مقاله پژوهشی

بررسی مواجهه شغلی با ترکیبات آلی فرار سرطان‌زا در یک صنعت شیمیایی وابسته به نفت: مطالعه موردی بر روی بنزن و اپی‌کلروهیدرین

سید امیررضا نگهبان[۱]، فرشید قربانی شهنا[۲]، رزاق رحیم‌پور[۱]، مهدی جلالی[۱]، سمیرا رحیم‌نژاد[۱]، علیرضا سلطانیان[۳]،

عبدالرحمن بهرامی[۴*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۲/۵

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه شاغلین در صنایع شیمیایی با برخی از ترکیبات سرطان‌زا طی مدت‌زمان طولانی ممکن است باعث اثرات جبران‌ناپذیری بر سلامتی آنان گردد. هدف از مطالعه حاضر ارزیابی مواجهه شاغلین با بنزن و اپی‌کلروهیدرین منتشره در هوای تنفسی شاغلین مجتمع‌های یکی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت کشور است.

روش بررسی: این مطالعه توصیفی- تحلیلی در زمستان ۹۱ در مجتمع‌های یکی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت جنوب کشور انجام پذیرفت. درمجموع ۱۷۳ نفر در این مطالعه موردبررسی قرار گرفتند. اندازه‌گیری بنزن با توجه به روش شماره NIOSH 1501 و اندازه‌گیری اپی-کلروهیدرین با استفاده از روش شماره NIOSH 1010 انجام پذیرفت. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پس از آماده‌سازی، به روش گاز کروماتوگرافی - طیف‌بین جرمی تجزیه شد..

یافته‌ها: از بین ۳۴۶ جمع‌آوری‌شده بنزن در کلیه نمونه‌ها (۱۰۰٪) و اپی‌کلروهیدرین در ۱۵۶ عدد از نمونه‌ها (۴۵٪) شناسایی شد. نتایج حاصل از آزمون آماری تفاوت معناداری را در میانگین مواجهه افراد با بنزن و اپی‌کلروهیدرین در کارگاه‌های مختلف نشان داد ($Pvalue<0.05$). مواجهه با بنزن در شغل ماشینر با ۱/۶۸ ppm بیشترین و در شغل مأمور گشت با ۰/۰۱۸ ppm کمترین مقدار را نشان داد. نتایج آزمون آماری تفاوت معناداری در میانگین مواجهه افراد با بنزن در مشاغل مختلف نشان نداد ($Pvalue>0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که ماهیت کاری شاغلین در صنایع شیمیایی بر مواجهه آنان با ترکیبات آلی فرار در محل کار تأثیر داشته و با توجه به نزدیک بودن غلظت ترکیبات موردبررسی به‌ویژه بنزن به سطح اقدام و مواجهه افراد با غلظت‌های کمتر از حد مجاز در مدت طولانی، کاهش مواجهه افراد از طریق اقدامات کنترلی مناسب امری ضروری است.

کلیدواژه‌ها: بنزن، اپی‌کلروهیدرین، صنایع شیمیایی، ترکیبات سرطان‌زا، مواجهه شغلی

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران.

۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران.

۳. استادیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران.

۴*. (نویسنده مسئول) استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، همدان، ایران. پست الکترونیک: bahrami@umsha.ac.ir

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

مقدمه

ترکیبات آلی فرار دسته بزرگی از هیدروکربن‌های گازی شکل می‌باشند که در دمای ۲۹۳/۱۵ درجه کلوین و فشار بخار ۰/۰۱ کیلو پاسکال به‌سرعت تبخیر می‌شوند.۶۰ درصد از سهم ترکیبات آلی فرار در اتمسفر مربوط به منابع ثابت می‌باشد که در این میان فرآیندهایی که از حلال‌های صنعتی استفاده می‌نمایند بیشترین سهم را دارا می‌باشند. ازجمله مشاغلی که بیشترین مواجهه را با این دسته از ترکیبات دارند می‌توان به شاغلین صنایع پتروشیمی، رنگ‌سازی، نیروگاه‌ها، صنایع تولید حشره‌کش، خشک‌شویی‌ها، جایگاه سوخت، صنایع چاپ و تولید چسب صنعتی اشاره نمود (۴-۱). تعداد و مقدار مواد شیمیایی بی‌شمار بوده و بنا بر گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO)، تولید سالانه مواد شیمیایی در حدود ۱/۵ تریلیون دلار برآورد شده است. همچنین گزارش WHO بیانگر آن است که هم‌اکنون ۱۰۰۰۰۰ ماده شیمیایی موجود بوده و سالیانه نیز بیش از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ ماده شیمیایی دیگر به این لیست افزوده می‌شود (۵).

بنزن و اپی‌کلروهیدرین جزء ترکیباتی هستند که توسط آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) به ترتیب به‌عنوان سرطان‌زای قطعی و احتمالی برای انسان طبقه‌بندی شده‌اند. بنزن یکی از پرمصرف‌ترین و خطرناک‌ترین مواد شیمیایی است که از سوی بسیاری از سازمان‌های معتبر همچون ACGIH، EPA و IARC جزء سرطان‌زاهای قطعی انسانی طبقه‌بندی گردیده است که می‌تواند منجر به تأثیر بر سلول‌های خون‌ساز مغز استخوان و ایجاد آنمی آپلاستیک، لوسمی، لنفومی و نهایتاً سرطان خون شود (۱۲-۶). اپی‌کلروهیدرین (ECH) نیز یک ترکیب اپوکسی ارگانوکلره است که حلالیت متوسطی در آب و حلالیت خوبی در حلال‌های ارگانیک قطبی دارد و اخیراً کاربرد آن به‌عنوان یک ماده شیمیایی واسطه در بسیاری از مجموعه‌های صنعتی گسترش یافته است. مواجهه با این ماده می‌تواند به‌سرعت باعث تحریک چشم‌ها، پوست و سیستم تنفسی گردد. از دیگر عوارض مواجهه با آن نیز می‌توان به التهاب چشم‌ها و پوست به همراه درد فراوان، اثر بر سیستم تنفسی، درد شکمی، استفراغ، ضعف و بی‌حالی، سرفه، اثرات تولیدمثلی، کبدی و کلیوی اشاره نمود. همچنین مطالعات حیوانی روی این ماده ایجاد تومورهای شکمی، سرطان حفره دهان و بینی و اثرات ضد باروری را در حیوانات ثابت نموده‌است. در همین رابطه آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC) اپی‌کلروهیدرین را به‌عنوان یک سرطان‌زای احتمالی برای انسان (گروه 2A) طبقه‌بندی نموده است (۵، ۱۶-۱۳).

