت چربی خوب یا همان لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) ^۵ به‌تنهایی یا با یکدیگر تعریف می‌شود (۲۴-۲۹). بررسی‌های بالینی و جمعیتی انجام شده بر روی انسان، نشان‌دهنده این است که اختلالات چربی سرم خون، مهم‌ترین عامل در ایجاد بیماری‌های قلبی - عروقی و بیماری قند نوع ۲ می‌باشد (۳۰-۳۲).

تحقیقات علمی، تعدادی از عوامل خطر ساز این بیماری‌ها را مشخص کرده که پیشرفت غیرمنتظره‌ای را در پیشگیری از این بیماری‌ها ایجاد نموده است (۳۳، ۳۴). از عوامل خطر ساز عمده‌ای که شناخته شده‌اند می‌توان به مصرف سیگار، بالا بودن کلسترول بد سرم (LDL)، پرفشاری خون، قند خون، بی‌حرکی، کلسترول پایین، چاقی، مصرف الکل، افزایش سن و الگوهای مصرف غذایی اشاره نمود (۳۴-۳۶). با توجه به اهمیت ترکیبات بتیکس از جمله بنزن که سرطان‌زایی آن ثابت شده است و عامل اصلی سرطان خون و مختل شدن سایر پارامترهای خونی مانند پارامترهای لیپیدی سرم خون می‌باشند و راه تشخیص آن، بررسی فاکتورهای خونی است؛

بنابراین تشخیص زودهنگام و غربالگری برای کارکنان مواجهه‌یافته با ترکیبات بتیکس در درمان آنها موضوعی حیاتی است و با توجه به اهمیت سلامت کارکنان و نقش محوری سلامت نیروی کار در توسعه پایدار، مطالعه حاضر با هدف سنجش ترکیبات BTEX در ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته و اثرات احتمالی آنها بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان مرد در شرکت پالایش نفت آبادان در راستای معاینات ادواری کارکنان و با اهداف اپیدمیولوژیکی انجام شد.

روش کار

این مطالعه در سال ۱۴۰۰ به منظور ارزیابی غلظت ترکیبات بتیکس در ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه‌یافته و تأثیر آنها بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد. این مطالعه بعد از گرفتن مجوز از دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز و موافقت مدیریت شرکت پالایش نفت آبادان و رعایت مسائل اخلاقی از جمله رضایت کارکنان انجام شد. حجم نمونه‌ها با توجه به انحراف معیار و میزان خطای مجاز در مطالعات گذشته محاسبه شدند. همچنین تعداد کارکنان هر دو گروه شرکت کننده در این مطالعه برحسب مساحت، تعداد کارگران و تعداد مشاغل، به صورت 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 مواجهه‌نیافته) و از بین گروه‌های همسان انتخاب شدند. مشخصات دموگرافیک و سابقه پزشکی کارکنان از پرونده الکترونیکی معاینات ادواری استخراج شدند. تمام مراحل کار با همکاری و مشاوره کارشناسان آموزش دیده واحد بهداشت و کارشناسان بهداشت حرفه‌ای مسلط به فعالیت‌های واحدهای عملیاتی و با اطلاع از انواع مخاطرات شغلی در شرکت پالایش نفت آبادان انجام گرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده از سنجش‌های انجام گرفته قبلی برای سنجش ترکیبات بتیکس در هوای محیط کار کارکنان واحدهای اداری و تأیید عدم وجود این

1. Body Mass Index
2. Triglyceride
3. Cholesterol
4. Low Density Lipoprotein
5. High density lipoprotein

۱۵۰۱ سازمان نایوش (NIOSH)^۱ با استفاده از پمپ نمونه‌برداری فردی فعال شرکت SKC انگلستان مدل ۲۲۴-۴۴ MTX و با استفاده از تیوب‌های جاذب زغال فعال 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 (۳۷). دستگاه نمونه‌برداری فردی بر روی کمر بند کارکنان مواجهه یافته وصل شد و لوله نمونه‌برداری آن بر روی شانه و در نزدیک‌ترین ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته وصل شد. نمونه‌برداری به صورت ۲ بار تکرار برای هر کارگر انجام شد و مدت زمان نمونه‌برداری ۶ ساعت بود. با توجه به نمونه‌برداری‌های قبلی که از محیط کار کارکنان اداری انجام شده و نشان‌دهنده عدم وجود ترکیبات بتیکس در ساختمان اداری بوده است، در این مطالعه از کارکنان اداری نمونه‌برداری انجام نشد.

