

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

Zendehdel R<sup>1</sup>, Sedghi R<sup>2</sup>, Khodakarim S<sup>3</sup>, Esmaili Tahneh A<sup>4</sup>

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

2. Department of Chemistry, School of Science, 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 Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

\* *Corresponding author.* Tel: +989189942070, E-mail: esmaili.akbar@gmail.com

Received: Apr 28, 2016 Accepted: Jun 21, 2016

### ABSTRACT

**Background & aim:** 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 as aromatic compounds 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 compounds (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 occupational exposure to studied compounds 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 Threshold limit value (TLV) 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 Threshold limit value (TLV) accepted by Iran, there are 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:** n-Hexane; Shoe Makers Workshops; Aromatic Compounds; Occupational Exposure.

# بررسی میزان مواجهه شغلی کارگران کارگاه‌های تولید کفش با نرمال‌هگزان و ترکیبات آروماتیک در تهران

رضوان زنده‌دل<sup>۱</sup>، رویا صدقی<sup>۲</sup>، سهیلا خداکریم<sup>۳</sup>، اکبر اسمعیلی طهنه<sup>۴</sup>\*

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 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 نرمال‌هگزان قرار بگیرند. هدف این مطالعه پایش مواجهه شغلی همزمان با نرمال‌هگزان، بنزن، تولوئن و زایلن در کفاشان شاغل در بعضی کارگاه‌های کفافی به منظور بررسی وضعیت بهداشتی این گروه از شاغلین بود.

**روش کار:** در این مطالعه ۷۳ کفاز از ۱۸ کارگاه در شهر تهران مطالعه شد. میزان مواجهه شغلی با ترکیبات آروماتیک (بنزن، تولوئن و زایلن) و نرمال‌هگزان با استفاده از متد پیشنهادی NIOSH به شماره‌های ۱۵۰۱ و ۱۵۰۰ و در دو نوبت ماه‌های گرم (شهریور و مهر) و سرد (دی و بهمن) اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد مواجهه شغلی با ترکیبات بررسی شده در ماه‌های سرد به شکل معنی‌داری ( $p < 0/001$ ) بیشتر از ماه‌های گرم می‌باشد. میانگین مواجهه افزایشی با ترکیبات نرمال‌هگزان و آروماتیک در ماه‌های گرم و سرد بالاتر از میزان حد مجاز تماس شغلی ایران بوده است. بین میزان مواجهه با بنزن و دما و رطوبت هوا همبستگی مثبت ( $p < 0/001$ ) وجود دارد. همچنین بین مواجهه با تولوئن و سرعت‌جریان هوا در ماه‌های گرم ( $p = 0/003$ ) و سرد ( $p < 0/001$ ) همبستگی منفی مشاهده گردید.

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

**واژه‌های کلیدی:** نرمال‌هگزان، کارگاه تولید کفش، ترکیبات آروماتیک، مواجهه شغلی

پذیرش: ۹۵/۴/۱

دریافت: ۹۵/۲/۹

## مقدمه

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 می‌باشند. مواجهه کارگران صنعت تولید کفش با مواد شیمیایی، مشکلاتی را در سلامت آنها ایجاد نموده است (۲،۱). کارگران در کارگاه‌های

صنعت کفش یکی از قدیمی‌ترین مشاغل دنیا است، ولی در سال‌های اخیر با وجود پیشرفت‌های بسیار در صنایع مختلف، 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

شناسایی و ارزشیابی مواجهه کارکنان با مواد شیمیایی سمی و سایر عوامل زیان آور موجود در محیط کار دو عنصر حیاتی برای حفاظت از سلامت آنها بشمار 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 نرمال هگزان و ترکیبات آروماتیک در کارگاه‌های منتخب تولید کفش در تهران به منظور بررسی وضعیت بهداشتی این گروه از شاغلین می‌باشد.

## روش کار

### پایش مواجهه تنفسی

در این مطالعه توصیفی- مقطعی تعداد ۷۳ کفاش از ۱۸ کارگاه به صورت تصادفی از میان کارگاه‌های تولید کفش در منطقه شرق تهران انتخاب گردید. به منظور برآورد میزان مواجهه کارگران تولید کفش، نمونه‌برداری 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. اطلاعات مربوط به سن، سابقه کار، سطح سواد، مدت‌زمان ساعات کاری در روز، میزان تولید کفش و مصرف چسب توسط پرسشنامه برای همه افراد بدست آمد. 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. 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

کفاشی چهار گروه شغلی برشکار، رویه ساز، پیشکار و کارجمع کن به فعالیت مشغولند. کارگران در قسمت برشکار باتوجه به مدل و طرح کفش، مواد تشکیل دهنده رویه کفش را با استفاده از الگوهای آماده شده برش می‌دهند، در قسمت رویه‌سازی، کارگران تکه‌های برش داده 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 کارجمع کن کفی و تکه‌های تزئینی کفش را می‌چسبانند و بسته‌بندی را انجام می‌دهند.