مطالعات زیادی در سراسر جهان در رابطه با بررسی سرطان‌های شغلی در صنایع شیمیایی وابسته به نفت انجام پذیرفته است. مواجهه با هیدروکربن‌های موجود در این صنایع ممکن است از طریق مواجهه تنفسی و پوستی اتفاق افتد که در بین این ترکیبات، بنزن به‌عنوان مهم‌ترین ماده موردتوجه بوده‌است (۱۷). در مطالعات دیگر نیز مواجهه شاغلین این صنایع با ترکیبات فرار متنوع موردبررسی قرار گرفته‌است. در پژوهشی که توسط ایلم ستین و همکاران در شهر ازمیر ترکیه و باهدف تعیین غلظت ترکیبات آلی فرار (VOCs) در هوای یک مجتمع پتروشیمی انجام شد، مشخص گردید، غلظت VOCs در این مجتمع ۴ تا ۲۰ برابر بیشتر از غلظت‌های اندازه‌گیری شده در حومه شهر ازمیر می‌باشد. از بیشترین ترکیبات آلی فرار شناسایی‌شده در این مطالعه می‌توان به بنزن، افزودنی‌های استفاده‌شده در تصفیه بنزین، اتیلن دی کلراید، ترکیبات واسط وینیل کلراید، اتیل الکل و استن اشاره نمود (۲). همچنین در پژوهشی دیگر که توسط مقصودی و همکاران در تعدادی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت در خصوص ارزیابی مواجهه پرسنل با ترکیبات آلی فرار انجام شد، مشخص گردید که غلظت این ترکیبات در برخی از نمونه‌ها بالاتر از حدود مجاز توصیه‌شده است و از بین مواد شناسایی‌شده قرارگیری افراد در سطح غیرمجاز مواجهه با بنزن در بالاترین سطح قرار دارد (۱۸).

با توجه به اینکه در ایران صنایع شیمیایی وابسته به نفت و محصولات آن روزبه‌روز در حال رشد و توسعه می‌باشد، کاربرد فراوان ترکیبات آلی فرار در این صنایع می‌تواند باعث مواجهه شاغلین با این ترکیبات شود و درنهایت ممکن است منجر به بروز عوارض متعددی گردد. در همین راستا به‌منظور صیانت از نیروی کار و منابع مادی کشور و با توجه به قوانین و دستورالعمل‌های ارائه‌شده از سوی سازمان‌های معتبر کشوری و بین‌المللی همچون OEL، NIOSH، OSHA، ACGIH و EPA، بررسی مواجهه شاغلین این صنایع با مواد شیمیایی (به‌ویژه ترکیبات آلی فرار) در راستای تعیین میزان مواجهه و باهدف ارائه تدابیر کنترلی امری ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش حاضر باهدف ارزیابی مواجهه شاغلین با بنزن و اپی‌کلروهیدرین منتشره در هوای تنفسی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

شاغلین مجتمع‌های یکی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت کشور و به‌منظور تعیین مواجهه شاغلین بر اساس استانداردهای موجود انجام پذیرفت.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی- تحلیلی به‌صورت مقطعی و در سال ۱۳۹۱ در ۲۱ مجتمع یکی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت ایران انجام پذیرفت. در ابتدا با توجه به مطالعات قبلی انجام پذیرفته (۱۸)، هماهنگی اولیه با صنایع هدف و بررسی مشاغل با پتانسیل مواجهه با آلاینده‌ها درمجموع تعداد ۳۴۶ نمونه به‌صورت فردی از ۱۷۳ نفر در ۲۱ مجتمع شیمیایی وابسته به نفت به‌عنوان حجم نمونه برآورد گردید. قبل از انجام مطالعه، مجوزهای مربوطه از سوی مقامات مسئول دریافت گردید و هماهنگی‌های لازم با مسئولین بهداشت و ایمنی شرکت‌ها به عمل آمد. همچنین فرم رضایت‌نامه در خصوص شرکت در مطالعه تهیه و بین پرسنل هدف توزیع گردید. کلیه افراد شرکت‌کننده در این مطالعه فرم رضایت شرکت در مطالعه را تکمیل نمودند.

اندازه‌گیری بنزن با توجه به روش شماره NIOSH ۱۵۰۱ و اندازه‌گیری اپی‌کلروهیدرین با استفاده از روش شماره NIOSH ۱۰۱۰ انجام پذیرفت (۱۹ و ۲۰). مطابق با روش مذکور جهت نمونه‌برداری از هوای استنشاقی از لوله جاذب زغال فعال دوقسمتی (۵۰/۱۰۰ mg) ساخت شرکت SKC استفاده شد. پمپ نمونه‌برداری مدل ۲۲۲ ساخت شرکت SKC و برای کالیبراسیون آن‌ها از روتامتر (مدل LZB-3W) استفاده شد. دبی نمونه‌برداری نیز مطابق با روش، ۲۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه لحاظ گردید. برای جلوگیری از اشباع جاذب‌ها و درنتیجه نامعتبر شدن نمونه‌ها، پس از انجام پیش‌آزمون و تعیین زمان ترک آلاینده، برای هر نفر از ۲ نمونه جاذب استفاده شد. مدت‌زمان نمونه‌برداری نیز با توجه به شیفت کاری هر فرد، ۸-۶ ساعت در نظر گرفته شد. به‌طوری‌که برای نیمی از مدت‌زمان نمونه‌برداری از یک جاذب و برای نیمه دیگر از جاذب دیگر استفاده گردید. برای نمونه‌های جمع‌آوری در هر یک از مجتمع‌ها یک نمونه شاهد نیز لحاظ گردید. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها در عرصه، لوله‌های جاذب زغال فعال در جعبه حاوی کیسه یخ خشک جهت تجزیه و تعیین مقدار به آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان انتقال داده شد.

