

Evaluation of Occupational Exposure to n-Hexane and Aromatic Hydrocarbons from Workers of Selected Shoe Manufacturing Workshops in Tehran

Zendehdel R¹, Sedghi R², Khodakarim S³, Esmaili Tahneh A*⁴

1. Safety Promotion and Injury Prevention research center of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Chemistry, School of Chemistry, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

3. Department of Epidemiology, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

* *Corresponding author.* Tel: +989189942070, Fax: +9822432037, E-mail: esmaeili.akbar@gmail.com

Received: Oct 9, 2016 Accepted: Feb 11, 2017

ABSTRACT

Background & objectives: Chemical exposure for the shoe makers has been created health hurdle. This exposure mainly occurs in the gum process which workers have been exposed to various solvents such aromatic hydrocarbons and n-hexane. This study was conducted to evaluate occupational exposure in some shoe makers for the co-exposure of benzene, toluene, xylene and n-hexane in order to monitor their health condition.

Methods: In this study 73 shoemakers of 18 workshops in Tehran were studied. Occupational exposure to aromatic hydrocarbons (benzene, toluene and xylene) and n-hexane was measured using NIOSH method No.1501 and 1500 in summery (September and October) and wintry season (January and February) respectively.

Results: The results show amount of occupational exposure to studied compounds (benzene, toluene and xylene) and n-hexane in warm and cold season (Mean±standard error) were 2.33±0.07, 9.48±0.27, 2.2±0.01, 3.64±0.11 and 3.1±0.07, 11.11±0.23, 2.2±0.01, 4.4±0.11 ppm respectively and in the colder months were significantly higher than the warmer months ($p<0.001$). Additive exposure to aromatic compounds and n-hexane were higher than Occupational exposure Limit (OEL) accepted by Iran. There are positive correlation between benzene exposure, temperature and humidity ($p<0.001$). Moreover, there are negative correlation between toluene exposure and air velocity in the summery season ($p=0.003$) and wintry season ($p<0.001$).

Conclusion: When the cumulative exposure to aromatic compounds and n-hexane were higher than Occupational exposure Limit (OEL) accepted by Iran, there is a probable neurotoxic risk as a common effect for studied solvents. Therefore, the use of appropriate control methods is important to reduce solvents exposure of adhesives.

Keywords: Aromatic Hydrocarbons; n-Hexane; Occupational Exposure; Shoe Makers Workshops.

بررسی مواجهه شغلی با نرمال هگزان و هیدروکربن‌های آروماتیک در کارگران کارگاه‌های تولید کفش تهران

رضوان زنده دل^۱، رویا صدقی^۲، سبیل‌ا خداکریم^۳، اکبر اسمعیلی طهنه^۴*

۱. مرکز تحقیقات ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۲. گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران ۳. گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران ۴. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۸۹۹۴۲۰۷۰ فکس: ۲۲۴۳۲۰۳۷ ایمیل: esmaeili.akbar@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه کارگران صنعت تولید کفش با مواد شیمیایی، مشکلاتی را در سلامت آنها ایجاد نموده است. تماس با مواد شیمیایی در این صنعت بطور عمده در فرآیند چسب‌زنی رخ می‌دهد، که کارگران ممکن است در معرض حلال‌های مختلف همچون ترکیبات آروماتیک و نرمال هگزان قرار بگیرند. هدف این مطالعه پایش مواجهه شغلی همزمان در کفاشان به نرمال هگزان، بنزن، تولوئن و زایلن در بعضی کارگاه‌های کفاشی به منظور بررسی وضعیت بهداشتی این گروه از شاغلین بود.

