

ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از ترکیبات بنزن، تولوئن و اتیل بنزن (BTEX) در یکی از شرکت‌های پتروشیمی ماهشهر

عادل شریفی^۱، آنوش سادات امینی‌نسب^۲، امین دلاور^{۳*}

چکیده

مقدمه: یکی از مهم‌ترین منابع آلاینده‌ها، مواد شیمیایی می‌باشد که در اثر مرور زمان مشکلات حادی را برای کارکنانی که با مواد شیمیایی مختلفی در واحدهای فرآیندی پالایشی تماس هستند ایجاد می‌کند. هدف از این مطالعه تعیین بالاترین سطح مواجهه با ترکیبات BTEX و ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه کارکنان محوطه پالایش در یکی از شرکت‌های پتروشیمی ماهشهر است.

روش بررسی: مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر به صورت مقطعی در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در یکی از شرکت‌های پتروشیمی ماهشهر صورت گرفت. در این مطالعه ابتدا عوامل زیان آوری محیط کار بر اساس گروه‌های شغلی مشخص گردید. و مطابق روش ۱۵۰۱ سازمان NIOSH، نمونه برداری هوا و آنالیز ترکیبات BTEX انجام شده و از نرم افزار SPSS جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردید. و در نهایت ارزیابی ریسک بهداشتی مطابق روش شماره ۸۴۱۰۱۰۴۲ وزرات نفت انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بنزن با میانگین تراکم (۰/۰۵۸ ppm) در محدوده کاری سایت من‌ها، (۰/۴۳ ppm) برای کارکنان سر شیفت و با تراکم (۰/۳۳ ppm) برای زمان‌های حضور سرپرست در محل ایستگاه، دارای بیشترین تراکم نسبت به اتیل بنزن و تولوئن می‌باشد و همچنین نتایج بررسی نشان داد که سطح ریسک و رتبه ریسک آلاینده‌های موجود در شرکت پتروشیمی (سایت من‌ها) مورد مطالعه ۶۶/۷ درصد دارای ریسک پایین، ۸/۳ درصد ریسک بالا و ۱۲/۵ درصد ریسک متوسط و خیلی بالا می‌باشند. در نتیجه پر مخاطره‌ترین شغل در پتروشیمی، سایت من می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی: با توجه به نتایج بنزن بیشترین رتبه ریسک بهداشتی بخارات تولید شده در پتروشیمی را دارا می‌باشد و با توجه به بالا بودن پیامد مواجهه با بنزن انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در راستای حذف یا کاهش میزان مواجهه با آن توصیه گردید.

مقاله پژوهشی



تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۸

ارجاع:

- برقیعی پور هستی، منظمی تهرانی
غزاله، عباس زاده تهرانی نادیا،
نصیری لمر سعید، نکوبی اصفهانی
آزاده، محمدفام ایرج. ارزیابی و
مدیریت ریسک خطرات HSE
واحد کلرزنی نیروگاه سیکل
ترکیبی با استفاده از روش های
.Bow- Tie و HAZOP
بهداشت کار و ارتقاء سلامت
.۱۴-۲۰۳؛ (۳)۳؛ ۱۳۹۸

واژگان کلیدی: ارزیابی ریسک بهداشتی، BTEX، مواجهه شغلی ث

^۱کارشناسی ارشد، گروه مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

^۲هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی مهر ارونده، آبادان، ایران

^۳کارشناس HSE و دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران

(نویسنده مسئول: amin.delavar67@gmail.com)

مقدمه

گرفته‌اند. در روش‌های کمی برای ارزیابی ریسک بهداشتی می‌توان به مطالعه جعفری و همکاران اشاره کرد که در آن ریسک نسبی سلطان خون به علت مواجهه با بنزن در یک کارخانه تولید رنگ $66/4$ برآورد شد (۴). این موضوعات ضرورت مطالعه و ارزیابی ریسک بهداشتی در شرکت‌های پتروشیمی را دو چندان می‌کند. افزایش تولیدات نفتی در این پتروشیمی‌ها طی سال‌های اخیر، باعث مواجهه بالای کارکنان این شرکت با ترکیبات نفتی گردیده است (۵). با توجه به شغلی، پایش این ترکیبات و ارزیابی ریسک بهداشتی آنها به عنوان اولین راه جهت اتخاذ اقدامات کنترلی مواجهه شغلی با این ترکیبات می‌باشد. همچنین پیدایش اطلاعات جدید در مورد اثرات نامطلوب بهداشتی مواجهه با ترکیبات شیمیایی سبب گردیده که ارزیابی ریسک به عنوان یک ابزار توانمند و قوی برای کمی کردن ریسک به منظور اهداف نظراتی مورد استفاده قرار گیرد (۶). بنزن اثر زیان‌باری روی مغز استخوان دارد و می‌تواند باعث کم شدن گلbul‌های قرمذخون شود. بدین ترتیب روی سیستم ایمنی بدن تأثیر منفی داشته و آمادگی بدن را برای گرفتن بیماری‌های عفونی افزایش می‌دهد. بنزن ماده‌ای سلطان‌زاست و مجاورت طولانی با مقادیر زیاد بنزن در هوا می‌تواند منجر به سلطان خون شود (۲). تولوئن سیستم عصبی بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مقادیر کم تا متوسط آن سبب خواب آلودگی، پریشانی، ضعف، کاهش حافظه، کاهش شنوایی و کورنگی می‌شود. آخرین بررسی‌ها در خصوص اثر اتیل بنزن در سلامت انسان نشان می‌دهد که وجود این ماده در هوا باعث سردرد، سوزش و التهاب چشم‌ها و گلو و قفسه سینه می‌شود. مجاورت با این ماده در دراز مدت روی خون اثر می‌گذارد. همچنین اتیل بنزن می‌تواند کبد و کلیه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد (۳). نتایج مطالعه انجام شده توسط جلالی و همکاران در مورد ارزیابی ریسک ترکیبات BTEX در جایگاه‌های سوخت مشهد نشان داد که اتیل بنزن و بنزن