روش نمونه‌گیری خون

نمونه‌گیری خون توسط کارشناس آزمایشگاه مرکز طب کار صنعتی شرکت پالایش نفت انجام شد. برای به دست آوردن فاکتورهای لیپیدی سرم خون دو گروه کارکنان، نمونه خون سیاهرگی پس از ۱۲-۱۴ ساعت ناشتایی، جهت اندازه‌گیری لیپیدهای سرم جمع‌آوری گردید. سطح کلسترول و تری‌گلیسیرید با استفاده از کیت‌های تجاری شرکت پارس آزمون با اتو آنالیزر مخصوص آزمایش‌های بیوشیمی مدل Biolis 30i ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد و مطابق روش Friedwald محاسبه شدند (۳۸). برای جمع‌آوری داده‌های تن‌سنجی، قد و وزن افراد مورد بررسی، از ترازوی عقربه‌ای سکا با دقت ۰/۱ کیلوگرم متصل به قدسنج درجه‌بندی شده با دقت ۰/۱ سانتی‌متر استفاده شد. شاخص توده بدنی از تقسیم وزن بر مجذور قد برحسب کیلوگرم بر متر مربع محاسبه گردید. شاخص توده بدنی، بر اساس استاندارد به این صورت بود که شاخص توده بدنی زیر ۱۵/۵ به عنوان کم‌وزن، ۱۵/۵-۲۴/۹ به عنوان وزن طبیعی و بیشتر از ۲۵ در معرض خطر اضافه وزن

ترکیبات در هوای واحدهای اداری و به تبع آن عدم وجود آنها در ناحیه تنفسی کارکنان بخش‌های اداری، نمونه‌گیری فقط از ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته که ۴۰ ساعت در هفته در واحدهای عملیاتی حضور داشتند، انجام شد که در بهترین شرایط هوای وارد شده به سیستم تنفسی برای سنجش دقیق و پایش هوای منطقه تنفسی این گروه کارکنان بود.

نمونه‌برداری از ناحیه تنفسی ۶۰ نفر از کارکنان واحدهای عملیاتی که در یک گروه مواجهه مشابه قرار داشتند و دارای حداقل یک‌سال سابقه کار بودند، انجام شد که در نهایت ۲۰ نفر از کارکنانی که در پرونده معاینات ادواری خود دارای بیماری‌های خاص بودند، از مطالعه خارج شدند و ۴۰ نفر از کارکنان واحدهای عملیاتی به عنوان گروه مواجهه یافته و ۴۰ نفر از کارکنان بخش‌های مختلف اداری به عنوان گروه مواجهه نیافته وارد مطالعه شدند. برای دقت بیشتر، از هر کارگر مواجهه یافته ۲ نمونه به صورت تکرار با فاصله زمانی ۳ ساعت گرفته شد که در مجموع، ۴۰ نمونه از ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته گرفته شد. یک نمونه شاهد از هوای محیط کار نیز گرفته شد. به دلیل مشکل بودن شناسایی مواجهه بیش از حد مجاز، نمونه‌برداری صرفاً به صورت تصادفی ساده با یک رویکرد سیستماتیک برای پایش مواجهه انجام شد.

در این پژوهش از آزمون‌های کولموگروف - اسمیرنوف و شاپیروویلیک برای بررسی نرمال بودن 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 لیپیدی دو گروه از آزمون تی گروه‌های مستقل، برای بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای لیپیدی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه کارکنان از آزمون اسپیرمن و برای بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای لیپیدی در کارکنان از آزمون پیرسون استفاده شد.

روش نمونه‌برداری بتیکس

نمونه‌برداری از ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته بر اساس روش

در نظر گرفته شد (۳۹). به منظور حذف خطای فردی، تمام اندازه‌گیری‌ها توسط یک نفر انجام شد و برای هر یک از کارکنان ۲ بار نمونه خون تهیه شد.

یافته‌ها

کارکنان واحدهای عملیاتی در صبح ۳ نوبت نیم ساعته و همچنین عصر در ۳ نوبت نیم ساعته، در مجموع ۳ ساعت در ۸ ساعت کاری با ترکیبات بتیکس مواجهه داشتند. ساعت کاری کارکنان در هفته ۴۰ ساعت بود که با توجه به تعداد مواجهه روزانه و زمان تماس روزانه، در هر هفته کاری ۵ شیفت کاری داشتند که در این مدت ۳۰ بار مواجهه (در هفته) و در مجموع ۱۵ ساعت مواجهه در هفته داشتند. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین و انحراف معیار مشخصات دموگرافیک سن، سابقه کار و توده بدنی کارکنان مواجهه یافته به ترتیب $37/65 \pm 6/65$ سال،

$9/70 \pm 5/74$ کیلو گرم بر متر مکعب و $27/47 \pm 3/90$ کیلوگرم بر متر مربع و در کارکنان مواجهه نیافته به ترتیب $28/65 \pm 8/53$ سال، $8/05 \pm 7/22$ کیلو گرم بر متر مکعب و $28/90 \pm 4/18$ کیلوگرم بر متر مربع بود.