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 (۴،۳). 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، آشفستگی و تحریک چشم، بینی و گلو می‌باشد. همچنین اثرات طولانی مدت شامل بیماری‌های روانی و عصبی، مشکلات تولیدمثلی، تغییرات هماتولوژیکال ریه، کبد و آسیب‌های کلیوی قابل مشاهده است (۶،۷).

مطالعات نشان داده‌اند که نرمال‌هگزان به عنوان یک ترکیب نوروکسیک می‌تواند سبب بروز بیماری‌های عصبی نظیر پلی نوروپاتی حسی- حرکتی شود (۸-۱۰).

**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 بررسی شده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک طرفه، ویلکاکسون، وان سمپل تی‌تست و ضریب همبستگی با حد اطمینان ۹۵٪ استفاده شد.

**یافته‌ها**

**شرایط جوی**

میانگین و خطای استاندارد دما، رطوبت، فشار هوا و سرعت جریان هوا در دو نوبت اندازه‌گیری (فصل گرم و سرد) در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس آزمون تی‌تست مزدوج پارامترهای جوی بین دو نوبت نمونه‌برداری، اختلاف معنی‌داری را نشان داد.

**ارزیابی مواجهه شغلی**

میزان میانگین مواجهه فردی با ترکیبات مورد بررسی در (فصول گرم و سرد) در کارگاه‌های بررسی شده در جدول ۲ نشان داده شده است.

میلی متر 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 شد.

باتوجه به مواجهه توام با این حلال‌ها و بر طبق الگوی ارائه شده توسط ACGIH میزان مواجهه افزایشی کارگران طبق فرمول  $C1/T1+C2/T2+Cn/Tn=N$  محاسبه گردید (۱۳). اگر فرمول مواجهه توام از یک بیشتر شود مواجهه با مجموع ترکیبات غیرقابل قبول است. همچنین میزان مواجهه تجمعی با حلال‌ها در مدت زمان سابقه کار افراد بدست آمد. جهت تعیین میزان مواجهه تجمعی 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)

جدول ۱. پارامترهای شرایط جوی در دو نوبت نمونه‌برداری

P- value	نوبت دوم (فصل سرد)		نوبت اول (فصل گرم)		شرایط جوی
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
<۰/۰۰۱	۰/۱۶	۱۵/۴۵	۰/۱۵	۲۳/۸۵	دما (سانتی گراد)
	۰/۱۸	۷۲/۸۶	۰/۲۳	۸۲/۸۵	رطوبت (درصد)
	۰/۱۳	۶۶۵/۱	۰/۱۳	۶۶۴	فشار هوا (میلی متر جیوه)
	۰/۰۰۲	۰/۰۹	۰/۰۰۲	۰/۱۳	سرعت جریان هوا (متر بر ثانیه)

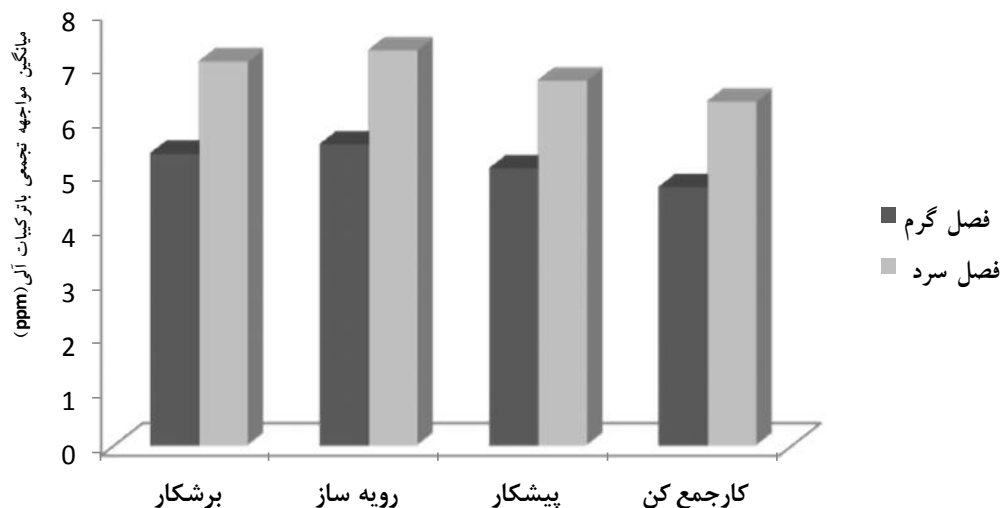
جدول ۲. تماس شغلی با ترکیبات بنزن، تولوئن، زایلن و نرمال‌هگزان در کارگاه‌های کفشی