مواد شیمیایی مختلفی در سراسر دنیا در بسیاری از فرآیندهای کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین در بسیاری از محیط‌های کار ریسک‌های ناشی از کار با مواد شیمیایی وجود دارد (۱). یکی از مهم‌ترین منابع آلاینده، آلودگی‌های هیدروکربنی ناشی از ترکیبات نفتی می‌باشد که این آلودگی‌ها در اثر مرور زمان مشکلات حادی را برای بشر به دنبال داشته است و زنگ خطری برای بهداشت و سلامت جامعه به شمار می‌آید. (۲). در OHSAS18001 ارزیابی ریسک به عنوان فرایند ارزشیابی ریسک‌های ناشی از مخاطرات موجود در محیط کار با در نظر گرفتن اقدامات کنترلی موجود و تصمیم‌گیری در مورد قابل قبول بودن یا نبودن آنها تعریف شده است (۳). کارکنانی با مواد شیمیایی مختلفی در هنگام هستند عدم رعایت اصول احتیاطی و اقدامات کنترلی در هنگام کار با آنها می‌تواند عوارض سوء متنوعی بر انسان ایجاد کند. گستره این عوارض به نوع ماده شیمیایی، ویژگی‌های آنها، مسیر تماس و مدت زمان مواجهه با آنها بستگی دارد. برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت کارکنان در برابر عوارض سوء ناشی از مواد شیمیایی، لازم است ریسک بهداشتی ناشی مواجهه بهداشتی با این مواد به طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد چرا که بدون انجام ارزیابی ریسک، زمان و منابع صرف خطرات کم اهمیت تر شده و از مخاطرات مهم و قابل توجه غفلت می‌شود. به عبارت دیگر با استفاده از ارزیابی ریسک بهداشتی مواد شیمیایی می‌توان یک ارزیابی جامع از میزان مواجهه کارکنان با عوامل مخاطره‌آمیز بهداشتی انجام داد و در مورد پیش‌بینی تمهیدات کنترلی، آموزش بیشتر کارکنان، پایش و مراقبت‌های بهداشتی اجرای برنامه حفاظت تنفسی برای حفاظت کارکنان در مقابل مواجهه با مواد شیمیایی خطرناک در محیط کار تصمیم‌گیری نمود. روش‌های مختلفی برای ارزیابی ریسک وجود دارد ولی روش‌هایی که بتوانند به طور تخصصی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با مواد شیمیایی را مورد ارزیابی قرار دهد کمتر مورد توجه قرار



روش بررسی

مطالعه توصیفی- تحلیلی حاضر به صورت مقطعی در سال های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در یکی از شرکت های پتروشیمی ماهشهر در ۴ مرحله صورت گرفت. مرحله اول شامل تحلیل مخاطرات شغلی و جمع آوری اطلاعات به روش مشاهده فرآیند انجام کار، مصاحبه با سرپرستان و شاغلین بود که بر اساس استاندارد OSHA' S HAZWOPER Similar Exposure Groups (SEG) مشابه (AIHA) گردید و بر اساس راهبرد بهداشت صنعتی آمریکا (۱۳)، کارکنانی که در یک گروه مواجهه مشابه قرار داشتند به عنوان گروه هدف جهت اندازه گیری و تعیین نتایج انتخاب شد. مرحله دوم شامل نمونه برداری و پایش هوا در خصوص مواجهه کارکنان محوطه پالایش با ترکیبات BTEX بود که نمونه برداری صرفاً بصورت تصادفی ساده با یک رویکرد سیستماتیک برای پایش مواجهه انجام شد، نمونه برداری های لازم در ساعتهای مختلف روز از منطقه تنفسی کارکنان صورت پذیرفت. جمع آوری نمونه ها مطابق روش ۱۵۰۱ سازمان NIOSH (۱۴)، با استفاده از پمپ کالیبره شده و لوله های جاذب زغال فعال استفاده شد. آماده سازی نمونه های جمع آوری شده به روش بازیافت شیمیایی توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی از بستر جدا و تجزیه شد (با در نظر گرفتن ۲۰ درصد احتمال خطای نمونه گیری)، حداقل نمونه لازم در این مطالعه برای برآورد میزان BTEX در شرکت پتروشیمی ۴۸ نمونه تعیین گردید. تقسیم بندی جغرافیایی مدنظر را به ۸ منطقه بخش بندی کرده است. با توجه به اینکه حجم نمونه تعیین شده ۴۰ تا ۴۸ نمونه برآورد شده است و در هر منطقه حدوداً ۵ اپرатор در هر شیفت کاری وجود دارد. نمونه ها از ۱۰ بخش از ۸ منطقه ای ذکر شده به صورت طبقه بندی شده انتخاب خواهند شد تا به این صورت بتوان کل شرکت را پوشش داد، سپس نمونه های گرفته شده کدگذاری شده و با رعایت اصول استاندارد به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال لوله های جاذب ذغال فعال به آزمایشگاه، نمونه ها بر اساس متدهای پتروشیمی ماهشهر انجام گرفت.

بالاترین مقادیر ریسک را داشتند (۹). یافته های ناشی از مطالعه هراتی و همکاران در ارزیابی ریسک مواجهه با آلاینده های شیمیایی در یک صنعت خودروسازی نشان داد که کارکنان واحد مورد بررسی در طول فعالیت کاری خود با ۵ ماده شیمیایی سیلیس، بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن مواجهه داشتند. در میان آلاینده های موجود در منطقه تنفسی کارکنان، سیلیس و بنزن به عنوان خطرناک ترین آلاینده و دارای سطح ریسک بالای شناسایی شدند (۱۰). مطالعه انجام شده توسط نصری و همکاران در ارزیابی ریسک سلامت انسان در مواجهه با بنزن و تولوئن در کارگران پمپ بنزین شهر کرمان نشان داد که میانگین غلظت بنزن هوا بالاتر از حد مجاز پیشنهاد شده توسط کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور (۰/۵ ppm) می باشد در حالیکه غلظت تولوئن کمتر از حد مجاز می باشد (۱۱). برای تصمیم گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت کارکنان در برابر عوارض سوء ناشی از مواد شیمیایی، لازم است ریسک بهداشتی ناشی مواجهه با این مواد به طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد، چرا که بدون انجام ارزیابی ریسک، زمان و منابع صرف خطرات کم اهمیت تر شده و از مخاطرات مهم و قابل توجه غفلت می شود (۴). این تحقیق ارایه روشی جامع و کارآمد برای ارزیابی کمی ریسک مواد شیمیایی مواجهه های شغلی کارکنان در شرکت پتروشیمی می باشد. با توجه به مسائل ذکر شده و گستردگی و کاربرد روز افزون مواد شیمیایی در محیط های تحقیقاتی پژوهشی، لزوم اتخاذ رویکرد سیستماتیک شناسایی، ارزیابی و کنترل مخاطرات بهداشتی مواد شیمیایی در شرکت پتروشیمی کاملاً نمایان است. یکی از مهم ترین منابع آلاینده ها، مواد شیمیایی می باشد که در اثر مرور زمان مشکلات حادی را برای کارکنانی که با مواد شیمیایی مختلفی در واحدهای فرآیندی پالایشی تماس هستند ایجاد می کند. لذا با توجه به مطالعه ذکر شده، ضرورت دارد مطالعه ای با هدف تعیین بالاترین سطح مواجهه با ترکیبات BTEX و ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه کارکنان محوطه پالایش در یکی از شرکت های پتروشیمی ماهشهر انجام گرفت.





