مقاله اصلی
(Original Article)

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها
دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۱۳۴ تا ۱۳۹

ارزشیابی مواجهه شغلی کارگران دو کارخانه تایرسازی با ترکیب‌های بنزن و تولوئن

منصور رضازاده آذری[۲،۱*]، سید یونس حسینی[۱]، رضوان زنده‌دل[۱]، حمید سوری[۲،۱] و محمد علی موسویون[۳]

۱- دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی، تهران، ایران
* آدرس نویسنده مسئول مکاتبات: mrazari@sbmu.ac.ir

چکیده

سابقه و هدف: به دلیل فرآیندهای نیمه‌اتوماتیک در صنایع تایرسازی ایران، مواجهه شغلی قابل توجهی با حلال‌ها و ترکیبات آلی فراری همچون بنزن و تولوئن مورد انتظار است. مطالعه حاضر با هدف ارزشیابی مواجهه شغلی و تخمین ریسک مواجهه کارگران تولید تایر با ترکیبات نامبرده انجام گرفت.

روش بررسی: پایش فردی ۱۰۰ نفر از کارگران دو کارخانه تایرسازی واقع در حومه شهر تهران در قالب ۱۰ گروه شغلی به روش ۱۵۰۱ سازمان NIOSH انجام گردید. شرایط جوی محیط کار در روزهای نمونه‌برداری اندازه‌گیری شدند. ارزیابی ریسک نیمه کمّی COSHH با استفاده از پرسشنامه و ماتریس مربوطه برای مواجهه کارگران انجام گردید. یافته‌ها با استفاده از آزمون‌های تی مستقل، آنالیز واریانس یک‌طرفه، رگرسیون خطی و ضریب همبستگی مورد آنالیز قرار گرفتند. مقادیر کمّی بصورت میانگین±خطای استاندارد گزارش شدند.

یافته‌ها: سن، سابقه کار و پارامترهای جوی، اختلاف معنی‌داری بین دو کارخانه تایرسازی نداشتند. مواجهه شغلی با بنزن و تولوئن در کارخانه‌های A و B به ترتیب برابر ۰/۱۸±۱/۰۹، ۰/۱۹±۱/۸۸ و ۰/۳۰±۲/۰۷ و ۰/۳۹±۳/۲۰ بر حسب ppm بود که افزایش معنی‌داری را در کارخانه B و نیز ارتباطی معنی‌دار و منفی را با رطوبت نسبی نشان دادند. در کارخانه‌های A و B به ترتیب ۱۰ و ۱۴ درصد از کارگران با ریسک زیاد مواجهه شغلی با بنزن و ۱۰ و ۱۶ درصد از آنان با ریسک متوسط مواجهه با تولوئن در تماس بودند. همبستگی بین مواجهه شغلی و ریسک COSHH معنی‌دار بود.

نتیجه‌گیری: مواجهه شغلی با بنزن در پرسنل تایرسازی بالاتر از استاندارد ایران بود، لذا بهبود شرایط کار توسط اقدامات کنترلی مناسب همچون فرایندهای خودکار و تنظیم رطوبت نسبی، توصیه می‌گردد. ارزیابی COSHH را می‌توان به عنوان روشی ساده، ارزان و سریع در ارتقای سلامت کارگران به کار برد. همچنین کنترل مواجهه پرسنل از طریق آموزش مداوم ضروری است.

واژگان کلیدی: مواجهه شغلی، تایرسازی، ارزیابی ریسک، بنزن، تولوئن.

مقدمه

صنعت تایرسازی در دنیا قدمتی بیش از صد و ده سال دارد و به‌خصوص در نیمه دومِ این زمان، دارای رشد سریع و چشمگیری بوده است (۱). این صنعت دارای محیطی پیچیده بوده و مواجهه با طیف وسیعی از مواد شیمیایی و ذرات هوابرد در فرایندهای مختلف وجود دارد که سمیت ژنتیکی و سرطان‌زایی بسیاری از این مواد مانند حلال‌ها تأیید شده است (۲).