P- value	نوبت دوم (فصل سرد)		نوبت اول (فصل گرم)		ترکیب
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
<۰/۰۰۱	۰/۰۷	۳/۱	۰/۰۷	۲/۳۳	بنزن
	۰/۲۳	۱۱/۱۱	۰/۲۷	۹/۴۸	تولوئن
	۰/۰۵	۳/۱۷	۰/۰۱	۲/۲	زایلن
	۰/۱۱	۴/۴	۰/۱۱	۳/۶۴	نرمال‌هگزان

هوای 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 جمعی در فصل گرم ( $p=0/35$ ) و سرد ( $p=0/208$ ) اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۲). اگر چه شغل رویه ساز بیشترین مواجهه جمعی را نسبت به مشاغل دیگر دارا است.

نتایج نشان می‌دهد مواجهه تنفسی با ترکیبات نرمال‌هگزان و ترکیبات آروماتیک در نوبت فصل سرد به شکل معنی داری ( $p<0/001$ ) بیشتر از فصل گرم می‌باشد. نتایج بررسی میزان مواجهه با ترکیب بنزن در هر دو نوبت بالاتر از میزان حد مجاز تماس شغلی ایران بوده است.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد بین میزان مواجهه با بنزن، دما و رطوبت هوا همبستگی مثبت ( $p<0/001$ ) وجود دارد. همچنین بین مواجهه با تولوئن و سرعت جریان



شکل ۲. میزان مواجهه جمعی با ترکیبات آلی فرار در گروه‌های شغلی و در فصل گرم و سرد

پیشکار به شکل معنی داری بیشتر از رویه‌ساز مشاهده شد ( $p=0/04$  و  $p=0/02$ ). همچنین مواجهه با بنزن و زایلن در شغل رویه‌ساز بیشتر از شغل پیشکار مشخص گردید.

گروه‌های شغلی رویه‌ساز و پیشکار در حین کار به ترتیب از چسب نوع ۱ و نوع ۲ استفاده می‌نمایند. میزان مواجهه با ترکیبات مورد بررسی در این دو گروه شغلی در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. میزان مواجهه با تولوئن و نرمال‌هگزان در شغل

جدول ۳. مواجهه با ترکیبات مورد بررسی به هنگام بکارگیری چسب نوع ۱ و نوع ۲

P- value	چسب نوع ۲ (پیشکار)		چسب نوع ۱ (رویه ساز)		ترکیب
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
0/14	0/09	2/63	0/12	2/85	بنزن
0/04	0/32	10/99	0/29	10/11	تولوئن
0/92	0/11	2/69	0/08	2/7	زایلن
0/02	0/15	4/48	0/14	3/98	نرمال‌هگزان

واریانس یک طرفه نشان داد که بین چهار گروه شغلی از نظر میزان مواجهه افزایشی با ترکیبات مورد بررسی ( $p=0/156$ ) اختلاف معنی داری وجود ندارد (جدول ۴).

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

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

P- value	مواجهه افزایشی با ترکیبات		شغل
	خطای استاندارد	میانگین (پی‌پی‌ام)	
0/156	0/24	6/31	برشکار
	0/33	6/33	رویه‌ساز
	0/19	5/92	پیشکار
	0/26	5/55	کارجمع‌کن

### بحث و نتیجه‌گیری

به منظور بررسی وضعیت بهداشتی کفاشان در این مطالعه میزان مواجهه تنفسی با ترکیبات آروماتیک و نرمال‌هگزان در ۱۸ کارگاه کفاشی و در دو شرایط جوی متفاوت بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد میزان مواجهه شغلی در فصل سرد افزایش معنی داری ( $p < 0/001$ ) نسبت به فصل گرم داشته است. 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 بررسی شده در فصل سرد افزایش داشت.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد از بین ترکیبات بررسی شده میزان مواجهه شغلی با تولوئن و بنزن بیشترین تاثیر را با تغییر شرایط جوی در محل نمونه برداری داشته اند. 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 آنرا 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<sup>۱</sup> و همکاران به ترتیب برابر با ۳/۶۶ و ۹/۵۲ پی‌پی‌ام ارزیابی شد (۱۶) که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. در مطالعه آذری و همکاران غلظت بنزن 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. گونزالز<sup>۲</sup> در مطالعه خود نشان داد که کفاشان مکزیکی بدلیل استفاده از حلال‌های فاقد

<sup>1</sup> Vermeulen

<sup>2</sup> Gonzalez

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 می‌باشد 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 می‌باشد و مشابه با مطالعه اخیر شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه افزایشی را نشان داده است (۱۵).

اثرات عصبی از مهمترین عوامل خطر ایجاد شده بر سلامت کفاشان می‌باشد (۲۱). مطالعات مختلف نشان می‌دهد ترکیبات آروماتیک بر روی سیستم عصبی اثرات تجمعی دارند (۲۴-۲۲). همچنین از مهمترین اثرات نرمال‌هگزان تاثیر بر سیستم عصبی است (۲۶،۲۵).