از ازمون ANOVA و برای بررسی ارتباط چندگانه پارامترها از روش رگرسیونی چندگانه استفاده شد. مرحله چهارم شامل ارزیابی ریسک بود که بر اساس راهنمای ارزیابی ریسک بهداشتی مواجهه با مواد شیمیایی اداره کل بهداشت، ایمنی و محیط زیست وزارت نفت به شماره ۸۴۱۰۱۰۴۲ در ۴ مرحله به شرح زیر انجام شد (۱۵).

الف) تعیین درجه خطر: درجه خطر (Hazard Rate) هر کدام از مواد شیمیایی با توجه به اثرات سرطانزایی آن مشخص شد (جدول ۱).

شماره NIOSH 1501، بوسیله ۱ میلی لیتر دی سولفید کربن از بستر جاذب استخراج شده و نمونه‌ها با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی مدل CP-C800 VARIAN مجهز به دتکتور یونیزاسیون شعله‌ای (FID) آنالیز شدند. مرحله سوم شامل تحلیل آماری نتایج اندازه‌گیری‌ها که پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون‌های پارامتریک جهت آنالیز داده‌ها استفاده گردید. پس از جمع‌آوری تمامی داده‌ها و وارد کردن داده‌ها در نرم افزار Excel 2013 و SPSS نسخه ۲۲ داده‌ها تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین چند گروه مستقل

جدول ۱: تعیین درجه خطر از طریق اثرات سمی یا عوارض زیان آور شیمیایی

درجه خطر	توصیف اثرات مواد شیمیایی در تقسیم بندی مخاطرات مواد شیمیایی	مثال
۱	<ul style="list-style-type: none"> - موادی که هیچ گونه اثر بهداشتی شناخته شده ای ندارند و به عنوان مواد سمی یا زیان آور طبقه‌بندی نشده‌اند. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A5 سرطانزها قرار داده است. 	کلرید کلسیم، بوتان، استات بوتیل، کربنات کلسیم
۲	<ul style="list-style-type: none"> - موادی که اثرات برگشت پذیر بر روی پوست، چشم و غشاء مخاطی دارند ولی اثراشان آنقدر شدید نیست که بتواند اختلال جدی بر انسان ایجاد کنند. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A4 سرطانزها قرار داده است. - موادی که سبب ایجاد حساسیت و تحریک پوست می‌شوند. 	استون، بوتان، اسید استیک ۱۰ درصد، املاخ باریوم و ...
۳	<ul style="list-style-type: none"> - موادی که احتمالاً بر انسان یا حیوان سرطان زا یا موتاژن هستندولی اطلاعات کافی در این مورد وجود ندارد. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A3 سرطانزها قرار داده است. - موادی که IRAC آنها را در گروه B2 سرطان زها قرار داده است. - مواد خورنده ($\text{PH} < ۳$ یا $\text{PH} < ۱۲$) و مواد حساس کننده دستگاه تنفسی و ... 	تولوئن، گزیلن، اتیل بنزن، آمونیاک، بوتانول، استالدئید، آنیلین، آنتیموان
۴	<ul style="list-style-type: none"> - موادی که امکان سرطانزایی، موتاژنی (ایجاد جهش ژنی) و تراویزون (ناقصه الخلقه زایی) آنها بر طبق مطالعات انجام شده روی حیوانات بیشتر از دسته قبلی است. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A2 سرطانزها قرار داده است. - گروه A2 در طبقه IRAC - مواد خیلی خورنده ($\text{PH} < ۲$ یا $\text{PH} < ۱۴$ یا $\text{PH} < ۱۱/۵$) 	فرمالدئید، کادمیوم، متیلن کلراید، اتیلن اکساید آکریلونیتریل
۵	<ul style="list-style-type: none"> - موادی که اثر سرطان زایی، موتاژنی تراویزونی آنها شناخته شده است. - موادی که ACGIH آنها را در طبقه A1 سرطانزها قرار داده است. - گروه ۱ در طبقه IRAC - مواد شیمیایی خیلی سمی 	بنزن، بنزیدین، سرب، سیلیس، آرسنیک، بریلیوم، برومین، نیل کلراید، جیوه



W: میانگین ساعت کاری در هفته (۴۰ ساعت)
D: میانگین زمان هر مواجهه (ساعت)
در رابطه فوق فرض می شود که فرد در زمان استراحت (وقتی
وظیفه شغلی انجام نمی شود) کارکنان با آلاینده ها مواجهه
ندارند. از تقسیم میزان مواجهه هفتگی E بر حد تماس قابل
قبول PEL میزان درجه مواجهه ER از طریق جدول (۲) بدست
می آید.

(Exposure Rate) تعیین درجه مواجهه: درجه واجهه (ER)
Mطابق راهنمای ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از مواجهه با
مواد شیمیایی وزارت نفت تعیین شد. جدول (۲).

جدول ۲: تعیین درجه مواجهه براساس تراکم اندازه گیری شده (۱۶).

E/OEL	ER
۰/۱ <	۱
۰/۱ < تا ۰/۵	۲
۰/۵ < تا ۱	۳
۱ < تا ۲	۴
۲ ≥	۵

هر یک از آلاینده های مورد بررسی، برای رتبه بندی هر یک از
مواد به منظور طراحی اقدامات کنترلی، رتبه بندی ریسک با
استفاده از جدول (۳) مشخص گردید.

$$\text{Risk Level} = \sqrt{\text{HR} \times \text{ER}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

ب) تعیین سطح مواجهه: سطح مواجهه واقعی (Exposure) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:
میانگین مواجهه هفتگی با مواد شیمیایی با استفاده از فرمول
زیر تعیین گردید:

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} \quad \text{رابطه (۱)}$$

E: میزان مواجهه هفتگی (ppm) یا میلی گرم بر متر مکعب
F: تعداد دفعات مواجهه در هفته
M: میزان مواجهه (بی پی ام یا میلی گرم بر متر مکعب)

جدول ۲: تعیین درجه مواجهه براساس تراکم اندازه گیری شده (۱۶).