آماده‌سازی ترکیبات موردبررسی با توجه به روش استاندارد NIOSH ۱۵۰۱ صورت گرفت. روش کار بدین ترتیب بود که قسمت جلویی جاذب را شکسته و محتوای آن را داخل ویال‌های ۲ میلی‌لیتری (شستشو داده شده با CS۲) ریخته و سپس توسط پیپت ۱ میلی‌لیتری پاکیزه ۱ میلی‌لیتر CS۲ با خلوص ۹۹٪ ساخت کمپانی مرک آلمان به ویال‌ها اضافه گردید و پس از بستن درب ویال‌ها با درپوش سپتوم‌دار، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک (مدل Soltec ۲۲۰۰MH) با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس‌ازآن یک میکرو لیتر از محلول داخل ویال را توسط سرنگ ۱۰ میکرو لیتری (ساخت شرکت Hamilton) برداشته و جهت انجام عمل تجزیه در محل پورت تزریق دستگاه گاز کروماتوگراف طیف‌سنج جرمی (مدل CP۳۸۰۰) ساخت شرکت Variance,Inc تزریق گردید. تنظیمات دستگاه در جدول ۱ ارائه گردیده است. همچنین به‌منظور تعیین غلظت نمونه‌ها، منحنی‌های کالیبراسیون ترسیم گردید

درنهایت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۶ نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت. به‌منظور تعیین ارتباط بین غلظت ترکیبات موردبررسی با نوع شغل و واحد موردبررسی به ترتیب از آزمونهای One-Way ANOVA و کروسکال والیس استفاده گردید. کلیه آزمون‌ها در سطح معناداری α=۰.۰۵ انجام شد.

جدول ۱- شرایط سازی دستگاه و مشخصات ستون

شرایط سازی دستگاه	مشخصات ستون
زمان خاموشی MS: ۱/۹-۳/۵min	SGE Code: 25mm ×0.22mm
دمای محل تزریق: ۱۸۰ ^{o}C	Capillary serial number: 4792B09
دمای اولیه ستون: ۳۰ ^{o}C	P/N:054253
زمان نگهداری در دمای اولیه: ۱۲min	CO.N:SGG
زمان افزایش دما: به ازای هر دقیقه ۲۰ درجه افزایش دما تا ۱۸۰ درجه	
و سپس ۰/۵min توقف در ۱۸۰ ^{o}C	
کل زمان آنالیز: ۲۰ min	

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

یافته‌ها

نتایج کیفی تجزیه نمونه‌ها در کلیه واحدها و مشاغل تحت بررسی نشان داد که از بین ۳۴۶ نمونه جمع‌آوری‌شده بنزن در کلیه نمونه‌ها (۱۰۰٪) و اپی‌کلروهیدرین در ۱۵۶ عدد از نمونه‌ها (۴۵٪) شناسایی شد. میانگین غلظت مواجهه شاغلین با ترکیبات موردبررسی در هر یک از واحدهای شیمیایی وابسته به نفت در جدول ۲ ارائه گردیده است. نتایج حاصل از آزمون آماری کروسکال والیس تفاوت معناداری را در میانگین مواجهه افراد با بنزن در کارگاه‌های مختلف نشان داد (Pvalue=۰.۰۰۴). به این صورت که بیشترین میانگین مواجهه افراد با بنزن در مجتمع شیمیایی وابسته به نفت شماره ۱۳ با ۱/۱۶ ppm و کمترین مقدار در شماره ۵ با ۰/۰۷۴ ppm تعیین شد. همچنین نتایج این آزمون تفاوت معناداری را در میانگین مواجهه افراد با اپی‌کلروهیدرین در کارگاه‌های مختلف نشان داد (Pvalue=۰.۰۰۳). به این صورت که بیشترین میانگین مواجهه افراد با اپی‌کلروهیدرین در مجتمع شیمیایی وابسته به نفت شماره ۹ با ۰/۴ ppm و کمترین مقدار در مجتمع شیمیایی وابسته به نفت شماره ۴ با ۰/۰۲۳ ppm به دست آمد.

مقایسه غلظت هر یک از ترکیبات با مقادیر توصیه‌شده نشان داد که غلظت بنزن در ۹٪ افراد (۱۵ نفر از ۱۷۳ نفر) و اپی-کلروهیدرین نیز در ۶٪ افراد (۵ نفر از ۷۸ نفر) از حد مواجهه شغلی کشوری (OEL) و حدود توصیه‌شده توسط ACGIH تجاوز نموده است.

میانگین غلظت ترکیبات موردبررسی با تفکیک شغلی در جدول ۳ ارائه گردیده است. در بین مشاغل، مواجهه با بنزن در شغل ماشینر با ۱/۶۸ ppm بیشترین و در شغل مأمور گشت با ۰/۰۱۸ ppm کمترین مقدار را نشان داد؛ اما در کل با توجه به نتایج حاصل از آزمون آماری کروسکال والیس تفاوت معناداری در میانگین مواجهه افراد با بنزن در مشاغل مختلف وجود نداشت (Pvalue=۰.۵۸۵). در رابطه با اپی‌کلروهیدرین نیز شغل مکانیک با ۰/۲۳۸ ppm بالاترین مقدار و در شغل سرپرست با ۰/۰۳۵ ppm پایین‌ترین مقدار مواجهه را نشان داد؛ اما با توجه به نتایج حاصل از آزمون آماری One-wayAnova میانگین مواجهه با این ماده در مشاغل مختلف یکسان بوده و تفاوت معناداری با یکدیگر نداشت (Pvalue=۰.۹۹۶).