روش کار: در این مطالعه ۷۳ کفاش از ۱۸ کارگاه در شهر تهران مطالعه شد. میزان مواجهه شغلی با ترکیبات آروماتیک (بنزن، تولوئن و زایلن) و نرمال هگزان به ترتیب از روش NIOSH method No.1501 و NIOSH method No.1500 و در دو نوبت فصل گرم (شهریور و مهر) و فصل سرد (دی و بهمن) اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: میزان مواجهه شغلی در فصل گرم با ترکیبات مورد بررسی (بنزن، تولوئن، زایلن و نرمال هگزان) به ترتیب برابر $۲/۳۳ \pm ۰/۰۷$ ، $۹/۴۸ \pm ۰/۲۷$ ، $۲/۲ \pm ۰/۰۱$ و $۳/۶۴ \pm ۰/۱۱$ و در فصل سرد برابر $۳/۱ \pm ۰/۰۷$ ، $۱۱/۱۱ \pm ۰/۲۳$ ، $۳/۱۷ \pm ۰/۰۵$ و $۸/۴ \pm ۰/۱۱$ برحسب پی‌پی‌ام بود و افزایش معنی‌داری در ماه‌های سرد نسبت به ماه‌های گرم نشان دادند ($p < ۰/۰۰۱$). میانگین مواجهه افزایشی با ترکیبات نرمال هگزان و آروماتیک در هر دو نوبت نمونه‌برداری بالاتر از میزان حدود مجاز مواجهه شغلی ایران بوده است. نتایج مطالعه نشان داد بین میزان مواجهه با بنزن، دما و رطوبت هوا، همبستگی مثبت ($p < ۰/۰۰۱$) وجود دارد. همچنین بین مواجهه با تولوئن و سرعت جریان هوا در فصل گرم ($p = ۰/۰۰۳$) و سرد ($p < ۰/۰۰۱$) همبستگی منفی مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه مواجهه جمعی با حلال‌های آروماتیک و نرمال هگزان بیشتر از مقادیر پیشنهاد شده توسط وزارت بهداشت ایران می‌باشد، احتمال بروز ریسک سمیت عصبی بعنوان اثر مشترک برای حلال‌های بررسی شده وجود دارد. لذا بکارگرفتن روش‌های مناسب کنترلی برای کاهش مواجهه با حلال‌های چسب، حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: هیدروکربن‌های آروماتیک، نرمال هگزان، مواجهه شغلی، کارگاه تولید کفش

دریافت: ۹۵/۷/۱۸ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۳

مقدمه

کارگران کارگاه‌های کفاشی در چهار گروه شغلی برش کار، رویه ساز، پیشکار و کارجمع‌کن به فعالیت مشغولند. کارگران در قسمت برش کار با توجه به مدل و طرح کفش، مواد تشکیل دهنده رویه کفش را

صنعت کفش یکی از قدیمی‌ترین مشاغل دنیاست. مواجهه کارگران صنعت تولید کفش با مواد شیمیایی، مشکلاتی را در سلامت آنها ایجاد نموده است.

می‌باشند. مطالعات نشان داده‌اند که نرمال‌هگزان به عنوان یک ترکیب سمی موثر بر سیستم عصبی می‌تواند سبب بروز بیماری‌های عصبی نظیر پلی‌نوروپاتی حسی- حرکتی شود (۸-۱۰). شناسایی و ارزشیابی مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی سمی و سایر عوامل زیان‌آور موجود در محیط کار دو عنصر حیاتی برای حفاظت از سلامت آنها به شمار می‌روند. از مهمترین روش‌ها در شناسایی و ارزشیابی مواد شیمیایی محیط کار، نمونه برداری از منطقه تنفسی افراد به منظور مقایسه میزان مواجهه شغلی آنها با حدود مجاز شغلی می‌باشد. باتوجه به موارد ذکر شده هدف از این مطالعه پایش مواجهه شغلی کفاشان به نرمال‌هگزان و ترکیبات آروماتیک در کارگاه‌های منتخب تولید کفش در تهران به منظور بررسی وضعیت بهداشتی این گروه از شاغلین بود.

روش کار

پایش مواجهه تنفسی

در این مطالعه توصیفی- تحلیلی بر اساس مطالعه یون هی لی و همکاران (۱۱) و فرمول‌های آماری، تعداد ۷۳ کفاش از ۱۸ کارگاه و به صورت تصادفی از میان کارگاه‌های تولید کفش چرم در منطقه شرق تهران به عنوان مرکزیت کارگاه‌های تولید کفش تهران انتخاب گردید. به منظور برآورد میزان مواجهه کارگران تولید کفش، نمونه برداری از منطقه تنفسی ۷۳ کارگر مرد در دو شرایط جوی متفاوت در ماه‌های گرم (شهریور و مهر) و سرد (دی و بهمن) در سال ۹۴ انجام یافت. رضایت نامه کتبی برای تمامی افراد مورد مطالعه اخذ شد و اطلاعات مربوط به سن، سابقه کار، سطح سواد، مدت زمان ساعات کاری در روز، میزان تولید کفش و مصرف چسب توسط پرسشنامه برای همه افراد بدست آمد. همچنین ۷۳ نفر از کارگران صنف تهیه و بسته‌بندی پوشاک و بدون تماس با هرگونه ماده شیمیایی به عنوان گروه مواجهه نیافته