PEL: حد تماس قابل قبول یا میانگین وزنی - زمانی (TLV-TWA)

د) تعیین سطح و رتبه ریسک: پس از تعیین درجه مخاطره (Risk Level) و درجه مواجهه (ER)، سطح ریسک (HR) با استفاده از رابطه (۲) و پس از تعیین سطح ریسک برای

جدول ۳: رتبه بندی ریسک

نمره ریسک	شاخص های مواجهه	رتبه ریسک
۰-۱/۷	ناچیز	۱
۱/۷-۲/۸	پایین	۲
۲/۸-۳/۵	متوسط	۳
۳/۵-۴/۵	بالا	۴
۴/۵-۵	خیلی بالا	۵

یافته ها

تولوئن و اتیل بنزن در منطقه تنفسی کارکنان در جدول ۵
نشان داده شده است.
غلهای آلاینده ها در منطقه تنفسی سایت من های الفین

تعداد کل نمونه های اندازه گیری شده از ترکیبات آلی فرار
۱۰۴ نمونه، که ۸ نمونه آنها شاهد و ۶۴ نمونه برای سایت
من ها اندازه گیری شد. که از در این بین، میانگین تراکم بنزن،





(0.405 ± 0.057 ppm) ایستگاه ۷ و اتیل بنزن با (0.402 ± 0.007 ppm) در ایستگاه ۷ و کمترین با تراکم (0.056 ± 0.005 ppm) در ایستگاه ۶ می‌باشد (جدول ۴).

نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مواجهه با بنزن با تراکم (0.782 ± 0.05 ppm) در ایستگاه ۷ و کمترین با تراکم (0.005 ± 0.008 ppm) در ایستگاه ۴، تولوئن با (

جدول ۴: تراکم بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در منطقه تنفسی سایت منهای الفین

ایستگاه	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن
Line1	0.309 ± 0.14	-	0.196 ± 0.003
ایستگاه ۱	0.416 ± 0.21	0.002 ± 0.003	0.251 ± 0.003
Line2	0.12 ± 0.007	0.003 ± 0.004	0.2446 ± 0.006
ایستگاه ۲	0.227 ± 0.02	-	0.44 ± 0.14
Line1	0.55 ± 0.614	0.083 ± 0.117	0.128 ± 0.042
ایستگاه ۳	0.781 ± 0.52	0.111 ± 0.15	0.2 ± 0.162
Line2	0.931 ± 0.03	-	0.214 ± 0.006
ایستگاه ۴	0.923 ± 0.61	0.054 ± 0.077	0.153 ± 0.11
Line1	1.01 ± 0.001	-	0.94 ± 0.006
ایستگاه ۵	3.56 ± 0.76	-	0.81 ± 0.17
Line2	1.155 ± 0.006	-	1.5 ± 0.09
ایستگاه ۶	4.85 ± 0.001	-	0.69 ± 0.18
Line1	11.2 ± 0.15	-	1.27 ± 0.003
ایستگاه ۷	1.17 ± 0.009	-	1.39 ± 0.001
Line2	1.156 ± 0.02	0.056 ± 0.08	2.01 ± 0.284
ایستگاه ۸	0.05 ± 0.008	1.06 ± 0.03	1.56 ± 0.005
Line1	2.78 ± 0.007	-	2.62 ± 0.049
ایستگاه ۹	6.69 ± 0.01	-	2.6 ± 0.17
Line2	5.09 ± 0.001	0.67 ± 0.09	0.97 ± 0.04
ایستگاه ۱۰	5.99 ± 0.01	0.7 ± 0.099	2.09 ± 0.14
Line1	8.23 ± 0.12	1.692 ± 0.004	5.32 ± 0.008
ایستگاه ۱۱	7.8 ± 0.02	1.110 ± 0.157	4.29 ± 0.004
Line2	4.4 ± 0.03	1.272 ± 0.179	0.56 ± 0.005
ایستگاه ۱۲	8.7 ± 0.1	2.45 ± 0.06	4.83 ± 0.053
Line1	8.2 ± 0.01	4.0 ± 0.57	2.46 ± 0.02
ایستگاه ۱۳	7.96 ± 0.34	3.0 ± 0.07	6.02 ± 0.007
Line2	4.5 ± 0.07	2.59 ± 0.05	3.83 ± 0.009
ایستگاه ۱۴	7.88 ± 0.05	3.0 ± 0.01	5.8 ± 0.1
Line1	3.55 ± 0.009	1.0 ± 0.5	0.75 ± 0.04
ایستگاه ۱۵	3.37 ± 0.02	1.16 ± 0.16	1.21 ± 0.001
Line2	2.74 ± 0.05	-	0.73 ± 0.051
ایستگاه ۱۶	4.56 ± 0.06	-	0.85 ± 0.02



۰/۱۰۷±۰/۱۵۱ ppm) در ایستگاه ۴، تولوئن با ۰/۳۰۲±۰/۱۸۸ ppm) ایستگاه ۷ و اتیل بنزن با ۰/۰۵۰۷±۰/۶۴ ppm) در ایستگاه ۸ و کمترین با تراکم ۰/۱۲۱±۰/۰۰۹) در ایستگاه ۳ میباشد (جدول ۵).

جدول ۵: تراکم وزنی، زمانی اندازه گیری های صحیح و عصر بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در منطقه تنفسی کارکنان سایت من

میانگین	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن
۱ ایستگاه	۰/۳۰۹±۰/۰۶	۰/۰۰۰۸±۰/۰۱	۰/۲۲۹±۰/۰۰۲
۲ ایستگاه	۰/۸۷۳±۰/۲۰۲	۰/۱۱۴±۰/۰۰۲	۰/۱۸۹±۰/۰۰۳
۳ ایستگاه	۰/۱۸۸±۰/۰۱۶	۰	۰/۱۲۱±۰/۰۰۹
۴ ایستگاه	۰/۱۰۷±۰/۱۵۱	۰/۰۳±۰/۰۲۵	۰/۱۵۵±۰/۰۹
۵ ایستگاه	۰/۴۰۴±۰/۰۰۱	۰/۲۹۸±۰/۰۴۲	۰/۳۲۱±۰/۱۱۵
۶ ایستگاه	۰/۶۰۳±۰/۰۰۶	۰/۱۵۷±۰/۰۳	۰/۳۴۴۶±۰/۰۰۹
۷ ایستگاه	۱/۰۳±۰/۰۰۹	۰/۰۳۰±۰/۱۸۸	۰/۳۹۱۹±۰/۰۰۸
۸ ایستگاه	۰/۳۷۹±۰/۰۲	۰/۰۴۷±۰/۰۶	۰/۵۰۷±۰/۶۴

غلظت آلاینده ها در منطقه تنفسی کارکنان سایت من

نتایج نشان می دهد که بیشترین مواجهه با بنزن با تراکم (۰/۰۰۹ ppm) در ایستگاه ۷ و کمترین با تراکم (۰/۰۳±۰/۰۰۹ ppm) در ایستگاه ۴.

۰/۱۸ ppm) در ایستگاه ۳، تولوئن با ۰/۳۲ ppm) ایستگاه ۲ و اتیل بنزن با ۰/۰۴۴ ppm) در ایستگاه ۶ و کمترین با تراکم (۰/۰۵۶ ppm) در ایستگاه ۸ میباشد (جدول ۶).