بر اساس نتایج جدول ۱، میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای کشور ایران (OEL) ^۱ و استانداردهای کشور آمریکا (ACGIH) ^۲ برحسب پی پی ام (PPM) ^۳ قرار داشت، اما میانگین غلظت بنزن بالاتر از حد مجاز استانداردهای توصیه شده قرار داشت، بنابراین در مطالعه حاضر به بررسی اثرات احتمالی بنزن بر پارامترهای لیپیدی سرم خون کارکنان مواجهه یافته پرداخته شد و همچنین پارامترهای مورد مطالعه در دو گروه کارکنان با هم مقایسه شدند. بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی وضعیت شاخص توده بدنی در جدول ۲، هر دو گروه کارکنان در معرض خطر چاقی قرار داشتند.

جدول ۱. میانگین غلظت ترکیبات بتیکس در ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته (PPM)

ترکیبات	استاندارد کشور ایران ایران (۲)	استاندارد کشور آمریکا (۲)	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 ۲. وضعیت شاخص توده بدنی کارکنان برحسب کیلوگرم بر متر مربع

وضعیت	محدوده طبیعی (۴۱)	مواجهه یافته	مواجهه نیافته
کم وزن	کمتر از ۱۵/۵	-----	-----
طبیعی	بین ۱۵/۵-۲۴/۵	-----	-----
در معرض اضافه وزن	بیشتر از ۲۵	$27/47 \pm 3/90$	$28/90 \pm 4/18$

جدول ۳. میانگین غلظت پارامترهای لیپیدی دو گروه کارکنان برحسب میلی گرم بر دسی لیتر

پارامتر	محدوده طبیعی	مواجهه یافته میانگین $\pm$ انحراف معیار	مواجهه نیافته میانگین $\pm$ انحراف معیار
تری گلیسیرید	۱۹۰-۳۵	$43/33 \pm 143/85$	$35/03 \pm 142/22$
کلسترول کل	کمتر از ۲۰۰	$36/02 \pm 155/47$	$29/65 \pm 186/47$
کلسترول مفید	۸۸-۴۲	$5/04 \pm 46/52$	$23/66 \pm 50/52$
کلسترول مضر	کمتر از ۱۰۰	$23/55 \pm 139/20$	$35/28 \pm 117/35$

1. Occupational Exposure Limit

2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists

3. Part per million

مواجهه نیافته در محدوده طبیعی قرار داشت، اما میانگین غلظت پارامتر چربی مضر (LDL) بالاتر از محدوده طبیعی قرار داشت و بین مشخصات دموگرافیک با پارامترهای لیپیدی سرم خون در هر دو گروه کارکنان مواجهه یافته ارتباط معنی داری وجود نداشت.

بر اساس نتایج جدول ۵، بین مشخصات دموگرافیک با پارامترهای لیپیدی سرم خون در کارکنان مواجهه یافته ارتباط معنی داری وجود نداشت.

بر اساس نتایج جدول ۳، میانگین غلظت سه پارامتر تری گلیسیرید (TG)، کلسترول کل و چربی مفید (HDL) (برحسب میلی گرم بر دسی لیتر) در کارکنان مواجهه یافته در محدوده طبیعی قرار داشت، اما میانگین غلظت پارامتر چربی مضر (LDL) بالاتر از محدوده طبیعی قرار داشت.

بر اساس نتایج جدول ۴، میانگین غلظت سه پارامتر تری گلیسیرید (TG)، کلسترول و چربی مفید (HDL) در کارکنان

جدول ۴. آزمون تی گروه‌های مستقل برای مقایسه بین میانگین‌های پارامترهای لیپیدی دو گروه

پارامتر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	مواجهه یافته	میانگین $\pm$ انحراف معیار	t	P
تری گلیسیرید	۴۳/۳۳ $\pm$ ۱۴۳/۵۸	مواجهه یافته	۳۵/۰۳ $\pm$ ۱۴۲/۲۲	۰/۱۸۴	۰/۸۵۴
کلسترول کل	۳۶/۰۲ $\pm$ ۱۵۵/۴۷	مواجهه یافته	۲۹/۶۵ $\pm$ ۱۸۶/۴۷	-۴/۲۰۲	۰/۰۰۲
کلسترول مفید	۵/۰۴ $\pm$ ۴۶/۵۲	مواجهه یافته	۴۱/۶ $\pm$ ۴۷/۰۰	-۰/۳۶۸	۰/۷۱۴
کلسترول مضر	۳۹/۲۳ $\pm$ ۲	مواجهه یافته	۳۵/۲۸ $\pm$ ۱۱۷/۳۵	۳/۲۵۷	۰/۰۰۲

جدول ۵. آزمون اسپیرمن، بررسی میزان همبستگی بین پارامترهای لیپیدی و مشخصات دموگرافیک در دو گروه کارکنان