با استفاده از الگوهای آماده شده برش می‌دهند، در قسمت رویه‌سازی، کارگران تکه‌های برش‌داده شده رویه کفش را بهم می‌چسبانند و دوخت می‌زنند. کارگران پیشکار، کفی را به قالب‌های کفش می‌چسبانند و سپس رویه آماده شده را به کف کار میخ کرده و در نهایت با چسب و دستگاه پرس زیره را به کف کفش می‌چسبانند و کارگران در قسمت کارجمع‌کن کفی و تکه‌های تزئینی کفش را می‌چسبانند و بسته‌بندی را انجام می‌دهند (۱، ۲). تماس با مواد شیمیایی در این صنعت بطور عمده در فرایند چسب‌زنی رخ می‌دهد، که کارگران ممکن است در معرض حلال‌های مختلف قرار بگیرند. چسب‌های مورد استفاده در این صنعت از مواد محلول در حلال‌های آلی می‌باشند که از مهمترین حلال‌های مورد استفاده برای چسب کفاشی، نرمال‌هگزان و ترکیبات آروماتیک را می‌توان نام برد (۳ و ۴).

این حلال‌ها از طریق مسیر استنشاق جذب بدن کارگران می‌گردند و همچنین دریافت از طریق جذب پوستی و خوراکی نیز گزارش شده است (۵). به دلیل تماس با ترکیبات آلی فرار اثرات نامطلوبی در سلامتی کارگران کارگاه‌های تولید کفش به هر دو صورت کوتاه مدت و طولانی مدت مشاهده شده است. اثرات کوتاه مدت مانند درماتیت و واکنش‌های حساسیت‌زا، سرگیجه، ضعف، تهوع، آشفته‌گی و تحریک چشم، بینی و گلو می‌باشد. همچنین اثرات طولانی مدت شامل بیماری‌های روانی و عصبی، مشکلات تولیدمثلی، تغییرات خونی ریه، کبد و آسیب‌های کلیوی قابل مشاهده است (۶، ۷). در سال‌های اخیر با وجود پیشرفت‌های بسیار در صنایع مختلف، متأسفانه شرایط کاری و مسائل بهداشتی مربوط به کفاشان به ویژه در کشورهای در حال توسعه بهبود نیافته است و کشور ما نیز از این قاعده مستثنی نیست و در سطح کشور کارگاه‌های تک‌واحدی زیادی وجود دارند که به دلیل فقدان شرایط کاری مناسب و همچنین پراکندگی زیاد و عدم نظارت کافی گریبانگیر مشکلات متعددی

انتخاب شدند، و از نظر سن و سابقه کار با گروه‌های مواجهه‌یافته همسان‌سازی شدند. میزان مواجهه تنفسی کارگران با ترکیبات آروماتیک (بنزن، تولوئن و زایلن) و نرمال‌هگزان به ترتیب از روش ۱۵۰۱ و ۱۵۰۰ موسسه ملی ایمنی و بهداشت آمریکا (NIOSH) (۱۲) تعیین گردید. قابل ذکر است که طبق پیشنهاد روش‌های بین‌المللی به ازای هر ۱۰ نمونه، دو نمونه به عنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نمونه‌ها با استفاده از گاز کروماتوگراف THERMO مدل Finnigan TRACE GC Ultra مجهز به دتکتور FID انجام شد. از محلول کیومن به عنوان استاندارد داخلی و از نیتروژن خالص به عنوان گاز حامل استفاده گردید. جداسازی ترکیبات در ستون موئینه نوع PDMS 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 (به ترتیب: دماسنج کاتا، دماسنج جیوه‌ای، رطوبت‌سنج آسمن مدل EAW و فشارسنج دیجیتالی مدل Airflow) اندازه‌گیری شد. برای اعتبارسنجی آزمایش‌های انجام‌یافته در آزمایشگاه میزان دقت، صحت، کمترین حد تعیین مقدار کمی (LOQ) و کمترین حد تشخیص (LOD) محاسبه گردید.