با توجه به اینکه مواجهه تجمعی با حلال‌های آروماتیک و نرمال هگزان بیشتر از مقادیر پیشنهاد شده توسط وزارت بهداشت ایران می‌باشد، 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 تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از کارشناسان آزمایشگاه دانشکده شیمی و بهداشت شهید بهشتی کمال تشکر به عمل می‌آید.

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 می‌باشند (۱۸).

در مطالعه وانگ<sup>۱</sup> 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 حدود مجاز شغلی تجاوز نموده است.

نتایج بدست آمده از پایش فردی کفاشان نشان می‌دهد میزان مواجهه تجمعی با حلال‌های بررسی شده بیشتر از حد مجاز تماس شغلی ایران می‌باشد. نتایج مشابهی برای کفاشان ایتالیایی گزارش شده است (۲۰).

نتایج مطالعه نشان می‌دهد شغل رویه‌ساز بیشترین مواجهه را با حلال‌های ارزیابی شده داشته‌اند که دلیل آن تماس مستقیم این گروه شغلی با چسب می‌باشد. قابل ذکر است که در مطالعه‌های آذری و ورمولن با شرایط کاری مشابه نتایج مشابه‌ای مشاهده گردیده است که 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 (۱۵،۱۶). نتایج بدست آمده اختلاف در میزان مواجهه با حلال‌ها برای چسب نوع ۱ و ۲ مورد استفاده در صنعت کفاشی را مشخص ساخته است.

<sup>1</sup> Wang

## References

- 1- Heba MA, Amal SH, Nasser MLA, Jihan SH, Mahmoud AH. Ventilatory function and oxidative-antioxidant Status in shoe makers. *Researcher*. 2010; 2(4):59-66.
- 2- Greenberg M. *Occupational Industrial and Environmental toxicology*. 2 ed. Mosby. Pennsylvania, 2003 :25-33, 378-387
- 3- Elci OC, Yaner G, Ucku R. working condition and related neuropsychiatric problems among shoemakers in Turkey: Do child workers differ from others? *Occupational and Environmental medicine*. 2007; 11(1):9-13.
- 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):293-300
- 5- ATSDR. Toxicological profile for n-Hexane. In U.S, ed.: Health and Human Service. Public Health Service, Agency for Toxic Substance and Disease Registry. 1999.
- 6- Salwa FH, Yasser HI, Amal D, Mahmoud AH. Neurological Disorders in Shoemakers And The Role Of Some Trace Elements. *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):210-4.
- 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):132-5.
- 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- Klaassen CD. Casaett and Doull's Toxicology: The basic Science of poisons. 7 ed. Kansas: McGraw Hill Professional. 2007: 981-1053.
- 12- The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) .Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154> Accessed June 22, 2015.
- 13- American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices (TLVs ® and BEIs)*. Cincinnati, Ohio, 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 SM. Evaluation of occupational exposure of shoe makers to benzene and toluene compounds in shoe manufacturing workshops in east Tehran. *Tanaffos*. 2012; 11 (4):43.
- 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 . *Ann Occup Hyg*. 2004; 48(2): 105-16.
- 17- Gonzalez-Yebra AL, 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. *Int Arch Occup Environ 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. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2006; 46(2): 149-56.
- 20- Costantini AS, Quinn M, Consonni D, Zappa M. Exposure to benzene and risk of leukemia among shoe factory workers. *Scand J Work Environ Health*. 2003; 29(1):51-59.
- 21- Beckman AS, Eisen EA, Bates MN, Liu S, Haegerstrom-Portnoy G, Hammond SK. Acquired Color Vision Defects and Hexane Exposure: A Study of San Francisco Bay Area Automotive Mechanics. *Am J Epidemiol* .2016; 183(11): 969-976.



- 22- Ladou J. Occupational and environmental medicine. 2 ed. Stamford, CT: Appleton & Lange. 1997: 487.
- 23- World Health Organization. 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.
- 24- Alkan A, Kutlu R, Hallac T, Sigirci A, Emul M, Pala N, Altinok T, Aslan M, Sarac K, Ozcan C. Occupational prolonged organic solvent exposure in shoemakers: brain MR spectroscopy findings. Magnetic resonance imaging. 2004; 22(5):707-13.
- 25- Pastore C, Izura V, Marhuenda D, Prieto MJ, Roel J, Cardona A. Partial conduction blocks in N-hexane neuropathy, Muscle and Nerve. 2002;26(1):132-35.
- 26- Sendur OF, Turan Y. Toxic Neuropathy Due to N-Hexane: Report of Three Cases, Inhal. Toxicol. 2009; 21(3):210-14.