پارامتر	R	مواجهه یافته			مواجهه نیافته		
		شاخص توده بدنی	سابقه کار	سن	شاخص توده بدنی	سابقه کار	سن
تری گلیسیرید	R ²	-۰/۱۴۵	-۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۱۱۷	۰/۰۸۱	۰/۰۱۹
	Sig	۰/۳۷۱	۰/۹۴۴	۰/۹۲۸	۰/۴۷۰	۰/۶۲۱	۰/۹۰۹
کلسترول کل	R ²	-۰/۱۴۲	۰/۱۰۳	-۰/۰۷۰	-۰/۰۲۹	-۰/۱۸۳	-۰/۱۹۵
	Sig	۰/۳۸۱	۰/۵۲۸	۰/۶۶۶	۰/۸۵۸	۰/۲۵۸	۰/۲۲۸
کلسترول مفید	R ²	-۰/۰۶۱	۰/۰۳۵	۰/۰۰۴	۰/۰۳۰	۰/۱۴۷	-۰/۱۰۴
	Sig	۰/۷۱۰	۰/۸۳۲	۰/۹۸۲	۰/۸۵۵	۰/۳۶۵	۰/۵۲۱
کلسترول مضر	R ²	۰/۰۵۹	۰/۲۱۰	۰/۱۸۹	-۰/۰۲۹	۰/۰۴۲	-۰/۰۰۸
	Sig	۰/۷۱۹	-۰/۱۹۳	۰/۲۴۴	۰/۸۵۸	۰/۷۹۸	۰/۵۹۵

بحث

کارکنان پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای کشور ایران (OEL) و استانداردهای کشور آمریکا (ACGIH) قرار دارد. با این وجود میانگین غلظت ترکیب بنزن که یک عامل سرطان‌زا شناخته شده است و از اولین علائم آن، مختل شدن پارامترهای خونی می‌باشد، بالاتر از حد مجاز استانداردهای یاد شده قرار داشت. بر اساس نتایج آزمون تی، ارتباط آماری مستقیم و یا معکوس معنی داری

در این مطالعه بر اساس نتایج جدول ۵، بین مشخصات دموگرافیک با پارامترهای لیپیدی سرم خون در دو گروه کارکنان ارتباط معنی داری وجود نداشت. نتایج به دست آمده از سنجش غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در منطقه تنفسی کارکنان با سطح استاندارد توصیه شده نشان داد که میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در منطقه تنفسی

بین پارامترهای لیپیدی سرم خون دو گروه کارکنان وجود نداشت. همچنین بر اساس نتایج آزمون اسپیرمن، ارتباط مستقیم و یا معکوس معنی‌داری بین پارامترهای لیپیدی با سن، شاخص توده بدنی و سابقه کار در دو گروه کارکنان وجود نداشت، اما بر اساس آزمون پیرسون، در گروه مواجهه یافته پارامتر لیپیدی تری‌گلیسیرید با کلسترول؛ و پارامتر لیپیدی کلسترول با LDL ارتباط مستقیم و معناداری داشت. همچنین بر اساس نتایج، هر دو گروه کارکنان در معرض خطر چاقی قرار داشتند و دارای شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع بودند، بنابراین نیاز است که اقدامات لازم برای کنترل وزن کارکنان صورت گیرد. از آنجایی که در این مطالعه میانگین غلظت پارامتر لیپیدی LDL (چربی مضر) در هر دو گروه کارکنان بالاتر از محدوده طبیعی بود، نیاز است اقدامات لازم برای پایین آوردن غلظت این پارامتر در پلاسماي خون کارکنان انجام گیرد. باید اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه‌ای برای به حداقل رساندن کنترل و یا کاهش غلظت پارامتر LDL انجام شود. علاوه بر این، با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، روش‌های کنترل بنزن بر سه ترکیب دیگر اولویت دارد. همچنین، اقدامات کنترل و پیشگیری باید در سه سطح مهندسی، مدیریت و استفاده از تجهیزات محافظت شخصی کافی انجام شود.

بر اساس تحقیقات انجام شده، کارگران صنایع تولید نفت و گاز با سطوح مختلفی از مواد شیمیایی مواجهه دارند که این‌گونه مواجهات عموماً در فعالیت‌های معمول در غلظت‌های پایین رخ می‌دهد. مواجهه بیشتر که معمولاً در کمتر از یک شیفت کامل کاری ایجاد می‌شوند، ممکن است در طول وظایف تعمیر و نگهداری (برای مثال زمانی که ظروف یا مخازن برای تمیز کاری نیاز به ورود افراد دارند) رخ دهند. همچنین در فعالیت‌های عملیاتی، مواجهه‌های پوستی در طول سال ممکن است بالا باشد، اما چنین مواجهه‌هایی تاکنون به‌طور روزمره مورد بررسی قرار نگرفته‌اند (۳۸). طبق تحقیقات انجام گرفته، ترکیبات بتیکس، بالاترین غلظت را در بین ترکیبات آلی فرار دارند؛ بنابراین اقدامات کنترلی برای این ترکیبات باید در اولویت قرار گیرند (۴۰).