است. همچنین میزان مواجهه جمعی با حلال‌ها در مدت زمان سابقه‌کار افراد بدست آمد. جهت تعیین میزان مواجهه جمعی از فرمول زیر استفاده شد (۱۴).

$$I = (C \times ET \times EF \times ED) / AT$$

I: جذب تنفسی (ug/m^3)
 C: غلظت ترکیبات در هوای تنفسی (ug/m^3)
 ET: مدت مواجهه (ساعت در روز)
 EF: تکرار مواجهه (روز در سال)
 ED: مدت مواجهه (سال)
 AT: متوسط عمر (سال)

آنالیز آماری

آنالیز یافته‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-16 انجام یافت. نتایج میزان مواجهه بر اساس میانگین و خطای استاندارد گزارش شد. برای مقایسه نتایج مواجهه با حلال‌های بررسی‌شده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه، ویلکاکسون، تی‌تست و ضریب همبستگی با حد اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک شاغلین مورد مطالعه

میانگین سن و سابقه کار در کفاشان و گروه مواجهه‌نیافته ارزیابی در جدول ۱ نشان داده شده است. کفاشان و افراد مواجهه‌نیافته از لحاظ سن، سابقه کار و مصرف سیگار همسان‌سازی شدند. آزمون آماری تی مستقل برای سابقه کار و من ویتنی برای سن در دو گروه انجام شد. نتایج نشان می‌دهد دو گروه از لحاظ سن و سابقه کار همگن می‌باشند ($p > 0.05$).

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک کفاشان و افراد مواجهه نیافته

مشخصات	گروه مواجهه	دامنه (حداقل-حداکثر)	گروه شاهد	دامنه (حداقل-حداکثر)	P
سن* (سال)	۲۶/۸۸±۱/۰۶	(۴۰-۱)	۲۶/۸۶±۱/۰۱	(۴۰-۱)	۰/۹۵
سابقه کار* (سال)	۱۴/۳۹±۹/۴۸	(۴۵-۱)	۱۴/۲۷±۹/۳۶	(۴۵-۱)	۰/۹۴

* میانگین ± انحراف معیار ** فراوانی

شرایط جوی

میانگین و خطای استاندارد دما، رطوبت، فشار هوا و سرعت جریان هوا در دو نوبت اندازه گیری (فصل گرم و سرد) در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس آزمون تی زوجی پارامترهای جوی بین دو نوبت نمونه برداری، اختلاف معنی داری را نشان داد.

ارزیابی مواجهه شغلی

میانگین مواجهه فردی با ترکیبات مورد بررسی در (فصول گرم و سرد) در کارگاه های بررسی شده در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲. پارامترهای شرایط جوی در دو نوبت نمونه برداری

P-value	نوبت دوم (فصل سرد)			نوبت اول (فصل گرم)			شرایط جوی
	دامنه (حداقل-حداکثر)	خطای استاندارد	میانگین (پی پی ام)	دامنه (حداقل-حداکثر)	خطای استاندارد	میانگین (پی پی ام)	
<0.001	(۱۸/۲-۱۳/۱)	۰/۱۶	۱۵/۴۵	(۲۷/۲-۲۲)	۰/۱۵	۲۳/۸۵	دما (سانتی گراد)
	(۷۵/۸-۷۰/۳)	۰/۱۸	۷۲/۸۶	(۸۶/۲-۷۹/۹)	۰/۲۳	۸۲/۸۵	رطوبت (درصد)
	(۶۶۷/۲-۶۶۳/۲)	۰/۱۳	۶۶۵/۱	(۶۶۶/۲-۶۶۲/۱)	۰/۱۳	۶۶۴	فشار هوا (میلی متر جیوه)
	(۰/۱۳-۰/۰۷)	۰/۰۰۲	۰/۰۹	(۰/۱۶-۰/۱)	۰/۰۰۲	۰/۱۳	سرعت جریان هوا (متر بر ثانیه)

جدول ۳. تماس شغلی با ترکیبات بنزن، تولوئن، زایلن و نرمال هگزان در کارگاه های کفایشی