جدول ۲- نتایج کمی غلظت بنزن و اپی‌کلروهیدرین به تفکیک مجتمع‌های موردبررسی

محل مطالعه	نوع آلاینده	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	تعداد کل نمونه‌ها	تعداد شناسایی‌شده (درصد)
۱	بنزن	۰/۲۵۷	۰/۱۰۴	۰/۱۰۴	۰/۳۴	۸	۸ (۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۷۹	۰/۱۵۹	۰/۰۶۵	۰/۳۶۱		۶(۷۵٪)
۲	بنزن	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۰۸۹	۰/۸۰۷	۳۴	۳۴(۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۲۱۶	۰/۲	۰/۰۲۹	۰/۶۸		۲۶(۷۷٪)
۳	بنزن	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۸۵	۰/۲۸۱	۶	۶ (۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۲	۰/۰۹۵	۰/۰۳۷	۰/۲۲		۶ (۱۰۰٪)
۴	بنزن	۰/۱۶	۰/۰۹۲	۰/۰۶۵	۰/۳۱۸	۲۰	۲۰ (۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۲۳	۰/۰۷	۰/۰۱۶	۰/۰۳۱		۶ (۳۰٪)
۵	بنزن	۰/۰۷۴	۰/۰۰۸	۰/۰۶۴	۰/۰۸۱	۶	۶(۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۲۷	۰/۰۰۳	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹		۴(۶۶٪)
۶	بنزن	۰/۱۱۷	۰/۰۴۶	۰/۰۶۷	۰/۲۱	۱۴	۱۴(۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۳۵	۰/۰۵۳	۰/۰۲۵	۰/۱۲۲		۶(۴۳٪)
۷	بنزن	۰/۱۸۵	۰/۰۱۲	۰/۰۳۸	۰/۴۴۲	۲۴	۲۴(۱۰۰٪)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۸۷	۰/۱۱	۰/۰۲۴	۰/۲۵		۱۶ (۳۴٪)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

ادامه جدول ۲- نتایج کمی غلظت بنزن و اپی‌کلروهیدرین به تفکیک مجتمع‌های موردبررسی

محل مطالعه	نوع آلاینده	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه	تعداد کل نمونه‌ها	تعداد شناسایی‌شده (درصد)
۸	بنزن	۰/۵۴	۰/۳۷	۰/۲۸	۱/۱۷	۱۰	۱۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۹۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۶۹		۱۰ (٪۱۰۰)
۹	بنزن	۰/۱۷۶	۰/۱۰۳	۰/۰۶۷	۰/۳۰۹	۱۰	۱۰(٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۴	۰/۳۸۳	۰/۱۳۵	۰/۶۷۷		۴ (٪۴۰)
۱۰	بنزن	۰/۲۳۴	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۵۶	۳۰	۳۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۶۶	۰/۰۵۸	۰/۰۲۸	۰/۱۹۳		۱۴ (٪۴۷)
۱۱	بنزن	۰/۲	۰/۱۶۴	۰/۰۸۴	۰/۳۱۷	۴	۴ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	–	–	–	–		۰
۱۲	بنزن	۰/۲۱۸	۰/۱۰۶	۰/۰۳۵	۰/۴۳۴	۳۴	۳۴ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۵۲	۰/۰۳۹	۰/۰۲۸	۰/۱۱		۸ (٪۲۴)
۱۳	بنزن	۱/۱۶	۲/۳۷	۰/۰۹	۷/۸	۲۰	۲۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۴۷	۰/۰۷۲	۰/۰۳۵	۰/۲۲		۱۰ (٪۵۰)
۱۴	بنزن	۰/۳۲۹	۰/۱۸	۰/۰۸۲	۰/۴۹	۸	۸(٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۹۱	۰/۰۴۵	۰/۰۴۳	۰/۱۳۲		۶ (٪۷۵)
۱۵	بنزن	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۰۶۴	۰/۳۹	۱۰	۱۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۲۶	۰	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶		۲ (٪۲۰)
۱۶	بنزن	۰/۲۶۳	۰/۱۱۱	۰/۱۴۵	۰/۴۵۹	۱۴	۱۴ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۳۷۵	۰/۴۴	۰/۱۰۸	۱/۳۲		۱۴ (٪۱۰۰)
۱۷	بنزن	۰/۲۴۵	۰/۲۰۶	۰/۰۵۹	۰/۶۹	۲۴	۲۴ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۸۹	۰/۰۹	۰/۰۳۱	۰/۱۹۳		۶ (٪۲۵)
۱۸	بنزن	۰/۲۳۳	۰/۱۹	۰/۰۳۵	۰/۶۷۸	۲۸	۲۸ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۲۰۸	۰/۰۸۱	۰/۱۵۱	۰/۲۶۶		۴ (٪۱۵)
۱۹	بنزن	۰/۲۸۵	۰/۰۳۷	۰/۰۷۷	۰/۸۰۱	۶	۶(٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۳۲	۰/۰۴۶	۰/۰۱۸	۰/۱۱		۶ (٪۱۰۰)
۲۰	بنزن	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۲۶۱	۲۸	۲۸ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۶۹	۰/۰۲۲	۰/۰۴۹	۰/۱		۸ (٪۲۹)
۲۱	بنزن	۰/۱۵۹	۰/۲۱۶	۰/۴	۰/۴۸	۸	۸ (٪۱۰۰)
	ا اپی‌کلروهیدرین	۰/۲۶۱	۰	۰/۲۶۱	۰/۲۶۱		۲ (٪۲۵)
کلیه مجتمع ها	بنزن	۰/۲۷۵	۰/۶۰۹	۰/۰۳۵	۷/۸	۳۴۶	۳۴۶ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۴۶	۰/۱۹۳	۰/۰۱۶	۱/۳۲		۱۵۶ (٪۴۵)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