Archive of SID

www.SID.ir

این مواد شیمیایی اغلب واکنش‌پذیرند و درجه حرارت بالای اکثر فرایندها موجب شکل‌گیری و انتشار ترکیبات ناشناخته در محیط کار می‌گردد (۳). حلال‌ها به صورت مخلوطی از هیدروکربن‌های آروماتیک شامل تولوئن، بنزن و زایلین در طیف وسیعی از فرایندهای صنعتی همچون تولید رنگ، لاستیک، چسب، چاپ و مواد شیمیایی دیگر به کار می‌روند (۴, ۵). حلال‌ها در لاستیک‌سازی به منظور کمک به آمیزش، انعطاف، چسبندگی و انبساط هیدروکربن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. محققان تخمین می‌زنند که تقریباً تمام ترکیبات آلی فرار منتشره در تایرسازی (۹۷ درصد) را حلال‌های آلی تشکیل می‌دهند (۶). بنزن هنوز هم به عنوان ناخالصی مواد خام دیگر مانند تولوئن و زایلین مطرح است (۷).

در صنعت تایرسازی مواجهه با حلال‌ها امری عادی بوده و سمیت آن‌ها برای سیستم عصبی، کبد، کلیه و پوست شناخته شده است؛ با این حال بررسی اثرات آن‌ها بر سیستم تنفسی محدود است (۸). ریسک افزوده ابتلا به سرطان‌های دستگاه گوارش، ریه، مثانه و خون و نیز بیماری ریوی در کارگران تایرسازی گزارش شده است. ایجاد سرطان مثانه و افزایش ریسک لوسمی بترتیب با مواجهه با آمین‌های آروماتیک و بنزن مرتبط بوده‌اند. در سال ۱۹۸۷ آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)، صنعت لاستیک را به عنوان صنعت دارای ریسک بالای سرطان معرفی نمود (۹,۱۰). ریسک افزوده لوسمی در مواجهه شغلی با گستره ppm ۲۵-۱۰ بنزن گزارش شده است (۱۱). اثرات مواجهه با تولوئن به طور عمده اختلال در عملکرد سیستم‌های عصبی مرکزی، خودمختار و محیطی است (۱۲). شدت اثرات سمیت حاد تولوئن، از سردرد ملایم در غلظت‌های پایین (ppm ۵۰) تا ضعف عضلانی، تهوع و اختلال هماهنگی در غلظت‌های بالا (ppm ۲۰۰-۱۰۰) افزایش می‌یابد. مسمومیت حاد با خوردن مقادیر زیاد این ترکیب، اغلب غیر معمول اما کشنده است (۱۳).

با توجه به گزارش مواجهه بسیار زیاد کارگران تایرسازی به ترکیبات بنزن و تولوئن و تأکید معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی نسبت به سنجش علمی و اصولی این مواجهه‌ها، مطالعه حاضر با هدف ارزشیابی مواجهه شغلی و تخمین خطر مواجهه کارگران با ترکیبات نامبرده انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این بررسی توصیفی- مقطعی روی ۱۰۰ نفر از گارگران دو کارخانه تایرسازی (A و B) واقع در حومه شهر تهران انجام گردید. بر اساس رویکرد گروه‌های دارای مواجهه یکسان (Similar Exposure Groups)، کارگران به ۱۰ گروه شغلی شامل: سیمان‌سازی، اختلاط، بیدسازی، بندسازی، دوبلکس، کلندرینگ، تایرسازی، رنگزنی، پخت و پرداخت تقسیم شدند. ۱۰۰ نمونه پایش فردی از کارگران شیفت صبح بر اساس روش بهینه شده ۱۵۰۱ مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (NIOSH) برای ترکیبات بنزن و تولوئن جمع‌آوری شد. بدین منظور توسط پمپ نمونه‌برداری فردی با دبی ۰/۰۸ لیتر در دقیقه، حدود ۱۰ لیتر هوای ناحیه تنفسی هر کارگر از داخل لوله جاذب کربن فعال مکش گردید. هر یک از نمونه‌ها توسط حلال دی سولفید کربن استخراج شدند. تجزیه و تحلیل نمونه-ها با استفاده از گاز کروماتوگراف SHIMADZU مدل GC-17A مجهز به دتکتور FID انجام شد. از محلول کیومن (ایزو پروپیل بنزن) به عنوان استاندارد داخلی و از نیتروژن خالص به عنوان گاز حامل استفاده گردید. جداسازی ترکیبات در ستون مویینه نوع HP-1 با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت پوشش درونی ۰/۲۵ میکرومتر صورت گرفت. پارامترهای جوی شامل سرعت جریان، دما، رطوبت نسبی و فشار هوا، در روزهای نمونه‌برداری با لوازم مربوطه اندازه‌گیری شدند. ریسک نیمه کمّی بر اساس دستورالعمل سازمان کنترل مواد خطرناک برای سلامتی (COSHH) برای ترکیبات بنزن و تولوئن با توجه به دو پارامتر پیامد و احتمال مواجهه در ماتریس و پرسشنامه استاندارد، به صورت احتمال خطر بسیار پایین، پایین، متوسط، بالا و بسیار بالا طبقه‌بندی شد. پیامد مواجهه با استفاده از برگه اطلاعات ایمنی این ترکیبات و مطالعات انجام شده در گذشته تعیین گردید. احتمال مواجهه با مشاهدات کارشناسی محیط کار و با در نظر گرفتن پارامترهایی مانند نوع و میزان حلال مورد استفاده، محل ذخیره و نگهداری، مشاهده شیوه کاربرد حلال‌ها و تجهیزات حفاظت فردی، آموزش خطرات شیمیایی به کارگران و میزان آگاهی آن‌ها از پیامدهای مواجهه، نوع و عملکرد سیستمهای کنترلی، تخمین زده شد. یافته‌ها در نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۱۶ با استفاده از آزمون‌های تی مستقل، آنالیزواریانس یک‌طرفه، رگرسیون خطی و ضریب همبستگی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقادیر کمی به صورت میانگین±خطای استاندارد گزارش شدند.