غلظت آلاینده ها در منطقه تنفسی کارکنان سرشیفت: نتایج نشان می دهد که بیشترین مواجهه با بنزن با تراکم (۰/۰۵۲ ppm) در ایستگاه ۲ و کمترین با تراکم (۰/۰۳۲ ppm) در ایستگاه ۳.

جدول ۶: تراکم بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در منطقه تنفسی کارکنان سرشیفت

ایستگاه	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	TWA
۱ ایستگاه	۰/۳۰۷۲	۰	۰/۱۶۳۲	۰/۱۶۱۵
	۰/۳۸۱۴	۰	۰/۲۳۸۳	۰/۱۴۷۵
۲ ایستگاه	۰/۷۵۹۶	۰/۱۵۳۱	۰/۱۶۸۶	۰/۳۲۱۴
	۰/۲۱۰۲	۰/۹۰۳۱	۰/۲۴۳۹	۰/۵۲۷۳
۳ ایستگاه	۰/۱۴۰۲	۰	۰/۰۹۴۶	۰/۰۷۸۱
	۰/۳۹۴۹	۰	۰/۰۷۶	۰/۰۷۶
۴ ایستگاه	۰/۲۷۳۱	۰	۰/۱۸۵۱	۰/۱۹۴۵
	۰/۵۰۸۳	۰	۰/۱۸۵۱	۰/۲۳۷۳
۵ ایستگاه	۰/۴۱۵۳	۰/۲۰۵۱	۰/۳۲۶۳	۰/۱۲۸۱
	۰/۵۰۸۳	۰	۰/۱۹۹۱	۰/۲۵۳۷
۶ ایستگاه	۰/۷۱۵۳	۰/۱۶۶۱	۰/۰۵۲۶۳	۰/۱۶۳۸
	۰/۲۸۰۲	۰/۴۴۷۸	۰/۰۴۴۷۸	۰/۴۴۰۸
۷ ایستگاه	۰/۵۱۹۸	۰	۰/۲۴۵۸	۰/۰۷۷۵
	۰/۴۳۹۸	۰/۳۱	۰/۰۸۰۲۱	۰/۳۰۴۱
۸ ایستگاه	۰/۳۴۸۲	۰	۰/۰۴۱۳	۰/۰۵۶
	۰/۸۳۵۸	۰/۱۲۱۱	۰/۴۲۶۵	۰/۰۵۶



تولوئن با (۰/۷۷ ppm) ایستگاه ۷ و اتیل بنزن با (۰/۴۵ ppm) در ایستگاه ۵ و کمترین با تراکم (۰/۰۵۷) در ایستگاه ۳ می‌باشد (جدول ۷).

غلهٔ آلاینده‌ها در منطقه تنفسی کارکنان مسئول واحد: نتایج نشان می‌دهد که بیشترین مواجهه با بنزن با تراکم (۰/۴۳ ppm) در ایستگاه ۷ و کمترین (۰/۱۱) در ایستگاه ۱.

جدول ۷: تراکم بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در منطقه تنفسی کارکنان مسئول واحد (سرپرست)

TWA		اتیل بنزن	بنزن	اتیل بنزن	تولوئن	بنزن	صبح	ایستگاه
اتیل بنزن	تولوئن							
۰/۰۹۹	۰	۰/۱۱۲۳	۰/۱۰۳۲	۰	۰/۱۰۷۲	صبح	۱	ایستگاه ۱
				۰/۱۳۸۳		عصر		
۰/۱۵۴۸	۰/۱۷۹	۰/۱۹۴۹	۰/۱۶۴۶	۰/۱۵۴۱	۰/۲۳۱۴	صباح	۲	ایستگاه ۲
				۰/۲۰۷۹		عصر		
۰/۰۵۷۸	۰/۰۰۴۶	۰/۱۶۴۴	۰/۰۶۷۴	۰/۰۰۷۵	۰/۱۳۲۷	صباح	۳	ایستگاه ۳
				۰/۰۶۳		عصر		
۰/۱۷۹۲	۰	۰/۲۲۸	۰/۲۲۰۳	۰	۰/۲۴۳۱	صباح	۴	ایستگاه ۴
				۰/۱۶۶۱		عصر		
۰/۴۵۰۶	۰/۰۹۴	۰/۳۷۷۹	۰/۳۲۵۳	۰/۱۰۵۱	۰/۴۱۲۳	صباح	۵	ایستگاه ۵
				۰/۹۸۹۲		عصر		
۰/۲۲۸۲	۰/۱۶۲۷	۰/۲۶۸۶	۰/۲۲۶۴	۰/۱۶۴۱	۰/۳۲۵۳	صباح	۶	ایستگاه ۶
				۰/۳۴۶۸		عصر		
۰/۲۹۱۶	۰/۷۷۵	۰/۴۳۴۸	۰/۳۶۷۸	۰	۰/۵۱۹۸	صباح	۷	ایستگاه ۷
				۰/۲۴۷۱		عصر		
۰/۰۷۳	۰	۰/۴۲۶۳	۰/۰۶۲۳	۰	۰/۳۴۸۲	صباح	۸	ایستگاه ۸
				۰/۱۳۸۱		عصر		

جدول ۸: مقایسه غلهٔ آلاینده‌های اندازه گیری شده کل ایستگاه‌ها با استاندارد

P- Value	Mean	تولوئن		P- Value	Mean	بنزن	P- Value	Mean	شغل
		اتیل بنزن	بنزن						
۰/۰۰۰۱	۰/۲۵±۰/۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۱۲±۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۵۸±۰/۴۵	سایت من			
۰/۰۰۰۱	۰/۲۴±۰/۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۱۲±۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۴۳±۰/۱۹	سرشیفت			
۰/۰۰۰۱	۰/۲۳±۰/۲۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۸±۰/۱۱	۰/۰۰۲	۰/۳۲±۰/۱۷	مسئول			

ریسک پایین، برای شغل سرشیفت‌ها ماده بنزن در واحد الفین با سطح ریسک ۳/۱۶ در ایستگاه‌های در کلیه جایگاه‌ها دارای رتبه ریسک متوسط ، اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ در کلیه جایگاه‌ها دارای رتبه ریسک پایین، برای شغل سرپرست‌ها ماده بنزن در واحد الفین با سطح ریسک ۲/۲۳ ، اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ در کلیه ایستگاه‌ها دارای رتبه ریسک پایین می‌باشند.