نتایج به‌دست آمده در این مطالعه نشان داد که کارکنان در طول کار در معرض غلظت‌هایی از ترکیبات آلاینده بتیکس قرار دارند. در مقایسه میانگین غلظت ترکیبات بتیکس با سطح استانداردهای توصیه شده، میانگین غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در منطقه تنفسی کارکنان توصیه شده پایین‌تر از حد مجاز استانداردهای OEL کشور ایران و ACGIH کشور آمریکا قرار داشت و این نتیجه می‌تواند به‌دلیل پایین بودن غلظت ترکیبات ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در مواد اولیه استفاده شده در واحدهای عملیاتی و یا به‌دلیل کنترل‌های مهندسی و کنترل نشتهای احتمالی این ترکیبات در زمان بهره‌برداری و وجود تهویه مناسب در واحدهای عملیاتی باشد. همچنین ترکیبات بتیکس، جزء مواد اولیه مصرفی در شرکت پالایش نفت آبادان نمی‌باشد و غلظت ترکیبات تولوئن، اتیل بنزن و زایلن در مواد مصرفی اولیه پایین است که این مورد، یکی از دلایل مهم پایین بودن این ترکیبات در منطقه تنفسی کارکنان باشد. شایان ذکر است که میانگین غلظت بنزن در ناحیه تنفسی کارکنان مواجهه یافته بالاتر از حد مجاز استانداردها بود که نیاز است منشأ اصلی آن پیدا شود و اقدامات لازم را برای کنترل آن تا حصول نتیجه ادامه داد. دلیل اینکه ترکیبات بتیکس بر پارامترهای لیپیدی گروه کارکنان دارای مواجهه نداشته است و اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای گروه کارکنان با کارکنان بخش‌های اداری وجود نداشت، می‌تواند به‌دلیل کم بودن سابقه کار، انجام معاینات ادواری سالانه، استراحت کافی بین شیفت‌های کاری و گردش شیفت و جابجایی دوره‌ای کارکنان (که باعث شده است کارکنان در مدت زمان کمتری در معرض غلظت‌های پایین قرار گیرند)، وجود کارشناسان خبره بهداشتی (بهداشت حرفه‌ای، تغذیه، تربیت بدنی) برای کنترل‌های لازم، آموزش کارکنان، وجود امکانات بهداشتی درمانی (مراکز بهداشتی و بیمارستان مجهز) مناسب برای تشخیص زودهنگام مشکلات فیزیولوژیکی و غربالگری کارکنان از نظر بیماری‌های شغلی و غیرشغلی باشد. با این وجود، آزمایشات طولی بیشتری برای بررسی مواجهه با ترکیبات بتیکس و ترکیبات آلی فرار مورد

کارکنان مواجهه یافته شدند (۴۳). سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA)، راهکار کنترل بنزن در فرآورده‌های نفتی را حذف بنزن و جایگزینی آن با ماده‌ای با مخاطرات بهداشتی کمتر بیان کرده است (۴۴). هرچند که ترکیبات بتیکس در فرآورده‌های نفت خام از جمله بنزین برای بالا بردن عدد اکتان استفاده می‌شود، ولی اخیراً استفاده از ماده‌ای به نام فلورلن ۴ باعث افزایش عدد اکتان و جایگزین مناسبی برای آلاینده ترکیب‌های بتیکس می‌باشد (۴۵). اقدامات کنترلی باید همیشه مورد توجه قرار گیرند. به‌طور کلی، انجام اقدامات کنترل مواجهه، از جمله کنترل فنی، مهندسی و اقدامات مدیریتی، نظارت مداوم بر محیط کار و ارزیابی بهداشتی ریسک پس از مداخلات لازم برای به حداقل رساندن آلاینده‌ها در این زمینه لازم است. از آنجایی که در این مطالعه بنزن دارای بالاترین غلظت در بین سه ترکیب دیگر بود، انجام روش‌های کنترل و کاهش خطر سلامتی ضروری است. از نظر مداخله کنترل، اولویت باید به حداقل رساندن میزان مواجهه با تغییر روش کار و سیستم‌های تهویه و همچنین استفاده از تجهیزات محافظتی مناسب باشد. طبق EPA، ساده‌ترین راه برای تنظیم بنزن در فرآورده‌های نفتی، حذف بنزن و جایگزینی آن با ماده‌ای است که آسیب کمتری دارد (۴۴). ترکیبات بتیکس بالاترین غلظت ترکیبات آلی فرار را دارند (۴۶). کارمندان باید به‌طور منظم کنترل شوند و از ماسک‌های کارتریج‌دار شیمیایی برای کنترل ترکیبات بتیکس استفاده کنند (۴۷، ۴۸). اقدامات مفید دیگر در این زمینه حفاظت تنفسی کارمندان، چرخش محل کار و کاهش زمان قرار گرفتن در معرض (۴۹) است و این موضوع ضرورت کنترل اقدامات برای این ترکیبات را نشان می‌دهد. در حالی که ترکیبات BTEX جزء ترکیبات مواد اولیه مورد استفاده شرکت پالایش نفت آبادان نیستند، اما وجود مقدار ناچیز هم می‌تواند منجر به نشت آنها از تجهیزات در واحدهای صنعتی شود. در این مطالعه غربالگری خون و ادرار برای متابولیت‌های بنزن برای تعیین میزان استنشاق بنزن در افراد مورد بررسی امکان‌پذیر نبود.