یافته‌ها

هر دو کارخانه مورد بررسی از نوع تایرسازی‌های بزرگ کشور بودند. میزان تایر تولیدی و حلال مصرفی در تایرسازی B

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر بود اما نوع فرایندها و مواد مورد استفاده تقریباً مشابه بوده است.

مشخصات دموگرافیک: میانگین و خطای استاندارد (SE) سن و سابقه کار کارگران در کارخانه A بترتیب برابر ۳۳/۲±۰/۵۰ و ۱۰/۲±۰/۶۰ سال و در کارخانه B برابر ۳۴/۶±۰/۶۴ و ۱۱/۹±۰/۷۸ سال بود. بر اساس آزمون تی مستقل اختلاف معنی‌داری بین سن و سابقه کار کارگران این دو کارخانه تایرسازی دیده نشد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات دموگرافیک کارگران تایرسازی (سال)

مشخصات	کارخانه A		کارخانه B		P
	میانگین	SE	میانگین	SE	
سن	۳۳/۲	۰/۵۰	۳۴/۶	۰/۶۴	۰/۰۸
سابقه کار	۱۰/۲	۰/۶۰	۱۱/۹	۰/۷۸	۰/۰۸

شرایط جوی: میانگین و خطای استاندارد رطوبت نسبی برابر ۶۴/۵۶±۰/۳۰ و ۶۴/۶۱±۰/۲۹ درصد، دمای هوا برابر ۲۲/۳۶±۰/۱۳ و ۲۲/۴۷±۰/۱۶ درجه سانتی‌گراد، فشار هوا برابر ۸۷/۳۶±۰/۰۹ و ۸۷/۵۴±۰/۰۷ کیلو پاسکال و سرعت جریان هوا برابر ۵۳/۴۳±۴/۳۰ و ۵۲/۳۵±۲/۵۷ فوت بر دقیقه، به ترتیب در کارخانه‌های A و B بوده است. بر اساس آزمون تی مستقل هیچ یک از این پارامترهای جوی بین دو کارخانه تایرسازی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

نتایج پایش فردی رویارویی با ترکیبات بنزن و تولوئن: تجزیه وتحلیل نمونه‌های پایش فردی نشان داد که میانگین و خطای استاندارد مواجهه شغلی با بنزن در کارخانه‌های A و B به ترتیب برابر ۱/۰۹±۰/۱۸ و ۱/۸۸±۰/۱۹ و تولوئن برابر ۲/۰۷±۰/۳۰ و ۳/۲۰±۰/۳۹ بر حسب ppm بوده است. در مورد هر دو ترکیب، کارخانه B میانگین مواجهه بیشتری را نسبت به کارخانه A نشان داد و بر اساس آزمون‌تی مستقل اختلاف مواجهه‌شغلی با بنزن‌و تولوئن بین دو کارخانه تایرسازی معنی‌دار بود (جدول ۲).