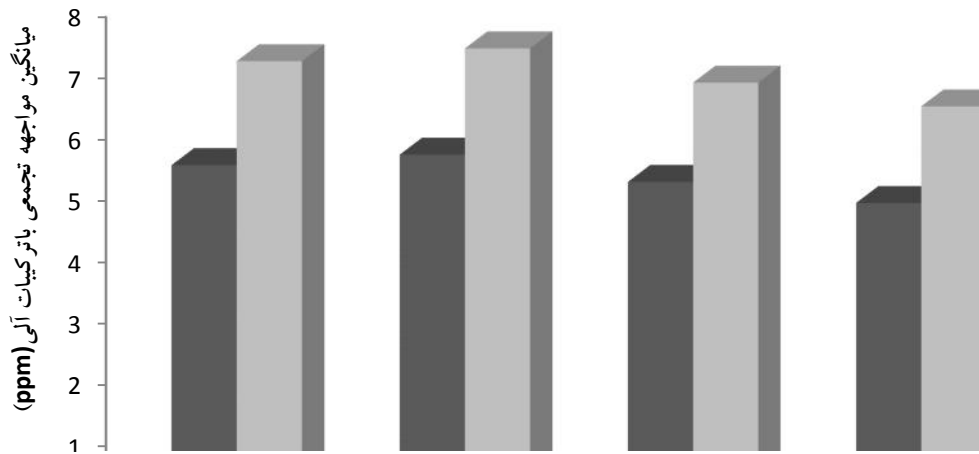
P-value	نوبت دوم (فصل سرد)			نوبت اول (فصل گرم)			ترکیب
	دامنه (حداقل-حداکثر)	خطای استاندارد	میانگین (پی پی ام)	دامنه (حداقل-حداکثر)	خطای استاندارد	میانگین (پی پی ام)	
<0.001	(۵/۳۲-۱/۷۵)	۰/۰۷	۳/۱	(۴/۸۷-۱/۰۱)	۰/۰۷	۲/۳۳	بنزن
	(۱۵/۲۸-۷/۴۵)	۰/۲۳	۱۱/۱۱	(۱۴/۱۷-۶/۰۳)	۰/۲۷	۹/۴۸	تولوئن
	(۴/۲-۲/۴۵)	۰/۰۵	۳/۱۷	(۲/۴۸-۲/۰۹)	۰/۰۱	۲/۲	زایلن
	(۲/۵۶-۷/۹۹)	۰/۱۱	۴/۴	(۷/۶۱-۲/۴۴)	۰/۱۱	۳/۶۴	نرمال هگزان

در فصل گرم ($p=0.35$) و سرد ($p=0.208$) اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۲). اگرچه شغل رویه ساز بیشترین مواجهه تجمعی را نسبت به مشاغل دیگر دارا است.

گروه های شغلی رویه ساز و پیشکار در حین کار به ترتیب از چسب نوع ۱ (چسب فرنگی) و نوع ۲ (چسب پی یو) استفاده می نمایند. میزان مواجهه با ترکیبات مورد بررسی در این دو گروه شغلی در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان مواجهه با تولوئن و نرمال هگزان در شغل پیشکار به شکل معنی داری بیشتر از رویه ساز مشاهده شد ($p=0.04$ و $p=0.02$). همچنین مواجهه با بنزن و زایلن در شغل رویه ساز بیشتر از شغل پیشکار بود.

نتایج نشان می دهد مواجهه تنفسی با ترکیبات نرمال هگزان و ترکیبات آروماتیک در نوبت فصل سرد به شکل معنی داری ($p<0.001$) بیشتر از فصل گرم می باشد. نتایج بررسی میزان مواجهه با ترکیب بنزن در هر دو نوبت بالاتر از میزان حد مجاز تماس شغلی ایران بوده است.

نتایج مطالعه نشان می دهد بین میزان مواجهه با بنزن، دما و رطوبت هوا همبستگی مثبت ($p<0.001$) وجود دارد. همچنین بین مواجهه با تولوئن و سرعت جریان هوا در فصل گرم ($p=0.003$) و سرد ($p<0.001$) همبستگی منفی وجود دارد. آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین چهار گروه شغلی از نظر میزان مواجهه تجمعی



شکل ۱. میزان مواجهه تجمعی با ترکیبات آلومین فرار در گروه‌های شغلی و در فصل گرم و سرد

جدول ۴. میزان مواجهه شغلی با ترکیبات مورد بررسی در گروه‌های شغلی

P- value	پیشکار		رویه‌ساز		ترکیب
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
۰/۱۴	۰/۰۹	۲/۶۳	۰/۱۲	۲/۸۵	بنزن
۰/۰۴	۰/۳۲	۱۰/۹۹	۰/۲۹	۱۰/۱۱	تولوئن
۰/۹۲	۰/۱۱	۲/۶۹	۰/۰۸	۲/۷	زایلن
۰/۰۲	۰/۱۵	۴/۴۸	۰/۱۴	۳/۹۸	نرمال‌هنگزان

یک طرفه نشان داد که بین چهار گروه شغلی از نظر میزان مواجهه افزایشی با ترکیبات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۵).