نیاز است و مواجهه طولانی‌مدت با این ترکیبات هرچند با غلظت پایین، پیامدهای نامطلوبی را به دنبال دارد و نیاز است با روش‌های مهندسی و مدیریتی کافی و انجام معاینات دوره‌ای، از تأثیرات سوء بهداشتی این ترکیبات برای کارکنان جلوگیری شود. در این مطالعه پارامتر چربی بد (LDL) و شاخص توده بدنی (BMI) در هر دو گروه کارکنان بالاتر از محدوده طبیعی بود و با توجه به اینکه فاکتورهای ایجاد بیماری‌های قلبی و بیماری‌های مختلف دیگری نیز وجود دارند، نیاز است اقدامات لازم برای کنترل این دو فاکتور قابل کنترل در کارکنان انجام گیرد. از آنجایی که در این مطالعه میانگین غلظت سایر پارامترهای لیپیدی سرم خون در دو گروه کارکنان در محدوده طبیعی قرار داشت، به نظر می‌رسد در حال حاضر مشکل نگران‌کننده فیزیولوژیکی وجود ندارد.

مطالعات متعددی در مورد تأثیر بنزن بر روی فاکتورهای فیزیولوژیک کارکنان صنایع انجام شده است. با این حال، همه یافته‌ها با همدیگر همخوانی ندارند که به علت شرایط خاص موجود در صنایع مختلف می‌باشد. نتایج تجزیه و تحلیل حاضر با نتایج چندین مطالعه مطابقت داشت. به عنوان مثال، تسای و همکاران، ۱۲۰۰ نفر از کارکنان پتروشیمی مواجهه نیافته مقایسه کردند و هیچ اختلاف معنی‌داری در پارامترهای خونی مشاهده نکردند (۴۱). در حالی که نتایج مطالعه فوق با یافته‌های مطالعه حاضر مطابقت داشت، نتایج برخی مطالعات انجام شده با یافته‌های این مطالعه همخوانی نداشتند؛ به عنوان مثال، نقاب و همکاران پس از کنترل عوامل مخدوش کننده، به این نتیجه رسیدند که ارتباط معنی‌داری بین مواجهه با حلال‌های آلی و سمیت خون وجود دارد (۴۲). همچنین در مطالعه زمانیان و همکاران که در پمپ بنزین‌های سطح شهر کرمانشاه برای ارزیابی عملکرد کبد و پارامترهای خون در بین کارکنان انجام شد، در گروه مواجهه یافته، کاهش قابل توجهی در تعداد کل یک نوع از گلبول‌های سفید خون ($59/4 \pm 0/001$) نسبت به گروه مواجهه نیافته مشاهده شد علاوه بر این، آنها متوجه افزایش قابل توجه نوع دیگری از گلبول‌های سفید خون در

نتیجه گیری

با توجه به نتیجه این مطالعه مشخص شد که میانگین غلظت بنزن بالاتر از حد مجاز استانداردها قرار دارد، بنابراین، مهم است که اقدامات کنترلی انجام شود. با توجه به اینکه اولین اثرات بنزن بر کارکنان در مختل شدن فاکتورهای خونی ظاهر می شود و تشخیص این مشکل مهم موثر بر سلامت کارکنان دیر هنگام و بعد از علایم بالینی تشخیص داده می شود، بنابراین بهترین روش برای اقدامات پیشگیرانه کنترل فاکتورهای خونی به صورت دوره ای می باشد و سنجش غلظت و ارزیابی بهداشتی ریسک برای بررسی وجود ترکیبات بتیکس و سایر ترکیبات آلی فرار انجام شود و قبل از تأثیر سوء بهداشتی ترکیبات بتیکس بر سلامت کارکنان، اقدامات کنترلی انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را در این مقاله رعایت کرده اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می کنند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه از رساله دکتری صمد جلیلیان با کد رساله ۱۰۶۴۸۱۷۵۴۵۲۴۴۲۷۱۳۹۸۱۶۲۳۰۱۹۸۹ استخراج شده است که با همکاری شرکت پالایش نفت آبادان انجام شده است، بدین وسیله از همکاری صمیمانه مدیریت محترم و کارکنان واحدهای مختلف این شرکت تشکر و قدردانی می شود.