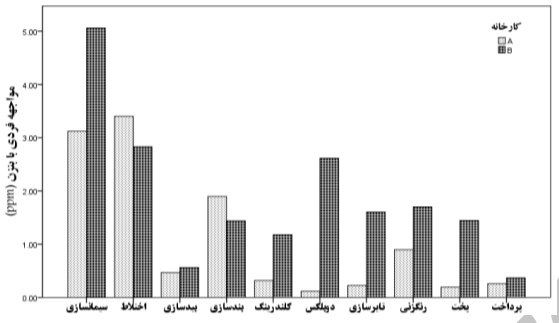
جدول ۲- پایش فردی ترکیبات بنزن و تولوئن (ppm)

ترکیبات	کارخانه A		کارخانه B		P
	میانگین	SE	میانگین	SE	
بنزن	۱/۰۹	۰/۱۸	۱/۸۸	۰/۱۹	۰/۰۰۳
تولوئن	۲/۰۷	۰/۳۰	۳/۲۰	۰/۳۹	۰/۰۲۴

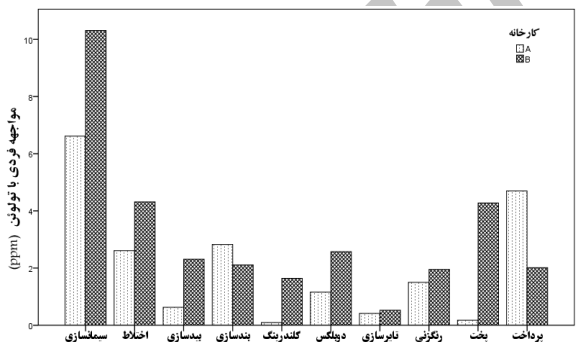
سنجیدن مواجهه شغلی با ترکیب بنزن با استفاده از آزمون تی مستقل نشان داد که بین شش گروه متناظر در دو کارخانه تایرسازی A و B اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشته است (نمودار ۱).

آزمون تی مستقل نشان داد که بین هشت گروه متناظر در دو کارخانه تایرسازی A و B از نظر مواجهه شغلی با ترکیب تولوئن اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشته است (نمودار ۲).

در کارخانه A آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین سابقه کار و میزان مواجهه با بنزن همبستگی معنی‌دار و مثبت (۰/۳۰=ضریب همبستگی، P=۰/۰۴) و همچنین آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن بین رویارویی با تولوئن و آموزش‌های حرفه‌ای کارگران همبستگی معنی‌دار و منفی (۰/۳۷- =ضریب همبستگی، P=۰/۰۱) را نشان دادند.



نمودار ۱- میزان رویارویی شغلی با ترکیب بنزن در گروه‌های متناظر شغلی



نمودار ۲- میزان رویارویی شغلی با ترکیب تولوئن در گروه‌های متناظر شغلی

بررسی ارتباط بین متغیرهای جوی و میزان رویارویی با ترکیبات بنزن و تولوئن با استفاده از مدل رگرسیون خطی (Linear Regression) نشان داد که از میان این پارامترها تنها رطوبت نسبی ارتباط معنی‌دار و منفی را با میزان رویارویی بنزن (β= -۰/۳۰، P=۰/۰۰۳، $R^2_{adjusted}$=۰/۰۸، SE=۴/۰۶) و نیز میزان رویارویی فردی با تولوئن (β= -۰/۳۷ ، P<۰/۰۰۱، $R^2_{adjusted}$=۰/۱۳، SE=۷/۳۰) ایجاد کرده است (جدول ۳).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳- همبستگی بین شرایط جوی و میزان رویارویی فردی*

ترکیبات	شرایط جوی			
	رطوبت	دما	فشار	سرعت جریان هوا
بنزن	۰/۰۰۳	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۲۷
تولوئن	<۰/۰۰۱	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۶۳

* سطح معنی‌داری در آزمون رگرسیون خطی

ارزیابی احتمال خطر نیمه کمّی COSHH: بر اساس ارزیابی COSHH، در کارخانه‌های A و B به ترتیب ۱۰ و ۱۴ درصد از کارگران با خطر زیاد رویارویی شغلی با بنزن و همچنین ۱۰ و ۱۶ درصد از پرسنل با خطر متوسط رویارویی شغلی با تولوئن در تماس بودند. با استفاده از آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) مشخص گردید که میان سطوح مختلف خطر COSHH از نظر رویارویی فردی با ترکیبات بنزن و تولوئن در گروه‌های مختلف شغلی کارخانه A و همچنین کارخانه B با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۰۱). ضریب همبستگی اسپیرمن ارتباط معنی‌داری را بین ارزیابی احتمال خطر نیمه کمّی COSHH و میزان مواجهه شغلی با ترکیبات بنزن (P=۰/۰۰۱) و تولوئن (P=۰/۰۰۷) نشان داد و در مورد هر دو ترکیب بیشترین میزان احتمال خطر، بالاترین میزان رویارویی را به همراه داشته است.