جدول ۳- نتایج کمی آلاینده‌های موردبررسی به تفکیک مشاغل

شغل	نوع آلاینده	میانگین	انحراف معیار	تعداد کل نمونه‌ها	تعداد شناسایی‌شده (درصد)
ابزار دقیق	بنزن	۰/۱۶	۰/۱۶۱	۶	۶ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۹۳	–		۲۱ (٪۳۳)
آنالیزور آزمایشگاه	بنزن	۰/۲۳۶	۰/۲۰۸	۸	۸ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۳۲	–		۲(٪۲۵)
بهره بردار	بنزن	۰/۲۲۷	۰/۰۸۲	۱۸	۱۸ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۹۵	۰/۰۵۸		۱۴ (٪۷۸)
تعمیرات	بنزن	۰/۱۹۳	۰/۱۵۶	۳۲	۳۲ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۹۱	۰/۰۹۹		۱۴(٪۴۴)
تکنسین	بنزن	۰/۲۵۲	۰/۲۴۶	۱۰	۱۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۴۲	۰/۰۴۵		۴ (٪۴۰)
سایت من	بنزن	۰/۲۱۶	۰/۱۵۳	۱۷۲	۱۷۲ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۵۳	۰/۲۳		۸۰ (٪۴۷)
سرپرست	بنزن	۰/۳۱	۰/۲۱۲	۱۲	۱۲ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۳۵	–		۴ (٪۳۴)
ماشینر	بنزن	۱/۶۸	۳/۴۲	۱۰	۱۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۸۱	–		۲ (٪۲۰)
مأمور گشت	بنزن	۰/۰۱۸	۰/۲۰۵	۸	۸ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۹۳	۰/۰۹۵		۲(٪۲۵)
مکانیک	بنزن	۰/۲۰۱	۰/۱۶۵	۲۶	۲۶ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۲۳۸	۰/۲۰۸		۱۲ (٪۴۶)
نمونه گیر	بنزن	۰/۳۱۷	۰/۳۹۷	۳۰	۳۰ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۰۷۵	۰/۰۷۴		۱۴ (٪۴۷)
خدمات	بنزن	۰/۳۶۹	۰/۳۴۸	۱۴	۱۴ (٪۱۰۰)
	اپی‌کلروهیدرین	۰/۱۶۹	۰/۲۳۳		۶ (٪۴۳)

بحث

هدف از انجام این مطالعه بررسی کمی و کیفی بنزن و اپی-کلروهیدرین در چند مجموعه یکی از صنایع شیمیایی وابسته به نفت کشور بود. این ترکیبات جزء خطرناک‌ترین آلاینده‌های موجود در محیط کاری صنایع شیمیایی بوده و با توجه به ویژگی سرطان‌زایی آن‌ها دارای اهمیت فراوانی برای پایش و کنترل مواجهه شاغلین است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین میانگین مواجهه افراد با بنزن در مجتمع شماره ۱۳ و کمترین مقدار در مجتمع شماره ۵ می‌باشد. مجتمع شماره ۱۳ مجری طرح آروماتیک سوم با خوراک نفتا است و وظیفه اصلی آن تولید انواع ایزومرهای زایلن، آروماتیک‌های سنگین، بنزین و بنزن می-باشد؛ بنابراین مواجهه بالاتر شاغلین این مجتمع صنعتی با بنزن نسبت به سایر مجتمع‌ها ممکن است به این دلیل باشد. همچنین یا توجه به اینکه موقعیت قرارگیری این شرکت در جنوب سایت ۴ می‌باشد. انتشار آلاینده‌ها از سایر مجتمع‌های شیمیایی وابسته به نفت توسط جریان بادها غالب منطقه به سمت این مجتمع ممکن است باعث تراکم غلظت بنزن در این مکان شده باشد؛ زیرا با توجه

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

به مطالعات انجام‌شده مشخص گردید که جهت بادهای غالب محل موردمطالعه در دی‌ماه از غرب و شمال غرب به سمت جنوب و جنوب شرق می‌باشد (۲۱). در مطالعه‌ای که توسط ساروت تپانوند و همکاران در سال ۲۰۱۰ در صنایع پتروشیمی انجام شد، مشخص گردید که از میان نمونه‌های گرفته‌شده در محیط خارجی صنایع پتروشیمی، بیشترین غلظت ترکیبات شناسایی‌شده به ترتیب مربوط به ترکیبات سرطان‌زا و خطرناکی همچون بنزن، ۱ و ۳ بوتادین و ۱ و ۲ دی کلرواتان می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به لحاظ غلظت بالای آلاینده بنزن در صنایع پتروشیمی، با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۲۲). در مطالعه ایلم ستین و همکاران و همچنین مطالعه مقصودی و همکاران نیز که در صنایع شیمیایی وابسته به نفت انجام پذیرفته بود، نقش جهت وزش و سرعت باد در نحوه انتشار آلاینده‌های ساطع‌شده از تجهیزات و فرآیندها موردبحث قرارگرفته و همسو بامطالعه حاضر است (۲ و ۱۸). میانگین مواجهه پایین شاغلین با بنزن در مجتمع شماره ۵ را نیز می‌توان با توجه به اینکه محصول اصلی این شرکت متیل ترشیو بوتیل اتر (MTBE) بوده و بنزن در فرآیند تولید این ماده مصرف نمی‌شود توجیه نمود. همچنین موقعیت قرارگیری این واحد صنعتی در قسمت شمالی سایت ۳ و تعداد کم صنایع بالادستی (مجتمع‌های شماره ۳ و ۴) در شمال ممکن است موجب انتشار کمتر آلاینده از صنایع مذکور (توسط جریان بادهای غالب) به این مکان شده باشد.