References

- Xu J, Gao Y, Uchiyama S, Sodesawa T. Analysis of volatile organic compounds (VOCs) in the urban atmosphere of Beijing. *Journal of chemical engineering of Japan*. 2008;41(10):997-1002.
- H KS, FS H, M M. Investigation and evalution of VOC in indoor air and public places.: J, Environ Stud (JES).; 2004. (Persian)
- Weschler CJ, Shields HC. Potential reactions among indoor pollutants. *Atmospheric environment*. 1997;31(21):3487-95.
- Baroja O, Rodríguez E, Gomez de Balugera Z, Goicolea A, Unceta N, Sampedro C, et al. Speciation of volatile aromatic and chlorinated hydrocarbons in an urban atmosphere using TCT-GC/MS. *Journal of Environmental Science and Health*. 2005;40(2):343-67.
- Bielefeldt A, Stensel H. Evaluation of biodegradation kinetic testing methods and longterm variability in biokinetics for BTEX metabolism. *Water Research*. 1999;33(3):733-40.
- Yadav J, Reddy C. Degradation of benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes (BTEX) by the lignin-degrading basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and environmental microbiology*. 1993;59(3):756-62.
- Jonidi Jafari A, Kermani M, Rezaei Kalantary R, Arfaeinia H. Photocatalytic abatement of o-xylene using adsorption enhanced ZnO/GAC catalyst in a continuous flow reactor: Catalytic potential. *Global NEST Journal*. 2017;19:479-88.
- GH FA, M F, R M, M K. The safety of non-incineration waste disposal devices in four hospitals of Tehran. *Int J Occup Environ Health* 2014. (Persian).
- WPL C. Detailed mechanism for the gasphase atmospheric reaction of organic compounds. *Atmospheric environment*. 1990.
- Cranmer J, Goldenberg M. Proceedings of the workshop on neurobehavioral effects of solvents. *Neuro Toxicology*. 2017;7(3):45-54.
- Arlien-Søborg P, Bruhn P, Gyldensted C, Melgaard B. Chronic painters' syndrome: Chronic toxic encephalopathy in house painters. *Acta Neurologica Scandinavica*. 1979;60(3):149-56.
- Lee S, Chiu M, Ho K, Zou S, Wang X. Volatile organic compounds (VOCs) in urban atmosphere of Hong Kong. *Chemosphere*. 2002;48(3):375-82.
- Potential as a power generation source in the capital of Iran, Tehran. *Energy*. 2009;35(1): 188-201.
- Rinsky RA, Young RJ, Smith AB. Leukemia in benzene workers. *American Journal of Industrial Medicine*. 1981;2(3):217-45.
- Vlaanderen J, Lan Q, Kromhout H, Rothman N, Vermeulen R. Occupational benzene exposure and the risk of lymphoma subtypes: a meta-analysis of cohort studies incorporating three study quality dimensions. *Environmental health perspectives*. 2011;119(2):159-67.
- Loprieno N. International Agency for Research on Cancer (IARC) monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man: "relevance of data on mutagenicity". *Mutation research*. 1975;31(3):210.
- Smith MT. Advances in understanding benzene health effects and susceptibility. *Annual review of public health*. 2010;31:133.
- Huff J. Benzene-induced cancers: abridged history and occupational health impact. *International journal of occupational and environmental health*. 2007;13(2):213-