بحث

متغیرهای دموگرافیک و نیز شرایط جوی بین دو کارخانه تایرسازی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند، بنابراین نمی‌توان دلیل اختلاف رویارویی شغلی بین دو کارخانه تایرسازی را در این عوامل جستجو نمود. با توجه به مشاهدات محیط کار، اختلاف رویارویی شغلی دو کارخانه تایرسازی را می‌توان در عوامل دیگری مانند وضعیت و شرایط محیط کار، میزان استفاده از حلال در تهیه سیمان تایرسازی، میزان خلوص حلال مصرفی و اجزای آن، حجم تولید هر یک از کارخانه‌ها بر اساس میزان تایر در روز، استفاده از بنزن در برخی از گروه‌های کاری برای سهولت در کارهای مونتاژ و میزان کارایی سیستم‌های تهویه بررسی نمود. در کارخانه A بیشترین رویارویی شغلی با بنزن در واحدهای اختلاط، سیمان‌سازی و بندسازی و در کارخانه B در بخش‌های سیمان‌سازی، اختلاط و دوبلکس دیده شد. بیشترین غلظت تولوئن کارخانه A در گروه‌های شغلی سیمان‌سازی، پرداخت، بندسازی و اختلاط و در کارخانه B در مشاغل سیمان‌سازی، اختلاط، پخت و دوبلکس مشاهده گردید. به نظر می‌رسد ماهیت کار و نحوه کاربرد حلال در واحدهای نامبرده موجب انتشار حلال به هوای محیط کار و در نتیجه رویارویی بیشتر شده است.

میانگین رویارویی فردی با هر دو ترکیب نامبرده در بیشتر گروه‌های شغلی کارخانه B مقادیر بالاتری را نسبت به کارخانه دیگر نشان داد. تنها مشاغل استثنا در این الگو شامل اختلاط و پرداخت بوده است. شاید دمای بالای میل‌های واحد اختلاط و فراریت بیشتر بنزن نسبت به تولوئن و نیز تعداد بیشتر میل‌های فعال در کارخانه A موجب فزونی رویارویی فردی با ترکیب بنزن شده است هر چند که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است. محققین دیگر نیز اعلام داشته‌اند که دمای بالاتر موجب افزایش فراریت ترکیبات شیمیایی و در نتیجه میزان بیشتر انتشار آلاینده می‌گردد و سرعت جریان هوا غلظت‌های هوابرد را در میزان انتشار یکسان رقیق ساخته و باعث کاهش رویارویی به حلال‌ها مخصوصاً در محیط‌های باز می‌شود (۱۴).

رویارویی بالا با تولوئن در بخش پرداخت کارخانه A ممکن است به دلیل جهت جریان هوا از بخش پخت به سمت این واحد و مقدار بیشتر تولوئن در حلال مورد استفاده در تهیه رنگ‌های علامت‌گذاری بوده باشد.

میانگین رویارویی شغلی با بنزن در کارخانه‌های A و B به ترتیب برابر ۱/۰۹ و ۱/۸۸ و تولوئن برابر ۲/۰۷ و ۳/۲۰ بر حسب ppm بوده است. طبق حدود مجاز رویارویی شغلی مرکز سلامت محیط و کار ایران در سال ۱۳۹۱، حد مجاز مواجهه اشتنشاقی شغلی با بنزن معادل ۰/۵ و تولوئن ۲۰ بر حسب ppm تعیین شده است (۱۵)، بنابراین میزان رویارویی با ترکیب بنزن در ۶۸ درصد از کارگران تایرسازی بالاتر از این حدود مجاز و رویارویی شغلی با تولوئن در کلیه کارگران دو کارخانه تایرسازی پایینتر از حدود مجاز رویارویی شغلی ایران بوده است. بر اساس گزارش رونیون و همکارش میانگین سطح رویارویی در صنعت ساخت تایر لاستیکی امریکا ppm ۰/۳۴ بوده است (۱۶) و مائوریزیو و همکاران میانگین وزنی زمانی رویارویی با بنزن را در میان گروه‌های کاری آمریکای شمالی پایین‌تر از ppm ۱ گزارش کرده‌اند (۱۷) که نسبت به مطالعه حاضر رویارویی پایین‌تر بوده است. سیوگ و همکاران نیز در کارخانجات ساخت تایر در اپراتور روکش دستیِ تایر و ماشین چسب‌کاری کره جنوبی میزان مواجهه با بنزن را تقریباً مشابه