ارزیابی ریسک بهداشتی: با توجه به روش ارزیابی ریسک مذکور تعداد ۳ آلاینده در منطقه تنفسی کارکنان شاغل در ایستگاه‌های عرضه سوخت بنزین شناسایی شد. با توجه به جدول (۹) ماده بنزن برای شغل سایت من‌ها در ایستگاه‌های عرضه سوخت با سطح ریسک ۴/۴۷ در ایستگاه‌های ۶، ۲ و ۷ دارای بیشترین رتبه ریسک، اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ دارای رتبه



مجمع متخصصین بهداشت صنعتی دولت آمریکا (ACGIH) به عنوان مخاطره‌آمیزترین مواد در واحد الفین شناسایی گردید.

در مرحله ارزیابی ریسک نیمه کمی مواد شیمیایی در واحد الفین بنزن با ضریب مخاطره ۵ و به علت گروه‌بندی در گروه A1

جدول ۹: سطح ریسک و رتبه ریسک آلاینده‌های موجود در واحدهای مورد مطالعه

ایستگاه	آلاینده	درجه خطر (HR)	درجه مواجهه (ER)	سطح	سرشیفت	مسئول (سرپرست)	سایت منها		
							درجه مواجهه (ER)	رتبه ریسک	سطح
	بنزن	۵	۳	۳.۸۷	بالا	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۱	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۴	۴.۴۷	خیلی بالا	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۲	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۲	۳.۱۶	متوسط	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۳	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۲	۳.۱۶	متوسط	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۴	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۲	۳.۱۶	متوسط	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۵	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۶	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۴	۴.۴۷	خیلی بالا	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۷	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۲	۳.۸۷	بالا	پایین	۲.۲۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
۸	اتیل بنزن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	بنزن	۵	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط
	تولوئن	۳	۱	۱.۷۳	پایین	پایین	۱.۷۳	۱	متوسط

پتروشیمی (سایت منها) مورد مطالعه ۶۶/۷ درصد دارای ریسک پایین، ۸/۳ درصد ریسک بالا و ۱۲/۵ درصد ریسک متوسط و خیلی بالا، برای شغل سرشیفت‌ها ماده بنزن با سطح ریسک ۱۶/۳ دارای رتبه ریسک متوسط، برای اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ دارای رتبه ریسک پایین و برای عنوان شغلی مسئول ماده بنزن، با سطح ریسک ۲/۲۳، برای اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ دارای رتبه ریسک پایین می‌باشدند.

با توجه به روش ارزیابی ریسک مذکور تعداد ۳ آلاینده در منطقه تنفسی کارکنان شاغل در واحد الفین برای عنوان‌های شغلی سایتمن، سرشیفت و مسئول شناسایی شد. با توجه به جدول (۱۰) برای ماده بنزن سایت منها با سطح ریسک ۴/۴۷ دارای رتبه ریسک خیلی بالا، برای اتیل بنزن و تولوئن با سطح ریسک ۱/۷۳ دارای رتبه ریسک پایین می‌باشد. همچنین نتایج بررسی نشان داد که سطح ریسک و رتبه ریسک آلاینده‌های موجود در شرکت



جدول ۱۰: سطح ریسک و رتبه‌بندی آلاینده‌های موجود برای شغل‌های سایت من‌ها، سرشیفت و مسئول

شغل	آلاینده	میانگین حسابی TWA	درجه خطر	درجه موواجهه	سطح ریسک	رقیه ریسک
بنزن	سایت من	۰/۴۸۶۶	۵	۴	۴/۴۷	خیلی بالا
تولوئن	سرشیفت	۰/۱۱۸۶	۳	۱	۱/۷۳	پایین
اتیل بنزن	مسئول(سرپرست)	۰/۲۸۲۳	۳	۱	۱/۷۳	پایین
بنزن		۰/۵۸۲۹	۵	۲	۳/۱۶	متوسط
تولوئن		۰/۰۸۶۵	۳	۱	۱/۷۳	پایین
اتیل بنزن		۰/۲۰۴۵	۳	۱	۱/۷۳	پایین
بنزن		۰/۲۷۶۱	۵	۱	۲/۲۳	پایین
تولوئن		۰/۱۵۱۹	۳	۱	۱/۷۳	پایین
اتیل بنزن		۰/۱۹۱۷	۳	۱	۱/۷۳	پایین

بحث

ایستگاه‌های ۵ می‌باشد. در این مطالعه مشخص شد که بنزن با میانگین تراکم (۰/۵۸ ppm) در محدوده کاری سایت من‌ها، (۰/۴۳ ppm) برای کارکنان سرشیفت و با تراکم (۰/۳۳ ppm) برای زمان‌های حضور سرپرست در محل ایستگام، دارای بیشترین تراکم نسبت به اتیل بنزن و تولوئن می‌باشد. در مطالعه Rinsky نیز ارتباط بنزن با لوسومی در غلظت‌های مختلف را نشان می‌دهد (۱۷). بنزن یکی از ساده‌ترین هیدروکربن آروماتیک و در عین حال یکی از بهترین حلال‌های مورد استفاده در صنعت می‌باشد. سمیت خونی این حلال هنگامی مشخص شد که برای اولین بار در صنایع مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۸۹۷ سانتنسون ۹ فرد را که دچار سمیت‌های هماتولوژیکی به دلیل موواجهه مزمن با بنزن بود را گزارش کرد (۱۸). بنزن سبب ایجاد سمیت در خون و نیز اثر بر روی مغز استخوان می‌شود، اما در ایالت متحده آمریکا تاثیرات این ماده در غلظت‌های کمتر از (۱ ppm) هنوز به خوبی مشخص نیست (۱۹). بنابراین هیچ غلظتی در موواجهه با بنزن را نمی‌توان به عنوان غلظت ایمن و بی خطر در نظر گرفت (۲۰). در مطالعه‌ای که توسط کولین و همکارانش در بین ۲۰۰ کارگر موواجهه یافته با بنزن و ۲۶۸ کارگر که فاقد موواجهه بودند، مورد بررسی قرار گرفت، نتیجه مطالعه نشان داد که