میزان مواجهه افزایشی با ترکیبات مورد بررسی در تمامی گروه‌های شغلی بالاتر از حد مجاز ارزیابی شد و مواجهه افزایشی در شغل رویه‌ساز بیشتر از مشاغل دیگر تعیین شد. آزمون تجزیه و تحلیل واریانس

جدول ۵. مواجهه افزایشی با ترکیبات مورد بررسی در گروه‌های شغلی

P- value	مواجهه افزایشی با ترکیبات		شغل
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
۰/۱۵۶	۰/۲۴	۶/۳۱	برشکار
	۰/۳۳	۶/۳۳	رویه‌ساز
	۰/۱۹	۵/۹۲	پیشکار
	۰/۲۶	۵/۵۵	کارجمع‌کن

۱۸ کارگاه کفاشی و در دو شرایط جوی متفاوت بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد میزان مواجهه شغلی در فصل سرد افزایش معنی‌داری ($p < 0.001$) نسبت به فصل گرم داشته است. طبق این نتایج، از بین

بحث

به منظور بررسی وضعیت بهداشتی کفاشان در این مطالعه میزان مواجهه تنفسی با هیدروکربن‌های آروماتیک (بنزن، تولوئن و زایلن) و نرمال‌هنگزان در

منطقه تنفسی کفاشان در سه نوبت بین ۱/۱۰ تا ۱/۵۲ پی‌پی‌ام مشاهده گردید (۱۵) که پایین‌تر از میزان مواجهه در این مطالعه بوده است.

بین مقدار مواجهه با بنزن، تولوئن، زایلن و نرمال‌هگزان همبستگی مثبتی مشاهده گردید ($p < 0.001$) و این نتیجه در مطالعه آذری در کفاشان ایرانی (۱۵) و ورمولن در کفاشان چینی (۱۶) نیز مشاهده گردید. گزالس در مطالعه‌اش نشان داد که کفاشان مکزیکی بدلیل استفاده از حلال‌های فاقد بنزن، تنها با تولوئن بالاتر از حد مجاز، مواجهه شغلی دارند (۱۷) ولی در مطالعه جعفری و همکاران نشان داده شد که حتی در حلال‌هایی که ادعا می‌شود فاقد بنزن هستند نیز ممکن است به دلیل وجود ناخالصی در تولید حلال، حاوی بنزن باشند (۱۸).

در مطالعه ونگ و همکاران مواجهه با بنزن را در کفاشان چینی در سه دهه از سال ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار دادند که ۶۵ درصد اندازه‌گیری‌ها از حد مجاز شغلی تجاوز کرده بود و از نظر غلظت مواجهه کارگران، بنزن در مقام اول و تولوئن در مقام دوم قرار داشت (۱۹). در حالی که نتایج تحقیق اخیر نشان می‌دهد در چسب‌های مورد استفاده در ایران فقط بنزن از حد مجاز شغلی تجاوز نموده است.

در مطالعه‌ای که بر روی کفاشان ایتالیایی انجام شد نتایج بدست‌آمده از پایش فردی کفاشان نشان داد که میزان مواجهه تجمعی با حلال‌های بررسی‌شده بیشتر از حد مجاز تماس شغلی بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۲۰).

در مطالعه‌های آذری و ورمولن با شرایط کاری مشابه نتایج مشابهی در تفاوت تماس شغلی در گروه‌های شغلی مشاهده شد و شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه را با حلال‌های ارزیابی شده داشت. همچنین تماس با حلال‌های بررسی شده در دیگر گروه‌های شغلی نیز وجود دارد. کفاشان در کارگاه‌های کوچک و کمتر از ۲۰ متر مربع و بدون جداسازی گروه‌های شغلی فعالیت می‌کنند (۱۶، ۱۵). نتایج بدست آمده اختلاف

ترکیبات بررسی شده میزان مواجهه شغلی با تولوئن و بنزن بیشترین تاثیر را با تغییر شرایط جوی در محل نمونه‌برداری داشته‌اند. همچنین پایش فردی کفاشان نشان داد میزان مواجهه تجمعی با حلال‌های بررسی‌شده بیشتر از حد مجاز تماس شغلی ایران می‌باشد و در بین گروه‌های شغلی کفاشان، شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه را با حلال‌های ارزیابی شده داشته‌اند که دلیل آن تماس مستقیم این گروه شغلی با چسب می‌باشد.

با توجه به فرار بودن حلال‌های بررسی شده شاید انتظار می‌رفت با کاهش دما در فصل سرد میزان بخار شدن حلال‌های چسب کاهش یافته و میزان مواجهه شغلی کمتر گردد ولی در شرایط فصل سرد تغییر شرایط کارگاهی مشاهده می‌شد بطوری که در فصل سرد پنجره‌های کارگاه‌ها بسته بود و سیستم تهویه عمومی کارگاه‌ها توسط کارگران خاموش می‌گردید در نتیجه میزان مواجهه با حلال‌های بررسی‌شده در فصل سرد افزایش داشت.