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه حاضر به ترتیب برابر ۲-۱ و ۲-۰/۷ بر حسب ppm اندازه‌گیری کرده‌اند (۱۸). در حالی‌که در مطالعه اکسوی و همکاران میزان رویارویی شغلی با بنزن در یک کارخانه ساخت طناب لاستیکی کشور ترکیه ppm ۱۱۰ (۱۹) و بسیار بیشتر از مطالعه کنونی بوده است. ارتان و همکاران به هنگام کار پیاپی سیستم تهویه، غلظت بنزن را در واحد پخت تایرسازی ترکیه در گستره زیر ۰/۵ تا ۸/۵۱ بر حسب ppm اعلام نموده‌اند (۲۰) این در حالیست که در مطالعه حاضر میانگین پایش فردی بنزن در واحد پخت کارخانه A برابر ۰/۱۹ و در کارخانه B معادل ۱/۴۴ بر حسب ppm بوده است. کوررا و همکاران رویارویی شغلی با تولوئن را در ۱۷ نمونه یک واحد روکش تایر برزیل با متوسط غلظت ppm ۲/۹۵ اندازه‌گیری نمودند (۲۱) که نسبت به نتایج مطالعه حاضر رویارویی فردی پایین‌تری را نسبت به کارخانه B نشان می‌دهد. در مطالعه چانگ و همکاران میانگین غلظت تولوئن در واحدهای پخت، کلندرینگ، پرداخت و اختلاط یک لاستیک‌سازی کشور چین به ترتیب برابر ۰/۷۷±۳/۶۹، ۹/۷۱±۱۱/۴۱، ۰/۸۵±۳/۲۱، ۳۲/۹۶±۱۰۱/۳۴ بر حسب ppm بود و بالاترین غلظت تولوئن (ppm ۱۳۹/۸۷) در محل اختلاط دیده شد (۲۲). در مطالعه حاضر بیشترین رویارویی شغلی با تولوئن در بخش سیمان‌سازی هر دو کارخانه مشاهده گردید که مقادیری کمتر از مطالعه چانگ را نشان می‌دهند اما در واحدهای پرداخت کارخانه A و نیز پخت کارخانه B غلظت تولوئن نسبت به مطالعه چانگ بیشتر بوده است. با توجه به ارتباط معنی‌دار و مثبت بین مواجهه فردی با ترکیب بنزن و سابقه کار کارگران کارخانه A، احتمالاً با افزایش سابقه کار و مدت زمان اشتغال در محیط کار، کارگران خود را در معرض مواجهه بیشتری به ترکیب بنزن قرار داده‌اند. همچنان که لیسلی و همکارش بیان داشتند در کارگرانی با بیش از ۱۰ سال سابقه کار در صنعت، افزایش خطر کلی تمام انواع لوسمی‌ها دو برابر شده است. بر اساس همین مطالعه در کارگرانی که بعد از ۳۰ سالگی کار خود را شروع کرده‌اند لوسمی لنفوبلاستیک حاد در رویارویی شغلی تجمعی کم و مستمر دیده شده است. ضمناً ارتباط بسیار نزدیکی بین ریسک لوسمی لنفوسیتیک مزمن با افزایش طول مدت استخدام کارکنان دفتری در مطالعه لیسلی ذکر شده است (۲۳).