- 21.
19. Rana S, Verma Y. Biochemical toxicity of benzene. *Journal of Environmental Biology*. 2005;26(2):157-68.
20. Esmaelnejad F, et al. Monitoring of benzene, toluene, ethyl benzene, and xylene isomers emission from Shahreza gas stations in 2013 *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2015;4(1):17. (Persian).
21. Masih A, Lall AS, Taneja A, Singhvi R. Inhalation exposure and related health risks of BTEX in ambient air at different microenvironments of a terai zone in north India. *Atmospheric environment*. 2016;147:55-66.
22. MuRAYAMA R, Goto S, Nakajima D, Fujimaki H, Watanabe I, Arashidani K, et al. Measurements of exposure concentrations of benzene, toluene and xylene, and amounts of respiratory uptake. *Journal of UOEH*. 2006;28(2):173-83.
23. S K, M SA-Z, F KA. The effect of aqua gymnastics exercises on the sense of knee position in elderly women with osteoarthritis *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2016;8(2):127-41. (Persian).
24. Vega GL. Management of atherogenic dyslipidemia of the metabolic syndrome: evolving rationale for combined drug therapy. *Endocrinology and Metabolism Clinics*. 2004;33(3):525-44.
25. Nazare J-A, Smith J, Borel A-L, Aschner P, Barter P, Van Gaal L, et al. Usefulness of measuring both body mass index and waist circumference for the estimation of visceral adiposity and related cardiometabolic risk profile (from the INSPIRE ME IAA study). *The American journal of cardiology*. 2015;115(3):307-15.
26. FR Z, SS G. Lipid management in children. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2009;38 (1):171-83.
27. Taylor C, Lynn P, Bartlett J. *Fundamentals of nursing: The art and science of person-centered care*: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
28. F A, M R, M M, S A, J G, Ghanbarian A ea. Serum lipid levels in an Iranian population of children and adolescents: Tehran lipid and glucose study. *North Am*. 2001;33(3):525-44. (Persian)
29. Nambiar S, Hughes I, Davies PS. Developing waist-to-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public health nutrition*. 2010;13(10):1566-74.
30. A F, A Z, GR S. Lipid profiles and prevalence of dyslipidemia in schoolchildren in south Khorasan Province. *eastern Iran Arch Iran Med*. 2008;11(6):598-601. (Persian).
31. Chandalia M, Deedwania PC. *Coronary heart disease and risk factors in Asian Indians*. Diabetes and Cardiovascular Disease: Springer; 2001. p. 27-34.
32. McGill Jr HC, McMahan CA, Zieske AW, Tracy RE, Malcom GT, Herderick EE, et al. Association of coronary heart disease risk factors with microscopic qualities of coronary atherosclerosis in youth. *Circulation*. 2000;102(4):374-9.
33. Krist-Etherton P, Burns J. *Cardiovascular nutrition: strategies and tools for disease management*. United States of America: American Dietetic Association; 1998.
34. D K. *Nutrition in cardiovascular disease*. In: Mahan LK, Escot-Stump S, editors. *Krauses' Food, nutrition, and diet therapy*. Philadelphia: WB Saunders Co; 1996.
35. PH J, SM G, AM G. . Assessment and management of lipid abnormalities. In: Alexander RW, Sciant RC, Fuster V, editors. *Hurst's the Heart*. ed t, editor. United State of America: McGraw-Hill; 1998.
36. Gordon DJ. Factors affecting high-density lipoproteins. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*. 1998;27(3):699-709.
37. Hygiene.AA. EASC-IHSTAT-V235 2014 [Available from: <https://www.aiha.org/getinvolved/volunteergroups/strategybook4/appendix-iv/easc-ihstat-v235.xls>].
38. WT F, RI L, DS F. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972;18 499-502.
39. A P, H YM, L N, A A, R GM. A study of the age of onset of puberty and its relationship with body mass index in boys in Sabzevar *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2013;12(5). (Persian).
40. Divine BJ, Hartman CM. Update of a study of crude oil production workers 1946-94. *Occupational and environmental medicine*. 2000;57(6):411-7.
41. Tsai SP, Fox EE, Ransdell JD, Wendt JK, Waddell LC, Donnelly RP. A hematology surveillance study of petrochemical workers exposed to benzene. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2004;40(1):67-73.
42. Neghab ea. Evaluation of hematotoxic potential of benzene, toluene, xylene, ethyl benzene and n – hexane in petrochemical industries. *Journa of Safety Promotion and Injury Prevention*. 2015;2(4). (Persian).
43. Zahra Zamanian ea. *Harmful Outcome of Occupational Exposure to Petrol: Assessment of Liver Function and Blood Parameters among Gas Station Workers in Kermanshah City* | Published by Wolters Kluwer – Medknow. | Published by Wolters Kluwer – Medknow International *Journal of Preventive Medicine* (Persian). 2018.
44. Weaver JW, Exum LR, Prieto LM. *Gasoline composition regulations affecting LUST sites: US Environmental Protective Agency, Office of Research and Development*; 2010.
45. Gilli G, Scursatone E, Bono R. Geographical distribution of benzene in air in northwestern Italy and personal exposure. *Environmental health perspectives*. 1996;104(suppl 6):1137-40.
46. Kim M-S, Kim JS, Kim B-W. Removal of gaseous toluene

- by using TiO₂ film doped of Ru-dye/Pt in a pilot scale photoreactor. Korean Journal of Chemical Engineering. 2012;29(5):549-54.
47. Ogata M, Michitsuji H, Fujiki Y. Estimating amounts of toluene inhaled by workers with protective mask using biological indicators of toluene. Toxicology letters. 1999;108(2-3):233-9.
48. Freedman R, Ferber B, Hartstein A. Service lives of respirator cartridges versus several classes of organic vapors. American Industrial Hygiene Association Journal. 1973;34(2):55-60.
49. M J, M J, C S, H M, H M, J MA. Health risk Assessment of harmful chemicals in order to provide control guidelines: case study in a polyurethane foam industry. Occup Med Quart J. 2014;5(4):33-41 (Persian)