افزایش دما و رطوبت سبب افزایش مواجهه فردی با بنزن شده است. چون نقطه جوش بنزن در بین چهار ترکیب بررسی شده پایین‌ترین مقدار است، بنزن نسبت به حلال‌های دیگر با افزایش دما به مقدار بیشتری تبخیر شده و مواجهه تنفسی بالاتری را ایجاد نموده است. همچنین کاهش سرعت جریان هوا میزان مواجهه تنفسی با تولوئن را افزایش داده است که دلیل آن را می‌توان به بالابودن چگالی این ماده نسبت به دیگر حلال‌ها نسبت داد. به عبارتی دیگر به علت سنگین بودن تولوئن نسبت به حلال‌های دیگر با کاهش سرعت جریان هوا مولکول‌های این آلاینده به راحتی جابجا نمی‌گردد و منجر به افزایش آلودگی این ماده می‌گردد.

میزان تراکم بنزن و تولوئن در هوای تنفسی کفاشان در مطالعه ورمولن به ترتیب برابر با ۳/۶۶ و ۹/۵۲ پی‌پی‌ام ارزیابی شد (۱۶) که با مطالعه اخیر همخوانی دارد. در مطالعه آذری و همکاران غلظت بنزن در

نتیجه‌گیری

اثرات عصبی از مهمترین عوامل خطر ایجاد شده بر سلامت کفاشان می‌باشد (۲). مطالعات مختلف نشان می‌دهند ترکیبات آروماتیک بر روی سیستم عصبی اثرات تجمعی دارند (۲۳-۲۱). همچنین از مهمترین اثرات نرمال‌هگزان تاثیر بر سیستم عصبی است (۹،۸). طبق نتایج مطالعه حاضر که با هدف پایش مواجهه شغلی کفاشان به نرمال هگزان و هیدروکربن‌های آروماتیک انجام شد، میزان مواجهه تجمعی با حلال‌های آروماتیک و نرمال هگزان، بیشتر از حدود مجاز مواجهه شغلی پیشنهاد شده توسط وزارت بهداشت ایران می‌باشد.

با توجه به اینکه احتمال بروز خطر عوارض عصبی بعنوان خطر مشترک برای حلال‌های بررسی شده وجود دارد، لذا بکارگرفتن روش‌های مناسب برای کاهش مواجهه با حلال‌های چسب، حائز اهمیت است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری مرکز تحقیقات ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌های دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای فراهم کردن شرایط لازم جهت اجرای این پروژه، همچنین از کارشناسان آزمایشگاه دانشکده شیمی و بهداشت شهید بهشتی کمال تشکر به عمل می‌آید. شماره تصویب پروپوزال ۹۲۹۴/۷۱/ح/پ می‌باشد.

در میزان مواجهه با حلال‌ها برای چسب نوع ۱ و ۲ مورد استفاده در صنعت کفاشی را مشخص ساخته است.

در این مطالعه مواجهه افزایشی با حلال‌های آروماتیک و نرمال هگزان در هر چهار گروه شغلی بیشتر از مقادیر پیشنهاد شده توسط وزارت بهداشت ایران بود و شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه افزایشی را دارا است. نتایج بدست آمده از مطالعه آذری و همکاران در هر سه نوبت نمونه‌برداری نیز از مقادیر پیشنهاد شده توسط وزارت بهداشت ایران بیشتر بود و مشابه با مطالعه اخیر شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه افزایشی را نشان داده است (۱۵).

اجرای این مطالعه با این حجم نمونه‌برداری برای اولین بار در صنعت تولید کفش ایران انجام شده است. همچنین اعتبارسنجی مناسب آزمایش‌های انجام‌یافته، اندازه‌گیری مواجهه شغلی در ۱۸ کارگاه در نقاط مختلف شهر تهران، نمونه‌برداری در دو شرایط جوی مختلف و در تمامی گروه‌های شغلی در کارگاه‌های تولید کفش را می‌توان به عنوان نقاط قوت مطالعه ذکر کرد. عدم نمونه‌برداری در تمامی فصول به دلیل محدودیت دوره‌زمانی و مقطعی بودن انجام مطالعه، نقاط ضعف مطالعه حاضر می‌باشند.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، ارزشیابی مواجهه شغلی در تمامی فصول و پایش بیولوژیکی نیز برای شاغلین صنعت تولید کفش انجام گیرد.