همانطور که مشاهده می‌شود کارکنان واحد مورد بررسی در معرض ۳ آلاینده بنزن، تولوئن و اتیل بنزن قرار دارند. از بین مواد حاصل ریسک مربوط به بنزن نسبت به بقیه آلاینده‌ها بالاتر بوده که با توجه به اینکه بنزن قادر به ایجاد لوسومی حتی در مقادیر اندک می‌باشد (۱۷)، انجام اقدامات اصلاحی و نیز آموزش کافی جهت کاهش زمان موواجهه با آلاینده‌های مخاطره‌آمیز پیشنهاد می‌گردد. با توجه به سمی بودن بخارات بنزن (درجه خطر ۵) و از طرفی بالا بودن میزان تراکم آلاینده از حد مجاز ((۱/۳ ppm)) در ایستگاه شماره (۷) اولین گزینه جایگزینی این ماده با ماده‌ای کم خطرتر به منظور کاهش درجه خطر در کنار کاهش موواجهه است.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که بیشترین موواجهه سایت من‌ها با بنزن با تراکم (۱/۳ ppm) در ایستگاه ۷، تولوئن با (۰/۳۰ ۲ ppm) ایستگاه ۷ و اتیل بنزن با (۰/۵۰ ۷ ppm) در ایستگاه ۸ می‌باشد. همچنین بیشترین موواجهه سرشیفت با بنزن با تراکم (۰/۵۲۷ ppm) در ایستگاه ۲، تولوئن با (۰/۳۲۱ ppm) در ایستگاه ۲ و اتیل بنزن با (۰/۴۴ ppm) در ایستگاه‌های ۶ می‌باشد و بیشترین موواجهه مسئول با بنزن ppm با تراکم (۰/۴۳۴ ppm) در ایستگاه ۷، تولوئن با (۰/۴۵ ppm) در ایستگاه ۷ و اتیل بنزن با (۰/۷۷۵ ppm) در ایستگاه ۷



ریسک قابل توجهی برخوردار بودند (۲۳)، ساعت کاری کارکنان اپراتور این مطالعه در هر روز با احتساب ۲ ساعت استراحت، حدود ۱۰ ساعت کاری، برای کارکنان سرشیفت ۲/۵ ساعت مواجهه و ۲ ساعت هم استراحت، برای کارکنان سرپرست ۴۵ دقیقه مواجهه در محیط کار می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط واگستاف و همکاران در سال ۲۰۱۱ در نروژ به هدف بررسی اثرات ساعات طولانی کار بر روی سلامت، نتایج ایمنی و عملکرد افراد انجام شد نشان داد که ساعات طولانی کار اثرات ضرر و قابل توجهی بر روی سلامت و ایمنی دارد (۲۴). می‌توان با ایجاد استراحت‌های کوتاه مدت و همچنین تنظیم زمان کار و استراحت در مکانی خارج از محل کار میزان مواجهه کارکنان را کاهش داد. بنابراین برای تصمیم گیری در مورد اقدامات کنترلی و حفاظت کارکنان در برابر عوارض سوء ناشی از مواد شیمیایی، لازم است ریسک‌های بهداشتی ناشی از مواجهه با این مواد به طور اختصاصی مورد ارزیابی قرار گیرد (۲۵ و ۲۶).

نتیجه‌گیری کلی

پرسنل شاغل در جایگاه‌های توزیع سوخت بنزین در سطوح بالایی در مواجهه با ترکیبات BTEX می‌باشند. با توجه به پیامد بالای مواجهه با بنزین و میزان قابل توجه آن در نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده، اقدامات کنترلی جهت کاهش میزان مواجهه با این ماده شیمیایی نسبت به دو ترکیب دیگر در اولویت بالاتری قرار دارد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که ارزیابی ریسک بهداشتی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از آلاینده‌های موجود در محیط کار در اختیار ما قرار دهد. پیشنهاد می‌گردد به منظور مقایسه و تعیین اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه تکمیلی در مطالعات آتی علاوه بر ترکیبات BTEX، ارزیابی ریسک مواجهه با سایر ترکیبات آلی نیز انجام گیرد.

تقدیر و تشکر

از کلیه همکاران و افرادی که ما را در این امر یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

غلظت بنزن بین (۰/۰۱-۱/۴ ppm) می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط فرشاد و همکارانش در سال ۲۰۱۳ با هدف بررسی ارزیابی ریسک بنزن، تولوئن، گزیلن و اتیل بنزن انجام شد، نشان دادند که بیشترین ریسک مربوط به بنزن و سپس تولوئن بود که میزان غلظت بنزن ۳۴/۹ برابر حد آستانه مجاز و سپس تولوئن با ۴/۴ برابر حد آستانه مجاز بود (۲۱). در مطالعه جلالی و همکارانش، میزان اتیل بنزن در مقایسه با دیگر ترکیبات دارای غلظت بالاتری است، همچنین نمره ریسک اتیل بنزن نسبت به دو ترکیب تولوئن و زایلن بیشتر است (۲۲). نتایج بررسی نشان داد که سطح ریسک و رتبه ریسک آلاینده‌های موجود در شرکت پتروشیمی (سایت من‌ها) مورد مطالعه ۶۶/۷ درصد دارای ریسک پایین، ۸/۳ درصد ریسک بالا و ۱۲/۵ درصد ریسک متوسط و خیلی بالا می‌باشند. این مقادیر برای سرشیفت‌های واحد اندازه‌گیری شده ۶۶/۷ درصد پایین و ۳۳/۳ درصد متوسط و برای ۱۰۰ درصد سرپرست‌ها ریسک با رتبه پایین برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد که پر مخاطره‌ترین شغل در پتروشیمی، سایت‌من بوده و مسئول کمترین مواجهه را دارد. با توجه به نتایج می‌توان استنباط کرد که بنزن بیشترین رتبه ریسک بهداشتی بخارات تولید شده در پتروشیمی را دارا می‌باشد. نمره ریسک بالای موجود در جایگاه‌ها را می‌توان با افزایش اقدامات کنترلی و همچنین کاهش مدت زمان مواجهه پرسنل با این ترکیب کاهش داد. این اقدامات به طور کلی منجر به کاهش درجه مواجهه ترکیبات BTEX و در نهایت کاهش نمره ریسک آنان خواهد شد.

در مطالعه‌ای که توسط جلالی و همکارانش با هدف بررسی ارزیابی ریسک بهداشتی در صنایع پتروشیمی انجام داد، نتیجه مطالعه نشان داد که نمره ریسک بنزن در شغل سایت من در مقایسه با دیگر مشاغل بالاتر بود. علت افزایش ریسک در شغل مورد نظر مربوط به نحوه و مدت فعالیت این افراد در جایگاه‌های عرضه سوخت مربوط دانست. در مطالعه ملکوتی و همکارانش، ۲۶/۶۷ درصد از آزمایشگاه‌های تحت مطالعه از