در مطالعه حاضر بیشترین میانگین مواجهه شاغلین با اپی-کلروهیدرین در مجتمع شماره ۹ (۰/۴ppm) و کمترین مقدار در مجتمع شماره ۴(۰/۰۲۳ ppm) به دست آمد. با توجه به اینکه یکی از محصولات این شرکت رزین‌های اپوکسی می‌باشد و اپی‌کلروهیدرین به‌عنوان حلال در پروسه تولید این ماده استفاده می‌شود و نیز فقدان سیستم‌های کنترلی مناسب برای این دسته از ترکیبات، ممکن است منجر به وضعیت غیرمجاز مواجهه شاغلین شده باشد. علاوه بر این، مجتمع شماره ۹ جزء واحدهایی است که در جنوب شرقی سایت ۳ واقع گردیده و در غرب بالادست آن مجتمع شماره ۸ و در شمال بالادست آن مجتمع‌های شماره ۵، ۶ و ۷ قرار دارند و این امر می‌تواند سبب انتشار آلاینده‌ها توسط جریان بادهای غالب به این مکان گردند. مقدار کم مواجهه شاغلین با این ماده در مجتمع شماره ۴ نیز با توجه به موقعیت قرارگیری این مجتمع در شرق سایت ۲ و تعداد کم صنایع بالادستی و درنتیجه عدم انتشار آلاینده‌ها توسط جریان بادهای غالب به این مکان قابل توجیه است (۲۱).

از دیگر اهداف این مطالعه بررسی مواجهه افراد در مشاغل مختلف با بنزن و اپی‌کلروهیدرین بود. نتایج نشان داد که در بین مشاغل، مواجهه با بنزن و اپی‌کلروهیدرین به ترتیب در شغل ماشینر و شغل مکانیک بیشترین و در شغل مأمور گشت موتوری و شغل سرپرست پایین‌ترین مقدار است. علت بالا بودن مواجهه ۲ شغل ماشینر و مکانیک با بنزن و اپی‌کلروهیدرین را می‌توان به ماهیت این مشاغل مربوط دانست؛ زیرا کار اصلی این افراد انجام بازرسی، تعمیر و نگهداری ماشین‌آلات، تأسیسات و تجهیزات می-باشد. این افراد به دلیل ماهیت شغلی که دارند در تمام واحدها (در محیط‌های داخل و خارج) به امر بازرسی و تعمیر ماشین‌آلات، تجهیزات، تأسیسات، مخازن و خطوط و اتصالات انتقال مواد شیمیایی مشغول می‌باشند؛ بنابراین حضور این افراد در این محل-ها و در برخی اوقات زمان طولانی تعمیرات در مجاورت منابع تولید آلودگی ممکن است باعث بالا رفتن مواجهه این شاغلین با ترکیبات موردبررسی شده باشد. مأمور گشت نیز با توجه به اینکه کار خود را در بیشتر مواقع روی وسیله نقلیه (موتور) انجام می-دهد به دلیل عبور سریع از منابع تولید آلودگی و نیز به علت بالا بودن سرعت جریان باد هنگام حرکت وسیله نقلیه و توربولانس ایجادشده در ناحیه تنفسی فرد منجر به کاهش مواجهه در این شغل شده باشد. همچنین با توجه به اینکه شغل سرپرستی بیشتر به‌صورت نظارت موردی بوده و فرد در بیشتر زمان کاری خود در داخل اتاق و در حال انجام کارهای اداری می‌باشد، میانگین مواجهه پایین این شاغلین با اپی‌کلروهیدرین قابل توجیه است.

بررسی مواجهه افراد با ترکیبات موردبررسی بر اساس سطوح مجاز و غیرمجاز کشوری و بین‌المللی نشان از قرارگیری ۱۵ نفر (۸/۷٪) در سطح غیرمجاز مواجهه با بنزن و ۵ نفر (۲/۹٪) در سطح غیرمجاز مواجهه با اپی‌کلروهیدرین بود. این نتایج همسو بامطالعه مقصودی و همکاران می‌باشد. در آن مطالعه نیز مشخص شده بود که بیشتر افراد شاغل در سطوح غیرقابل‌قبول مواجهه با بنزن قرار دارند. البته در مطالعه ما تعداد افراد حاضر در سطح غیرقابل‌قبول نسبت به کلیه افراد کم است، اما با توجه به اثرات سرطان‌زایی ترکیبات موردبررسی و توجه اصلی به‌مواجهه افراد در زمان طولانی با غلظت‌های پایین در مطالعات متعدد، توجه به‌مواجهه شاغلین موردبررسی با سطوح تعیین‌شده در این مطالعه و ارائه تدابیری در جهت کاهش مواجهه امری ضروری به نظر می‌رسد (۲۵-۲۳).

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

ازجمله محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی نقش فصول، دمای هوا و سرعت وزش باد در پراکندگی آلاینده‌های موردبررسی اشاره نمود؛ زیرا این فاکتورها ممکن است نقش بسزایی را در مواجهه شاغلین با ترکیبات آلی فرار ایفا نمایند. از نکات قوت مطالعه حاضر نیز می‌توان به تعداد بالای نمونه‌ها، گستردگی مکان نمونه‌برداری، مطالعه بر روی صنایع مختلف شیمیایی وابسته به نفت با رویکرد شناسایی میزان مواجهه شاغلین با ترکیبات سرطان‌زا و بررسی مشاغل مختلف اشاره نمود؛ زیرا بررسی انجام پذیرفته با این تعداد نمونه در این وسعت نیازمند منابع مالی و زمانی بالایی است که این امر در این مطالعه تحقق پیدا نمود. درنهایت با توجه به بالا بودن مواجهه مشاغلی مانند ماشینر و مکانیک در این بررسی و نزدیکی میانگین بیشتر واحدها به سطح اقدام (Action Level) به‌ویژه برای بنزن و همچنین با توجه به اهمیت ترکیبات سرطان‌زا در سطوح پایین مواجهه در مدت‌زمانی طولانی راهکارهای کنترلی زیر به‌منظور کاهش مواجهه پرسنل با ترکیبات فرار موجود در صنایع شیمیایی وابسته به نفت پیشنهاد می‌گردد:

۱) اجرای برنامه تعمیر و نگهداری دوره‌ای سیستم‌های فرآیندی (بازدید به‌موقع فلنج‌های ارتعاشی جهت جلوگیری از نشتی از واشرها و اتصالات، آچارکشی اتصالات، تست خطوط انتقال مواد و استفاده از اتصالات استاندارد)؛ ۲) استفاده از صفحات فلزی فیت-شده بر روی مناطق باز نهرهای پساب؛ ۳) استفاده از تجهیزات حفاظتی هنگام نمونه‌گیری از مخازن؛ ۴) توسعه فضای سبز جهت جذب آلاینده‌های مختلف هوا و پالایش هوا؛ ۵) اعمال تدابیر حفاظتی هنگام پر کردن یا تخلیه مواد شیمیایی (اطمینان از صحیح بسته شدن اتصالات و رفع سریع ریخت‌وپاش مواد شیمیایی)؛ ۶) کنترل فرآیند احتراق با استفاده از تجهیزات مانیتورینگ؛ ۷) رنگ‌آمیزی سطوح، لوله‌ها و انشعابات بارنگ‌های دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) جهت جذب انواع ترکیبات آلی؛ ۸) حذف ترکیبات آلی از پساب‌های صنعتی با استفاده از بسترهای دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2)؛ ۹) طراحی ارتفاع مناسب دودکش با توجه به طبقه‌بندی دمایی اتمسفر، نامطلوب‌ترین شرایط جوی، ارتفاع اینورژن منطقه و مجاورت یا عدم مجاورت با سایر صنایع؛ ۱۰) استفاده از خنک‌کننده‌های (Cooling Tower) مداربسته به‌جای مدارباز و استفاده از آب خام (RO)، در صورت باز بودن سیستم؛ ۱۱) استفاده از سیستم جذب خنک‌کننده به همراه سیستم جذب حلال در خروجی دودکش برای جلوگیری از خروج گازها و بخارات واکنش نداده؛ ۱۲) استفاده از سطح سنج دیجیتالی (LG/TG) در مخازن به‌جای بازدید بصری و سطح سنجی دستی (دیپ زنی)؛ ۱۳) استفاده از درزگیرهای ثابت یا شناور در مخازن؛ ۱۴) استفاده از شیرهای تخلیه خودکار به‌جای شیرهای تخلیه کننده دستی؛ ۱۵) مجهز نمودن خطوط تخلیه و بارگیری به سیستم بازیافت بخار؛ ۱۵) نصب سیستم‌های تهویه عمومی و موضعی (در نزدیک منبع تولید آلودگی)؛ ۱۶) استفاده از پالایشگرهای مناسب در خروجی سیستم‌های تهویه؛ ۱۷) استفاده از تکنیک‌های کنترل ترکیبات آلی فرار شامل اکسیداسیون حرارتی، اکسیداسیون کاتالیستی، جذب سطحی (فیزیکی)، جذب عمقی (شیمیایی)، کندانسیون، فیلترها، بیوفیلترها و جداسازی غشایی؛ ۱۸) استفاده از رنگ‌های روشن در بدنه مخازن (جهت به حداقل رساندن جذب انرژی تابشی خورشید)؛ و ۱۹) استفاده از سیستم‌های بازیافت بخارات آروماتیک (۳۰-۲۶).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میزان مواجهه پرسنل شاغل در صنایع موردبررسی (صنایع شیمیایی وابسته به نفت) با بنزن و اپی-کلروهیدرین قابل‌توجه بوده و در برخی موارد از حدود مجاز توصیه‌شده فراتر رفته است. همچنین مشخص شد ماهیت کاری پرسنل شاغل در صنایع شیمیایی ممکن است تأثیر بسزایی بر میزان مواجهه آنان با بنزن و اپی‌کلروهیدرین داشته باشد. درنتیجه با توجه به نزدیک بودن غلظت ترکیبات موردبررسی به‌ویژه بنزن در اکثر نمونه‌ها به سطح اقدام و مواجهه افراد با غلظت‌های کمتر از حد مجاز در مدت طولانی، کاهش مواجهه افراد از طریق اقدامات کنترلی مناسب امری ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مقاله قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای بوده و محققین از مدیریت محترم صنایع و همچنین پرسنل زحمتکش آن جهت شرکت و همراهی در انجام این مطالعه کمال تشکر را دارند.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

منابع

1. Bahrami A, Zare Sakhvidi MJ. Engineering, particle control methods. Tehran: Fanavaran; 2011.[Persian]

2.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):103-12.

3.Heinrich-Ramm R, Jakubowski M, Heinzow B, Christensen JM, Olsen E, Hertel O. Biological monitoring for exposure to volatile organic compounds (VOCs)(IUPAC Recommendations 2000). Pure and Applied Chemistry. 2004; 72(3):385-436.

4.Su F-C, Mukherjee B, Batterman S. Trends of VOC exposures among a nationally representative sample: Analysis of the NHANES 1988 through 2004 data sets. Atmospheric Environment. 2011;45(28):4858-67.

5. Health Center of Environment and Occupation. Chemical hazards guideline, Tehran ; 2012. [Persian]

6.Guo H, Lee SC, Chan L, Li W. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. Environmental Research. 2004;94(1):57-66.

7.Kim J-A, Kim S, Kim H-J, Kim Y-S. Evaluation of formaldehyde and VOCs emission factors from paints in a small chamber: The effects of preconditioning time and coating weight. Journal of hazardous materials. 2011;187(1): 7-52.

8.Lovreglio P, D'Errico MN, Fustinoni S, Drago I, Barbieri A, Sabatini L, et al. Assessment of Environmental Exposure to Benzene: Traditional and New Biomarkers of Internal Dose. In: Popovic D, editor. Air Quality - Models and Applications Croatia: InTech; 2011. p. 321-40.

9.Mendoza-Cantú A, Castorena-Torres F, de León MB, Cisneros B, López-Carrillo L, Rojas-García AE, et al. Occupational toluene exposure induces cytochrome P450 2E1 mRNA expression in peripheral lymphocytes. Environmental health perspectives. 2006;114(4):494-9.

10.Pyta H. BTX Air Pollution in Zabrze, Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 2006;15(5):785-91.

11.Qu Q, Melikian AA, Li G, Shore R, Chen L, Cohen B, et al. Validation of biomarkers in humans exposed to benzene: urine metabolites. American journal of industrial medicine. 2000;37(5):522-31.