References

- 1- Heba M, Amal S, Nasser M, Jihan S, Mahmoud A. Ventilatory function and oxidative-antioxidant Status in shoe makers. Researcher. 2010;2(4):59-66.
- 2- Greenberg MI. Occupational, industrial, and environmental toxicology: Elsevier Health Sciences; 2003.
- 3- Elci OC, Yener G, Ucku R. Working conditions and related neuropsychiatric problems among shoemakers in Turkey: Do child workers differ from others? Indian journal of occupational and environmental medicine. 2007;11(1):9-14.
- 4- Neghab M, Soleimani E, Rajaeefard A. Assessment of occupational exposure to n-hexane: a study in shoe making workshops. Research Journal of Environmental Toxicology. 2011;5(5):293.
- 5- Toxicological profile for n-Hexane. In U.S eHaHSPHS, Agency for Toxic Substance and Disease Registry. 1999.

- 6- Hafez SF, Ibrahim YH, Hussein AS, Hassanien MA. Neurological Disorders In Shoe-Makers And The Role Of Some Trace Elements. *Journal of American Science*. 2011;7(2):145-153.
- 7- Gangopadhyay S, Ara T, Dev S, Ghoshal G, Das T. An Occupational Health Study of the Footwear Manufacturing Workers of Kolkata, India. *Ethno Medicine*. 2011;5(1):11-15.
- 8- Sendur OF, Turan Y, Bal S, Gurgan A. Toxic neuropathy due to N-hexane: report of three cases. *Inhalation toxicology*. 2009;21(3):210-14.
- 9- Pastore C, Izura V, Marhuenda D, Prieto MJ, Roel J, Cardona A. Partial conduction blocks in N-hexane neuropathy. *Muscle & nerve*. 2002;26(1):132-135.
- 10- Sadeghniat K, Pooryaghoob G, Rafeemanesh E. N-hexane neuropathy due to shoemaking: report of five cases. *Acta Medica Iranica*. 2005;43(1):71-74.
- 11- Lee E-H, Paek D, Kho YL, Choi K, Chae HJ. Color vision impairments among shipyard workers exposed to mixed organic solvents, especially xylene. *Neurotoxicology and teratology*. 2013;37:39-43.
- 12- The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154> Accessed June 22.
- 13- American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices (TLVs ® and BEIs). Cincinnati O, USA: ACGIH; 2015.
- 14- Yimrungruang D, Cheevaporn V, Boonphakdee T, Watchalayann P, Helander HF. Characterization and health risk assessment of volatile organic compounds in gas service station workers. *Environment Asia*. 2008;2:21-29.
- 15- Azari MR, Hosseini V, Jafari MJ, Soori H, Asadi P, Mousavion SMA. Evaluation of occupational exposure of shoe makers to benzene and toluene compounds in shoe manufacturing workshops in east Tehran. *Tanaffos*. 2012;11(4):43-49.
- 16- Vermeulen R, Li G, Lan Q, Dosemeci M, Rappaport SM, Bohong X, et al. Detailed exposure assessment for a molecular epidemiology study of benzene in two shoe factories in China. *Annals of Occupational Hygiene*. 2004;48(2):105-116.
- 17- González-Yebra A, Kornhauser C, Barbosa-Sabanero G, Perez-Luque EL, Wrobel K. Exposure to organic solvents and cytogenetic damage in exfoliated cells of the buccal mucosa from shoe workers. *International archives of occupational and environmental health*. 2009;82(3):373-380.
- 18- 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):326-332.
- 19- Wang L, Zhou Y, Liang Y, Wong O, Armstrong T, Schnatter AR, et al. Benzene exposure in the shoemaking industry in China, a literature survey, 1978–2004. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2006;46(2):149-156.
- 20- Costantini AS, Quinn M, Consonni D, Zappa M. Exposure to benzene and risk of leukemia among shoe factory workers. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2003;29(1):51-59.
- 21- Ladou J. *Occupational and environmental medicine*. 2nd ed. Stamford, CT: Appleton & Lange. 1997 p. 487.
- 22- World Health Organization (WHO). *Chronic effects of organic solvents on the central nervous system and diagnostic criteria*. Copenhagen and Oslo: World Health Organization and Nordic Council of Ministers. 1985.
- 23- Alkan A, Kutlu R, Hallac T, Sigirci A, Emul M, Pala N, et al. Occupational prolonged organic solvent exposure in shoemakers: brain MR spectroscopy findings. *Magnetic resonance imaging*. 2004;22(5):707-713.