تحلیل داده: ا.د، ع.ش، آ.س.ا.ن
نگارش و اصلاح مقاله: ا.د، ن.پ

مشارکت نویسنده‌گان
طراحی پژوهش: ع.ش، آ.س.ا.ن
جمع‌آوری داده: ع.ش

منابع

1. Golbabaei F, Eskandari D, Azari M, Jahangiri M, Rahimi A, Shahtaheri J. Health risk assessment of chemical pollutants in a petrochemical complex. *Iran Occupational Health* 2012; 9(3):11-21.
2. Guo H, Lee S, Chan L, Li W .Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. *Environmental Research*. 2004; 94(1):57-66.
3. Mosaddegh Mehrjerdi MH, Tahmasebi N, Barkhordari FiroozAbadi A, Fallahzadeh H, Esmaelian S, Soltanizadeh K. The investigation of exposure to benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) with Solid Phase Microextr action Method in gas station in Yazd province. *ISMJ*. 16(6):419-27. 2014.
4. McDermott HJ. Air monitoring for toxic exposures: John Wiley & Sons; 2004.
5. Negahban AR, Ghorbani Shahna F, Rahimpoor R, Jalali M, Rahiminejad S, Soltanian A, et al. Evaluating Occupational Exposure to Carcinogenic Volatile Organic Compounds in an Oil-Dependent Chemical Industry: a Case Study on Benzen and Epichlorohydrin. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2014;1(1):36-46.
6. Guo H, Lee S, Chan L, Li W. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. *Environmental Research*. 2004;94(1):57-66.
7. Christensen JS, Elton J. Soil and groundwater pollution from BTEX. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. 1996.
8. Giti pour S, Aboolfazl zadeh M, Housein pour MA. Investigation of Hydrocarbon Properties of Modified and Conventional Bentonites Based on Interlayer Spatial Changes Against Water, Petrol, MTBE and BTEX Compounds .*Journal of Science and Environmental Technology*, 2000.12(4): 81-84.
9. Jalali M, Jalali S, Shafii Motlagh M, Mardi H, Negahban S, Faraji Tomarkandi V, et al. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in Mashhad. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 2014;1(1):19-27. [Persian].
10. Harati B, Shahtaheri SJ, Karimi A, Azam K, Ahmadi A, Afzali Rad M, et al. Risk assessment of chemical pollutants in an automobile manufacturing. *Health and Safety at Work*. 2017;7(2):121-30.
11. Nasri A, Jebelli B, Nasrabadi T, Hadizadeh H, Ghazanchaei E. Determining the risk of occupational exposure to benzene and toluene



- among gasoline station workers, a case study in Kerman..2015; 7(2):57-63.
12. Jafari MJ, Karimi A, Rezazadeh Azari M. The challenges of controlling organic solvents in a paint factory due to solvent impurity. *Industrial health*. 2009;47(3):326-32.
 13. Soleymani E. Fundamental of sampling and occupational exposure assessment methods to gases and vapors.1st ed. Tehran: Fanavar; 2015, 243, 248, 269, 274. [Persian].
 14. NIOSH. Hydrocarbons, Aromatic; NIOSH Manual of Analytical Method 1501. 2003;3(4): 2-7.
 15. HSE administration of oil Ministry. Guidelines for assessing health risks Posed by exposure to Chemicals. Tehran: ED, Oil Ministry; 2007, 3-7. [Persian].
 16. 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.
 17. Rinsky RA. Benzene and leukemia: an epidemiologic risk assessment. *Environmental health perspectives*. 1989;82:189-91.
 18. Smith MT. Advances in understanding benzene health effects and susceptibility. *Annual review of public health*. 2010;31:133-48.
 19. Lan Q, Zhang L, Li G, Vermeulen R, Weinberg RS, Dosemeci M, et al. Hematotoxicity in workers exposed to low levels of benzene. *Science*. 2004;306(5702):1774-6.
 20. Negahban SAR, Ghorbani Shahna F, Rahimpoor R, Jalali M, Rahiminejad S, Soltanian A, et al. Evaluating occupational exposure to carcinogenic volatile organic compounds in an oil-dependent chemical industry: a case study on benzen and epichlorohydrin. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2014;1(1):36-46.
 21. Farshad A, Oliaei HK, Mirkazemi R, Bakand S. risk of,assessment benzene , toluent,ethylbenzene , and xylenes (BTEX) in paint plants of two automotive industries in iran by the cosh guideline. *European Scientific Journal*.2013.
 22. Jalali M, Jalali S, Shafii Motlagh M, Mardi H, Negahban S, Faraji Tomarkandi V, et al. Health risk assessment of occupational exposure to BTEX compounds in petrol refueling stations in Mashhad. *J Neyshabur Univ Med Sci*. 2014;1(1):19-27.
 23. M\alakouti J, Mosaferchi S, Hasely F, Azizi F, Mahdinia M. Health Risk Assessment of Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories of Qom University of Medical Sciences. *Iran Occupational Health*. 2014; 11(2):13-25.
 24. Wagstaff AS, Lie J-AS. Shift and night work and long working hours-a systematic review of safety implications. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2011; 37(3):173-185.
 25. Jahangiri M, Motovagheh M. Health Risk Assessment of Harmful Chemicals: Case Study in a Petrochemical Industry. *Iran Occupational Health*. 2011; (4):7:18-24.



Health Risks caused by Occupational Exposure to Benzene, Toluene, and Ethyl Benzene (BTEX) in a Petrochemical Company in Mahshahr

Adel SHARIFI¹, Anoosh Sadat AMINI NASAB², Amin DELAVAR^{3*}

Abstract

Original Article



Received: 2018/02/06

Accepted: 2019/04/28

Citation:

SHARIFI A, Sadat AMINI NASAB A, DELAVAR A.

Health Risks caused by Occupational Exposure to Benzene, Toluene, and Ethyl Benzene (BTEX) in a Petrochemical Company in Mahshahr. Occupational Hygiene and Health Promotion 2019; 3(1): 238-45.

Introduction: Chemicals are one of the most important sources of contaminants that over time cause severe problems for employees exposed to various chemicals in the refining process units. The purpose of this study was to determine the highest level of exposure to BTEX compounds and to assess the health risk caused by exposure to refinery personnel in a petrochemical company in Mahshahr City, Iran.

Methods: The present descriptive-analytical study was conducted in a petrochemical company in Mahshahr City during 2016-2017. In this study, we identified the causes of workplace harm by occupational groups. Air sampling and BTEX analysis were performed according to NIOSH method number 1501. To analyze the results, SPSS software was used. Finally, the risk assessment was done in accordance with the method number 84101042 of Oil Ministry.

Results: The results of this study showed that benzene with a mean density of 0.58, 0.43, and 0.38 ppm in the work areas of site men, shift workers, and a supervisor had the highest density compared with ethyl benzene and toluene. Based on the results, 66.7%, 8.3%, and 12.5% of risk levels were low, high, and moderate/very high, respectively.

Conclusion: According to the results, benzene has the highest health risk among the petrochemicals produced in petrochemicals. Due to the high level of exposure to benzene, it is recommended to take corrective and preventive measures to eliminate or reduce its exposure.

Keywords: Risk Assessment, BTEX , Occupational Exposure

¹ MSc, Department of Management safety, Health and Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz , Iran

² Faculty of Higher Education Mehr Arvand Institute, Abadan, Iran

³ Expert of HSE and Ph.D. student of Agricultural Economics, Payam Noor university of Tehran.

(*amin.delavar67@gmail.com)