12.Sarma SN, Kim Y-J, Ryu J-C. Gene expression profiles of human promyelocytic leukemia cell lines exposed to volatile organic compounds. Toxicology. 2010;271(3):122-30.

13.Bruzzoniti MC, Andrensek S, Novic M, Perrachon D, Sarzanini C. Determination of epichlorohydrin by sulfite derivatization and ion chromatography: characterization of the sulfite derivatives by ion chromatography–mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 2004;1034(1):243-7.

14.Kolman A, Chovanec M, Osterman-Golkar S. Genotoxic effects of ethylene oxide, propylene oxide and epichlorohydrin in humans: update review (1990–2001). Mutation Research/Reviews in Mutation Research. 2002;512(2):173-94.

15.Zare Sakhvidi MJ, Bahrami A, Afkhami A, Rafiei A. Development of diffusive solid phase microextraction method for sampling of epichlorohydrin in air. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2012;92(12):1365-77.

16.McParland M, Bates N. Toxicology of Solvents. Shawbury: Rapra Technology Limited; 2002.

17.Wong O, Raabe GK. A critical review of cancer epidemiology in the petroleum industry, with a meta-analysis of a combined database of more than 350,000 workers. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2000;32(1):78-98.

18.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.

19.NIOSH 1010. NIOSH Manual of Analytical Methods: Epichlorohydrin. 4 ed: National Institute for Occupational Safety and Health; 1994. p. 1-4.

20.NIOSH 1501. NIOSH Manual of Analytical Methods: Hydrocarbons and Aromatic. 4 ed. USA: National Institute for Occupational Safety and Health; 2003. p. 1-7.

21.Mohammadi H, Robati M. The role of climatic parameters in Distribution of contamination at the special economic zone of mahshahr. Journal of Geography. 2009;99(8-9):99-121. [Persian]

22.Thepanondh S, Varoonphan J, Sarutichart P, Makkasap T. Airborne volatile organic compounds and their potential health impact on the vicinity of petrochemical industrial complex. Water Air Soil Pollut. 2011;214(1-4):83-92.

23.Giri A .Genetic toxicology of epichlorohydrin: a review. Mutation Research/Reviews in Mutation

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

Research. 1997;386(1):25-38.
24.Roma Torres J, Teixeira JP, Silva S, Laffon B, Cunha LM, Mendez J, et al. Evaluation of genotoxicity in a group of workers from a petroleum refinery aromatics plant. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2006;604(1):19-27.
25.Tompa A, Jakab MG, Major J. Risk management among benzene-exposed oil refinery workers. International journal of hygiene and environmental health. 2005;208(6):509-16.
26.Theodore L. Air Pollution Control Equipment Calculations. New Jersey: Willy Inc; 2008.
27.Muzenda E, editor Pre-treatment methods in the abatement of volatile organic compounds: a discussion.InternationalConference Nanotechnoloy and Chemical Engineering; 2012 December 21- 22 Bangkok (Thailand).
28.Stamate M, Lazar G. Application of titanium dioxide photocatalysis to create self-cleaning materials. Journal of Romanian Technical Sciences Academy. 2007;280: 3-6.
29.Fujishima A, Rao TN, Tryk DA. Titanium dioxide photocatalysis. Journal of Photochemistry and PhotobiologyC:PhotochemistryReviews.2000;1(1):1-21.
30.Chen X,Mao SS. Titanium dioxide nanomaterials: synthesis, properties, modifications, and applications. Chemical reviews. 2007;107(7):2891-959.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]

Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014; 1(1):36-46

Research Article

Evaluating Occupational Exposure to Carcinogenic Volatile Organic Compounds in an Oil-Dependent Chemical Industry: a Case Study on Benzen and Epichlorohydrin

Amir Reza Negahban[1], Farshid Ghorbani Shahna[2], Razagh Rahimpoor[1], Mahdi Jalali[1], Samira Rahiminejad[1], Alireza Soltanian[3] , Abdolrahman Bahrami[4]*

Received: 1 December 2013 Accepted: 24 February 2014

Abstract

Background & Objectives: Exposure of workers to carcinogenic compounds in chemical industries during a long period might cause irreversible health effects. This study evaluated workers exposure to benzene and epichlorohydrin in breathing air in one of the oil-dependent chemical industries of Iran.

Methods: This descriptive-analytic study was performed in one of the oil-dependent chemical industries of south of Iran, winter, 2012. A total of 173 workers were examined in this study. NIOSH 1501 and 1010 methods were used to assess personal exposure to benzene and epichlorohydrin, correspondingly. Collected samples were analyzed with gas chromatography-mass spectrophotometry method.

Results: Among 346 collected samples, benzene was identified in all cases (100%) and epichlorohydrin in 156 samples (45%). A significant difference was found in the mean of exposure to benzene and epichlorohydrin in various workshops (Pvalue <0.05). Occupational exposure to benzene in machiner with 1.68 ppm and patrol officers with 0.018 ppm were the highest and lowest values, respectively. There was no significant difference in the mean exposure to benzene in various occupations (Pvalue > 0.05).

Conclusion: It seems that work nature of employees in chemical industry affects their exposure to volatile organic compounds in workplace. According to the results, due to the proximity of compounds concentration to the action level, especially benzene and also the workers exposure to less than the maximum limit in the long-term, reducing exposure through appropriate control measures are necessary.

Keywords: Benzene, Epichlorohydrin, Chemical Compounds, Carcinogens, Exposure.

Please cite this article as: Negahban AR, Ghorbani Shahna F, Bahrami A, Rahimpoor R, Jalali M, Rahiminejad S, Soltanian A. 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.

1. MSc Student of Occupational Health Engineering, Member of Student Research Committee, Faculty of Health, University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
2. Department of Occupational Health Engineering, Research in Health Sciences Center, School of Public Health, University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
3. Department of Epidemiology and Biostatistics, Research in Health Sciences Center, School of Public Health, University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
4. * (Correspondence Author) Department of Occupational Health Engineering, Research in Health Sciences Center, Faculty of Health, University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: bahrami@umsha.ac.ir.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-13]