در کارخانه A رویارویی شغلی با تولوئن ارتباط معنی‌دار و منفی را با آموزش کارگران نشان‌داد یعنی باافزایش میزان آموزش‌های مرتبط با کار، میزان رویارویی متعاقباً کاهش داشته است. این در حالی است که تئو و همکاران پس از دو مرحله آموزش به سرپرستان و کارگران چند سالن لاک‌زنی مشاهده کردند که میانگین تغییرات پایش فردی تولوئن به میزان ۵۸ درصد افزوده شده است، اما برای کل ترکیبات آلی فرار (TVOCs)، این تغییرات کاهش ۱۰ درصدی را نشان داد (۲۴). احتمالاً می‌توان با افزایش تعداد افراد مورد مطالعه، میزان تأثیر متغیرهای سابقه کار و آموزش‌های حرفه‌ای را بر رویارویی شغلی کارگران با صحت و قطعیت بیشتری مورد بررسی قرار داد.

با توجه به ارتباط معنی‌دار و منفی رطوبت نسبی هوا با میزان رویارویی با ترکیبات بنزن و تولوئن، کاربرد فرایندهای خودکار و در نتیجه تنظیم این پارامتر جوی می‌تواند نقش مؤثری در کاهش رویارویی شغلی کارکنان تایرسازی ایفا کند. با در نظر گرفتن همبستگی معنی‌دار ارزیابی ریسک نیمه کمّی COSHH و میزان رویارویی شغلی، می‌توان با انجام این ارزیابی خطر ساده، ارزان، سریع و در عین حال کارامد، خطر مشاغل مخاطره‌آمیز را به طور مناسبی برآورد نمود و در نتیجه این روش را در تأمین و ارتقای سلامت پرسنل شاغل بکار برد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای است. ضمن تشکر از کارشناسان معاونت بهداشتی برای تسهیل ورود به صنایع تایرسازی، از مقامات محترم دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی نیز برای حمایت مالی این پروژه سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Seminar on energy conservation in rubber industry. United Nations Industrial Development Organisation (UNIDO). Hanoi-Vietnam: Ministry of Industry Socialist Republic of Vietnam1998. p. 1-22.
2. Wingren G, Axelson O. Cancer incidence and mortality in a Swedish rubber tire manufacturing plant. Am J Ind Med. 2007;50(12):901-9.
3. Vermeulen R, Bos R, Pertijs L, Kromhout H. Exposure related mutagens in urine of rubber workers associated with inhalable particulate and dermal exposure. Occup Environ Med. 2003;60(2):97-103.
4. Attarchi M, Labbafinejad Y, Mohammadi S. Occupational exposure to different levels of mixed organic solvents and colour vision impairment. Neurotoxicol Teratol. 2010;32(5):558-62.

Archive of SID

www.SID.ir

5. Xiao G, Pan C, Cai Y, Lin H, Fu Z. Effect of benzene, toluene, xylene on the semen quality and the function of accessory gonad of exposed workers. Ind Health. 2001;39(2):206-10.

6. Zobel KJ, Efird N. Control of volatile organic emissions from manufacture of pneumatic rubber tires. North Carolina: Environmental Protection Agency Research Treiangle Park, NC(USA)1978.

7. Wijngaarden Ev, Stewart PA. Critical Literature Review of Determinants and Levels of Occupational Benzene Exposure for United States Community-Based Case-Control Studies. Appl Occup Environ Hyg. 2003;18(9):678-93.

8. Zalina H, Hanachi P, Shahnaz ASA, Norazura I, Naing L, Jamal HH, et al. Toxic effect of naptha exposure on respiratory system among workers in the tyre industry. African Journal of Environmental Science and Technology. 2009;3(10):294-300.

9. Peters JM, Monson RR, Burgess WA, Fine LJ. Occupational Disease in the Rubber Industry. Environ Health Perspect. 1976;17:31-4.

10. Wilczynska U, Szadkowska-Stanczyk I, Dabrowska NS, Sobala W, Strzelecka A. Cancer mortality in rubber tire workers in Poland. Int J Occup Med Environ Health. 2001;14(2):115-25.

11. Duarte-Davidson R, Courage C, Rushton L, Levy L. Benzene in the environment: an assessment of the potential risks to the health of the population. Occup Environ Med. 2001;58(1):2–13.

12. Win-Shwe T-T, Fujimaki H. Neurotoxicity of toluene. Toxicol Lett. 2010;198(2):93-9.

13. Hobara T, Okuda M, Gotoh M, Oki K, Segawa H, Kunitsugu I. Estimation of the Lethal Toluene Concentration from the Accidental Death of Painting Workers. Ind Health. 2000; 38(2): 228–31.

14. Qian H, Fiedler N, Moore DF, Weisel CP. Occupational exposure to organic solvents during bridge painting. Ann Occup Hyg. 2010;54(4):417-26.

15. Ahmadi Zadeh M, Asilian H, Allahyari T, Bakand S, Barkhordari A, Bahrami A, et al. Occupational exposure limits. 3, editor. Tehran: Environmental Research Institute of Tehran University of Medical Sciences and Health Services; 2012.

16. Runion HE, Scott LM. Benzene exposure in the United States 1978-1983: an overview. Am J Indus Med. 1985;7(5-6):385–93.

17. Macaluso M, Larson R, Delzell E, Sathiakumar N, Hovingaa M, Julian J, et al. Leukemia and cumulative exposure to butadiene, styrene and benzene among workers in the synthetic rubber industry. Toxicology. 1996;113(1-3):190-202.

18. Kang S-K, Lee M-Y, Kim T-K, Lee J-O, Ahn YS. Occupational exposure to benzene in South Korea. Chem Biol Interact. 2005; 153–154:65–74.

19. Aksoy M, Ozeriş S, Sabuncu H, Inanici Y, Yanardağ R. Exposure to benzene in Turkey between 1983 and 1985: a haematological study on 231 workers. Br J Ind Med. 1987;44(11):785-7.

20. Durmusoglu E, Aslan S, Can E, Bulut Z. Health Risk Assessment of Workers' Exposure to Organic Compounds in a Tire Factory. Hum Ecol Risk Assess. 2007;13(1):209–22.

21. Correa SM, Torre AR, Arbilla G. Aromatic volatile organic compounds emissions in a tire recapping unit. Bull Environ Contam Toxicol. 2004;72(2):255-60.

22. Zhua CQ, Lama TH, Jiang CQ, Wei BX, Xub QR, Chen YH. Increased lymphocyte DNA strand breaks in rubber workers. Mutat Res. 2000;470(2):201–9.

23. Rushton L, Romaniuk H. A case-control study to investigate the risk of leukaemia associated with exposure to benzene in petroleum marketing and distribution workers in the United Kingdom. Occup Environ Med. 1997;54(3):152-66.

24. Quach T, Varshavsky J, Von Behren J, Garcia E, Nguyen T, Tran A, et al. Reducing chemical exposures in nail salons through owner and worker trainings: An exploratory intervention study. Am J Ind Medicine. 2012;35(7):806-17

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Occupational Exposure to Benzene and Toluene among Workers in two Tire Manufacturing Factories

Azari RM[1,2], Hosseni SY[1], Zendehdel R[1], Soori H[1,2] , Musaviuon MA[3]

Abstract

Backgrounds and Aims: Semi automated processes of Iranian tire manufacturing factories lead to significant occupational exposures to benzene and toluene compounds. This study was conducted to evaluate the magnitude and risk of workers exposures.

Materials and Methods: Personal monitoring of 100 workers (10 groups) was performed using NIOSH method No.1501 in two tire manufacturing factories in Tehran city. Workplace atmospheric conditions were measured on sampling days. Semi quantitative risk assessment (COSHH) was carried out using questionnaire and respective matrix. Data were analyzed using t-test, correlation coefficient, linear regression and one-way ANOVA. Quantitative values were reported as mean±standard error.

Results: Age, work experience and atmospheric parameters had no significant statistical difference in two factories. Occupational exposures to benzene and toluene were 1.09±0.18, 1.88±0.19 and 2.07±0.30, 3.20±0.39 ppm in factories A and B that showed significant increase in B factory and inverse significant correlation with air relative humidity. Exposure to high risk of benzene and medium risk of toluene were 10, 14 and 10, 16 percent of workers in factories A and B, respectively. The correlation between occupational exposure and COSHH assessment was significant.

Conclusion: occupational exposure to benzene in tire manufacturing personnel was higher than Iranian standard, therefore, improvement of work conditions using appropriate control measures including automated processes and setting of air relative humidity is recommended. COSHH assessment can be used as a simple, cheap and quick method in workers' health promotion. Control of personnel exposure through ongoing training is imperative.

Keywords: Occupational Exposure, Tire Manufacturing, Risk Assessment, Benzene, Toluene.

1 Department of Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

2 Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3 Deputy of Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

* Corresponding Author: mrazari@sbmu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir